

**INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
CAMPUS IBIRUBÁ  
CURSO DE AGRONOMIA**

**DAIANE OBERHERR**

**EFICIÊNCIA DE HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES  
NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS  
NA CULTURA DO TRIGO**

**Ibirubá, RS, Brasil**

**2024**

**DAIANE OBERHERR**

**EFICIÊNCIA DE HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES  
NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS  
NA CULTURA DO TRIGO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado junto ao curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Rodrigo Luiz Ludwig

Coorientadora: Suzana Ferreira da Rosa

**Ibirubá, RS, Brasil**

**2024**

**DAIANE OBERHERR**

**EFICIÊNCIA DE HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES  
NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS  
NA CULTURA DO TRIGO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado junto ao curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Rodrigo Luiz Ludwig

Coorientadora: Suzana Ferreira da Rosa

Aprovado em 07 de agosto, 2024.

---

Prof. Dr. Rodrigo Luiz Ludwig – Orientador

---

Prof. Dra. Bruna Dalcin Pimenta

---

Eng. Agric. Me. Maiquel Gromann

---

Prof. Dra. Daniela Batista dos Santos – Coordenadora do  
Curso de Agronomia do IFRS – Campus Ibirubá

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho ao Senhor, meu Deus, que soprou fôlego de vida em mim, me sustentou e me deu coragem para chegar até aqui, pois dEle, por Ele e para Ele são todas as coisas. À minha família, em especial aos meus pais Luis e Flávia, que são a base principal de todos os meus sonhos e, que sob muito sol, fizeram-me chegar até aqui, na sombra.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela minha vida, por me proteger, me iluminar e tornar esse sonho possível.

Aos meus pais Luis Oberherr e Flávia Oberherr, por todo amor, paciência e incentivo, por acreditarem no meu potencial, por serem meu alicerce e me ajudarem em toda essa trajetória sem medir esforços, especialmente neste Trabalho de Conclusão de Curso. Obrigada por estarem comigo até mesmo nos momentos mais complicados, isso foi por vocês.

Ao meu avô, Aldino Oberherr (*in memoriam*) que sempre sonhou junto comigo, nunca me deixou desistir ou desanimar e que agora não se faz mais presente fisicamente, mas no coração.

À minha família, por me apoiarem desde o início, sempre me incentivando a ir atrás do que eu realmente queria para a minha vida e auxiliando da maneira que podiam.

Aos meus amigos e colegas de classe que de alguma maneira estiveram presentes e estiveram ao meu lado, compartilhando as dificuldades e superando os desafios juntos.

Ao meu orientador, Rodrigo Luiz Ludwig, por ter aceito esse desafio, por todos os ensinamentos, conselhos, paciência, amizade e acompanhamento ao longo desta jornada.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá, pela oportunidade de realizar o Curso de Agronomia.

E por fim, a todos os professores do curso que deram o melhor de si dentro da sala de aula e contribuíram de alguma forma para o meu crescimento profissional.

Este trabalho não seria possível sem o apoio de cada um de vocês, a todos minha sincera gratidão!

*“Porque eu, o Senhor teu Deus, te tomo pela tua mão direita e te digo: Não temas,  
eu te ajudo.”*

**Isaías 41:13**

*“É necessário viver o processo, para poder alcançar o propósito.”*

**Ana Paula Cordeiro**

## RESUMO

Trabalho de Conclusão de Curso  
Curso de Agronomia  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus  
Ibirubá

### EFICIÊNCIA DE HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO TRIGO

AUTOR: DAIANE OBERHERR  
ORIENTADOR: RODRIGO LUIZ LUDWIG  
Ibirubá/RS, 07 de agosto de 2024

O trigo (*Triticum aestivum*) representa, aproximadamente, 30% da produção mundial de grãos. O cereal é empregado na alimentação humana, na elaboração de produtos não alimentícios, bem como na alimentação animal, na forma de forragem, de grão ou na composição de ração. A redução mais acentuada da produtividade de trigo ocasionada pela presença de plantas daninhas ocorre quando a competição acontece nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura, e os herbicidas constituem-se no método mais utilizado para o controle de plantas daninhas em cereais. Devido a isso, o objetivo do trabalho foi avaliar o controle de plantas daninhas na cultura do trigo, sob uso de diferentes herbicidas classificados como graminicidas (preferencialmente para folhas estreitas) e latifolicidas (preferencialmente para folhas largas). O experimento aconteceu na propriedade de Luis Oberherr, na safra 2023, localizado no município de Selbach, Rio Grande do Sul, e foi realizado em blocos ao acaso, com o uso de quatro diferentes herbicidas e composto por 6 tratamentos, sendo eles: T1=Testemunha; T2=Capina manual; T3=2,4-D amina e pinoxaden; T4=2,4-D amina e clodinafope-propargil; T5=metsulfurom metílico e pinoxaden e T6=metsulfurom metílico e clodinafope-propargil. Foram avaliadas as variáveis emergência de plantas (plantas.m<sup>-2</sup>), estatura de plantas (cm), perfilhos férteis por planta, espigas.m<sup>-2</sup>, espiguetas por espiga, grãos por espiguetas, grãos por espiga, PH (peso hectolítrico), PMG (peso de mil grãos), produtividade final (kg.ha<sup>-1</sup>) e número de plantas daninhas.m<sup>-2</sup>, sendo que este foi avaliado no dia da aplicação dos herbicidas (dia 0), e aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação para os tratamentos com os produtos, e aos dias 0, 14 e 28 para a testemunha e a capina manual. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e pelo Teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade de erro, pelo software Sisvar. Foi possível observar que o herbicida de princípio ativo 2,4-D amina controlou as plantas daninhas de folha larga em um tempo menor comparado ao herbicida metsulfurom metílico, e o pinoxaden também foi superior comparado ao clodinafope-propargil, mesmo tendo pouca incidência de plantas daninhas de folha estreita. Os resultados de espiguetas/por espiga, grãos/espiguetas e grãos/espiga tiveram diferença significativa. As demais variáveis não diferiram entre si. Portanto, a aplicação dos herbicidas em pós-emergência se mostraram eficientes para o controle das plantas daninhas, não afetando a produtividade final da cultura, dentro dos respectivos tratamentos e de acordo com as condições climáticas impostas à safra de trigo em 2023.

**Palavras-chave:** latifolicidas; pinoxaden; *Triticum aestivum*.

## ABSTRACT

Completion of course work  
Agronomy Course  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus  
Ibirubá

### EFFICIENCY OF POST-EMERGENT HERBICIDES IN WEED CONTROL IN WHEAT CROPS

AUTHOR: DAIANE OBERHERR  
ADVISOR: RODRIGO LUIZ LUDWIG  
Ibirubá/RS, august 07, 2024

Wheat (*Triticum aestivum*) accounts for approximately 30% of global grain production. This cereal is utilized in human nutrition, the production of non-food products, and as animal feed, whether in the form of fodder, grain, or as a component of feed formulations. The most significant reduction in wheat productivity due to weed competition occurs during the early stages of crop development, with herbicides being the most used method for weed control in cereals. Therefore, the objective of this study was to evaluate weed control in wheat crops using different herbicides classified as graminicides (targeting narrow-leaved weeds) and broadleaf herbicides (targeting broad-leaved weeds). The experiment was conducted on the property of Luis Oberherr during the 2023 harvest, located in the municipality of Selbach, Rio Grande do Sul. It was carried out in a randomized block design, utilizing four different herbicides and consisting of six treatments, as follows: T1=Control; T2=Manual weeding; T3=2,4-D amine and pinoxaden; T4=2,4-D amine and clodinafop-propargyl; T5=methyl metsulfuron and pinoxaden; and T6=methyl metsulfuron and clodinafop-propargyl. The evaluated variables included plant emergence (plants.m<sup>-2</sup>), plant height (cm), fertile tillers per plant, spikes.m<sup>-2</sup>, spikelets per spike, grains per spikelet, grains per spike, hectoliter weight (PH), thousand grain weight (PMG), final productivity (kg.ha<sup>-1</sup>), and number of weeds.m<sup>-2</sup>. Measurements were taken on the day of herbicide application (day 0) and at 7, 14, 21, and 28 days after application for the treated groups, and at days 0, 14, and 28 for the control and manual weeding. The collected data were subjected to analysis of variance and the Scott-Knott test at a 5% probability level, using Sisvar software. The results indicated that the herbicide with the active ingredient 2,4-D amine controlled broadleaf weeds more rapidly compared to methyl metsulfuron, while pinoxaden showed superior efficacy compared to clodinafop-propargyl, despite the latter having a low incidence of narrow-leaved weed species. Significant differences were observed for spikelets per spike, grains per spikelet, and grains per ear, while the other variables showed no significant differences among treatments. Thus, the application of post-emergence herbicides proved effective for controlling weeds without adversely affecting the final productivity of the crop, within the respective treatments and under the climatic conditions experienced during the 2023 wheat harvest.

**Key Words:** latifolicides; pinoxaden; *Triticum aestivum*.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b> Área do experimento em Selbach, RS.....	17
<b>Figura 2-</b> Croqui do experimento.....	18
<b>Figura 3-</b> John Deere, 6125 J (A) e Ceres Master 3230 (B).....	19
<b>Figura 4-</b> Serralha (A); picão-preto (B) e azevém (C).....	20
<b>Figura 5-</b> Pulverizador costal elétrico (A) e barra de pulverização (B).....	21
<b>Figura 6-</b> Aplicação dos herbicidas.....	21
<b>Figura 7-</b> U 46 Prime (A); Ally (B); Axial (C) e Topik 240 EC (D).....	22
<b>Figura 8-</b> Amarelecimento das folhas (A e B) e murchamento das folhas (C).....	22
<b>Figura 9-</b> Utilização de foice (A) e sacos identificados (B).....	23
<b>Figura 10-</b> Trilhagem do trigo realizada no IFRS Campus Ibirubá.....	24
<b>Figura 11-</b> Emergência aos 20 DAS (A) e taquaras na unidade experimental (B)....	25
<b>Figura 12-</b> Estatura aos 30 DAS (A) e estatura aos 112 DAS (B).....	25
<b>Figura 13-</b> Esquadro de ferro (A) e contagem de plantas daninhas (B).....	26
<b>Figura 14-</b> Número de espigas aos 105 DAS.....	27
<b>Figura 15-</b> Balança digital (A) e medidor de umidade (B).....	28
<b>Figura 16-</b> Balança hectolétrica.....	29
<b>Figura 17-</b> Oito repetições de 100 grãos (A) e balança analítica (B).....	29
<b>Figura 18-</b> Peritécios, fase sexual ( <i>Gibberella zeae</i> ).....	32
<b>Figura 19-</b> Macroconídios, fase assexual ( <i>Fusarium spp.</i> ).....	33
<b>Figura 20-</b> Número de plantas daninhas.m <sup>2</sup> nos diferentes períodos de avaliação.....	40

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1-</b> Princípio ativo, produto comercial e suas respectivas doses utilizados no experimento.....	18
<b>Tabela 2-</b> Variáveis de emergência, estatura e perfilhos férteis/planta analisadas no experimento e seus respectivos resultados - safra 2023.....	34
<b>Tabela 3-</b> Variáveis de espiga, espiguetas/espiga, grãos/espiguetas e grãos/espiga analisadas no experimento e seus respectivos resultados - safra 2023.....	36
<b>Tabela 4-</b> Variáveis de peso hectolítrico, peso de mil grãos e produtividade analisadas no experimento e seus respectivos resultados - safra 2023.....	38

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-</b> Precipitações pluviométricas e temperaturas médias durante o ciclo do trigo. Selbach/RS, 2023.....	31
<b>Gráfico 2-</b> Precipitações pluviométricas e temperaturas médias durante o ciclo do trigo. Selbach/RS, 2022.....	32

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2 DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>11</b>
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1.1 Cultura do Trigo .....	11
2.1.2 Plantas daninhas .....	12
2.1.3 Herbicidas .....	14
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
2.2.1 Local e época .....	17
2.2.2 Delineamento experimental .....	18
2.2.3 Condução do experimento.....	19
2.2.4 Avaliações e análise estatística.....	24
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	30
2.3.1 Emergência, 1ª e 2ª estatura de plantas e perfilhos férteis/planta .....	34
2.3.2 Espigas, espiguetas/espigas, grãos/espiguetas e grãos/espiga.....	36
2.3.3 PH, PMG e produtividade .....	38
2.3.4 Plantas daninhas .....	40
<b>3 CONCLUSÃO</b> .....	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>44</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum*) representa, aproximadamente, 30% da produção mundial de grãos. O cereal é empregado na alimentação humana (farinha, macarrão, biscoitos, bolos, pães, etc), na elaboração de produtos não alimentícios (misturas adesivas ou de laminação para papéis ou madeira, colas, misturas para impressão, agentes surfactantes, embalagens solúveis ou comestíveis, álcool, antibióticos, vitaminas, fármacos, cosméticos, etc.), bem como na alimentação animal, na forma de forragem, de grão ou na composição de ração (PIRES et al., 2011).

Os problemas da triticultura brasileira são de natureza sistêmica, envolvendo uma forte interação entre componentes biofísicos, entre os quais se enquadram a cultura propriamente dita (cultivares e suas características), os estresses bióticos, causados por doenças, insetos-praga e plantas invasoras, e os abióticos, ligados ao clima e ao solo (FILHO, 2008).

As perdas causadas pelas plantas invasoras na produtividade do trigo podem ser diretas (devido à competição) ou indiretas (reduzindo a qualidade do produto colhido). A competição ocorre quando qualquer fator do ambiente (água, luz, nutrientes, etc.) é dividido entre a cultura e as invasoras e se torna limitante à produção (RICE, 1984). A redução acentuada da produtividade do trigo ocorre principalmente quando a cultura é submetida a competição com plantas daninhas nos estádios iniciais do seu desenvolvimento, mais especificamente até os 45 a 50 dias após a emergência do trigo. No entanto esse período pode variar em função das condições de ambiente que afetam o crescimento das espécies em competição (ROMAN; VARGAS; RODRIGUES, 2006 apud BLANCO et al., 1973).

Os herbicidas constituem-se no método mais utilizado para o controle de plantas daninhas em cereais. As estratégias de controle podem ser adotadas mais rapidamente e eficientemente quando se usam herbicidas, comparado ao uso de somente medidas mecânicas. A eficiência dos herbicidas tem levado, muitas vezes, a uma grande dependência desses compostos químicos, com a exclusão de outros métodos. O controle químico deve ser visto como uma ferramenta adicional, e não como o único método para diminuir os prejuízos com plantas daninhas. Os herbicidas devem ser utilizados com critérios rígidos, considerando seus custos,

eficiência e segurança ao ambiente e ao homem, devendo ser considerados como parte de um programa integrado de controle de plantas daninhas (RIZZARDI, 2019).

Por fim, a diversificação de áreas de cultivo constitui uma solução para aumentar a produção e reduzir as variações na produtividade, porque as adversidades em uma região, causadas pelo clima, dificilmente coincidem em outra região. Isso aumenta a estabilidade da produção total e pode possibilitar atingir a autossuficiência de trigo no país (PIRES et al., 2011).

De acordo com Rampazzo et al., (2017) apud Santos (2012), em razão da importância da cultura do trigo para a alimentação da população brasileira, é imprescindível que se obtenham melhores índices de produtividade de grãos dessa cultura.

Diante ao exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência de herbicidas pós-emergentes para o controle de plantas daninhas na cultura do trigo e sua influência nos componentes de produtividade, com o uso de quatro diferentes herbicidas.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1.1 Cultura do Trigo

A cultura do trigo foi introduzida no Brasil em 1534 por Martim Afonso de Souza, na Capitania de São Vicente, onde a cultura se expandiu ao Planalto de Piratininga, no atual estado de São Paulo. A partir de então, foi levado a outras regiões, acompanhando o deslocamento dos missionários religiosos e dos colonos portugueses. Entretanto, porque outras culturas de origem tropical e subtropical – como a mandioca, o milho e o arroz – eram de melhor adaptação e mais fáceis de produzir, o cultivo do trigo foi, aos poucos, sendo abandonado. Em 1737, colonos provenientes do Açores estabeleceram-se na Província do Rio Grande do Sul e iniciaram o cultivo do cereal, que ali se desenvolveu com sucesso (FILHO, 2008).

Sobre a cultura do trigo e sua respectiva área, produtividade e produção podemos citar os dados do país, de forma geral, e os dados do nosso estado. No Brasil a área semeada foi de 3.086,2 milhões de hectares na safra 2022 e 3.450,5 milhões de hectares na safra 2023. A produtividade foi de 3.420 kg.ha<sup>-1</sup> na safra 2022 e 3.135 kg.ha<sup>-1</sup> na safra 2023. Por fim, a produção foi de 10.554,4 milhões de toneladas na safra 2022 e 10.817,5 milhões de toneladas na safra 2023 (CONAB, 2023).

Já no estado do Rio Grande do Sul a área semeada foi de 1.454,6 milhão de hectare na safra 2022 e 1.485,1 milhão de hectare na safra 2023. A produtividade foi de 3.941 kg.ha<sup>-1</sup> e 3.208 kg.ha<sup>-1</sup> na safra 2023. Por fim, a produção foi de 5.732,6 milhões de toneladas na safra 2022 e 4.764,2 milhões de toneladas na safra 2023 (CONAB, 2023).

As atuais e potenciais regiões tritícolas são divididas em três regiões tritícolas: Sul-Brasileira, Centro-Sul-Brasileira e Centro-Brasileira. A região tritícola Sul, abrange os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e a região Centro-Sul do Paraná, é a tradicional produtora do cereal e apresenta clima temperado, com chuvas uniformes durante a época de cultivo do trigo. A região tritícola Centro-Sul compreende o oeste e o norte do Paraná, o sudoeste de São Paulo e o sul do Mato

Grosso do Sul, com clima subtropical de transição, com temperaturas mais elevadas e chuvas menos uniformes durante a época de cultivo do trigo. Em geral, pelas condições de ambiente mais seco, o trigo produzido nessa região, apresenta melhor aptidão para panificação do que o dos mesmos cultivares na região tritícola Sul. A região tritícola Central, região dos cerrados, mais precisamente nos estados de Minas Gerais, Goiás e sul do Mato Grosso, além do Distrito Federal e Bahia, embora ainda pouco cultivada com trigo, representa enorme potencial para produção da cultura, tanto em regime de sequeiro quanto em regime irrigado (PIRES et al., 2011).

A planta do trigo é caracterizada como anual, pois completa o ciclo de desenvolvimento dentro do período de um ano, embora algumas espécies sejam perenes, mas não cultivadas comercialmente. O trigo pode ser classificado, em países de clima temperado, como de inverno ou de primavera, com base nas respostas do florescimento sob baixas temperaturas. O desenvolvimento do trigo de inverno é promovido pela exposição das plântulas a temperaturas variando de 3° a 8°C, normalmente semeado no outono. O trigo de primavera, entretanto, não requer exposição a baixas temperaturas para o seu desenvolvimento normal, sendo semeado na primavera. No Brasil, as cultivares de trigo utilizadas enquadram-se como trigo de primavera (FILHO, 2008).

As atuais variedades de trigo são o resultado de décadas de melhoramento por meio de hibridação artificial e seleção. Entretanto a maioria dos ganhos genéticos dos trigos de hoje refletem os milhares de anos de hibridação natural e seleção, possibilitando a adaptabilidade da cultura numa ampla variedade de tipos de solos, desde o nível do mar a 3.000 metros acima e sob condições de precipitação variando de 250 a 1.750 mm anualmente (PIRES et al., 2011).

No trigo uma das principais limitações para a produção é a presença de plantas daninhas, o que reduz o rendimento de grãos em cerca de 24% (JABRAN et al., 2017). Uma das alternativas no controle de plantas daninhas com maior eficiência é a aplicação de herbicidas, que cresceu de forma exponencial devido a expansão da fronteira agrícola brasileira.

### **2.1.2 Plantas daninhas**

Os fatores edafoclimáticos influem na ocorrência e na distribuição de plantas invasoras. Devido à ampla diversidade de regiões brasileiras em que trigo é

cultivado, várias espécies de plantas invasoras causam perdas econômicas na produtividade da cultura. Em grande parte das áreas da região Sul do Brasil, os maiores prejuízos são causados pelas gramíneas azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e pela aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.). Provavelmente isso se deve ao seu uso para cobertura do solo e pela dificuldade de controle nos cultivos de cevada, trigo e triticale. O manejo de plantas invasoras na cultura do trigo baseia-se, em sua maior parte, na prevenção, no controle cultural e no controle químico, que na atualidade, é o método mais utilizado para o controle das plantas invasoras (FILHO, 2008).

Embora a competição tardia não afete significativamente o rendimento de grãos de trigo, ela pode interferir nas operações de colheita e na qualidade do produto colhido. Além de dificultar a colheita, as plantas invasoras podem elevar a umidade dos grãos e os custos de secagem, favorecer sua fermentação, aumentar a incidência de pragas no armazenamento e, inclusive, diminuir o valor recebido pelos produtores, devido aos descontos causados por impureza e umidade de grãos.

Medidas de manejo que favorecem o desenvolvimento sadio e bastante vigoroso do trigo farão com que as infestações de plantas daninhas sejam reduzidas. Essas reduções ocorrem na própria cultura e nas próximas a serem implantadas. Por exemplo, se houver primaveras chuvosas e quentes e as técnicas de manejo forem inadequadas, o trigo poderá produzir quantidade relativamente pequena de biomassa e algumas plantas daninhas de verão poderão germinar. Isso demandará doses mais elevadas de herbicidas para o seu controle. Quando o clima for favorável e o manejo for apropriado, o trigo produzirá quantidade maior de biomassa e as plantas daninhas terão sua germinação atrasada, ocorrendo redução na quantidade necessária de herbicidas para o seu controle (RIZZARDI, 2019).

O manejo com herbicidas pode ser utilizado na cultura do trigo, porém, para esse controle é conveniente destacar importância dos seguintes fatores: estágio de desenvolvimento das plantas daninhas, dose e o histórico de resistência da área. O estágio da planta daninha afeta diretamente a eficiência dos diferentes herbicidas no manejo, visto que plantas com até seis folhas são controladas mais facilmente.

A interferência de plantas daninhas nas culturas provoca no mundo prejuízos da ordem de 30 a 40% sobre o rendimento. Na cultura de cereais, as perdas provocadas por plantas daninhas podem ultrapassar 10%, sendo essas perdas intoleráveis em trigos de alta produtividade. Os cereais, de modo geral, por serem semeados em altas densidades e espaçamentos reduzidos quando comparado a

outras culturas, não permitem a utilização de cultivadores, sendo o controle de plantas daninhas realizado principalmente por meio de herbicidas (PENCKOWSKI; PODOLAN; LÓPEZ-OVEJERO, 2003 apud IAPAR, 2002). Na atualidade, dispõe-se de herbicidas eficazes no controle de plantas daninhas nessa cultura.

Agostinetto et al., (2008) recomendam que medidas de controle das plantas daninhas em trigo devem ser adotadas no período entre 12 e 24 dias após a emergência da cultura. Além de dificultarem a colheita, as plantas daninhas podem elevar a umidade dos grãos e os custos de secagem, favorecer a fermentação, aumentar a incidência de pragas no armazenamento e, até mesmo, diminuir o valor recebido pelos produtores, em razão de descontos gerados por impureza e umidade de grãos.

### 2.1.3 Herbicidas

Segundo Carvalho (2013), graminicidas são herbicidas que matam, predominantemente, plantas de folhas estreitas, para este experimento pinoxaden e clodinafope-propargil com preconização para o azevém (*Lolium multiflorum* Lam.). Já latifolicidas são herbicidas que matam, predominantemente, plantas de folhas largas, para este experimento metsulfurom metílico e 2,4-D amina com preconização para serralha (*Sonchus oleraceus* L.), picão-preto (*Bidens pilosa* L.), buva (*Conyza* spp.), caruru (*Amaranthus* spp.) e feijão guaxo (*Phaseolus vulgaris*).

O mecanismo de ação é relacionado ao primeiro passo bioquímico ou biofísico no interior celular a ser inibido pela atividade herbicida. Esse processo inicial pode ser suficiente para matar as espécies sensíveis. Porém, normalmente, diversas outras reações químicas ou processos são necessários para se matar uma planta, cujo o somatório é denominado modo de ação. Herbicidas seletivos matam as plantas daninhas e não causam efeitos deletérios drásticos à determinada cultura agrícola que esteja sendo cultivada (CARVALHO, 2013).

Os herbicidas geralmente inibem a atividade de uma enzima/proteína na célula e, como consequência, desencadeiam uma série de eventos que matam ou inibem o desenvolvimento da célula e do organismo (VIDAL, 1997). Modo de ação é, portanto, o efeito final expresso na planta após a aplicação de um herbicida. Os herbicidas que possuem o mesmo mecanismo de ação apresentam modelos

similares de translocação na planta e vão produzir sintomas de injúria semelhantes (ROSS & CHILDS, 1996) e, por essa razão, podem ser classificados em uma família.

Axial<sup>®</sup> (Anexo 1) é um herbicida seletivo da Syngenta a base de pinoxaden, de ação sistêmica e de formulação concentrado emulsionável (EC), atua como inibidor da ACCase. Deve ser aplicado em área total, nas dosagens recomendadas, diluído em água, para as culturas registradas. A boa cobertura de todos os tecidos da parte aérea das plantas é fundamental para o sucesso de controle das plantas infestantes, independente do equipamento utilizado (terrestre ou aéreo). Desta forma o tipo e calibração do equipamento, estágio de desenvolvimento das plantas infestantes e da cultura, bem como as condições ambientais em que a aplicação é conduzida, devem balizar o volume de calda, pressão de trabalho e diâmetro de gotas, a ser utilizado (SYNGENTA, 2023).

TOPIK<sup>®</sup> 240 EC (Anexo 2) é um herbicida seletivo da Syngenta a base de clodinafope-propargil, de ação sistêmica e de formulação concentrado emulsionável (EC), atua como inibidor da ACCase que se transloca pelo floema via basepetal, concentrando-se nos pontos de crescimento das plantas susceptíveis provocando a sua morte. Os sintomas iniciam-se pela necrose dos pontos de crescimento e paralisação do desenvolvimento da planta. O controle total pode ser observado após duas semanas do tratamento. É um herbicida muito ativo e específico para o controle pós-emergente de gramíneas na cultura do trigo (SYNGENTA, 2022).

Ally<sup>®</sup> (Anexo 3) é um herbicida seletivo da FMC a base de metsulfurom metílico, de ação sistêmica e de formulação granulado dispersível (WG), atua como inibidor da ALS. O produto é um herbicida pertencente ao grupo químico das sulfoniluréias, sendo rapidamente absorvido através de folhas e raízes, com translocação por toda a planta. Age inibindo a enzima acetolactato sintase (ALS), responsável pela síntese dos aminoácidos vanila, leucina e isoleucina. A inibição desta enzima interrompe a produção de proteínas, interferindo na divisão celular e levando a planta à morte (FMC, 2021).

U 46 Prime (Anexo 4) é um herbicida seletivo da Sumitomo Chemical a base de ácido 2,4-diclorofenoxiacético, de ação sistêmica e de formulação concentrado solúvel (SL), atua como mimetizador de auxina. Quando o herbicida é aplicado, ocorre a desregulação do metabolismo da planta, como crescimento desordenado dos tecidos. Isso causa o fenômeno conhecido como “epinastia”, com encarquilhamento e a paralisação do crescimento das folhas terminais, a alongação

atinge o meristema secundário, ocorrendo o rompimento dos tecidos de condução, interrompendo o fluxo de assimilados das folhas para as raízes. Sem fonte de energia há morte das raízes, desidratação e necrose dos tecidos. A morte da planta ocorre pela ausência de fontes de energia e desidratação (SUMITOMO CHEMICAL, 2022).

Embora a época de aplicação não influencie significativamente na altura de plantas, as maiores doses de 2,4-D aplicadas nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura proporcionam menor crescimento das plantas (PETTER et al., 2011). Este herbicida apresenta persistência considerada de curta a média, e um período residual que pode variar em até quatro semanas em solos argilosos com clima quente, mesmo se aplicado em doses comerciais (SILVA et al., 2011).

Com relação a ocorrência de fitotoxicidade, Vargas & Roman (2005), observaram que o metsulfurom metílico, na dose de 4 g.ha<sup>-1</sup> não causou fitotoxicidade em cevada, mas quando aplicado 6 g.ha<sup>-1</sup>, causou 8% aos 7 DAA (Dias após a aplicação), 15% aos 14 DAA, 5% aos 25 DAA e 0% aos 40 DAA. O 2,4-D amina utilizando as doses de 1 e 2 L.ha<sup>-1</sup> não causou fitotoxicidade. E o clodinafope-propargil utilizando 100 mL.ha<sup>-1</sup> também não causou fitotoxicidade, já com a dose de 200 mL.ha<sup>-1</sup>, causou 20% aos 7 DAA, 15% aos 14 DAA, 5% aos 25 DAA e 0% aos 40 DAA.

Este mesmo trabalho de Vargas & Roman (2005), também traz a eficiência de controle desses herbicidas na aveia preta, aveia branca, azevém, nabo e ervilhaca. No metsulfurom metílico o melhor controle foi utilizando a dose de 6 g.ha<sup>-1</sup> aos 40 DAA, com 90% para nabo e 45% para ervilhaca. No clodinafope-propargil o melhor controle foi utilizando a dose de 200 mL.ha<sup>-1</sup> aos 25 e 40 DAA, ambos com 98% para aveia branca, 95% para aveia preta e 95% para azevém. E por fim, no 2,4-D amina o melhor controle foi utilizando a dose de 2 L.ha<sup>-1</sup> aos 25 e 40 DAA, ambos com 100% para nabo e ervilhaca.

Aplicações de herbicidas hormonais entre os estádios de duplo anel e espigeta terminal não causam deformações nas plantas e nem danos na produção de grãos. Contudo, aplicações anteriores a esse período, podem causar deformações nas espigas e na folha bandeira, sem, no entanto, afetarem o rendimento de grãos. Por outro lado, aplicações após esse período, podem causar reduções significativas no rendimento, reduzindo o mesmo em até 60% (RODRIGUES, 2006).

Pode-se inferir que o herbicida a base de metsulfurom metílico, quando aplicado em altas doses no período reprodutivo, tende a diminuir a produtividade da cultura, porém aplicações no vegetativo não apresentam efeitos negativos significativos (ALBRECHT et al., 2010).

Segundo Petrova & Stoyanov (2023) apud Vaici et al., (2008) foi comprovado que o desempenho das culturas contaminadas por aveia silvestre aumentou após aplicação dos herbicidas pinoxaden e clodinafope-propargil, 218% e 181%, respectivamente. Esses herbicidas apresentam alta capacidade de controle de ervas daninhas de folhas estreitas (PETROVA & STOYANOV, 2023 apud TABIB et al., 2007; JAMALI et al., 2010).

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.2.1 Local e época

O experimento foi conduzido na safra 2023, nos meses de julho a novembro, na propriedade de Luis Oberherr, localizado no município de Selbach, Rio Grande do Sul – Brasil, na região fisiográfica do planalto médio (28°35'24" S e 52°59'17" O), com altitude de cerca de 417 metros acima do nível do mar (Figura 1). O solo do local se caracteriza como Latossolo Vermelho (STRECK et al., 2008).

**Figura 1-** Área do experimento em Selbach, RS.



Fonte: Google Earth, 2023.

## 2.2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso (DBC), dispostos em 4 blocos e 6 tratamentos, ou seja, 24 unidades experimentais (Figura 2). Cada unidade experimental com 7 metros de comprimento e 3,4 metros de largura (20 linhas espaçadas em 0,17 metros), totalizando uma área de 23,8 m<sup>2</sup>. Os tratamentos e os herbicidas utilizados estão apresentados na Tabela 1 com o intuito de facilitar o entendimento.

**Figura 2-** Croqui do experimento.

<b>BLOCO 4</b>	<b>T2</b>	<b>T6</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>	<b>T3</b>
<b>BLOCO 3</b>	<b>T3</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T6</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>
<b>BLOCO 2</b>	<b>T6</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T1</b>	<b>T3</b>	<b>T2</b>
<b>BLOCO 1</b>	<b>T5</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T6</b>	<b>T1</b>

Fonte: O autor, 2023.

**Tabela 1-** Princípio ativo, produto comercial e suas respectivas doses utilizados no experimento.

<b>Tratamento</b>	<b>Princípio ativo</b>	<b>Produto comercial</b>	<b>Dose utilizada</b>
1	Testemunha	-----	-----
2	Capina manual	-----	-----
3	2,4-D amina + pinoxaden	<sup>1</sup> U 46 Prime + <sup>2</sup> Axial <sup>®</sup>	0,75 L.ha <sup>-1</sup> + 1 L.ha <sup>-1</sup>
4	2,4-D amina + clodinafope-propargil	<sup>1</sup> U 46 Prime + <sup>2</sup> Topik <sup>®</sup> 240 EC	0,75 L.ha <sup>-1</sup> + 0,25 L.ha <sup>-1</sup>
5	Metsulfurom metílico + pinoxaden	<sup>1</sup> Ally <sup>®</sup> + <sup>2</sup> Axial <sup>®</sup>	6,5 g.ha <sup>-1</sup> + 1 L.ha <sup>-1</sup>
6	Metsulfurom metílico + clodinafope-propargil	<sup>1</sup> Ally <sup>®</sup> + <sup>2</sup> Topik <sup>®</sup> 240 EC	6,5 g.ha <sup>-1</sup> + 0,25 L.ha <sup>-1</sup>

<sup>1</sup> Produto utilizado na primeira aplicação; <sup>2</sup> Produto utilizado na segunda aplicação.

Fonte: O autor, 2023.

### 2.2.3 Condução do experimento

Sabendo que as plantas daninhas emergem no intervalo entre a colheita da cultura de verão (neste experimento a cultura antecedente foi feijão) e a semeadura do trigo, antes da semeadura o controle das plantas daninhas foi realizado com o uso de glifosato (Zapp QI 620), cletodim (Select 240 EC) e flumioxazina (Sumizin 500 EC) conforme orientações técnicas de um engenheiro agrônomo.

A semeadura do experimento foi realizada no dia 03 de julho de 2023, pelo sistema plantio direto, com o cultivar ORS Guardião, indicado para todas as regiões tritícolas do Brasil e população de 350 plantas.m<sup>-2</sup> para regiões frias. O ciclo do cultivar é médio/precoce (de acordo com a portaria SPA/MAPA nº 418, de 27 de dezembro de 2023, o município de Selbach se encontra na região 1, tendo precoce como  $n < 130$  dias e médio como  $131 \leq n \leq 150$  dias, sendo que  $n$  expressa o número de dias da emergência à maturação - ponto de colheita). O espigamento é superprecoce, maturação é médio/precoce, maior resistência ao acamamento (moderadamente resistente a resistente), elevado peso de mil sementes (PMS), no mercado brasileiro com 46g de média, ótima resistência às principais doenças da cultura, com grande destaque para oídio, manchas foliares, giberela e brusone (OR GENÉTICA, 2023).

Foram utilizados um trator da marca John Deere, modelo 6125 J (Figura 3A) e uma semeadora de inverno marca Stara, modelo Ceres Master 3230 de 20 linhas (Figura 3B). A profundidade de semeadura foi de 4 cm e a velocidade de 8 km.h<sup>-1</sup> com uma população final de 332,6 plantas.m<sup>-2</sup>.

**Figura 3-** A) John Deere, 6125 J e B) Ceres Master 3230.



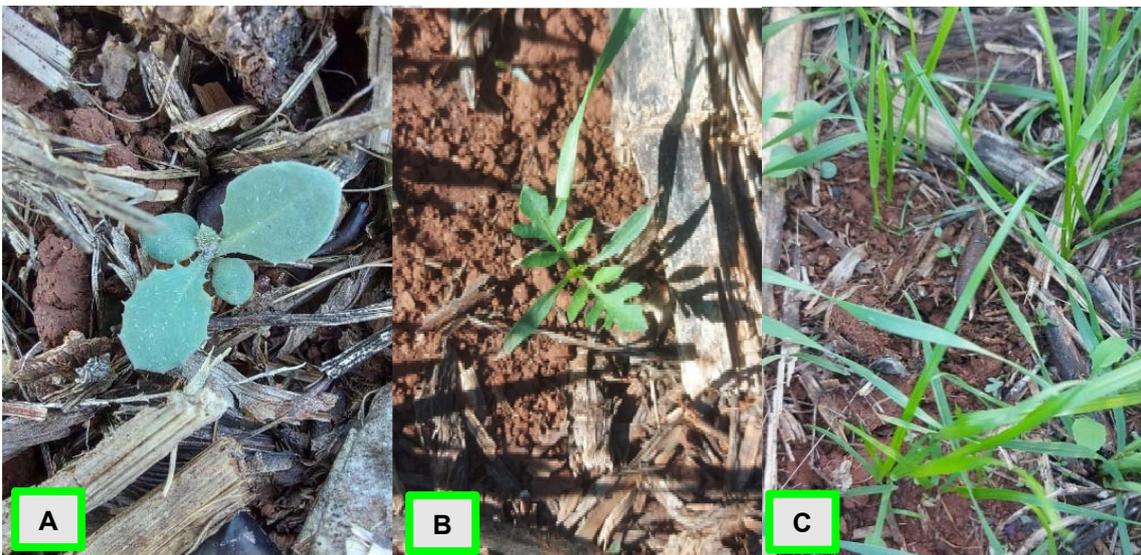
Fonte: O autor, 2023.

O adubo utilizado na área foi o de formulação DAP 18-46-00, 170 kg por hectare (conforme análise de solo no anexo 5 e 6). A aplicação de 110 kg de cloreto de potássio (KCl) e de 160 kg de nitrogênio (ureia plus) foram realizadas a lanço (por distribuidor centrífugo).

A aplicação de KCl aconteceu 15 dias após a semeadura e a aplicação de N foi por cobertura realizada em dois momentos, primeira aplicação 15 dias após a semeadura com 70 kg.ha<sup>-1</sup> e, segunda aplicação, 38 dias após a semeadura com 90 kg.ha<sup>-1</sup>.

A demarcação de cada unidade experimental foi realizada com uma trena e as aplicações dos herbicidas foram realizadas manualmente (latifolicidas - aplicação em pós-emergência da cultura e das plantas infestantes, no perfilhamento da cultura ou com as plantas infestantes no estágio de 3 a 5 folhas, de acordo com as Figuras 4A e 4B; e graminicidas - aplicação em pós-emergência, no início do perfilhamento ou com as plantas infestantes no estágio de até 2 perfilhos, de acordo com a Figura 4C) com vazão de 150 L.ha<sup>-1</sup> e um pulverizador costal elétrico (Figura 5A) com barra contendo 4 bicos de pulverização, equivalendo a 2 metros por passada (Figura 5B).

**Figura 4-** Serralha (A); picão-preto (B) e azevém (C).



Fonte: O autor, 2023.

**Figura 5-** Pulverizador costal elétrico (A) e barra de pulverização (B).



Fonte: O autor, 2023.

As aplicações dos herbicidas (Figura 6) foram realizadas num intervalo de 7 dias, aplicados separadamente e a escolha dependeu de quais plantas daninhas estivessem mais incidentes na área, folha estreita ou folha larga, neste caso foi aplicado primeiramente os latifolicidas (Figuras 7A e 7B) e depois de 7 dias aplicados os graminicidas (Figuras 7C e 7D). Aconteceram cinco avaliações (avaliação 0, na data da aplicação, e aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação).

**Figura 6-** Aplicação dos herbicidas.



Fonte: O autor, 2023.

**Figura 7-** 2,4-D amina (A); metsulfurom metílico (B); pinoxaden (C) e clodinafope-propargil (D).

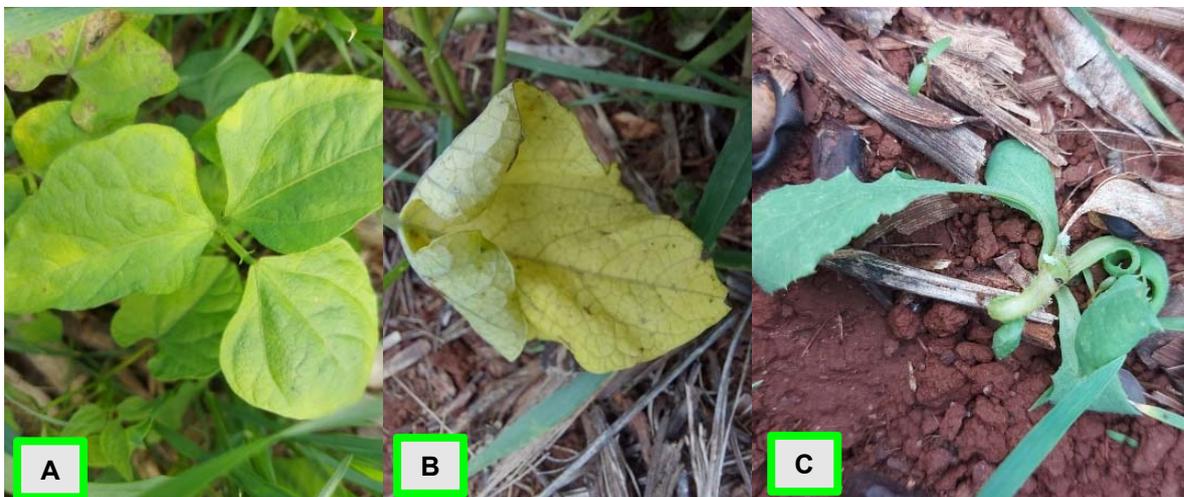


Fonte: O autor, 2023.

As condições meteorológicas ideais para as aplicações foram estabelecidas como temperatura inferior a 30°C, umidade relativa acima de 55% e velocidade do vento entre 3 e 12 km.h<sup>-1</sup> (TORINO, 2019 apud CUNHA et al., 2016).

Como uma forma de diferenciar o controle dos gramínicos no campo, visto que a incidência de plantas daninhas de folha larga foi superior comparada com a incidência de folhas estreitas, pode-se analisar o dano que acarreta a planta, o amarelecimento das folhas é um sinal visível do metsulfurom metílico (Figura 8A e 8B), e o murchamento das folhas é um sinal visível do 2,4-D amina (Figura 8C).

**Figura 8-** Amarelecimento das folhas (A e B) e murchamento das folhas (C).



Fonte: O autor, 2023.

As aplicações de fungicidas no experimento foram conduzidas com um pulverizador (Jacto, Condor 800 litros, com 18 metros de barra), permitindo a pulverização juntamente com a área utilizada pelo produtor, evitando assim, a realização das mesmas de forma manual com a costal já que o experimento foi unicamente sobre o uso de herbicidas.

Durante o desenvolvimento da cultura, foram realizadas as avaliações, que aconteceram desde a emergência até a produtividade final. Estas explicadas mais detalhadamente ao decorrer deste trabalho.

As unidades experimentais foram colhidas manualmente, em 10 de novembro de 2023, com a utilização de foice (Figura 9A) e realizadas nas 10 linhas centrais por 3 metros, totalizando uma área útil de 5,1 m<sup>2</sup>. As amostras foram colocadas em sacos identificados (Figura 9B) e levados ao IFRS Campus Ibirubá para trilhar (Figura 10) e avaliar a produtividade, peso hectolítrico e peso de mil grãos.

**Figura 9-** Utilização de foice (A) e sacos identificados (B).



Fonte: O autor, 2023.

**Figura 10-** Trilhagem do trigo realizada no IFRS Campus Ibirubá.



*Fonte: O autor, 2023.*

#### **2.2.4 Avaliações e análise estatística**

Durante o ciclo do trigo, foram avaliados componentes como: emergência de plantas por  $m^2$ , estatura de planta, número de espigas por  $m^2$ , número de espiguetas por espiga, grãos por espiguetas, grãos por espiga e ao final do experimento a produtividade, PH e PMG, sendo que, estas avaliações seguiram a escala de Feekes-Large (Anexos 7 e 8). As avaliações de incidência de plantas daninhas e número de perfilhos férteis por planta, não seguiram a escala. A seguir serão descritas de forma individual cada avaliação realizada.

Emergência de plantas por  $m^2$ : Após a emergência (estádio 1 da escala de Feekes-Large), foram contabilizadas as plantas emergidas em dois metros lineares de cada unidade experimental para estimar o stand inicial da área, 20 dias após semeadura (Figura 11A). Para os dois metros lineares foram utilizadas 2 estacas de um metro cada, por unidade experimental, uma na sétima e outra na décima quarta linha de semeadura (Figura 11B).

**Figura 11-** Emergência aos 20 DAS (A) e pontos amostrados na unidade experimental (B).



Fonte: O autor, 2023.

Estatura de planta: No estágio 3 da escala de Feekes-Large, que corresponde a perfilhos formados e estágio 11 da escala de Feekes-Large, que corresponde a grão leitosos, se determinou a estatura de plantas, correspondendo a medida entre a superfície do solo até o final da folha bandeira. Para tal avaliação foi realizada a medição de 10 plantas aleatoriamente na unidade experimental, com auxílio de régua e trena graduada. Foram realizadas duas avaliações de estatura, aos 30 DAS (Figura 12A) e aos 112 DAS (Figura 12B) para observar a uniformidade de crescimento das plantas ao longo do ciclo da cultura.

**Figura 12-** Estatura aos 30 DAS (A) e estatura aos 112 DAS (B).



Fonte: O autor, 2023.

Incidência de plantas daninhas: Foram avaliadas todas que surgiram, sendo elas: serralha, buva, picão-preto, caruru e feijão guaxo como folha larga e, azevém, como folha estreita. Nos tratamentos dos herbicidas, T3, T4, T5 e T6, foram realizadas as 5 avaliações, no dia da aplicação (dia 0) e aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação. Nos tratamentos T1 (testemunha) e T2 (capina manual) foram realizadas 3 avaliações, aos 0, 14 e 28 dias, intermédio a aplicação dos latifolicidas e dos graminicidas. Foi utilizado um esquadro de ferro (Figura 13A) de 50x50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) disposto em quatro pontos aleatórios por unidade experimental, totalizando 1 m<sup>2</sup>. Após, foi realizada a contagem e anotados os respectivos resultados do número de cada planta daninha, a exemplo da Figura 13B. Posteriormente os valores de plantas daninhas de cada parcela foram somados chegando-se em um valor final para cada tratamento. Nos tratamentos dos herbicidas, T3, T4, T5 e T6, somou-se a avaliação 1 (dia 0) dos latifolicidas com a avaliação 1 (dia 0) dos graminicidas, e assim, respectivamente. No tratamento T2, capina manual, as plantas foram retiradas das unidades experimentais por meio do método de arranquio.

**Figura 13-** Esquadro de ferro (A) e contagem de plantas daninhas (B).



Fonte: O autor, 2023.

Número de espigas por  $m^2$ : Para estimar o número de espigas por metro quadrado, foi realizada a contagem das espigas de dois metros lineares de cada unidade experimental, quando a cultura apresentou todas as espigas fora das bainhas (estádio 10.5 da escala de Feekes-Large). A contagem aconteceu em dois pontos por parcela, com um metro linear cada, exatamente como realizado na avaliação de emergência, aos 105 DAS (Figura 14).

**Figura 14-** Número de espigas aos 105 DAS.



*Fonte: O autor, 2023.*

Número de perfilhos férteis/planta: Essa variável foi calculada, utilizando os dados de plantas. $m^{-2}$  e espigas. $m^{-2}$ . Para isso, foi descontado o número de plantas do número de espigas. Em seguida, esse número de perfilhos foi dividido pelo número de plantas e o resultado foi a quantidade de perfilhos férteis, ou seja, que geraram espigas. Importante destacar que como foram contabilizados os perfilhos que formaram espigas, na prática o perfilhamento foi maior, todavia alguns perfilhos não formaram espigas e então não foram contabilizados.

Número de espiguetas/espiga; Grãos/espiguetas e Grãos/espiga: Foram coletadas 10 espigas aleatoriamente na unidade experimental e contabilizadas as espiguetas presentes em cada espiga. Após isso, calculou-se o total de espiguetas. Então, foi contabilizado o número de grãos por espiguetas para se chegar ao número total de grãos por espiga (estádio 10.5 da escala de Feekes-Large).

Produtividade: Posteriormente a limpeza, se realizou a determinação da massa da amostra em balança digital com precisão de 0,01 grama (Figura 15A), e também a aferição da umidade da amostra (U%) utilizando determinador eletrônico (Figura 15B). A partir da massa de grãos obtida na área útil da parcela se obteve a produtividade, expressa em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , corrigindo-se o peso para 13% de umidade e extrapolando a produtividade da parcela para hectare.

**Figura 15-** Balança digital (A) e medidor de umidade (B).



Fonte: O autor, 2023.

Massa do hectolitro (PH): Com a massa de grãos utilizada para a determinação da produtividade, foi determinada em balança hectolétrica (Figura 16) com capacidade para 0,25 L, e posterior conversão para quilos por hectolitro por meio de cálculo, pois o PH resultou em valores mais baixos dos quais constam na tabela de conversão que acompanha o equipamento. Foram realizadas duas amostragens por unidade experimental e a diferença entre os resultados não excedeu  $0,5 \text{ kg}\cdot\text{hL}^{-1}$ .

**Figura 16-** Balança hectolétrica.



*Fonte: O autor, 2023.*

Massa de mil grãos (PMG): Determinada pela contagem manual de oito repetições de 100 grãos (Figura 17A) totalizando 24 copos, cada um com oito repetições de 100 grãos pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001g (Figura 17B) e após se calculou a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação. Como o coeficiente de variação das amostras foi inferior a 4% em todas as unidades experimentais, seguiu-se a metodologia proposta em Brasil (2009), multiplicando a média dos 100 grãos por 10 para obter a massa de mil grãos das amostras.

**Figura 17-** Oito repetições de 100 grãos (A) e balança analítica (B).



*Fonte: O autor, 2023.*

Com intuito de auxiliar nos resultados e discussões, foram gerados dois gráficos de chuvas, um em relação ao ano de 2023 e o outro em relação ao ano de 2022. Os dados utilizados foram retirados do site do Inmet e a estação utilizada foi a estação A883 localizada em Ibirubá. Foram usados os dados de temperatura média mensal e precipitação pluviométrica mensal. Nos dois anos, se usou os dados de 03 de julho a 10 de novembro, data de semeadura até a colheita do experimento.

Os dados coletados no que diz respeito às avaliações, foram digitados em uma planilha do Excel, e posteriormente submetidos a análise de variância conforme o modelo do delineamento experimental. As características que apresentaram significância pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ) foram submetidos aos procedimentos complementares pelo teste de Scott-Knott. O software utilizado foi o Sisvar (FEREIRA, 2019).

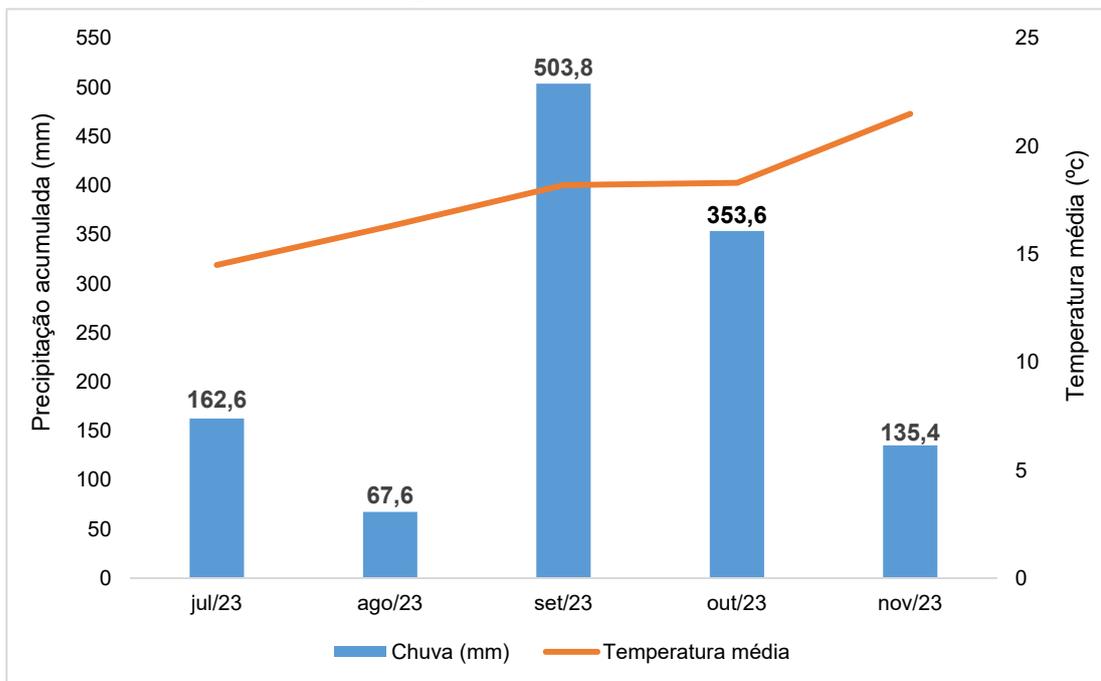
## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultura do trigo se adapta bem a um inverno menos chuvoso e frio, entretanto na safra de 2023 isso não aconteceu, pois, a mesma ocorreu em um ano de El Niño, ou seja, a região Sul experimentou chuvas muito intensas e volumosas além de temperaturas com valores acima da média, o que resultou em um clima úmido e quente. A cultura do trigo não é muito exigente em água, tem uma necessidade hídrica em torno dos 312 mm (WESTPHALEM, 1983). E para o cultivo de trigo no sul do País, os anos de La Niña são os mais favoráveis (CUNHA et. al., 1999).

O excesso de precipitações pluviométricas implica em lixiviação e erosão do solo, acarretando na perda de nutrientes já depositados e insumos aplicados. A adubação, especialmente de N, acaba tardando, assim como o controle de plantas daninhas e pragas, já que com um solo encharcado o monitoramento se torna mais difícil. De forma mais sucinta, no vegetativo o excesso causa uma dificuldade da oxigenação do sistema radicular e no reprodutivo reduz o peso hectolítrico e produtividade.

Dito isto, o esperado do presente trabalho era que os valores de produtividade final obtivessem diferenças significativas em relação a testemunha, todavia, essa diferença entre os tratamentos não aconteceu. Isso pode ser explicado devido a quantidade expressiva de precipitação pluviométrica dentro da cultura do trigo na safra 2023, com 1.223 mm durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, de acordo com o Gráfico 1. As temperaturas também foram mais elevadas e isso acarretou em baixos rendimentos produtivos, visto que as plantas dão respostas negativas quando colocadas em situações de estresses abióticos.

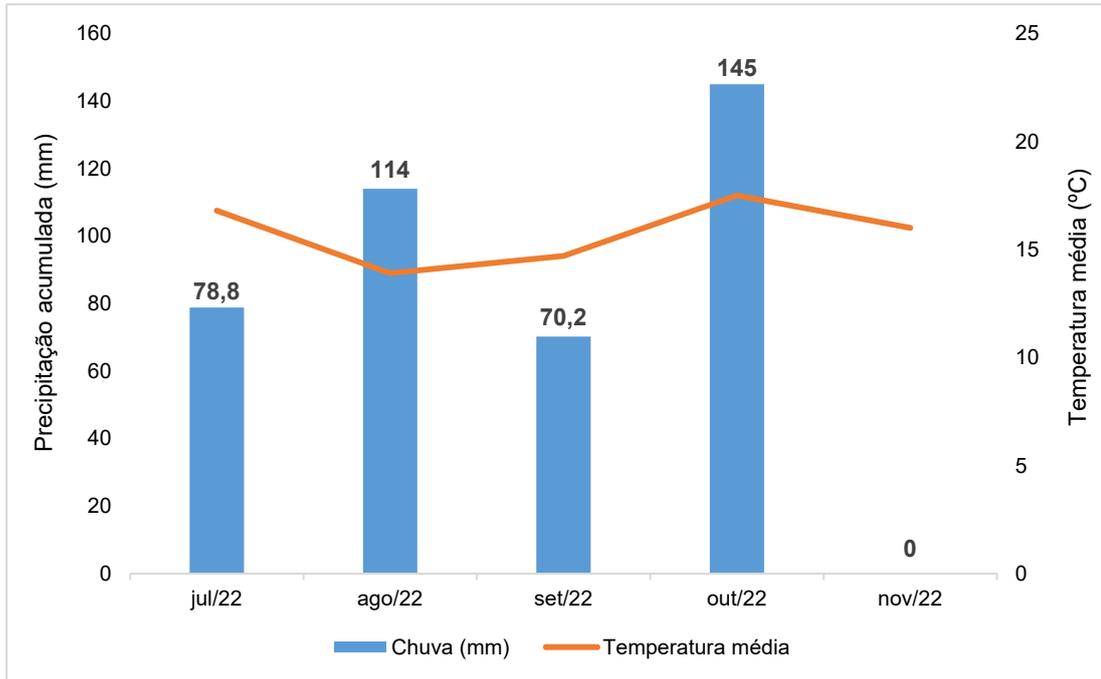
**Gráfico 1-** Precipitações pluviométricas e temperaturas médias durante o ciclo do trigo. Selbach/RS, 2023.



Fonte: Estação A883, Ibirubá/RS. INMET, 2024.

Para exemplificar melhor, a seguir é ilustrado um gráfico da safra de 2022 (Gráfico 2), para se ter como comparativo, visto que foi uma safra ótima para a cultura do trigo. Se obteve um total de 408 mm em todo o ciclo da cultura, juntamente com temperaturas mais amenas, fatores que auxiliam em um bom valor de PH e conseqüentemente uma produtividade final mais satisfatória.

**Gráfico 2-** Precipitações pluviométricas e temperaturas médias durante o ciclo do trigo. Selbach/RS, 2022.



Fonte: Estação A883, Ibirubá/RS. INMET, 2024.

Nas plantas, também houve a presença da giberela na forma sexuada (Figura 18) nas espiguetas, com pontuações escuras, ásperas ao tato, que correspondem aos peritécios, ou seja, a estrutura reprodutiva na fase sexual, causada pelo fungo *Gibberella zeae*. E também a presença da giberela na forma assexuada (Figura 19) nos grãos, com coloração rosa e/ou laranja (salmão), que corresponde aos macroconídios da fase assexuada de giberela, causada pelo fungo *Fusarium spp.*

**Figura 18-** Peritécios, fase sexual (*Gibberella zeae*).



Fonte: O autor, 2023.

**Figura 19-** Macroconídios, fase assexual (*Fusarium* spp.).



Fonte: O autor, 2023.

A giberela é influenciada por condições de ambiente. Precipitação pluvial de, no mínimo, 48 horas consecutivas e temperatura entre 20 e 25 °C são condições ideais para o desenvolvimento da doença. Em períodos mais secos, como anos de ocorrência do fenômeno La Niña na região sul do Brasil, a giberela não é considerada problema em trigo. O mesmo não se verifica em anos de ocorrência de El Niño, em que condições climáticas de temperatura e precipitação pluvial acima da média são extremamente favoráveis à ocorrência da doença (LIMA, 2004).

Segundo Santos (2020) apud Lima (2004), dentre os prejuízos econômicos ocasionadas pelo patógeno destacam-se a má formação de grãos (grãos leves); o abortamento de flores ou formação de grãos chochos, enrugados, de coloração rósea/esbranquiçada; além da produção de micotoxinas que podem exercer efeito tóxico aos seres humanos e animais, baixando a qualidade dos grãos.

### 2.3.1 Emergência, 1ª e 2ª estatura de plantas e perfilhos férteis/planta

**Tabela 2-** Variáveis de emergência, estatura e perfilhos férteis/planta analisadas no experimento e seus respectivos resultados - safra 2023.

Tratamento	Emergência (m <sup>2</sup> )	1ª estatura (cm)	2ª estatura (cm)	Perfilhos férteis/planta
Testemunha	322,80 <sup>ns</sup>	24,25 <sup>ns</sup>	71,93 <sup>ns</sup>	0,77 <sup>ns</sup>
Capina manual	307,35	24,81	72,60	0,88
2,4-D amina + pinoxaden	313,97	24,12	70,06	0,68
2,4-D amina + clodinafope-propargil	313,97	25,50	68,81	0,71
Metsulfurom metílico + pinoxaden	339,70	25,62	72,06	0,67
Metsulfurom metílico + clodinafope-propargil	291,92	25,18	70,75	0,83
Média geral	314,95	24,91	71,03	0,76
CV (%)	8,99	5,21	3,42	17,46

<sup>ns</sup>: Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: O autor, 2024.

Os resultados de emergência, estatura e perfilhos férteis/planta não apresentaram diferença significativa. Diante ao exposto na Tabela 2, concluiu-se que a emergência e a estatura das plantas foram uniformes. Em relação aos perfilhos férteis/planta, nota-se que todos tratamentos apresentaram menos de um perfilho fértil/planta, mesmo com a aplicação de 160 kg.ha<sup>-1</sup> de N. Esses valores abaixo do habitual se explicam pois na safra 2023 de modo geral as lavouras de trigo perfilharam pouco, em razão da falta de temperaturas mais baixas, ou seja, não teve frio, uma condição atípica para a cultura. Cabe destacar que, neste trabalho, a semeadura foi mais tardia, realizada no início de julho, e isso também acarreta em um perfilhamento menor e o tempo nublado, por conta da elevada ocorrência de chuvas, acarreta em baixa luminosidade, então o desenvolvimento de perfilhos foi prejudicado.

Durigan et al. (1983) afirmam que vários são os fatores que influenciam a competitividade, e, dentre estes, encontra-se o espaçamento da cultura. Diante isto, pode-se dizer que a variável de estatura não diferiu significativamente pois o espaçamento de 0,17 metros não permitiu uma competitividade severa entre as plantas daninhas e as plantas cultivadas, permitindo um crescimento uniforme. E este crescimento não ter se alterado é um fator que pode ser relacionado ao fato dos herbicidas aplicados não terem apresentado fitotoxidez. Segundo Roman; Vargas;

Rodrigues (2006) dar condições para que a cultura se estabeleça, com desenvolvimento rápido e vigoroso, assim podendo competir por água, luz e nutrientes também é importante para um crescimento uniforme das plantas cultivadas.

Não menos importante, o picão-preto ficou entre as plantas daninhas que mais tiveram incidência nas unidades experimentais, e de acordo com um estudo de Reis et al., (2017) *Bidens pilosa* foi a espécie que menos afetou o crescimento da cultura em comparação com as demais espécies testadas. Dito isso, mesmo que a densidade dessa planta daninha tenha se mostrado maior, não foi elevada ao ponto de competir com a cultura e reduzir a estatura da mesma.

A qualidade da luz pode ter um papel crítico na determinação da emissão, desenvolvimento e sobrevivência dos perfilhos. A luz é modificada precocemente em comunidades de plantas e, dessa forma, também podem ser modificadas, precocemente, a emissão e a sobrevivência de perfilhos (ALMEIDA & MUNDSTOCK, 2001 apud BALLARÉ et al., 1987).

Segundo Almeida & Mundstock (2001) apud Mass et al. (1994), estresses do ambiente durante a emergência dos perfilhos podem inibir a sua formação e, em estádios posteriores, podem causar a sua senescência precoce. Assim, de acordo com Almeida et al., (2002) um dos motivos da baixa produtividade média das lavouras de trigo no Brasil é a pequena participação dos perfilhos na formação do rendimento final.

### 2.3.2 Espigas, espiguetas/espigas, grãos/espiguetas e grãos/espiga

**Tabela 3-** Variáveis de espiga, espiguetas/espiga, grãos/espiguetas e grãos/espiga analisadas no experimento e seus respectivos resultados - safra 2023.

Tratamento	Espigas (m <sup>2</sup> )	Espiguetas por espiga	Grãos por espiguetas	Grãos por espiga
Testemunha	569,80 <sup>ns</sup>	13,25 b	1,60 b	21,62 b
Capina manual	580,87	13,50 b	1,77 a	24,00 a
2,4-D amina + pinoxaden	528,70	14,12 a	1,71 a	24,00 a
2,4-D amina + clodinafope-propargil	538,25	13,50 b	1,71 a	23,00 b
Metsulfurom metílico + pinoxaden	579,42	14,75 a	1,73 a	25,62 a
Metsulfurom metílico + clodinafope propargil	535,30	14,50 a	1,71 a	25,25 a
Média geral	555,4	13,93	1,7	23,91
CV (%)	11,23	4,14	2,79	4,83

<sup>ns</sup>: Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: O autor, 2024.

Conforme exposto na Tabela 3, a variável número de espiga por m<sup>2</sup> não teve diferença significativa, o que pode ser encarado como algo positivo, visto que isso demonstra que não houve fitotoxicidade dos produtos aplicados em todos os tratamentos.

Com relação a fitotoxicidade de herbicidas no controle do azevém na cultura do trigo, entre eles o metsulfurom metílico e o 2,4-D aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 DAA (dias após aplicação), floração e pré-colheita, foi demonstrado que esses produtos apresentaram valores abaixo de 5,5% para os cultivares em todas as épocas de avaliação e, em geral, não diferiram dos controles, que não receberam nenhuma aplicação (GALON, et al., 2015). Todavia, os mesmos autores demonstram que o metsulfurom metílico e 2,4-D em todas as épocas avaliadas não diferiram na porcentagem de controle em relação ao controle infestado, indicando ineficiência para o controle do azevém. Isso se deve ao fato de ambos serem registrados para o controle de folhas largas.

Já Perboni et al. (2013) que avaliou a fitotoxicidade dos herbicidas no controle do nabo, por exemplo, na cultura do trigo aos 7, 14, 21 e 28 DAA demonstrou que aos 28 dias DAT o herbicida 2,4-D foi mais eficiente no controle de nabo em relação ao metsulfurom metílico com controle superior a 90% e a 80%, respectivamente.

Ao avaliar o efeito de herbicidas em culturas de inverno, foi verificada a seletividade do metsulfurom metílico e 2,4-D para as culturas de trigo, triticale e centeio, o que corrobora o observado neste estudo (VARGAS & ROMAN, 2005).

Segundo Ozturk et al. (2006), a genética também é determinante na definição da resposta das plantas à densidade de semeadura, quanto ao potencial de emissão de espigas. De maneira semelhante, Valério et al. (2008) observaram que a emissão de espigas apresenta resposta diferenciada às densidades de semeadura, para cada cultivar. Neste trabalho, a densidade de semeadura foi uniforme em todas as unidades experimentais e isso pode explicar o bom número de espigas.m<sup>-2</sup>.

A variável de espiguetas/espiga teve como piores resultados a testemunha, a capina manual e o tratamento 2,4-D amina + clodinafope-propargil. Já grãos/espiguetas não tiveram diferença significativa, exceto a testemunha. E por fim, grãos/espiga também teve como piores resultados a testemunha e o tratamento 2,4-D amina + clodinafope-propargil. Com isso é possível observar que esse tratamento foi o único que não diferiu da testemunha, os demais tratamentos conseguiram ter diferença significativa diante a mesma, mostrando a eficiência dos produtos aplicados.

Em relação aos resultados do tratamento 2,4-D amina + clodinafope-propargil, em espiguetas/espiga, o fato desse tratamento ter diferido dos demais tratamentos com herbicidas, poderia ser explicado por um menor controle do produto, visto que na fitotoxicidade os produtos apresentam valores baixos. Todavia, como essa variável também reduziu na testemunha, o mais lógico é a questão da competição, já que nesta se teve um maior número de plantas daninhas.m<sup>-2</sup> comparado com a população do trigo, em plantas.m<sup>-2</sup>. No tratamento 2,4-D amina + clodinafope-propargil, a população do trigo, mesmo não tendo sido menor comparado ao número de plantas daninhas.m<sup>-2</sup>, talvez tenha precisado competir mais por água e nutrientes, afetando seu desenvolvimento.

Outro motivo que pode explicar isso, é que segundo Roman; Vargas; Rodrigues (2006) a aplicação precoce de 2,4-D pode reduzir o rendimento de grãos de trigo pela interferência nos primórdios de espiguetas, localizadas no ápice de crescimento, geralmente denominado de ponto de crescimento. Ou seja, provavelmente as plantas daninhas estavam mais jovens no tratamento 2,4-D amina + clodinafope-propargil comparado com as plantas daninhas presentes nos demais tratamentos.

### 2.3.3 PH, PMG e produtividade

É possível observar que os resultados de PH, PMG e produtividade não tiveram diferença significativa, conforme exposto na Tabela 4 a seguir.

**Tabela 4-** Variáveis de peso hectolítrico, peso de mil grãos e produtividade analisadas no experimento e seus respectivos resultados - safra 2023.

Tratamento	PH	PMG	Produtividade (kg)
Testemunha	55,75 <sup>ns</sup>	35,95 <sup>ns</sup>	965,53 <sup>ns</sup>
Capina manual	56,00	36,17	957,77
2,4-D amina + pinoxaden	56,75	35,85	933,87
2,4-D amina + clodinafope-propargil	58,00	35,95	925,61
metsulfurom metílico + pinoxaden	56,00	36,47	945,02
metsulfurom metílico + clodinafope propargil	55,25	35,72	959,63
Média geral	56,29	36,02	947,90
CV (%)	4,77	2,47	3,10

<sup>ns</sup>: Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: O autor, 2024.

Os valores de PH bem abaixo do normal, se explicam devido a safra de 2023 não ter tido condições favoráveis para a triticultura na região Sul. O excesso de água no estágio reprodutivo da planta reduz o peso hectolitro e a produtividade, e nesta última a temperatura afeta muito também. Outro ponto importante é que muita umidade causa degradação do amido, tornando o grão mais leve, reduzindo o PH. Após a colheita das unidades experimentais, se teve uma semana de intensas precipitações, e além do dano que a umidade ocasionou já no campo, as plantas de trigo ficaram armazenadas nos sacos por 10 dias, isso fez com que as plantas absorvessem umidade novamente antes da trilhagem. Consequentemente o PH afetou o PMG e a produtividade, visto que os grãos eram chochos e leves, e sabe-se que quando maior o PH, melhor é a produtividade final da cultura.

A diminuição do peso do hectolitro pode ser atribuída às mudanças sucessivas na umidade do grão, produto das aplicações de água (MELLADO; MALDONADO; GRANGER, 1985). Da mesma forma, Guarienti et al., (2005) assinalaram que o umedecimento e a secagem do grão de trigo reduzem o peso do

hectolitro, como consequência da diminuição de densidade. Sendo assim, sabe-se que quanto maior o peso hectolítrico, maior o rendimento de farinha e, portanto, melhor a qualidade do produto (NUNES et al., 2011).

Guarienti et al. (2005) também relataram que, nos 20 dias que antecedem a colheita, há redução significativa do peso hectolítrico, e nos 40 dias que antecedem a colheita, há redução significativa na massa de mil sementes, ambas em função do excesso hídrico.

Após o período de maturação fisiológica da planta, aproximadamente dez dias anteriores à colheita, a redução do peso do hectolítrico, do peso de mil grãos e do rendimento de grãos pode ser devida à germinação pré-colheita. Isso acontece devido à elevada taxa de respiração, a qual consome carboidratos acumulados nos grãos (BHAT et al., 1981)

Sob condições de elevada umidade relativa e na ausência de vento, o processo de difusão é lento e a perda de água é pequena. Não ocorrendo fluxo de água na planta e, conseqüentemente, de nutrientes, há redução de produtos fotossintéticos responsáveis pelo enchimento de grãos (REICHARDT, 1985).

Já em condições de temperatura amena, há redução no metabolismo da planta e maior período de enchimento de grãos, o que resulta em maior massa de mil sementes e produtividade (GAJU et al., 2009).

Por fim, como já explícito anteriormente, Santos (2020) apud Lima (2004) mostram que a giberela causa grãos choccos, enrugados e produção de micotoxinas que diminuem a qualidade dos grãos, então pode-se considerar essa doença como um fator que também afetou no menor PH, PMG e, conseqüentemente, a produtividade da cultura.

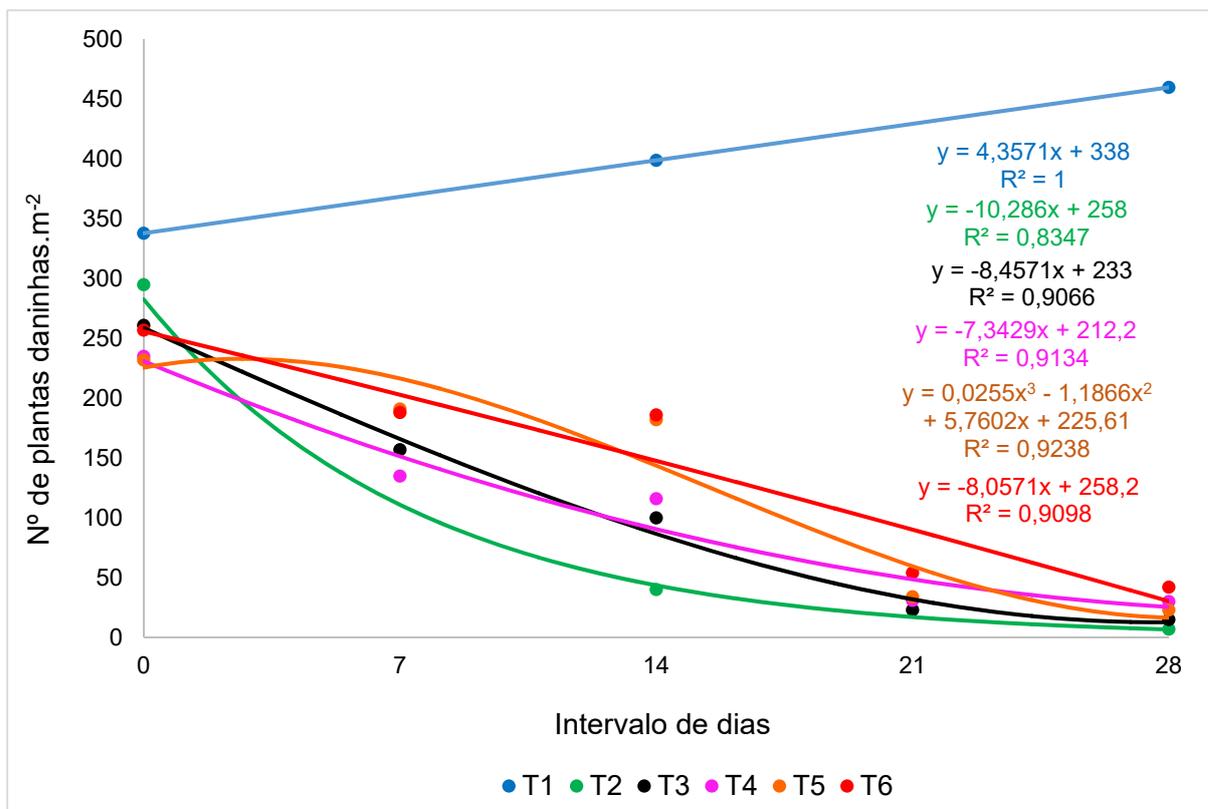
Estes autores podem explicar os resultados encontrados neste trabalho, indicando que os grãos se tornaram menores, de PMG e PH reduzidos e, conseqüentemente, afetando o rendimento de grãos.

### 2.3.4 Plantas daninhas

Os resultados referentes ao controle de plantas daninhas, foram gerados por meio de um gráfico de dispersão acerca dos 6 tratamentos com intuito de facilitar a diferença entre os mesmos. Isso se deve ao fato dos tratamentos testemunha e capina manual terem sido avaliados de 14 em 14 dias, totalizando três avaliações, já os outros tratamentos, com presença dos herbicidas, terem sido avaliados de 7 em 7 dias, totalizando cinco avaliações.

Referente a Figura 20, se percebe que a testemunha, aumentou o número de plantas daninhas gradativamente, na última avaliação aos 28 dias após aplicação (DAA), estava com 460 plantas daninhas.m<sup>-2</sup>. Já os demais tratamentos diminuíram. A capina manual, teve o melhor controle, pois após a avaliação 0, a limpeza das parcelas acontecia frequentemente, restando apenas 7 plantas daninhas.m<sup>-2</sup> na última avaliação, aos 28 dias.

**Figura 20-** Número de plantas daninhas.m<sup>-2</sup> nos diferentes períodos de avaliação.



Fonte: O autor, 2024.

Em questão dos tratamentos com uso de herbicidas, o que melhor controlou foi o 2,4-D amina + pinoxaden, ficando com 15 plantas daninhas.m<sup>-2</sup> aos 28 dias após aplicação (DAA), seguido pelo metsulfurom metílico + pinoxaden com 23 plantas daninhas.m<sup>-2</sup> aos 28 DAA, após o 2,4-D amina + clodinafope-propargil com 30 plantas daninhas.m<sup>-2</sup> aos 28 DAA e, por fim, como o pior controle em razão dos herbicidas se teve o metsulfurom metílico + clodinafope-propargil, com 42 plantas daninhas.m<sup>-2</sup> aos 28 DAA.

Os tratamentos com a presença do 2,4-D amina tiveram um controle mais rápido após a aplicação. Do dia 0 aos 21 DAA teve uma diminuição gradativa das plantas daninhas.m<sup>-2</sup> e dos 21 aos 28 DAA se manteve com um controle praticamente estável. Já os tratamentos com a presença do metsulfurom metílico, dos 0 aos 14 DAA tiveram uma diminuição, todavia menor comparado aos outros tratamentos. Entretanto dos 14 aos 21 DAA seu controle chegou próximo ao controle do 2,4-D amina, e dos 21 aos 28 DAA também se manteve praticamente estável. Dito isso, percebe-se que os tratamentos com a presença do 2,4-D tiveram um controle maior em um espaço de tempo menor, mas até os 21 DAA os tratamentos com a presença do metsulfurom metílico conseguiram chegar em um controle semelhante aos demais tratamentos com herbicidas.

Além disso, se percebe que o 2,4-D amina foi o herbicida com maior controle entre os latifolicidas e pinoxaden foi o com maior controle entre os gramínicos. Sendo assim, o tratamento 2,4-D amina + pinoxaden, mostrou maior eficiência na eliminação de plantas daninhas. Cabe ressaltar que, neste experimento, houve maior incidência de plantas daninhas de folha larga em relação as de folha estreita.

Também é possível observar que os tratamentos com a presença do pinoxaden, tiveram resultados finais de plantas daninhas.m<sup>-2</sup> mais favoráveis que os tratamentos com a presença do clodinafope-propargil. O que explica o melhor desempenho do tratamento 2,4-D amina + pinoxaden.

Um trabalho de Sasanfara et al., (2024) sobre o desenvolvimento de resistência a herbicidas mostrou que populações de aveia-selvagem (*A. sterilis* subsp. *Ludoviciana*) apresentaram resistência ao clodinafope-propargil com base nas taxas de sobrevivência. Já ao pinoxaden, herbicida do mesmo grupo, mas de uma família química diferente, demonstraram suscetibilidade, também com base nas taxas de sobrevivência.

Os resultados explanados por Papa et al. (2005) apontam a existência de sintomas visuais de fitotoxicidade em que 15 dias após a aplicação identificou-se uma leve clorose, visualizada nos tratamentos que receberam 6 e 9 g.ha<sup>-1</sup> de metsulfurom metílico, notando que 30 dias após, estes sintomas não foram mais percebidos.

Em outro momento, Papa et al. (2005) realizaram avaliações, em que não foi revelado sintomas visuais de fitotoxicidade, mesmo nas doses mais elevadas, o que foi justificado devido às excelentes condições ambientais que ocorreram durante a execução do experimento, o que permitiu um rápido metabolismo do herbicida.

Souza; Cunha; Pavanin (2011) mostrou que o 2,4-D amina, avaliado aos 20 DAA (dias após a aplicação), teve um percentual de controle das plantas daninhas satisfatório, com valores entre 87,50 e 92,50%.

Por fim, a eficácia de controle das plantas daninhas, por herbicidas sistêmicos ou de contato, pode aumentar ou diminuir com a variação do volume de calda aplicado, demonstrando que a sensibilidade das infestantes aos herbicidas pode variar em função de fatores intrínsecos à espécie e do ambiente (GALON et al., 2007).

### 3 CONCLUSÃO

Os herbicidas pós-emergentes, 2,4-D amina, metsulfurom metílico, clodinafope-propargil e pinoxaden, tiveram efeitos positivos e se mostraram eficientes no controle e na redução das populações de plantas daninhas na cultura do trigo.

Em relação aos parâmetros analisados, mesmo os herbicidas tendo tido um controle satisfatório nas unidades experimentais, eles não alteraram componentes de rendimento, como estatura de plantas, espigas.m<sup>-2</sup>, peso hectolítrico (PH), peso de mil grãos (PMG) e produtividade final.

Entretanto, grande parte disso, se deve ao ano de 2023 ter sido um ano atípico para a cultura do trigo, com precipitações pluviométricas praticamente 3 vezes maiores se comparadas ao ano anterior, o que acarretou de forma direta no desenvolvimento da cultura e no teto produtivo do cultivar ORS Guardiã, que por sua vez, mostrou resultados muito abaixo do esperado.

Por fim, cabe ressaltar, a importância do uso de herbicidas, visto que os mesmos controlam ou inibem o crescimento indesejado das plantas daninhas, favorecendo o desenvolvimento das plantas cultivadas, sem que haja dano direto devido à competição ou indiretos que chegam a acometer a qualidade do produto colhido.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINETTO, D. et al. **Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo**. Viçosa, MG: Planta daninha, v. 26, n. 2, p. 271-278, 2008.
- 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.
- ALMEIDA, M. L. et al. **Cultivares de trigo respondem diferentemente à qualidade da luz quanto à emissão de afilhos e acumulação de massa seca**. Santa Maria, RS: Ciência Rural, v.32, n.3, p.377-383, 2002.
- ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M. **A qualidade da luz afeta o afilhamento em plantas de trigo, quando cultivadas sob competição**. Santa Maria, RS: Ciência Rural, v.31, n.3, p.401-408, 2001.
- BHAT, G. M. et al. **Cereal Chemistry**. St. Paul, v.58, n.4, p.300-302, 1981.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Determinações adicionais – peso de mil sementes**. In: Regras para análise de sementes. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 1992. cap.8, item 8.3, p.194-195, 2009.
- CARVALHO, L. B. **Herbicidas**. 1ª edição. Lages, SC: Editado pelo autor, 2013. 62 p. ISBN: 9788591271214. Acesso em: 20 fev. 2023.
- CONAB. **Acompanhamento da safra de grãos – Trigo 2023**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em 20 mar. 2024.
- CUNHA, G. R; CAIERÃO, E. **Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2023**. Brasília, DF: Embrapa Trigo, 142 p., 2023.
- CUNHA, G. R; DALMAGO, G. A; ESTEFANEL, V. **Enso influences on wheat crop in Brazil**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 127-138, 1999.
- DURIGAN, J. C. et al. **Períodos de matocompetição na cultura da soja (Glycine max (L.) Merrill), cultivares Santa Rosa e IAC-2. II – Efeitos sobre características morfológicas das plantas e constituição química dos grãos**. Planta Daninha, v.6, n.2, p.101-114, 1983.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs**. Revista Brasileira de Biometria, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019.
- FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do trigo**. Jaboticabal, SP: Funep, 2008. 338 p. ISBN: 9788578050139.

GAJU, O. et al. **Relationships between large-spike phenotype, grain number, and yield potential in spring wheat.** Crop Science, Madison, v. 49, n. 3, p. 961-973, 2009.

GALON, L. et al. **Controle de plantas daninhas e seletividade de herbicidas à cultura da soja, aplicados em dois volumes de calda.** R. Bras. Agroci., v. 13, n. 3, p. 325-330, 2007.

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

GUARIENTI, E. M. et al. **Efeitos da precipitação pluvial, da umidade relativa do ar e de excesso e déficit hídrico do solo no peso do hectolitro, no peso de mil grãos e no rendimento de grãos de trigo.** Campinas, SP: Ciênc. Technol. Aliment., 2005.

JABRAN, K; MAHMOOD, K; MELANDER, B; BAJWA A. A; KUDSK P. **Weed dynamics and management in wheat.** Advances in Agronomy, n. 145, p. 97–166, 2017.

LIMA, M. I. P. M. **Giberela ou Brusone? Orientações para a identificação correta dessas enfermidades em trigo e em cevada.** Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2004.

MELLADO, Z. M; MALDONADO, I. I; GRANGER, Z. D. **Efecto de la lluvia, posterior a la madurez de cosecha, sobre el grano de trigo.** Santiago: Agricultura Técnica, v.45, n.3, p.247-251, 1985.

MONTEIRO, J. E. B. A; **Agrometeorologia dos cultivos: O fator meteorológico na produção agrícola.** Brasília, DF: Inmet, 2009. 546 p. ISBN: 9788562817007.

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

OR GENÉTICA. **Cultivar ORS Guardiã.** Disponível em: <<https://www.orsementes.com.br/cultivares/1/ors+guardi%C3%A3o>>. Acesso em: 10 jul. 2023.

OZTURK, A. et al. **Growth and yield response of facultative wheat to winter sowing, freezing sowing and spring sowing at different seeding rates.** Journal of Agronomy and Crop Science, Malden, v. 192, n. 1, p. 10-16, 2006.

PAPA C. J. et al. **Efecto del herbicida metsulfurón metil sobre el rendimiento de un cultivo de trigo pan.** Revista Para Mejorar la Producción. v.28, n.1, p.56-58, 2005.

PENCKOWSKI, L. H; PODOLAN, M. J; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. **Influência das condições climáticas no momento da aplicação de herbicidas pós-emergentes**

**sobre a eficácia de controle de nabiça (*Raphanus raphanistrum*) na cultura de trigo.** Planta Daninha, v. 21, n. 3, p. 435-442, 2003

PERBONI, L.T. et al. **Seletividade de herbicidas e controle de nabo na cultura do trigo, cultivar quartzo.** Pelotas, RS: UFPel, 2013.

PETROVA, Z; STOYANOV, H. **Effect of application of foliar herbicides on the productivity and physical parameters of triticale cultivars (*xTriticosecale* Wittm.).** Agricultural science and technology, Bulgaria, vol. 16, no 1, pp 63-68, 2024.

PETTER, F. A. et al. **Desempenho agrônômico do sorgo em função de doses e épocas de aplicação do herbicida 2,4-D.** Viçosa, MG: Planta Daninha, v. 29, p. 1091-1098, 2011.

PIRES, J. L. F; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável.** 1ª edição. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2011. 488 p. ISBN: 9788575740293.

RAMPAZZO, R. E. et al. **Uso de herbicidas pós-emergentes na comunidade infestante do trigo.** Joaçaba, SC: Unoesc & Ciência – ACET, v. 8, n. 2, p. 155-162, 2017.

REICHARDT, K. **A água: absorção e translocação.** In: FERRI, M.G. coord. Fisiologia vegetal. São Paulo, SP: Editora Pedagógica e Universitária Ltda., v.1 Cap.1: p.3-24, 1985.

REIS, R. F. et al. **Interferência de plantas daninhas no crescimento da cultura do trigo.** Cassilândia, MS: Revista de Agricultura Neotropical, v. 4, n. 3, p. 23-29, 2017.

RICE, E. L. **Allelopathy.** New York: Academic Press, 422 p. 1984.

RIZZARDI, M. A. **Como controlar o azevém no trigo.** Passo Fundo, RS: Up. Herb - Academia das plantas daninhas, 2019. Disponível em: <<https://www.upherb.com.br/int/como-controlar-o-azevem-no-trigo#>>. Acesso em: 01 mai. 2023.

ROMAN, E. S; VARGAS, L; RODRIGUES, O. **Manejo e controle de plantas daninhas em trigo.** Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2006.

ROSS, M. A; CHILDS, D. J. **Herbicide mode-of-action summary.** Cooperative Extension Service Publication WS-23, Purdue University, West Lafayette, IN. 1996.

SANTOS, M. S. **Giberela em trigo, confira os sintomas, danos e os fungicidas mais eficientes para controle.** Camobi, RS: Equipe mais soja, 2020. Disponível em: <<https://maissoja.com.br/giberela-em-trigo-confira-os-sintomas-danos-e-os-fungicidas-mais-eficientes-para-controle/>>. Acesso em 20 jul. 2024.

SASANFAR, H. et al. **Herbicide resistance development in winter wild oat (*Avena sterilis* subsp. *ludoviciana*) populations: Field margins vs. within fields.** Journal of the Brazilian Weed Science Society, 2024.

SILVA, F. M. L. et al. **Atividade residual de 2,4-D sobre a emergência de soja em solos com texturas distintas.** Revista Brasileira de Herbicidas, v.10, n.1, p.29-36, 2011.

SOUZA, L. A; CUNHA, J. P. A. R; PAVANIN, L. A. **Eficácia e perda do herbicida 2,4-D amina aplicado com diferentes volumes de calda e pontas de pulverização.** Viçosa, MG: Planta Daninha, v. 29, p. 1149-1156, 2011.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, RS: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222 p. ISBN: 9788598842042.

TORINO, M. **Horários de aplicação de herbicidas para o controle de capim amargoso (*digitaria insularis*).** Dois Vizinhos, PR: Trabalho de Conclusão de Curso II – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 35p., 2019.

VALÉRIO, I. P. et al. **Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de semeadura.** Brasília, DF: Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 43, n. 3, p. 319-326, 2008.

VARGAS, L; ROMAN, E. S. **Seletividade e eficiência de herbicidas em cereais de inverno.** Passo Fundo, RS: Revista Brasileira de Herbicidas, N.º 3, p. 1-10, 2005.

VIDAL, R. A. **Herbicidas: mecanismos de ação e resistência de plantas.** Porto Alegre:RS, 165 p. 1997.

WESTPHALEM, S. L. **Evapotranspiração máxima de uma cultivar precoce de trigo em evapotranspirômetro tipo Thornthwaite e relações com tanque classe A e radiação solar.** In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, Campinas, SP: Fundação Cargill, p. 49-50, 1983.

## ANEXOS

**Anexo 1:** Bula com princípio ativo e classe do herbicida Axial®.

### AXIAL®

Registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento sob o nº 36122

**COMPOSIÇÃO:**

2,2-dimethyl-propionic acid 8-(2,6-diethyl-4-methyl-phenyl)-9-oxo-1,2,4,5-tetrahydro-9H-pyrazolo[1,2-d][1,4,5]oxadiazepin-7-yl ester (**PINOXADEN**) ..... **50 g/L (5,0% m/v)**

**Outros Ingredientes**.....**915 g/L (91,5% m/v)**

GRUPO	A	HERBICIDA
-------	---	-----------

**CONTEÚDO:** VIDE RÓTULO

**CLASSE:** HERBICIDA SELETIVO PÓS-EMERGENTE DE AÇÃO SISTÊMICA

**GRUPO QUÍMICO:** FENILPIRAZOLE

**TIPO DE FORMULAÇÃO:** CONCENTRADO EMULSIONÁVEL (EC)

Fonte: Syngenta, 2023.

**Anexo 2:** Bula com princípio ativo e classe do herbicida Topik® 240 EC.

### TOPIK® 240 EC

VERIFICAR RESTRIÇÕES DE USO CONSTANTES NA LISTA DE AGROTÓXICOS DO PARANÁ.

Registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) sob nº 01506.

**COMPOSIÇÃO:**

2-propynyl (R)-2-[4-(5-chloro-3-fluoro-2-pyridyloxy) phenoxy] propionate

(CLODINAFOPE-PROPARGIL) ..... **240 g/L (24,0% m/v)**

Solvent Naphta (petroleum), heavy arom. (Nafta de Petróleo) ..... **587 g/L (58,7% m/v)**

**Outros Ingredientes:** ..... **847 g/L (84,7% m/v)**

GRUPO	A	HERBICIDA
-------	---	-----------

**CONTEÚDO:** VIDE RÓTULO

**CLASSE:** HERBICIDA SELETIVO DE AÇÃO SISTÊMICA DO GRUPO QUÍMICO ÁCIDO ARILOXIFENOXIPROPIÔNICO

**TIPO DE FORMULAÇÃO:** CONCENTRADO EMULSIONÁVEL (EC).

Fonte: Adapar, 2022.

**Anexo 3:** Bula com princípio ativo e classe do herbicida Ally®.**ALLY®**  
Herbicida

Registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA sob nº 002492

**COMPOSIÇÃO:**

Methyl 2-(4-methoxy-6-methyl-1,3,5-triazin-2-ylcarbamoylsulfamoyl)benzoate  
(METSULFUROM METILICO)..... 600,0 g/kg (60,0% m/m)  
Outros Ingredientes..... 400,0 g/kg (40,0% m/m)

<b>GRUPO</b>	<b>B</b>	<b>HERBICIDA</b>
--------------	----------	------------------

**PESO LIQUIDO:** Vide rótulo**CLASSE:** Herbicida seletivo e sistêmico**GRUPO QUÍMICO:** Metsulfurom Metílico: Sulfonilurêias**TIPO DE FORMULAÇÃO:** Grânulos Dispersíveis em Água (WG)

Fonte: FMC, 2021.

**Anexo 4:** Bula com princípio ativo e classe do herbicida U 46 Prime.**U 46 PRIME**

Registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA sob o nº 02704

**COMPOSIÇÃO:**

Sal de dimetilamina do ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D AMINA) ..... **806,0 g/L (80,6% m/v)**  
Equivalente Ácido de 2,4-D ..... **670,0 g/L (67,0% m/v)**  
Outros Ingredientes ..... **429,0 g/L (42,9% m/v)**

<b>GRUPO</b>	<b>O</b>	<b>HERBICIDA</b>
--------------	----------	------------------

**CONTEÚDO:** Vide rótulo**CLASSE:** Herbicida hormonal seletivo de ação sistêmica**GRUPO QUÍMICO:** Ácido Ariloxialcanoico**TIPO DE FORMULAÇÃO:** Concentrado Solúvel (SL)

Fonte: Adapar, 2022.

### Anexo 5: Análise química do solo.

Área (ha)	pH Água	Ind. SMP	cmolc/dm <sup>3</sup>						mg/dm <sup>3</sup>		pH CaCl2
			Al	Ca	Mg	H + Al	CTC (pH 7,0)	CTC (efetiva)	K	Na	
27,00	6,78	6,73	0,00	7,41	3,89	1,89	13,82	11,93	245	--	--
(% ) Índices de Saturação								Ca/Mg	(Ca+Mg)/K		
Bases (V%)	Al	Ca	Mg	K	Na	H					
86,30	0,00	53,62	28,15	4,53	--	13,68	1,90	18,03			
% (m/v)		mg/dm <sup>3</sup>						g/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>		%
MO	Argila	P	S	B	Cu	Zn	Mn	Fe	P-Rem	NiCrIP	PR
2,9	48	>51,0	23,3	0,56	3,07	2,55	15,9	--	--	--	--

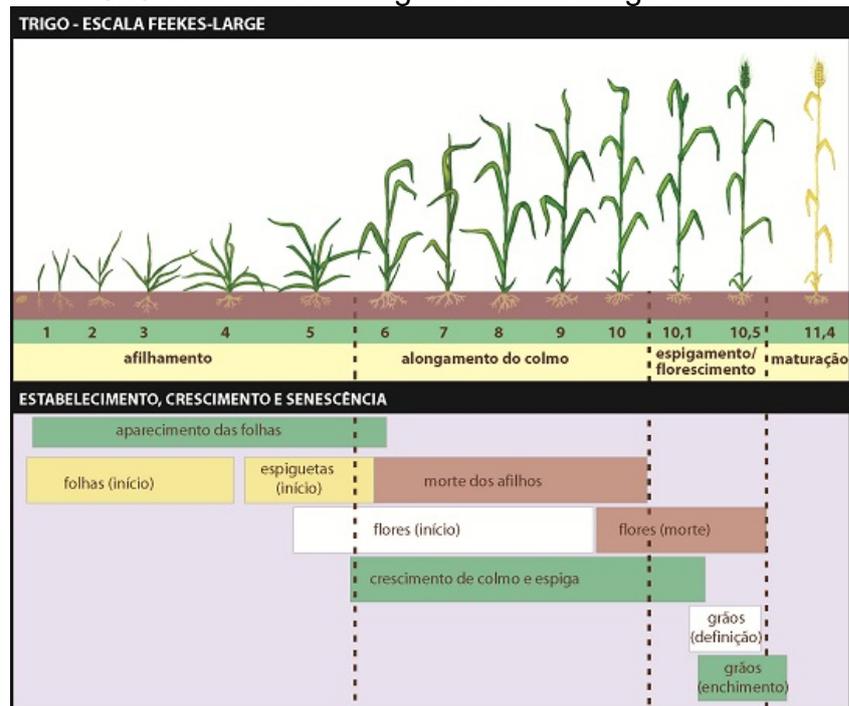
Fonte: Labfertil, 2023.

### Anexo 6: Análise física do solo

Área (ha)	%			Tipo de Solo IN 02/2008 (MAPA)
	Argila	Silte	Areia	
27,00	50,00	33,75	16,25	Tipo 3

Fonte: Labfertil, 2023.

## Anexo 7: Escala fenológica Feekes-Large ilustrativa



Fonte: Pires et al., 2011.

## Anexo 8: Escala fenológica Feekes-Large descritiva

Estádio	Escala Feekes-Large
<b>Afilhamento</b>	
1	Plantas recém-emergidas, com uma ou mais folhas.
2	Início do afilhamento.
3	Afilhos formados. Folhas enroladas em espiral. Algumas cultivares podem apresentar hábito prostrado.
4	Início do aparecimento do pseudocaulé. Bainhas foliares começam a alongar-se.
5	Pseudocaulé (formado por bainhas foliares) fortemente desenvolvido.
<b>Alongamento do colmo</b>	
6	Primeiro nó do colmo visível.
7	Segundo nó do colmo já formado.
8	Folha bandeira visível, mas ainda enrolada. Início do período de emborrachamento.
9	Lígula da folha bandeira já visível.
10	Bainha da folha bandeira completamente desenvolvida, mas as espigas ainda não são visíveis.
<b>Espigamento</b>	
10.1	Primeiras espigas recém-visíveis.
10.2	Um quarto do processo de espigamento completo.
10.3	Metade do processo de espigamento completo.
10.4	Três quartos do processo de espigamento completo.
10.5	Todas as espigas fora das bainhas.
<b>Florescimento</b>	
10.5.1	Início do florescimento.
10.5.2	Florescimento completo na parte apical da espiga.
10.5.3	Florescimento completo na parte basal da espiga.
10.5.4	Final do florescimento, grãos no estágio aquoso.
<b>Maturação</b>	
11	Grãos no estágio leitoso à maturação.
11.1	Grãos no estágio leitoso.
11.2	Grãos no estágio de massa (conteúdo macio e seco).
11.3	Grãos duros (difíceis de ser rompidos com a unha do polegar).
11.4	Maturação de colheita. Palhas secas.

Fonte: Cunha & Caierão, 2023.