

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL
CAMPUS IBIRUBÁ**

ANADIELE PINTO HOPPE

**ANÁLISE DO USO DE REGULADOR DE CRESCIMENTO SOB A
CULTURA DO TRIGO MEDIANTE FORMAS E DOSES DE
NITROGÊNIO**

Ibirubá, 2024.

ANADIELE PINTO HOPPE

**ANÁLISE DO USO DE REGULADOR DE CRESCIMENTO SOB A
CULTURA DO TRIGO MEDIANTE FORMAS E DOSES DE
NITROGÊNIO**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado junto ao curso de Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Ibirubá como requisito parcial da obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Bruna Dalcin Pimenta

Coorientador: Prof.º: Rodrigo Luiz Ludwig

Ibirubá, RS, Brasil

2024

ANADIELE PINTO HOPPE

**ANÁLISE DO USO DE REGULADOR DE CRESCIMENTO SOB A
CULTURA DO TRIGO MEDIANTE FORMAS E DOSES DE
NITROGÊNIO**

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.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Bruna Dalcin Pimenta

Coorientador: Prof.^o: Rodrigo Ludwig

Aprovado em __ de _____, 2024.

Prof.^a Dr.^a Bruna Dalcin Pimenta – Orientadora

Prof.^o: Dr. Rodrigo Luiz Ludwig

Prof.^a. Dr.^a Daniela Batista dos Santos

Prof.^a. Dr.^a Daniela Batista dos Santos – Coordenadora do
Curso de Agronomia do IFRS – Campus Ibirubá

Agradecimento

Primeiramente agradeço a Deus por me guiar durante essa importante etapa de minha vida.

Aos meus pais por todo esforço que fizeram e o apoio constante em minhas decisões, principalmente por confiarem na minha determinação e independência de ficar longe. “Vocês foram fundamentais para me manter firme em busca deste sonho”.

Aos meus irmãos, especialmente minha irmã, que me aconselhou, incentivou e me deu o suporte necessário durante esses 5 anos de graduação.

Agradeço de coração ao meu namorado, pela compreensão, paciência e incentivo durante todos os momentos de dedicação ao TCC. Sua presença foi meu porto seguro e fonte de inspiração. Agradeço por acreditar em mim e por caminhar ao meu lado nesta jornada.

Ao Instituto Federal, Campus Ibirubá e aos professores do curso de agronomia por todas as oportunidades e aprendizados que me proporcionaram.

Em especial a Prof. Dra. Bruna Dalcin Pimenta pela orientação neste trabalho, compreensão, paciência e disponibilidade em ajudar. E pela oportunidade me dada, a qual me gerou muitos conhecimentos práticos, os quais sem ela, não seriam possíveis de adquirir durante a graduação.

Ao laboratório de Ecofisiologia Vegetal e Fruticultura por todas as oportunidades, experiências e desenvolvimento que me proporcionaram.

A todos os colegas, mas principalmente o “grupo do canto direito” da sala, Daia, Su, Bruno, Fernando, Thamiris e Duda, a eles que escutaram minhas reclamações e angústias, e que estiveram junto comigo na busca e construção de conhecimento durante esses 5 anos.

*Faça o teu melhor, na condição que você tem, enquanto você
não tem condições melhores, para fazer melhor ainda!*

- Mário Sérgio Cortella

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

ANÁLISE DOS EFEITOS DO REGULADOR DE CRESCIMENTO E DOSAGENS DE NITROGÊNIO NA CULTURA DO TRIGO (*Triticum aestivum*) SOB DIFERENTES MÉTODOS DE APLICAÇÃO

AUTORA: ANADIELE PINTO HOPPE

ORIENTADORA: BRUNA DALCIN PIMENTA
Ibirubá/RS, 2024

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um cereal essencial para a alimentação humana e animal, ocupando a segunda posição no consumo e produção mundial. No Brasil, a produção de trigo, especialmente no Rio Grande do Sul, tem crescido significativamente, embora a demanda interna ainda não seja totalmente atendida, necessitando de importação. Para maximizar a produtividade e a qualidade do trigo, é essencial adotar uma abordagem integrada que combine técnicas de manejo eficazes, como o uso de reguladores de crescimento e adubação nitrogenada. O nitrogênio desempenha um papel crucial no desenvolvimento das plantas, afetando diretamente a produtividade e a qualidade dos grãos. A uréia protegida surge como uma alternativa eficiente para garantir uma maior absorção de nitrogênio pelas plantas, evitando perdas e garantindo um fornecimento contínuo deste nutriente vital. No entanto, o uso excessivo de nitrogênio pode levar ao acamamento das plantas, um problema que compromete a colheita. Para mitigar esse risco, o uso de reguladores de crescimento, como o Trinexapac-etil, se mostra fundamental. Este regulador atua inibindo a biossíntese de giberelinas, o que reduz a altura das plantas, melhora sua estrutura e, conseqüentemente, minimiza o acamamento. Assim, a combinação do Trinexapac-etil com uma adubação nitrogenada bem planejada pode aumentar significativamente a produtividade do trigo. O experimento foi realizado de junho a novembro de 2023 no Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Campus Ibirubá. Em solo Latossolo Vermelho e clima temperado úmido. Empregou-se um delineamento trifatorial 4x3x2 (sendo 4 doses de N, 3 formas de aplicação de N e 2 formas de aplicação do regulador de crescimento) com 24 tratamentos e 96 unidades experimentais. Foram realizadas 3 formas de aplicações de N: totalmente incorporado na sementeira; em apenas uma aplicação em cobertura; e duas aplicações fracionadas em cobertura. As doses de N utilizadas foram, em kg ha⁻¹: 0 (testemunha), 45, 67,5 e 90 na fonte de ureia protegida. Foi testado o efeito do regulador de crescimento de nome comercial Moddus® (Trinexapac-ethyl) na dose de 100 g i.a/ha. A cultivar avaliada foi a TBIO Ponteiro, sendo realizadas avaliações de estande de plantas, diâmetro do colmo, comprimento do primeiro entrenó, altura de plantas, acamamento, número de perfilhos produtivos por planta, número de espigas por metro quadrado, número de grãos por espiga, massa de mil grãos, peso hectolitro, teor de proteína e produtividade de grãos. A análise estatística foi realizada com o software Sisvar®, utilizando teste de média Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. A precipitação total foi de 1239,2 mm, impactando negativamente a produtividade do trigo devido à alto volume de chuva, principalmente em setembro. O estande de plantas, o diâmetro do colmo e o comprimento do primeiro entrenó não foram significativamente afetados pelas variáveis testadas. A altura das plantas aumentou com doses de nitrogênio até 67,5 kg ha⁻¹, mas foi reduzida pelo regulador de crescimento. O índice de

acamamento e o número de perfilhos produtivos não mostraram variações significativas, enquanto o número de espigas por metro quadrado variou com o uso do regulador. Portanto, apenas as doses de nitrogênio influenciaram a produtividade de grãos de trigo. Além disso, não foram observadas interações entre os fatores, bem como diferenças significativas para o uso do regulador de crescimento. Em síntese, destaca-se que, embora alguns aspectos da morfologia e produtividade do trigo possam ser influenciados por práticas de manejo específicas, como a aplicação de reguladores de crescimento e diferentes formas de adubação nitrogenada, outros fatores como a resistência intrínseca da cultivar e as condições ambientais desempenham um papel crucial. Portanto, a otimização do estande de plantas e a aplicação adequada de insumos são fundamentais para o sucesso da cultura do trigo, requerendo um manejo integrado e ajustado às condições locais e às características da cultivar utilizada.

ABSTRACT

Completion of course
workAgronomy Course

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá

**ANALYSIS OF THE EFFECTS OF GROWTH REGULATOR AND NITROGEN
DOSAGES ON WHEAT CROP (*Triticum aestivum*) UNDER DIFFERENT
APPLICATION METHODS**

**AUTHOR: ANADIELE PINTO HOPPE
ADVISOR: BRUNA DALCIN PIMENTA
Ibirubá/RS, 2024**

Wheat (*Triticum aestivum* L.) is an essential cereal for human and animal nutrition, ranking second in world consumption and production. In Brazil, wheat production, especially in Rio Grande do Sul, has grown significantly, although domestic demand is still not fully met, requiring imports. Management techniques and the use of growth regulators, such as Trinexapac-ethyl, and nitrogen fertilization are essential to increase wheat productivity and quality. Nitrogen is crucial for plant development, directly influencing grain productivity and quality. Protected urea is an efficient alternative to maximize nitrogen absorption by plants. Excessive use of nitrogen can cause lodging, which can be minimized with growth regulators that reduce plant height and improve their structure. Trinexapac-ethyl, a growth regulator that inhibits gibberellin biosynthesis, can reduce lodging and increase productivity. The experiment was carried out from June to November 2023 at the Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Ibirubá Campus. In a Red Latosol soil and humid temperate climate. A 4x3x2 three-factorial design with 24 treatments and 96 experimental units was used. Three forms of N applications were carried out: fully incorporated at sowing; in only one application as topdressing; and two fractional applications as topdressing. The N rates used were, in kg ha⁻¹: 0 (control), 45, 67.5, and 90 in the protected urea source. The effect of the commercially-named growth regulator Moddus® (Trinexapac-ethyl) at a dose of 100 g a.i./ha was tested. The cultivar evaluated was TBIO Ponteiro, and evaluations were performed on plant stand, stem diameter, length of the first internode, plant height, lodging, number of productive tillers per plant, number of spikes per square meter, number of grains per spike, thousand-grain weight, hectoliter weight, protein content and grain yield. Statistical analysis was performed with Sisvar® software, using the Scott-Knott mean test at 5% probability of error. Total rainfall was 1239.2 mm, negatively impacting wheat productivity due to the high concentration of rainfall in September. Plant stand, stem diameter and length of the first internode were not significantly affected by the variables tested. Plant height increased with nitrogen doses up to 67.5 kg ha⁻¹, but was reduced by the growth regulator. The lodging index and the number of productive tillers showed no significant variations, while the number of spikes per square meter varied with the use of the regulator. Therefore, only nitrogen doses influenced wheat grain yield. Furthermore, no interactions between factors were observed, as well as no significant differences for the use of growth regulators. In summary, it is highlighted that, although some aspects of wheat morphology and yield can be influenced by specific management practices, such as the application of growth regulators and different forms of nitrogen fertilization, other factors such as the intrinsic resistance of the cultivar and environmental conditions play a crucial role. Therefore, the optimization of the plant stand and the adequate application of inputs are fundamental for the success of wheat crops, requiring integrated management adjusted to local conditions and the characteristics of the cultivar used.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Tabela de representação do estágio fenológico da cultura do trigo, conforme a escala de Feekes (1940) e modificada por Large (1954)..... Erro! Indicador não definido.
- Figura 2** - Tabela de representação dos estágios fenológicos da cultura do trigo, conforme a escala de Zadoks et al. (1974). Erro! Indicador não definido.
- Figura 3** - Descrição detalhada dos estágios fenológicos da cultura do trigo segundo a escala de Zadoks *et al.* (1974)..... Erro! Indicador não definido.
- Figura 4** - Representação do primeiro e segundo nó na cultura do trigo. Erro! Indicador não definido.
- Figura 5** - Área experimental..... Erro! Indicador não definido.
- Figura 6.** Regulagem da semeadora. Erro! Indicador não definido.
- Figura 7.** Incorporação da ureia..... Erro! Indicador não definido.
- Figura 8.** Colheita das unidades experimentais. Erro! Indicador não definido.
- Figura 9** - Dados meteorológicos de precipitação pluviométrica, rajadas de vento e temperatura média, do período de 19 de junho a 06 de novembro de 2023. Erro! Indicador não definido.
- Figura 10** - Efeito de diferentes doses de nitrogênio e do uso de regulador de crescimento sobre a estatura de plantas de trigo..... Erro! Indicador não definido.
- Figura 11**-Influência das doses de N e uso do regulador de crescimento na produtividade.....47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produtos fitossanitários utilizados no manejo de pré-semeadura da cultura do trigoErro!
ro! Indicador não definido.

Tabela 2 - Herbicidas pré e pós-emergentes, usados após a semeadura da cultura do trigo.....Erro!
ro! Indicador não definido.

Tabela 3 - Produtos fitossanitários utilizados para controle de plantas daninhas e insetos ...Erro!
Indicador não definido.

Tabela 4 - Número de plantas por metro quadrado. Erro! Indicador não definido.

Tabela 5 -Diâmetro do colmo de plantas de trigo, em milímetros, em função da interaçãoentre uso de regulador de crescimento e formas de aplicação de nitrogênio.....Erro!
ro! Indicador não definido.

Tabela 6 -Comprimento do 1º entrenó de plantas de trigo, em centímetro, mediante ao uso de regulador de crescimento sob diferentes formas de aplicação e doses de nitrogênio.....Erro!
ro! Indicador não definido.

Tabela 7 - Estatura de plantas de trigo em função do uso de regulador de crescimento Erro!
Indicador não definido.

Tabela 8 - Índice de acamamento na cultura do trigo em função da interação uso de regulador de crescimento e formas de aplicação de nitrogênio Erro! Indicador não definido.

Tabela 9 - Número de perfilhos produtivos por planta de trigo. .Erro! Indicador não definido.

Tabela 10 - Efeito das formas de aplicação de nitrogênio, do uso do regulador de crescimento e doses de N sobre o número de espigas por metro quadrado para a cultura do trigo..... Erro!
Indicador não definido.

Tabela 11 - Efeito de formas de aplicação e doses de nitrogênio e uso de regulador de crescimento sobre o número de grãos por espiga para a cultura do trigo.Erro! Indicador não definido.

Tabela 12 - Efeito de formas de aplicação de nitrogênio e do uso de regulador de crescimento sobre a massa de mil grãos, em gramas, para a cultura do trigo.....Erro!
ro! Indicador não definido.

Tabela 13 - Efeito de doses de nitrogênio no peso hectolitro para a cultura do trigo. Erro!
Indicador não definido.

Tabela 14 - Efeito de formas de aplicação N sobre o teor de proteína em grãos de trigo.....Err
o! Indicador não definido.

Tabela 15 - Efeito de doses de N sobre o teor de proteína em grãos de trigo.Erro! Indicador não definido.

Tabela 16 - Efeito de formas de aplicação e doses de nitrogênio e do uso de regulador de crescimento sobre a produtividade da cultura do trigo.....Erro! Indicador não definido.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 DESENVOLVIMENTO	10
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1.1 A CULTURA DO TRIGO	10
2.1.2 ADUBAÇÃO NITROGENADA PARA A CULTURA DO TRIGO	10
2.1.3 FORMAS DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO	11
2.1.4 ACAMAMENTO	12
2.1.5 REGULADOR DE CRESCIMENTO	13
2.1.5.1 Trinexapac-ethyl.....	14
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
2.2.1 Caracterização da área experimental.....	16
2.2.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	17
2.2.3 Manejos pré semeadura	17
2.2.4 Implantação do experimento	18
2.2.5 Condução do experimento	21
2.2.6 Colheita.....	23
2.2.7 Características agronômicas avaliadas.....	24
2.2.7.1 Estande de plantas	24
2.2.7.2 Diâmetro do colmo	24
2.2.7.3 Comprimento do primeiro entrenó	24
2.2.7.4 Estatura de plantas	24
2.2.7.5 Índice de acamamento	25
2.2.7.6 Número de perfilhos produtivos por planta.....	25

	12
2.2.7.7 Número de espigas por metro quadrado	25
2.2.7.8 Número de grãos por espiga	25
2.2.7.9 Número de grãos por espiga	26
2.2.7.10 Massa de mil grãos	26
2.2.7.11 Peso hectolitro	26
2.2.7.12 Teor de proteína.....	26
2.2.7.13 Produtividade de grãos	27
2.2.7.14 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	27
2.3 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	28
2.3.1 Estande de plantas	28
2.3.2 Diâmetro de colmo.....	30
2.3.3 Comprimento do primeiro entrenó.....	31
2.3.4 Estatura de plantas.....	33
2.3.5 Índice de acamamento.....	35
2.3.6 Número de perfilhos produtivos por planta.....	36
2.3.7 Número de espigas por metro quadrado	38
2.3.8 Número de grãos por espiga	39
2.3.9 Massa de mil grãos	40
2.3.10 Peso hectolitro	42
2.3.11 Teor de proteína	43
2.3.12 Produtividade de grãos	44
3 CONCLUSÃO.....	47
4 REFERÊNCIAS.....	47
5 APÊNDICE A - LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA.....	55

1 INTRODUÇÃO

A produção de trigo (*Triticum aestivum* L.) possui uma importância econômica e social significativa, essencial para a alimentação humana em escala global. Além de sua importância para a alimentação humana, o trigo também é fundamental na nutrição animal, destacando-se como um dos cereais mais cultivados globalmente e ocupa o segundo lugar em termos de consumo e produção mundial (USDA, 2019).

No Brasil, a produção de trigo tem mostrado um crescimento significativo, especialmente no estado do Rio Grande do Sul, sendo a principal área produtora. No ano de 2023 o qual foi conduzido o experimento, a produção nacional do cereal estimou-se em 10,4 milhões de toneladas (CONAB, 2023). Assim, o estado gaúcho manteve sua posição como o principal produtor de trigo, somando 4,7 milhões de toneladas, sendo destaque na produção. Mesmo com os altos valores obtidos nas últimas safras a demanda interna por grãos de trigo ainda não é suprida pela produção nacional, sendo necessário recorrer à importação para atender às expectativas do mercado (MARINHO et al., 2018; CONAB, 2020). Dessa maneira, fica evidente a necessidade de adoção de técnicas de manejo que possam elevar a produtividade da cultura, a fim de atender à demanda interna pelo grão (COMPOGARA et al., 2015).

A utilização de reguladores de crescimento, que são substâncias que influenciam o desenvolvimento das plantas e promovem os processos fisiológicos específicos, têm sido amplamente utilizadas para melhorar a produtividade e a qualidade das culturas agrícolas (AL ZUBADE, 2022). O nitrogênio, por sua vez, é um nutriente essencial para o crescimento das plantas, desempenhando um papel crucial na síntese de proteínas, clorofila e outros compostos vitais (CHEN, 2018; MACK, 2019).

A busca por práticas agrícolas mais eficientes e sustentáveis tem levado ao aumento do uso de reguladores de crescimento e ao aprimoramento das técnicas de fertilização nitrogenada. Estudos indicam que a aplicação adequada desses insumos pode aumentar significativamente a produtividade e a qualidade dos grãos de trigo, além de reduzir os impactos ambientais negativos associados ao uso excessivo de fertilizantes (BESINGER, 2023; SIMMONS, 2023). Diante desse contexto, o objetivo geral deste trabalho é analisar os efeitos do regulador de crescimento Trinexapac-ethyl (Moddus), aliado a adubação nitrogenada através do uso da ureia protegida, na cultura do trigo. Esta análise busca preencher lacunas de conhecimento sobre a utilização de diferentes formas e doses de N na cultura do trigo, aliado ao uso do regulador de crescimento, na região do Alto Jacuí.

Os resultados esperados deste estudo contribuirão para a compreensão dos melhores métodos de aplicação de nitrogênio e reguladores de crescimento na cultura do trigo em dois anos distintos.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.1 A cultura do trigo

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma planta da família Poaceae, originada no sudoeste da Ásia e sua história está diretamente ligada ao desenvolvimento da civilização humana. A cultura possui uma importância econômica e social significativa, essencial para a alimentação humana em escala global. Além de sua importância para a alimentação humana, o trigo também é fundamental na nutrição animal, destacando-se como um dos cereais mais cultivados globalmente e ocupa o segundo lugar em termos de consumo e produção mundial (USDA, 2019).

Segundo o historiador Gomes do Carmo, esse cereal foi introduzido no Brasil em 1534, por Martim Afonso de Souza, na então Capitania de São Vicente, atual estado de São Paulo. Conforme Carmo (1911), apesar de ter sido cultivado do Rio de Janeiro até o Rio Grande do Sul, ficou concentrado no extremo sul, e quase desapareceu por causa de doenças, conforme comentado por Auguste de Saint Hilaire, em “Viagem ao Rio Grande do Sul”, no período 1816-1822 (TOMASINI, 1985).

Tomasini et al (1998) afirma que através de incentivos governamentais feito pelo então presidente Getúlio Vargas na década de 1930, incentivou-se a produção da cultura do trigo. E hoje o estado do Rio Grande do Sul é um dos principais produtor nacional da cultura. O trigo deu início a uma fase de desenvolvimento econômico, na região do Planalto do Rio Grande do Sul e no sul e noroeste do Paraná.

As estruturas de produção agrícola, industrial e comercial, foram profundamente modificadas com a introdução de novas mentalidades de gerenciamento e da predisposição a correr riscos. Essa nova classe rural simbolizou um rompimento com a tradicional classe pecuarista, geralmente dedicada à criação extensiva, e avessa a riscos de produção (TOMASINI *et al.*, 1998).

No período posterior a crise de produção do início dos anos 2000, o estado voltou a registrar aumento na mesma, chegando a dividir com o Paraná o posto de principal produtor no início de 2010. Cabe ressaltar que, tanto para o Rio Grande do Sul quanto para o Paraná, o reestabelecimento do setor tritícola no início dos anos 2000 veio acompanhado de um grande

incremento na produtividade, gerado pelo uso de material genético de ponta, maquinário moderno e adequação de pacotes tecnológicos que possibilitaram tornar a cultura, de certa maneira, mais atraente aos produtores.

No ano de 2023 o qual foi conduzido o experimento, a produção nacional do cereal estimou-se em 10,4 milhões de toneladas (CONAB, 2023), e o estado gaúcho manteve sua posição como maior produtor do cereal, com 4,7 milhões de toneladas, sendo destaque na produção.

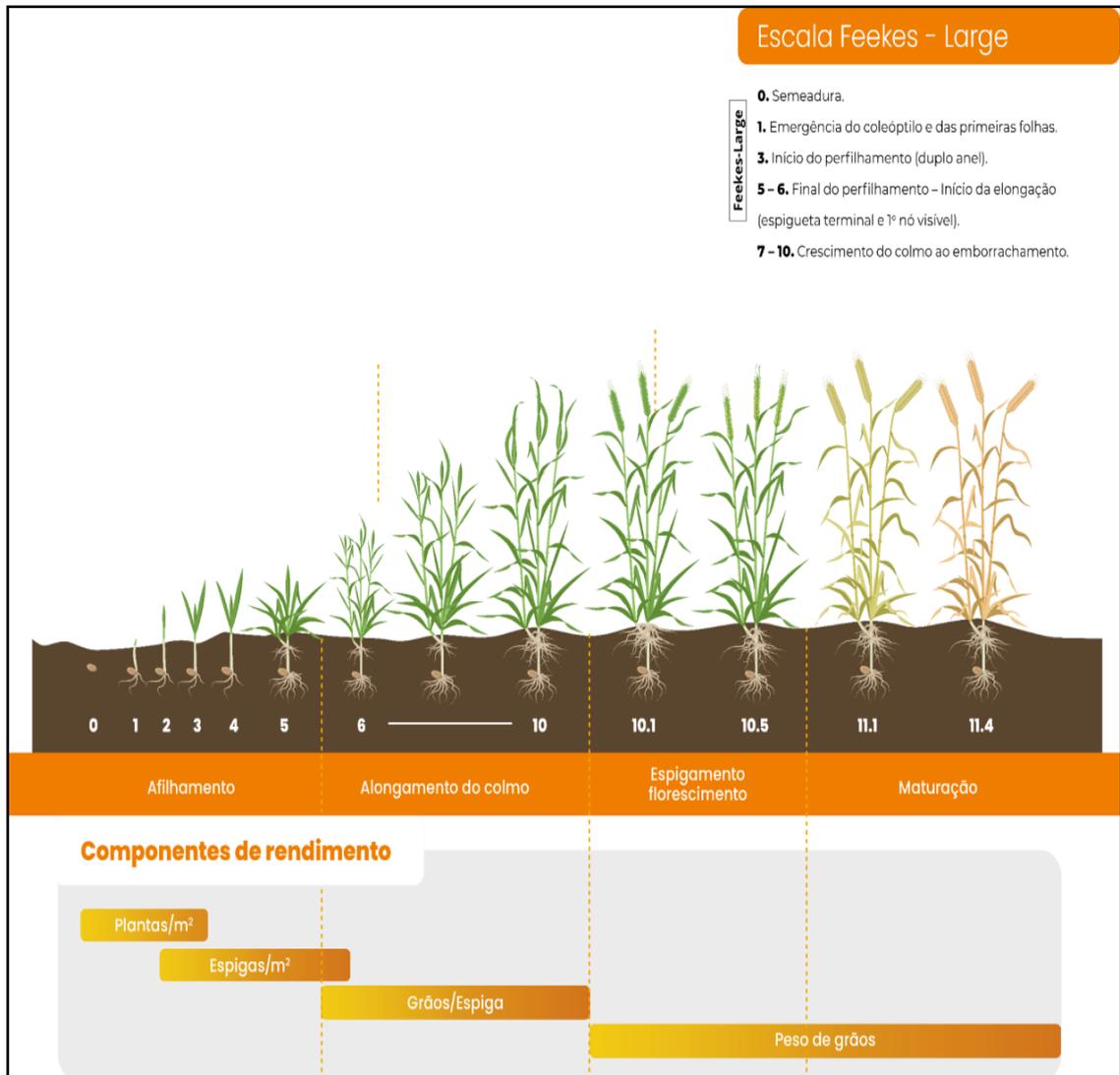
A demanda interna por grãos de trigo ainda não é suprida pela produção nacional, sendo necessário recorrer à importação para atender às expectativas do mercado (Marinho et al., 2018; CONAB, 2020). Dessa maneira, fica evidente a necessidade de adoção de técnicas de manejo que possam elevar a produtividade da cultura, a fim de atender à demanda interna pelo grão (COMPOGARA *et al.*, 2015).

Mesmo sendo uma cultura amplamente difundida e adaptada ao redor do mundo, podendo ser cultivada em uma grande diversidade de climas e solos, algumas condições são mais favoráveis ao seu desenvolvimento, e proporcionam maiores rendimentos finais enquanto outras, pontualmente, causam enormes perdas de produtividade.

De acordo com Scheeren *et al.* (2015), o ciclo de desenvolvimento do trigo pode ser dividido em: plântula, afilhamento, alongamento, emborrachamento, espigamento, florescimento, grão em estado leitoso, grão em massa, grão em maturação fisiológica e grão maduro. A partir dessa explicação, o conhecimento dos estádios fenológicos da cultura é de grande valia para realizar os tratos culturais de modo preciso, pois se atentar aos detalhes servirá para embasar de forma completa os possíveis uso de produtos que dependem exclusivamente do estágio fenológico da cultura.

A escala descrita por Feekes (1940) e modificada por Large (1954) ainda é a mais utilizada na prática e no dia a dia de técnicos em campo, uma vez que especifica o estágio (fases de desenvolvimento) do trigo, de forma mais ampla e direta, conforme demonstrado na Figura 1.

Figura 1 - Tabela de representação do estágio fenológico da cultura do trigo, conforme a escala de Feekes (1940) e modificada por Large (1954).



Fonte: Biotrigo Genética, 2023.

Na Figura 3 é apresentada, de forma detalhada, os estádios de desenvolvimento do trigo, segundo a escala de Zadoks *et al.* (1974).

Figura 3 - Descrição detalhada dos estádios fenológicos da cultura do trigo segundo a escala de Zadoks *et al.* (1974).

Escala decimal de Zadoks			
0	Germinação	1	Crescimento da plântula
00	Semente seca	10	1ª folha fora do coleóptilo
01	Início da embebição (absorção de água)	11	1ª folha desenrolada
02	-	12	2ª folha desenrolada
03	Embebição completa	13	3ª folha desenrolada
04	-	14	4ª folha desenrolada
05	Radícula (raiz) emergiu da cariopse (semente)	15	5ª folha desenrolada
06	-	16	6ª folha desenrolada
07	Coleóptilo	17	7ª folha desenrolada
08	-	18	8ª folha desenrolada
09	Primeira folha visível	19	9ª folha desenrolada
2	Afilhamento	3	Alongamento do colmo
20	Apenas afilho principal	30	Pseudocaule (bainha das folhas)
21	Afilho principal mais 1 afilho	31	1º nó detectável
22	Afilho principal mais 2 afilhos	32	2º nó detectável
23	Afilho principal mais 3 afilhos	33	3º nó detectável
24	Afilho principal mais 4 afilhos	34	4º nó detectável
25	Afilho principal mais 5 afilhos	35	5º nó detectável
26	Afilho principal mais 6 afilhos	36	6º nó detectável
27	Afilho principal mais 7 afilhos	37	Folha bandeira visível
28	Afilho principal mais 8 afilhos	38	-
29	Afilho principal mais 8 ou mais afilhos	39	Lígula da folha bandeira visível
4	Emborrachamento	5	Espigamento
40	-	50	-
41	Bainha da folha bandeira estendendo-se	51	Primeiras espiguetas da espiga visíveis
42	-	52	-
43	Início do emborrachamento	53	1/4 da espiga visível
44	-	54	-
45	Emborrachamento	55	1/2 da espiga visível
46	-	56	-
47	Abertura da bainha da folha bandeira	57	3/4 da espiga visível
48	-	58	-
49	Primeiras aristas visíveis	59	Surgimento da espiga
6	Florescimento	7	Grão leitoso
60	-	70	-
61	Início do florescimento	71	Grão com água
62	-	72	-
63	-	73	Grão pouco leite
64	-	74	-
65	Metade do florescimento	75	Grão médio leite
66	-	76	-
67	-	77	Grão muito leite
68	-	78	-
69	Florescimento completo	79	-
8	Grão Pastoso	9	Maturação
80	-	90	-
81	-	91	Cariopse dura (difícil de dividir)
82	-	92	Cariopse rígida (não se consegue dividir)
83	Grão massa mole	93	Cariopse murchando
84	-	94	Mais madura palha seca
85	Grão massa média	95	Semente dormente
86	-	96	Germinação 50% viável
87	Grão massa dura	97	Sementes não dormentes
88	-	98	Dormência secundária induzida
89	-	99	Dormência secundária perdida

Fonte: Zadoks *et al.* (1974)

2.1.2 Adubação nitrogenada para a cultura do trigo

As Poaceas, como o trigo, apresentam em sua constituição cerca de 2,9% de Nitrogênio na planta inteira e 2% nos grãos (CANTARELLA, 2007), o mesmo é um elemento mineral que as plantas requerem em maiores quantidades, uma estimativa comum é que para cada tonelada de grãos de trigo produzidos, aproximadamente 20 a 25 kg de N são extraídos e exportados. O N é indispensável para a realização de todas as funções fisiológicas na planta em razão de ser constituinte de muitos componentes (TAIZ *et al.*, 2017), visto que o mesmo possui papel fundamental na síntese de proteínas, clorofila, coenzimas, fito hormônios, ácidos nucleicos e metabólitos secundários (MARSCHNER, 2012).

A aplicação de N em doses adequadas pode elevar a eficiência no desenvolvimento da cultura do trigo, elevando a produtividade dos grãos por meio de mudanças favoráveis nos componentes de produção. Porém, o uso de doses de fertilizantes nitrogenados em excesso ou quantidades insuficientes associada a épocas de aplicação incorretas podem ocasionar reflexos negativos no metabolismo da planta diminuindo a qualidade tecnológica de grãos e fisiológicas das sementes (SANGOI *et al.*, 2007; PRANDO *et al.*, 2013).

Geralmente, a demanda de N pelas plantas é crescente, ao longo do estágio vegetativo até o reprodutivo, onde após atingir o ápice ocorre posterior declive, na fase de enchimento de grãos até a maturação fisiológica (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2001). Além disso, a disponibilidade de N está relacionada com a capacidade de maior perfilhamento e maior altura de plantas, o que conseqüentemente gera uma maior área foliar para absorção da radiação solar, promovendo aumento no número de espiguetas e espigas, resultando em um acréscimo no rendimento de grãos (FORNASIERI FILHO, 2008).

Para alcançar uma maior eficiência dos fertilizantes, alguns artifícios e tecnologias são utilizados na agricultura, como por exemplo, a administração da forma de liberação dos mesmos no solo, e arranjos que afetem diretamente na maximização de absorção (HAROLD, 2016). A utilização de ureia revestida com polímeros ou gel, também conhecida como fertilizante de liberação lenta ou controlada tem se mostrado uma alternativa viável para maximizar os ganhos através da adubação nitrogenada (CANTARELLA, 2007).

Dessa forma, estes fertilizantes são revestidos, recobertos e/ou encapsulados com polímeros e inibidores, liberando, gradativamente, o N ao solo (VALDERRAMA *et al.*, 2009; MAGALHÃES 2009). Ocorre que nos fertilizantes revestidos, além de se evitar a perda dos nutrientes por lixiviação, sua liberação pode ser ajustada ao momento mais próximo possível da absorção da cultura (HAROLD, 2016). Por este motivo, a fonte de nitrogênio utilizada

para esse trabalho será a ureia protegida, tendo em vista suas vantagens.

2.1.3 Formas de aplicação de nitrogênio

A utilização de altas doses de fertilizantes nitrogenados elevam os custos de produção tornando a cultura economicamente inviável, além de representar um risco sob o ponto de vista ambiental, pelo potencial de lixiviação de nitrato para os lençóis freáticos (SANGOI *et al.*, 2007).

Diversos trabalhos foram realizados acerca da época correta da aplicação da adubação nitrogenada para adequá-la à absorção e utilização de N, durante o ciclo da cultura do trigo (VIEIRA *et al.*, 1995; COELHO *et al.*, 1998; BREDEMEIER & MUNDSTOCK, 2001; SANGOI *et al.*, 2007). Alguns desses estudos indicam que o parcelamento da adubação nitrogenada resulta em maior recuperação do nutriente pela cultura e maior produtividade, quando comparados com a aplicação única (SANGOI *et al.*, 2007, WAMSER & MUNDSTOCK, 2007, MEGDA *et al.*, 2009).

Por outro lado, existem estudos que contradizem os efeitos vantajosos do parcelamento (COELHO *et al.*, 1998). Por isso, deve-se considerar fatores como o ambiente, o manejo e a cultivar de maneira a se obter recomendações específicas e não generalizadas.

De acordo com o Manual de Calagem e Adubação para os Estados do RS e SC (SBCS, 2016), a recomendação de aplicação de N possui manejos que podem variar conforme a situação. Aplicando então, de 15 a 20 kg de N ha⁻¹ na linha de semeadura e o restante deverá ser aplicado a lanço como cobertura, entre os estádios de perfilhamento e alongamento do colmo, que correspondem a aproximadamente 30 a 45 dias após a emergência. Em situações em que as doses forem muito elevadas, deve-se parcelar a adubação em duas aplicações no início dos estádios de perfilhamento e de alongamento, sendo denominadas de aplicações total e fracionada.

Segundo Mikoanski (2017), a importância do fornecimento de N em cobertura para a produção deve-se ao maior rendimento e a melhoria da qualidade dos grãos. Conivente a isto Martin *et al.* (2021), avaliando os componentes de produtividade e o desenvolvimento da cultura de trigo, pode ressaltar que a utilização de 45 kg ha⁻¹ de N no início do perfilhamento e no perfilhamento pleno, mais 10 kg ha⁻¹ de N na antese incrementou a massa de plantas, massa de hectolitro e produtividade de grãos do trigo.

No entanto, um dos principais problemas observados com a adubação nitrogenada em cobertura se deve pelas elevadas perdas deste elemento para o ambiente, diminuindo a

eficiência de utilização do N pelas culturas. A volatilização é a perda de nitrogênio na forma de amônia (NH_3), que pode levar a uma baixa eficiência de utilização de fertilizantes nitrogenados (VIEIRA, 2017).

Como o uso da ureia na agricultura vem aumentando, estratégias para melhorar a sua eficiência, especialmente em áreas sob o sistema de plantio direto, estão sendo testadas (CIVARDI *et al.*, 2011). Dessa forma, as perdas de N por volatilização de NH_3 podem ser controlado ou significativamente reduzidos se a uréia for incorporada ao solo, tanto por meios mecânicos como pela água de chuva ou de segurança (CANTARELLA, 2007).

Sendo assim, a difusão da uréia para o interior do solo reduz tais perdas pois a amônia reagirá com íons H^+ presentes nos solos tipicamente ácidos, formando o amônio (NH_4^+) que será nitrificado ou adsorvido pela CTC (SANGOI, *et al.*, 2003; CANTARELLA, 2007).

Há ampla repercussão na literatura sobre a incorporação de nitrogênio na cultura do milho, não havendo estudos sobre esta prática na cultura do trigo na região do Alto Jacuí. Pöttker e Wiethölter (2004) verificaram, na média de cinco anos de avaliação, que a incorporação do N ao solo aumentou o rendimento do milho em cerca de 5%, em relação à sua aplicação em cobertura sem incorporação, para as condições do Rio Grande do Sul. No entanto, não são encontrados estudos a respeito da incorporação do nitrogênio na cultura do trigo na região do Alto Jacuí.

2.1.4 Acamamento

O termo acamamento refere a uma planta de trigo quando é estirada para um canteiro, onde perde sua posição vertical original e cai no chão (PENCKOWSKI, 2016). Essa curvatura é provocada pela quantia de água contida nas espigas de trigo que está associado à baixa resistência ao vento e à palha (ZAGONEL e FERNANDES, 2007).

A aplicação de elevadas doses de nitrogênio pode acarretar o acamamento das plantas, prejudicando o rendimento e a qualidade dos grãos e dificultando a colheita mecanizada (ZAGONEL; FERNANDES, 2007).

Uma das estratégias mais eficientes para a redução desse tipo de perdas em trigo é o uso de redutores de crescimento exógenos. Esses redutores são capazes de reduzir a altura das plantas, tendo como principal vantagem a possibilidade de associação com adubações nitrogenadas com doses elevadas (ZAGONEL *et al.*, 2002).

Berry *et al.* (2003) afirmam que o acamamento ocorre predominantemente nos dois meses anteriores à colheita, devido à interação de fatores como planta, vento, chuva e solo. O

acamamento do trigo pode ocorrer por dois mecanismos principais: deslocamento da raiz dentro do solo ou tombamento do caule, dependendo das circunstâncias específicas de cada cultivo.

Cunha *et al.* (2009) afirma que o trigo, a exemplo de outros cereais de inverno, também está sujeito ao acamamento causado por ventos intensos, maiores que 40 km h^{-1} , cujo dano é mais severo quando ocorre a partir da fase de floração.

No estado do Rio Grande do Sul, as condições climáticas, como precipitação intensa e ventos fortes, são comuns e contribuem para o acamamento do trigo. Práticas de manejo, como o arranjo das plantas, a escolha de cultivares de porte baixo, uma adubação nitrogenada equilibrada e a aplicação de reguladores de crescimento, podem influenciar o desenvolvimento da cultura e ajudar a controlar ou minimizar as perdas causadas pelo acamamento (MOTTER, 2007; FERNANDES, 2009).

O uso de reguladores de crescimento no trigo tem como objetivo reduzir o crescimento das plantas e pode também atuar na regulação do espessamento dos tecidos na base das plantas (RODRIGUES *et al.*, 2003).

2.1.5 Regulador de crescimento

Redutor de crescimento é a denominação utilizada, principalmente pela indústria agroquímica, para se referir a reguladores sintéticos de crescimento de plantas, aplicados exógenamente (DAVIES, 2007). São substâncias que influenciam o desenvolvimento das plantas, promovendo ou inibindo processos fisiológicos específicos. Eles têm sido amplamente utilizados para melhorar a produtividade e a qualidade das culturas agrícolas (AL ZUBADE, 2022).

A busca por práticas agrícolas mais eficientes e sustentáveis tem levado ao aumento do uso de reguladores de crescimento e ao aprimoramento das técnicas de fertilização nitrogenada. Estudos indicam que a aplicação adequada desses insumos pode aumentar significativamente a produtividade e a qualidade dos grãos de trigo, além de reduzir os impactos ambientais negativos associados ao uso excessivo de fertilizantes (BESINGER, 2023; SIMMONS, 2023).

Os resultados de regulação de crescimento de plantas apresentam-se cada vez mais promissores, na redução de estatura, na mitigação ou no estímulo de senescência de folhas, como também, no uso para maturação de frutos (SCUDELER *et al.*, 2004; ZANQUETA *et al.*, 2004; PEDERSEN *et al.*, 2006).

Almeida *et al.* (2015) apontam cinco classes de hormônios vegetais como as de maior destaque: as auxinas (hormônios de crescimento), as giberelinas (reguladores de altura dos vegetais), as citocininas (reguladores da divisão celular), o etileno (hormônio gasoso) e o ácido abscísico (sinal de maturação da semente e age contra estresse) (TAIZ e ZEIGER, 2017).

Produtos pertencentes ao grupo químico das cicloexanodionas, conhecidos como reguladores de crescimento do tipo II, atuam inibindo a biossíntese de giberelinas, hormônio esse frequentemente associado à promoção do crescimento do caule de plantas e, com isso, interrompem também o alongamento celular (ERVIN; KOSKI, 2001). O Trinexapac-ethyl é um exemplo de regulador de crescimento que interfere na última etapa da rota metabólica da biossíntese das giberelinas (RAJALA, 2003).

Nesse sentido, a utilização do trinexapac-ethyl tem se destacado pela eficiência na redução da estatura das plantas e melhoria da arquitetura foliar de trigo e pelo aumento do diâmetro de colmo, diminuindo o acamamento e otimizando o uso da radiação solar, com aumento da produtividade (ZAGONEL & FERNANDES, 2007).

Conforme Taiz et al. (2017), as giberelinas são hormônios naturais das plantas que regulam diversos processos, como germinação, crescimento, desenvolvimento e reprodução, atuando na divisão e alongamento celular, floração e formação de sementes. Melo (2002) destaca que os principais efeitos das giberelinas incluem crescimento do caule, indução da germinação de sementes, crescimento de frutos e indução da masculinidade em flores dioicas. Para evitar o alongamento excessivo das plantas, que pode aumentar a altura e favorecer o acamamento, são utilizados inibidores da síntese de giberelinas em algumas culturas. Em cereais, a redução dos entrenós ajuda a diminuir a tendência ao acamamento e os prejuízos associados à colheita mecanizada (TAIZ; ZEIGER, 2004).

2.1.5.1 Trinexapac-ethyl

O trinexapac-ethyl de nome comercial Moddus é um inibidor da biossíntese de giberelina, que tem por objetivo, na cultura do trigo, reduzir a estatura de plantas e, conseqüentemente, possibilitar maior aporte de nitrogênio (ZAGONEL & FERNANDES, 2007).

Em cereais como trigo (ZAGONEL; VENANCIO; KUNZ, 2002; RODRIGUES *et al.*, 2003; ZAGONEL; FERNANDES, 2007) e cevada (AMABILLE *et al.*, 2004) promove redução da altura das plantas e do acamamento, podendo também promover a redução na severidade de manchas foliares e o aumento da produtividade.

O risco de acamamento, associado às boas perspectivas de rendimento de grãos da cultura e às condições climáticas, deve orientar a decisão de aplicação de regulador de crescimento. Segundo a recomendação do fabricante, para a cultura do trigo, a dose recomendada do trinexapac-ethyl é de 100 a 125 g de i.a. ha⁻¹, aplicado no estágio entre o primeiro e o segundo nó visível Figura 4. Essa recomendação é ampla e não distinta em relação ao porte dos cultivares, os quais podem responder de maneira diferente em relação à dose do produto (RODRIGUES ET AL., 2003)

Figura 4 - Representação do primeiro e segundo nó na cultura do trigo.



Fonte: Biotrigo Genética, 2023.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado no ano de 2023 na área agrícola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Ibirubá (Figura4). A área está situada no planalto médio do Rio Grande do Sul, com latitude de 28°39'11.64" S e longitude de 53°6'48.14" O.

A região é caracterizada por um solo Latossolo Vermelho, conhecido por sua profundidade e boa drenagem, com alta concentração de argila e presença significativa de óxidos de ferro e alumínio. O clima, classificado como temperado úmido com verões quentes, favorece um manejo agrícola estratégico. A área adota rotação de culturas, com aveia preta no inverno para cobertura do solo, seguida pela cultura de soja no verão e semeadura de milho a cada dois anos. Esse sistema promove a sustentabilidade e diversificação das práticas agrícolas na região.

Figura 5 - Área experimental



Fonte: Google Earth, 2024.

2.2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema trifatorial 4x3x2 (doses de nitrogênio x formas de aplicação x uso do regulador de crescimento), com 4 repetições e 24 tratamentos, totalizando assim 96 unidades experimentais. Os tamanhos das parcelas eram de 5 metros de comprimento x 4 metros de largura, com corredor de aproximadamente 1,5 metro, a cada duas parcelas, conferindo ao delineamento uma área total de 1,920m².

Para esse experimento, foi escolhido, o cultivar TBIO Ponteiro da empresa Biotrigo Genética. De acordo com as informações da empresa, a mesma pode ser caracterizada pelo ciclo médio-tardio, maturação média e resistência moderada ao acamamento e à debulha.

A fonte de N utilizada foi a ureia protegida e as doses foram de 0 (testemunha), 45, 67,5 e 90 kg. As formas de aplicação de N foram incorporada ao solo e em cobertura. A incorporação da ureia foi realizada antes da semeadura, que correspondeu a dose total utilizada. Já às aplicações em cobertura, foram feitas de modo integral (dose completa no início do perfilhamento da cultura) e de forma fracionada (50% no início e os outros 50% após o perfilhamento da cultura).

E, em relação ao regulador de crescimento, utilizou-se o tratamento com e sem Trinexapac-ethyl de nome comercial Moddus, na dose de 100 g i.a ha⁻¹ (400 mL ha⁻¹). Aplicou-se na planta no início do perfilhamento, quando o primeiro nó estava visível e o segundo nó perceptível (conforme Figura 4).

2.2.3 Manejos pré semeadura

No dia 18 de maio de 2023, antes da semeadura foi feita a coleta de solo na área onde o experimento seria alocado, onde coletou-se 10 (dez) subamostras na camada de 0-10, após foi homogeneizada e retirada uma amostra para a análise de solo e posterior interpretação, para assim fazer a interpretação e posteriormente uma recomendação da necessidade de adubação e calagem.

Também foi realizado o monitoramento da área, a fim de verificar se a mesma estava apta para implantar a cultura, sem interferência de plantas daninhas. A partir dessa verificação, foram utilizados produtos adequados e registrados para a cultura do trigo, seguindo as recomendações do fabricante presentes na bula do produto. Através do monitoramento, verificou-se a presença de plantas daninhas como o azevém (*Lolium multiflorum* L.), aveia-

branca (*Avena sativa* L.), buva (*Conyza bonariensis* L.) e soja (*Glycine max* L.). Então, diante da presença das mesmas, foram realizadas as aplicações de produtos químicos nos dias 24 e 31 de maio de 2023. Os produtos químicos utilizados para a dessecação pré-semeadura estão representados na Tabela 1.

Tabela 1 - Produtos fitossanitários utilizados no manejo de pré-semeadura da cultura do trigo

Princípio ativo	Nome comercial	Concentração	Dose de p.c./ha*
Cletodim	Select	240 g L ⁻¹	0,50 L
Glifosato	-	480 g L ⁻¹	2,0 L
2,4-D	Aminol	806 g L ⁻¹	1,0 L

Fonte: a autora, 2024.

O produto de nome comercial select foi utilizado para o controle de monocotiledôneas presentes na área. O glifosato juntamente com o select, aplicados no dia 24 de maio de 2023, foi indicado para melhorar o aspecto de controle de folhas largas e estreitas. E, no dia 31 de maio de 2023, foi realizada a aplicação de aminol, o qual é indicado para o manejo e controle de dicotiledôneas. Cabe ressaltar que a dessecação pré-semeadura foi realizada com um pulverizador costal elétrico da marca Kawashima em um volume de calda de 116 L ha⁻¹.

2.2.4 Implantação do experimento

Para a semeadura do experimento na área agrícola foram utilizados os equipamentos da Instituição, como o trator da marca Valtra modelo BM 110 e a semeadora adubadora modelo PAMPEANA 24000 da marca Vence Tudo. A semeadora contém 24 linhas, espaçamento de 17 cm e foi regulada de acordo com a quantidade de sementes e fertilizantes necessários. Dessa forma, a regulagem da semeadora foi de 280 kg de adubo NPK 16-16-16 e 330 plantas por m², e a densidade de semeadura do trigo foi estabelecida através da recomendação do obtentor, a qual é de 300 a 330 plantas finais por m².

A partir do laudo da análise de solo realizada pré semeadura, foi analisado a quantidade dos nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) presentes no solo e, a partir

disso, analisou-se com o auxílio do Manual de Adubação e Calagem a necessidade de aplicação desses mesmos nutrientes naquela área.

Para otimizar o processo de implantação do experimento, a regulagem da semeadora (Figura 6) foi realizada antecipadamente antes dos procedimentos de aplicação de ureia e a semeadura do trigo. Após determinar as doses necessárias, a regulagem era anotada para ser aplicada no momento da implantação do experimento na área.

Figura 6 - Regulagem da semeadora.



Fonte: a autora, 2024.

A incorporação da adubação nitrogenada através da ureia foi realizada antes da semeadura (Figura 7). Dessa forma, abasteceu-se a semeadora apenas com ureia protegida e deslocou-se até a área, onde foi inserida apenas nos blocos experimentais destinados a receber o tratamento. A variação entre as doses foi feita através das paradas dos maquinários que estavam trabalhando em conjunto e assim foram trocadas as engrenagens desejadas para cada dosagem.

Figura 7 - Incorporação da ureia.



Fonte: Pimenta, 2023.

A incorporação da ureia foi realizada no mesmo sentido da semeadura, porém em maior profundidade para evitar um possível efeito salino do fertilizante ou mesmo danos à semente, conforme alerta Silva (2022). Desta forma, a ureia foi depositada a uma profundidade em torno de 6 cm da superfície do solo.

Após a incorporação da ureia, foi feita a limpeza da semeadora para posteriormente realizar a semeadura.

A operação de semeadura ocorreu de forma uniforme em toda área e bordaduras do experimento, não havendo variação nem de população de plantas nem doses de adubo NPK. A profundidade foi de 3cm e o limite de velocidade do conjunto foi respeitado durante a incorporação da ureia e a semeadura do trigo, operando na faixa de 4 km h^{-1}

Com o objetivo de controlar um novo fluxo de plantas invasoras, no início do posicionamento da cultura do trigo, no dia 20 de junho de 2023, foi realizada a aplicação de herbicida pré-emergente, o qual é nomeado comercialmente Yamato. Aliado a isso, foi associado o uso de Patrol por ser um herbicida pós-emergente e Aureo, o qual é adicionado como adjuvante espalhante para maior eficiência da calda. Os produtos, princípio ativo, concentração e doses estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Herbicidas pré e pós-emergentes, usados após a semeadura da

Princípio ativo	Nome comercial	Concentração	Dose de p.c./ha**
Piroxasulfona	Yamato	500 g L ⁻¹	0,12 L
Glufosinato - sal de amônia	Patrol	200 g L ⁻¹	2,50 L
Éster metílico de óleo de soja	Aureo	720 g L ⁻¹	0,55 L

*p.c./ha: produto comercial por hectare.

Fonte: a autora, 2024.

2.2.5 Condução do experimento

Após a implantação da cultura, foram realizados manejos de nitrogênio e controle de pragas, doenças e plantas daninhas. Os manejos foram baseados nas informações técnicas propostas pela 14^a Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale (2022).

Para prevenir e controlar o ataque de insetos e doenças, foram realizadas 4 aplicações de inseticidas e fungicidas durante o ciclo da cultura. A primeira aplicação ocorreu no início da elongação da cultura do trigo. Ambas as aplicações foram realizadas através de um drone da empresa Biotrigo genética, sendo calendarizadas as aplicações com intervalo de aproximadamente 15 dias. Os protocolos de cada aplicação estão descritos na Tabela 3, assim como princípios ativos, concentração e doses utilizadas para cada produto.

Tabela 3 - Produtos fitossanitários utilizados para controle de plantas daninhas e insetos.

Princípio ativo	Nome comercial	Dose de p.c./ha*
1° Aplicação 01/08		
Pirazol + Carboxamida	Miravis	0,30 L
Piraclostrobina + Epoxiconazol	Abacus	0,40 L
Cobre + Zinco	Cuprozin Ultra	0,50 L
Tiametoxam + Lambda-cialotrina	Engeo pleno	0,30 L
Teflubenzurom	Nomolt 150	0,10 L
Pinoxaden	Axial	1,00L
Fluido aditivado para pulverizações	Action Gold	0,06 L
2° Aplicação 14/08		
Pirazol + Carboxamida	Miravis	0,15 L
Piraclostrobina + Epoxiconazol	Abacus	0,40 L
Teflubenzurom	Nomolt 150	0,10 L
Fenpropimorfe + Ciclo-hexanona	Versatilis	0,50 L
Imidacloprido + Beta-ciflutrina	Conect	0,75 L
Fluido aditivado para pulverizações	Action Gold	0,06 L
3° Aplicação 28/08		
Bixafem + Protioconazol + Trifloxistrobina	Fox XPro	0,50 L
Pirazol + Carboxamida	Miravis	0,15 L
Piraclostrobina + Metconazol	Opera Ultra	0,60 L
Tiametoxam + Lambda-cialotrina	Engeo pleno	0,20 L
Teflubenzurom	Nomolt 150	0,10 L
Fluido aditivado para pulverizações	Action Gold	0,06 L
4° Aplicação 14/09		
Piraclostrobina + Metconazol	Opera Ultra	0,70 L
Imidacloprido + Bifentrina	Galil SC	0,30 L
Teflubenzurom	Nomolt 150	0,15 L
Pirazol + Carboxamida	Miravis	0,20 L
Fenpropimorfe + Ciclo-hexanona	Versatilis	0,40 L
Fluido aditivado para pulverizações	Action Gold	0,06 L

*p.c./ha: produto comercial por hectare.

2.2.6 Colheita

A colheita foi realizada no dia 6 de novembro de 2023, quando se completou 140 dias após a semeadura. Para colher as parcelas experimentais a empresa Biotrigo Genética cedeu sua colheitadeira combinada de parcelas, onde a área colhida total foi 2,55 m² com 5 linhas de 3 metros de comprimento cada (Figura 8).

Figura 8 - Colheita das unidades experimentais.



Fonte: a autora, 2024.

O material colhido foi levado até a empresa Biotrigo Genética na cidade de Passo Fundo/RS, para ser realizar análises de produtividade, peso hectolitro (PH), umidade, proteína e massa de mil grãos. Outras análises foram realizadas na própria instituição onde foi alocado o experimento. A seguir serão descritas cada uma delas.

2.2.7 Características agronômicas avaliadas

2.2.7.1 Estande de planta

A avaliação do estande de plantas foi realizada quinze (15) dias após a emergência das plântulas, enquanto os mesmos estavam se desenvolvendo seguindo a metodologia utilizada por Mortari (2021).

Para realizar a contagem, foi utilizada uma trena métrica a fim de definir a quantidade de plantas emergidas em um (1) m linear, nas quatro (4) linhas centrais de cada parcela. Os dados obtidos serão expostos em número de plantas emergidas por metro quadrado.

2.2.7.2 Diâmetro do colmo

A quantificação da espessura do colmo foi realizada por meio do uso de um paquímetro digital, conforme sugere a metodologia de Mumbach (2015). Para realizar esta avaliação, foi mensurado o diâmetro do colmo próximo a metade do local entre o primeiro e o segundo nó da planta, onde foram escolhidas de forma aleatória, 20 plantas de cada parcela. A avaliação ocorreu na maturação fisiológica das plantas. Os dados serão expostos em milímetro (mm).

2.2.7.3 Comprimento do primeiro entrenó

Para realizar a avaliação seguiu-se a metodologia de Mumbach (2015), realizando a seleção de 20 plantas aleatórias em cada parcela no estágio de maturação fisiológica. Com o auxílio de uma régua, com trinta (30) cm nas primeiras avaliações e posteriormente um (1) m ao decorrer do crescimento da planta, foi realizada a mensuração da distância do primeiro ao segundo nó. Os dados serão expressos em centímetros (cm).

2.2.7.4 Estatura de plantas

Para realizara avaliação do estande de plantas, foram escolhidas aleatoriamente vinte (20) plantas dentro da área útil de cada parcela. Dessa forma, com auxílio de uma trena métrica, foi mensurada a altura, que compreende a medida desde a base das plantas até a inserção da folha bandeira. Vale ressaltar que esta avaliação foi realizada quando a cultura do trigo estava

em maturação fisiológica, no estágio 92 na escala de Zadoks *et al.* (1974). Os resultados serão expressos em centímetros (cm), baseando-se na metodologia utilizada por Mortari (2021), com algumas adaptações quanto ao número de plantas avaliadas por parcela.

2.2.7.5 Índice de acamamento

Para determinar o índice de acamamento foi utilizada a metodologia proposta por Arf *et al.* (2001), obtida através de observações visuais na fase de maturação das plantas e atribuição de notas que variam de 0 a 5, conforme o percentual de plantas acamadas. A escala de notas utilizada apresenta os valores de 0 (sem acamamento), 1 (até 5%), 2 (5 a 25%), 3 (25 a 50%), 4 (50 a 75%) e 5 (75 a 100%).

2.2.7.6 Número de perfilhos produtivos por planta

Para realizar essa avaliação foram selecionadas, aleatoriamente, vinte (20) plantas dentro da área útil de cada parcela e realizou-se a contagem dos perfilhos produtivos de cada uma, e, pós, calcular-se o valor médio entre as mesmas. Vale ressaltar que esta avaliação foi feita quando a cultura do trigo se encontrava no estágio de maturação física, entre os estádios 92 e 93, segundo a escala de Zadoks *et al.* (1974). Os resultados serão expressos em número de perfis produtivos por planta, com base na metodologia utilizada por Mortari (2021), com algumas modificações, aumentando o número de plantas coletadas por parcela.

2.2.7.7 Número de espigas por metro quadrado

A contagem do número de espigas por metro quadrado foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Camponogara *et al.* (2016). Desta forma, foram contadas as espigas presentes em um metro quadrado (1m²) dentro da área útil da parcela. Esta avaliação foi realizada no estágio de maturação fisiológica da cultura, entre os estádios 92 e 93, segundo a escala de Zadoks

2.2.7.8 Número de grãos por espiga

Para realizar essa avaliação, foram coletados e contabilizados os grãos presentes em 20

espigasaleatórias na área útil de cada parcela. Esta metodologia baseou-se naquela proposta por Kerber *et al.* (2010), com algumas modificações.

2.2.7.9 Número de grãos por espiga

Para realizar essa avaliação, foram coletados e contabilizados os grãos presentes em 20 espigasaleatórias na área útil de cada parcela. Esta metodologia baseou-se naquela proposta por Kerber *et al.* (2010), com algumas modificações.

2.2.7.10 Massa de mil grãos

A avaliação da massa de mil grãos foi realizada no Laboratório de Análises da empresa Biotrigo Genética, seguindo as metodologias da própria empresa. Foi utilizado um contador automatizado denominado Data Counter S25, com precisão de 99,9% conforme informações técnicas da Data Technologies (2023). Uma amostra contendo no mínimo 1000 grãos é colocada no contador, e através de um sistema de vibração os grãos passam um a um por um sensor, sendo realizada a contagem. Este equipamento é conectado a um computador, e os dados gerados por ele são imediatamente registrados. Os resultados serão expressos em gramas (g).

2.2.7.11 Peso hectolitro

Para determinar o peso hectolitro foi realizada a avaliação no Laboratório de Análises da empresa Biotrigo Genética, seguindo as metodologias da própria empresa. Para isso, foi utilizado um equipamento analisador de grãos denominado InfratecTM da marca Foss, que possui internamente um reservatório com conjunto de balanças. São utilizadas 500g de amostra, e o equipamento subdivide essa quantidade em 10 subamostras e determina o PH, unindo todos os resultados das subamostras para gerar o resultado final de PH, expressos em quilogramas por hectolitro (kg hl^{-1}).

2.2.7.12 Teor de proteína

A determinação do teor de proteína foi também realizada no Laboratório de Análises da empresa Biotrigo Genética, seguindo as metodologias da própria empresa. Para isso,

utilizou-se um equipamento analisador de grãos denominado Infratec™ da marca Foss. Neste equipamento a amostra é interceptada por um feixe de luz que, através do espectro eletromagnético, consegue extrair o teor de proteína existente nos grãos. Cabe destacar que os resultados serão expressos em percentual.

2.2.7.13 Produtividade de grãos

Para avaliação da produtividade, foram colhidas, manualmente com auxílio de foices, as plantas de 5,1 m² de cada parcela, baseando-se na metodologia proposta por Mortari (2021), com algumas modificações. Após a colheita foi realizada a trilha das amostras, limpeza, correção de umidade a 13% e a quantificação do peso, extrapolando para kg ha⁻¹.

2.2.7.14 Análise estatística dos dados

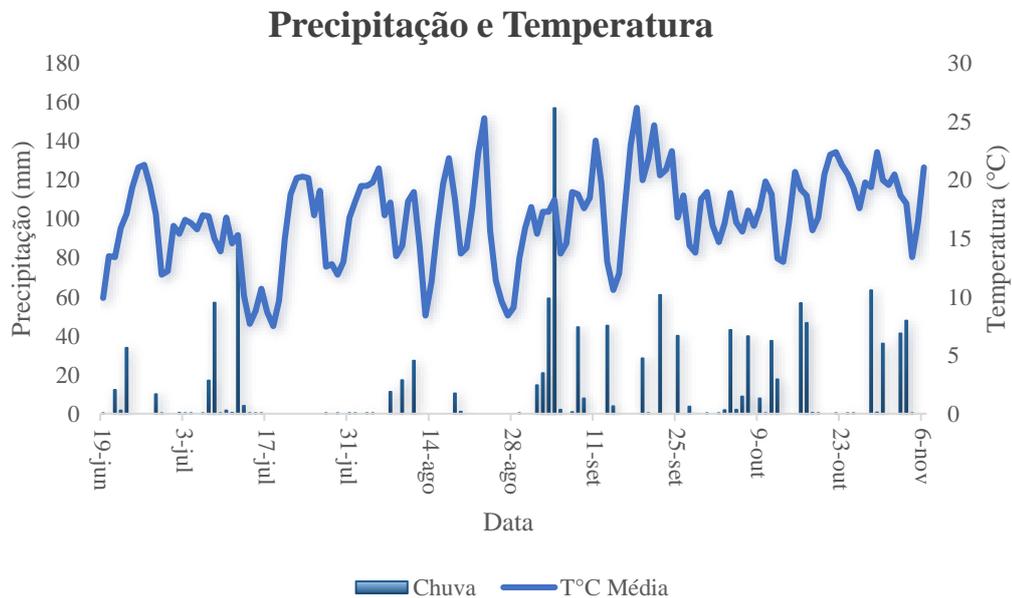
Através das avaliações realizadas, os dados obtidos das mesmas, foram submetidos a análise estatística através do software Sisvar®. Foi gerado os quadros de análise de variância para verificar a significância dos resultados. Posteriormente, para os tratamentos qualitativos, foi realizada a comparação de médias pelo Teste de Scott-Knott a 5% probabilidade de erro, sendo os resultados apresentados em tabelas. Para os tratamentos quantitativos realizou-se a análise de regressão, sendo os resultados apresentados na forma de gráficos.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de Junho a Novembro de 2023 quando o experimento estava sendo desenvolvido, ocorreu uma precipitação de 1239,2 mm, distribuída de forma desigual durante o ciclo da cultura do trigo. Ainda durante o período, ocorreu um acúmulo de chuva em setembro, o qual foi marcado por 503,8 mm, sendo prejudicial para a cultura, favorecendo a incidência de doenças e impactando a qualidade e produtividade do cereal. Além disso, o ciclo da cultura foi encurtado comparado ao ano de 2022, por conta da falta de frio e das ondas de calor.

A Figura 9 representa o gráfico da precipitação e temperatura ao longo do ciclo da cultura do trigo. Os dados meteorológicos foram obtidos através da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) onde se encontra próximo a área onde o experimento foi alocado, dentro do IFRS Campus Ibirubá.

Figura 9 - Dados meteorológicos de precipitação pluviométrica, rajadas de vento e temperatura média, do período de 19 de junho a 06 de novembro de 2023.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

2.3.1 Estande de plantas

O estande de plantas é um dos pilares que sustenta produtividades elevadas na cultura do trigo. A distribuição espacial de plantas, bem como a população de plantas por área interfere

diretamente na arquitetura e morfologia das plantas e conseqüentemente na produtividade (HÖRBE, 2015). Fatores de ambiente, como temperatura, umidade e a qualidade das sementes, afetam diretamente a produção. O correto ajuste da densidade de semeadura pode permitir o maior aproveitamento da radiação incidente, maior competição com plantas daninhas (inter-específica), menor competição entre as plantas de trigo (intra-específica) e melhor aproveitamento da adubação utilizada (MUNDSTOCK, 1999).

Estatisticamente, o estande de plantas não sofreu influência significativa das formas e doses de aplicação de nitrogênio. Assim como, também, não observou interação do uso do regulador de crescimento, de modo que, no momento que ocorreu a avaliação, o Trinexapac-ethyl ainda não havia sido aplicado na cultura. A população de plantas por metro quadrado (m²) pode ser visualizado na tabela 4.

Tabela 4 - Número de plantas por metro quadrado.

Com regulador de crescimento				
Doses de N (kg ha⁻¹)	Formas de aplicação de N			Média
	Incorporado	Total	Fracionado	
0	383,82ns*	391,17	319,11	364,7
45	381,58	367,64	347,76	365,66
67,5	360,29	397,76	356,58	371,54
90	372,05	365,41	360,29	365,92
Média	374,44	380,50	345,94	
Sem regulador de crescimento				
Doses de N (kg ha⁻¹)	Formas de aplicação de N			Média
	Incorporado	Total	Fracionado	
0	345,58	352,94	336	344,84
45	327,94	353,64	373,52	351,7
67,5	325	350	390,41	355,14
90	374,23	352,94	338,94	355,37
Média	343,19	352,38	359,72	

*ns: Não significativo para testes de média a 5% de significância. Coeficiente de Variação (C.V.): 7,36%.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

De acordo com Penckowski, Zagonel e Fernandes (2010), avaliando a qualidade industrial do trigo em função do Trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio, também não obtiveram diferenças significativas no estande de plantas, corroborando com os dados do presente experimento. Da mesma forma, Penckowski (2006) não observou diferença significativa quanto ao estande de plantas, ao trabalhar com diferentes doses de nitrogênio na cultura do trigo.

Estes resultados, contudo, diferem dos obtidos por Foloni *et al.* (2014), o qual também estudou formas e doses de nitrogênio para a cultura do trigo. Nesta circunstância, os autores observaram que a incorporação de ureia a partir de 80 kg ha⁻¹ ocasionou redução do estande de plantas. Esse resultado pode ser atribuído ao fato de que a ureia, quando aplicada na instalação da lavoura, pode gerar elevadas quantidades do gás tóxico NH₃ no volume de solo próximo às sementes, com forte potencial de dano (GRANT; BAILEY, 1999; KARAMANOS *et al.*, 2003)

É possível verificar na Tabela 9 que o estande de plantas acabou situando-se de forma ideal ou superior ao recomendado para o cultivar Ponteiro, pois, de acordo com as recomendações do obtentor, seria de 300 a 330 plantas/m², o que foi possível observar nas condições do experimento. Pode se observar também que alguns valores foram superiores ao recomendado, e isso deve-se ao uso de 15% a mais de sementes, usado como um parâmetro corretor, a fim de adequar o potencial de germinação e vigor das sementes.

Segundo Tonet (2022), em sua pesquisa, o estande de plantas foi inferior ao recomendado. O mesmo ressalta que na primeira semana de implantação do experimento houve um grande volume de chuva em poucos dias. Por isso, acredita-se que houve impacto negativo do excesso de umidade no estande de plantas, ocasionando sua redução. Dessa forma, cabe afirmar, que o presente trabalho possui características de desenvolvimento similares ao de Tonet (2022). Porém, as seguintes pesquisas foram realizadas em anos distintos (2022 e 2023) os quais foram possíveis observar diferenças no ambiente.

2.3.2 Diâmetro de colmo

O diâmetro do colmo é uma característica importante e possui relação com o acamamento de plantas (RODRIGUES *et al.*, 2003). No trabalho em questão, não observou diferenças estatisticamente significativa entre as formas de aplicação de nitrogênio e a interação desta com o uso do regulador de crescimento. Os resultados obtidos estão presentes na Tabela 5.

Tabela 5 -Diâmetro do colmo de plantas de trigo, em milímetros, em função da interação entre uso de regulador de crescimento e formas de aplicação de nitrogênio.

Formas de aplicação de N	Uso de regulador de crescimento		Média
	Com	Sem	
Incorporado	2,88 *	2,87	2,88
Total	2,90	2,90	2,90
Fracionado	2,85	2,86	2,85b
Média	2,87	2,88	

*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entresi pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. Coeficiente de Variação (CV): 4,57%.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

De acordo com a Tabela 5 é possível observar que as formas de aplicação total e fracionada obtiveram resultados com maiores valores e não diferiram estatisticamente entre si, assim como a incorporada, que não diferiu, porém obteve valores menores de diâmetro do colmo.

O regulador de crescimento não alterou o diâmetro do colmo das plantas na cultura do trigo para a cultivar avaliada Tbio Ponteiro no seguinte experimento. Porém a empresa fabricante e detentora do Trinexapac-ethyl afirma que além de reduzir altura de plantas o regulador ~~mas~~ promove o aumento no diâmetro do colmo e aumento na espessura de suas paredes (SYNGENTA, 2003). Afirma-se, ainda, que com a utilização de outro cultivar e em outra condição ambiental poderia ser observada significância para os resultados de diâmetro de colmo.

Apesar disso, trabalhos realizados por Zagonel *et al.* (2002), Penckowski (2006), Penckowski, Zagonel e Fernandes (2009) e Martins (2012), também não demonstraram influência do regulador de crescimento sobre o diâmetro do colmo, corroborando com os dados obtidos na presente pesquisa.

2.3.3 Comprimento do primeiro entrenó

A utilização do regulador de crescimento, segundo Pires *et al.* (2005), se dá quando as plantas de trigo se encontram com o primeiro nó visível e o segundo nó perceptível, ocasionando a redução do comprimento dos entrenós (ZAGONEL, VENÂNCIO; KUNZ,

2002). Porém, nesse trabalho não foram observadas influências significativas das formas de aplicação e doses de nitrogênio e do uso de regulador de crescimento para o comprimento do primeiro entrenó. Os resultados estão expressos na Tabela 6.

Tabela 6 -Comprimento do 1° entrenó de plantas de trigo, em centímetro, mediante ao uso de regulador de crescimento sob diferentes formas de aplicação e doses de nitrogênio.

Com regulador de crescimento				
Doses de N (kg ha⁻¹)	Formas de aplicação de N			Média
	Incorporado	Total	Fracionado	
0	9,48ns*	8,11	8,38	8,66
45	9,48	9,65	9,54	9,56
67,5	9,69	9,96	9,48	9,64
90	9,48	9,88	9,95	9,77
Média	9,48	9,40	9,34	
Sem regulador de crescimento				
Doses de N (kg ha⁻¹)	Formas de aplicação de N			Média
	Incorporado	Total	Fracionado	
0	9,68	9,82	9,41	9,64
45	10,06	9,86	9,52	9,81
67,5	10,35	9,88	9,75	9,99
90	9,90	9,96	10,72	10,19
Média	10,00	9,88	9,85	

*ns: Não significativo para testes de média a 5% de significância. Coeficiente de variação (CV): 6,47%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Os resultados obtidos neste trabalho corroboram com Nardino *et al.* (2013). Desta forma, os autores, estudaram a resposta de cultivares de trigo a doses de nitrogênio e à aplicação de regulador de crescimento, e, da mesma forma, não observaram efeito deste produto sobre o comprimento do primeiro e do segundo nó.

De acordo com Tonet (2022), apesar de não ser observado encurtamento no primeiro

entrenó da planta de trigo, a estatura de plantas foi menor quando aplicado o regulador de crescimento. Desta forma, infere-se que a diminuição da altura se deu a partir do encurtamento dos entrenós superiores da planta, assim como observado por Zagonel, Venâncio e Kunz (2002) e Rodrigues *et al.* (2003).

2.3.4 Estatura de plantas

A altura de plantas e o acamamento estão diretamente ligados, o que podem ser afetados pelas doses de nitrogênio, entre outros fatores relacionados. É, portanto, uma característica que pode ser modificada pelo uso de reguladores de crescimento (ZAGONEL; FERNANDES, 2007).

Dessa forma, foi possível observar diferença estatística para dose de nitrogênio, com o uso do regulador de crescimento, porém, não houve interação entre os mesmos. Os resultados podem ser observados na Figura 7.

É possível observar, que independente de usar ou não o regulador de crescimento, a altura de plantas cresce à medida que se aumenta a dose de N. Contudo, com a utilização do Trinexapac-ethyl, a altura se mantém inferior ao não uso do regulador de crescimento.

Tabela 7 - Estatura de plantas de trigo em função do uso de regulador de crescimento

Uso de regulador de crescimento	
Com	50,84b*
Sem	52,37a

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. Coeficiente de Variação (C.V.): 2,60%.

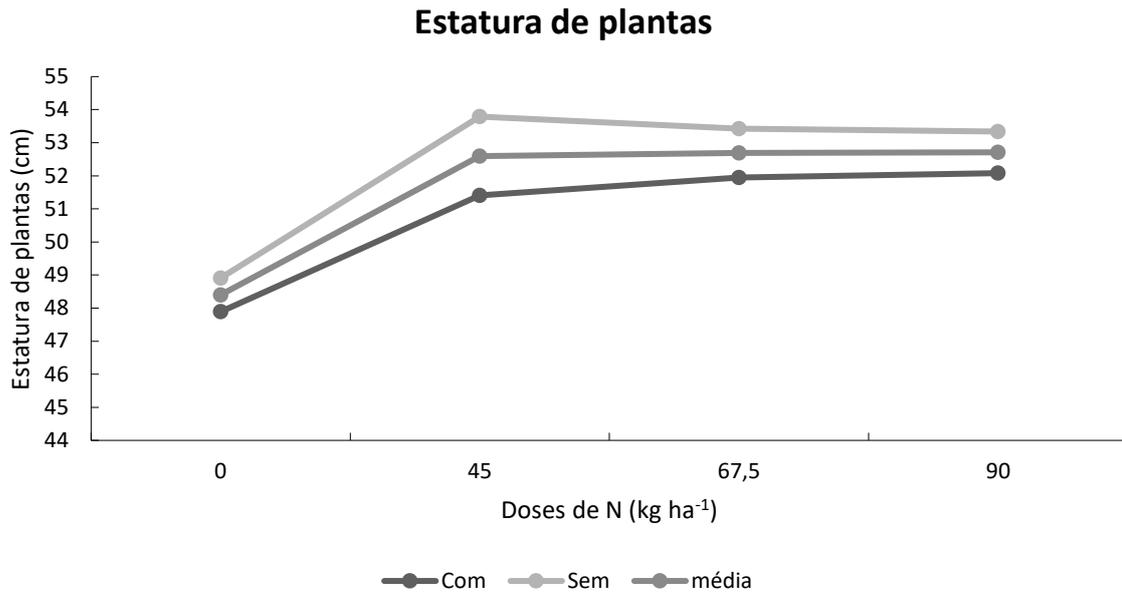
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Em relação as doses de N, a altura de plantas foi crescendo de acordo com o aumento das doses de nitrogênio, até chegar a 67,5kg ha⁻¹, onde não houve diferença estatisticamente para a dose de 90 kg ha⁻¹, apesar de ser numericamente maior. Resultados semelhantes também foram obtidos por Zagonel *et al.* (2002) e Mumbach (2015), os quais obtiveram em suas pesquisas maior estatura de plantas para as doses mais elevadas de nitrogênio.

Tonet (2022), no seu trabalho, verificou diferença estatística para doses de nitrogênio e uso de regulador de crescimento, não havendo interações entre os mesmos. E em relação às

doses de N, a altura foi acrescida à medida em que se aumentou o suprimento de N até 67,5 kg ha⁻¹, onde também não houve diferença estatística para dose de 90 kg ha⁻¹, apesar de ser numericamente maior.

Figura 10 - Efeito de diferentes doses de nitrogênio e do uso de regulador de crescimento sobre a estatura de plantas de trigo.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

A Tabela 7 apresenta a média da estatura de plantas mediante ao uso do regulador de crescimento.

Quanto ao uso do regulador de crescimento, obtiveram-se resultados positivos, pois as plantas que receberam a aplicação do Trinexapac-ethyl obtiveram redução na sua altura, em relação as que não foram aplicadas. Schwerz *et al.* (2012) ao estudar o uso de regulador de crescimento na cultura de trigo sob diferentes densidades de semeadura, observou que as plantas que receberam o Trinexapac-ethyl acabam reduzindo sua altura, relacionando assim, com os resultados obtidos neste trabalho. Resultados semelhantes foram obtidos por Chavarria *et al.* (2015), os quais observaram que as plantas de trigo de dois cultivares que foram tratadas com regulador de crescimento tiveram uma redução significativa de altura.

Da mesma forma, Marco Júnior, Correa e Nakai (2013), Costa *et al.* (2018) e Silva (2022) testaram o efeito do regulador de crescimento e observaram redução na altura de plantas quando o mesmo era utilizado. Assim, a redução da altura de plantas aparece como uma das vantagens mais importantes do Trinexapac-ethyl, e sua interação com a dose de

nitrogênio permite o uso de doses maiores de nitrogênio, mantendo as plantas com altura inferior àquela observada na ausência do produto (ZAGONEL; VENANCIO; KUNZ, 2002).

2.3.5 Índice de acamamento

No seguinte trabalho, não foi observada diferença estatisticamente para doses de nitrogênio e uso de regulador de crescimento. Assim como, também não houve interação entre regulador de crescimento e forma de aplicação de N (Tabela 8).

Tabela 8 - Índice de acamamento na cultura do trigo em função da interação uso de regulador de crescimento e formas de aplicação de nitrogênio.

Formas de aplicação de N	Uso de regulador de crescimento		Média
	Com	Sem	
Incorporado	0,5	0,38	0,44
Total	0,63	0,44	0,54
Fracionado	0,5	0,75	0,63
Média	0,54	0,52	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

O acamamento de plantas se manteve a índices reduzidos e não ultrapassou 5% das plantas acamadas na parcela. Isso pode ser justificado pelos eventos isolados de rajadas de vento acima de 40 km h⁻¹ associados a precipitação pluviométrica, além de a cultivar ser moderadamente resistente ao acamamento (BIOTRIGO, 2023). Também, vale ressaltar, que os tratamentos que não receberam aplicações do Trinexapac-ethyl, apresentaram índices de acamamento semelhantes ou menores que os tratamentos com o uso do produto.

Tonet (2022) realizando estudo semelhante em um ano onde o ambiente foi afetado pelo estresse hídrico, obteve resultados diferentes, onde, no mesmo trabalho foi observado diferença estatística significativa para doses de N e uso de regulador de crescimento. Além disso, houve interação entre o uso de regulador de crescimento e as formas de aplicação de N. Assim como, nos tratamentos que não receberam a aplicação do Trinexapac-ethyl apresentaram índices de acamamento 55% mais elevados que os tratamentos com o uso do produto.

Os resultados obtidos corroboram com os encontrados por Mumbach (2015), o qual também observou redução no índice de acamamento quando as plantas de trigo foram submetidas a aplicação de Trinexapac-ethyl. Resultados semelhantes também foram obtidos por Lozano e Leaden (2001), Rodrigues *et al.* (2003), Adegas (2006), Fernandes (2009), Schwerz *et al.* (2012) e Hawerth *et al.* (2015). É possível inferir que o menor índice de acamamento nos tratamentos que receberam a aplicação do regulador de crescimento seja decorrente da menor altura das plantas, uma vez que, segundo Zagonel e Fernandes (2007), há uma correlação entre estes fatores.

2.3.6 Número de perfilhos produtivos por planta

Aspectos fisiológicos e morfológicos da planta como o desenvolvimento de folhas, emissão de perfilhos e a capacidade fotossintética, podem ser afetados negativamente pela deficiência de N nas poáceas (NEUMANN *et al.*, 2009). O número de perfilhos é diretamente relacionado ao rendimento da planta, por serem a maioria férteis (CAMPONAGARA *et al.*, 2016). O nitrogênio insuficiente resulta em cor verde mais clara, perfilhamento reduzido e perturbação da divisão normal do crescimento celular, e uma diminuição na taxa e extensão da síntese de proteínas (SILVA *et al.*, 2015).

De acordo com o número de perfilhos produtivos por planta, não foram observadas diferenças estatisticamente e interações entre os tratamentos avaliados. Os resultados obtidos podem ser visualizados na Tabela 9.

Tabela 9 - Número de perfilhos produtivos por planta de trigo.

Com regulador de crescimento				
Doses de N (kg ha⁻¹)	Formas de aplicação de N			Média
	Incorporado	Total	Fracionado	
0	1,32ns*	1,55	1,54	1,47
45	1,23	1,32	1,49	1,35
67,5	1,37	1,30	1,46	1,38
90	1,30	1,43	1,44	1,39
Média	1,31	1,40	1,48	
Sem regulador de crescimento				
Doses de N (kg ha⁻¹)	Formas de aplicação de N			Média
	Incorporado	Total	Fracionado	
0	1,39	1,35	1,47	1,40
45	1,49	1,53	1,4	1,47
67,5	1,59	1,59	1,46	1,55
90	1,39	1,51	1,72	1,54
Média	1,47	1,50	1,51	

*ns: Não significativo para testes de média a 5% de significância. Coeficiente de variação (CV): 35,88%.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Penckowski, Zagonel e Fernandes (2009) estudaram manejos nitrogenados e uso de regulador de crescimento na cultura do trigo e avaliaram o número de perfilhos por planta. Assim como o presente trabalho, os autores não encontraram diferença estatística significativa.

De acordo com Kreling (2022), em seu trabalho, o número de perfilhos produtivos diferiu estatisticamente entre a testemunha e os demais tratamentos que receberam suplementação nitrogenada. Por tanto, essa diferença pode ter sido ocasionada por muitos fatores que influenciam diretamente o perfilhamento, como: fatores climáticos (temperatura, luminosidade e umidade do ar e do solo) e fitotécnicos (práticas agrícolas realizadas no campo).

Em se tratando do uso do regulador de crescimento, o presente trabalho corrobora com

Penckowski, Zagonel e Fernandes (2009) e Martins (2012), os quais também não observaram efeitos do Trinexapac-ethyl sobre o número de perfilhos por planta.

2.3.7 Número de espigas por metro quadrado

O número de espigas por metro quadrado faz parte dos componentes de rendimento da cultura do trigo e pode ser afetado por vários fatores, como estado nutricional do solo e das plantas e densidades de semeadura (FIOREZE; RODRIGUES, 2014). No presente trabalho, observou-se diferenças estatísticas para as doses de nitrogênio e uso de regulador de crescimento, os dados podem ser observados na Tabela 10.

Tabela 10 - Efeito das formas de aplicação de nitrogênio, do uso do regulador de crescimento e doses de N sobre o número de espigas por metro quadrado para a cultura do trigo.

Forma de aplicação de N			
Incorporado			489,35ns*
Total			506,23
Fracionado			526,23
Doses de N (kg/ha)	Uso de regulador de crescimento		Média
	Com	Sem	
0	478,29bA**	477,52 cA	477,90 c
45	485,64 aA	516,00 bB	500,82 b
67,5	507,82 aA	541,88 bB	524,85 b
90	504,52 aA	546,52 aA	525,52 a
Média	494,06 A	520,48 B	

*ns: Não significativo para testes de média a 5% de significância.

**Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entresi, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. Coeficiente de Variação (C.V.): 7,23%.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Os dados apresentados na Tabela 10 demonstram que o uso do regulador de crescimento sobre o número de espigas por metro quadrado não obteve interação significativa entre as fontes de variação.

Tonet (2022) em seu estudo percebeu influência positiva do regulador de crescimento em relação ao número de plantas por metro quadrado. Estimou-se que o aumento foi de 3,5% quando se fez o uso do Trinexapac-ethyl. Apesar de se tratar de trabalhos semelhantes, pode-se observar que a diferença obtida entre eles pode ser causada por fatores ambientais (temperatura, luminosidade e umidade do ar e do solo).

Para a interação entre doses de N e uso de regulador de crescimento, foi observado que a aplicação de Trinexapac-ethyl sobre a testemunha resultou em maior número de espigas por metro quadrado, o que não aconteceu para as demais doses, em que não foram observadas diferenças para o uso do produto.

Também, observou-se que a fonte de adubação nitrogenada de forma fracionada, apresentou maior número de plantas por metro quadrado, sendo que no trabalho de Tonet (2022), a forma que maior apresentou número de plantas foi a incorporada.

2.3.8 Número de grãos por espiga

Pelos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se observar que não houve interação estatisticamente significativa entre as doses e as formas de aplicação de N para o número de grãos por espiga, conforme pode ser visualizado na Tabela 11. Dessa forma, o número de grãos por espiga aumentou, à medida que foi acrescida as doses de N. Assim, como as formas de aplicação, pois quando utilizada a ureia de forma fracionada, obteve crescimento no número de grãos por espiga.

Tabela 11 - Efeito de formas de aplicação e doses de nitrogênio e uso de regulador de crescimento sobre o número de grãos por espiga para a cultura do trigo.

Fonte de variação	Nº Grãos/espiga
Forma de aplicação de N	
Incorporado	35,45a*
Total	35,99a
Fracionado	36,63a
Dose de N (kg ha⁻¹)	
0	34,67b
45	35,04b
67,5	37,27a
90	37,10a
Uso de regulador de crescimento	
Com	36,34a
Sem	35,71a

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. Coeficiente de Variação (C.V.): 9,71%.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

O uso do regulador de crescimento não mostrou diferença estatisticamente, porém, demonstrou aumento de 1,8% no número de grãos por espiga, com a aplicação do Trinexapac-ethyl, o qual obteve efeitos positivos sobre o número de grãos por espiga.

Resultados semelhantes foram obtidos por Zagonel, Venancio e Kunz (2002) os mesmos, verificaram efeitos positivos do Trinexapac-ethyl sobre o número de grãos por espigas, onde seus resultados, mostraram que o aumento de grãos por espiga com o uso do regulador de crescimento, foi de 3,5%.

2.3.9 Massa de mil grãos

A massa de mil grãos (MMG) foi afetada pela dose de aplicação de nitrogênio. A dose aplicação de 0 (testemunha), propiciou a maior massa de mil grãos de trigo, diferindo-se estatisticamente das aplicações de 45, 67,5 e 90 kg ha⁻¹. A análise estatística

pode ser visualizada na Tabela 12.

Tabela 12 - Efeito de formas de aplicação de nitrogênio e do uso de regulador de crescimento sobre a massa de mil grãos, em gramas, para a cultura do trigo.

Fonte de variação	Massa de mil grãos (g)
Forma de aplicação de N	
Incorporado	30,62a*
Total	29,78a
Fracionado	30,13a
Doses de N (kg ha⁻¹)	
0	31,44ns**
45	30,25b
67,5	29,39a
90	29,53a
Uso de regulador de crescimento	
Com	29,98a
Sem	30,38a

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. Coeficiente de Variação (C.V.): 2,09%.

**ns: Não significativo para testes de média a 5% de significância.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Teixeira-Filho *et al.* (2010) e Theago *et al.* (2014) pesquisaram doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto no ano de 2006 e 2008, respectivamente. Os autores verificaram aumento no peso de cem grãos quando fizeram a aplicação de nitrogênio no momento da semeadura do trigo, semelhante ao resultado obtido no presente trabalho.

O uso do regulador de crescimento afetou negativamente o peso de mil grãos, diminuindo, em média, 1 grama se comparada aos tratamentos que não receberam aplicação do produto. Zagonel *et al.* (2002) também estudaram regulador de crescimento na cultura do trigo e verificaram efeito negativo sobre o peso de mil grãos quando se fez uso do Trinexapac-ethyl.

Da mesma forma, Fernandes (2009) pesquisando populações de plantas e regulador decrescimento na cultura do trigo, observou diferença estatística com menor MMG para o uso de Trinexapac-ethyl somente para um cultivar, não havendo diferença para demais, evidenciando a resposta diferente de acordo com o genótipo.

2.3.10 Peso hectolitro

No Brasil, o peso hectolitro ideal para trigo de alta qualidade industrial é igual ou superior a 78 kg hL⁻¹ para grãos limpos com 13% de umidade.

No presente trabalho, o peso hectolitro sofreu influência apenas das doses de nitrogênio, e os resultados apresentadas foram ideais para o comércio, pois de acordo com Guarienti (1993) e Broca (2021), o PH deve ser no mínimo de 65 kg hl⁻¹ para o comércio e superior a 78 para ser utilizado para panificação sendo classificado como Tipo 1, conforme preconizado pela legislação vigente (Tabela 13).

Tabela 13 - Efeito de doses de nitrogênio no peso hectolitro para a cultura do trigo.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	Peso do hectolitro (kg hl ⁻¹)
0	76,06b*
45	75,17a
67,5	74,55a
90	74,69a

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. Coeficiente de Variação (C.V.): 0,40%.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Guarienti, Wiethôlter e Miranda (1991) estudaram diferentes doses de nitrogênio em cobertura no trigo e não verificaram influências no peso hectolitro das amostras, assim como Ohse e Antunes (2022). Nardino *et al.* (2013) observaram tendência de aumento no PH à medida em que se aumentou o aporte do Nitrogênio.

Schneider (2022) e Chagas *et al* (2022) concluíram, em suas pesquisas, que o PH foi afetado negativamente pelo aumento nas doses de N. Essa redução do peso hectolitro com o aumento de doses de N corrobora com as respostas encontradas por outros autores (PRANDO

et al., 2012; TRINDADE *et al.*, 2006). Isso poderia ser decorrente da maior competição pelos fotoassimilados produzidos, visto que aumento na adubação nitrogenada pode resultar em maior número de espigas por metro quadrado, como foi observado no estudo de Costa *et al.* (2018).

2.3.11 Teor de proteína

No presente trabalho, o teor de proteína, mostrou diferenças estatisticamente, nas formas de aplicação e doses de nitrogênio, as quais se mostraram diferentes. Não ocorrendo diferenças significativas do uso de regulador de crescimento. Os dados obtidos podem ser verificados na Tabela 14 e na Tabela 15.

Tabela 14 - Efeito de formas de aplicação N sobre o teor de proteína em grãos de trigo.

Fonte de variação	Teor de proteína (%)
Forma de aplicação de N	
Incorporado	12,91b
Total	13,28a
Fracionado	13,30a

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Dentre as formas de aplicação de nitrogênio, a incorporação da ureia proporcionou uma redução de 2,9% no teor de proteína dos grãos se comparada às formas total e a fracionada. Para a pesquisa de Sangoi *et al.* (2007) não houve efeito significativo das diferentes épocas de aplicação em cobertura de nitrogênio sobre o teor de proteína nos grãos. Já para as doses de N, os resultados do teor de proteína podem ser observados na Tabela 15.

Tabela 15 - Efeito de doses de N sobre o teor de proteína em grãos de trigo.

Fonte de variação	Teor de proteína (%)
Doses de N	
0	12,72c
45	13,05b
67,5	13,36a
90	13,51a

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

O teor de proteína nos grãos aumentou à medida em que as doses de nitrogênio também se elevaram, corroborando com os resultados obtidos por Folchini *et al.* (2022) e Bazzo *et al.* (2020), que ao avaliarem doses de 0 e 90 kg ha⁻¹ de N, concluíram que a maior dose aumentou o teor de proteína. Da mesma forma, Pinnow *et al.* (2013), afirma que as doses de 80 e 120 kg ha⁻¹ de N afetam positivamente o teor de proteína no grão.

Assim como, Tonet (2022) encontrou resultados semelhantes na safra de 2022. Kreling (2022) encontrou resultados que demonstraram que o teor de proteína foi influenciado tanto pelas doses quanto pelas formas de aplicação de N, porém não houve interação entre estes dois parâmetros. Com isso, se observou que o teor de proteína foi mais elevado nas doses de 67,5 e 90,0 kg N ha⁻¹, no entanto, em nenhuma das doses de N a proteína foi superior a 12%.

O aumento na concentração de N nos grãos ocorre devido à maior disponibilidade do nutriente no solo e maior absorção e translocação do elemento pela planta (ESPINDULA *et al.*, 2010). Assim, o N que é absorvido a partir da emissão da inflorescência tem sua principal contribuição no incremento do teor de proteína do grão (LAMOTHE, 2006; RODRIGUES *et al.*, 2010).

2.3.12 Produtividade de grãos

Apenas as doses de nitrogênio influenciaram a produtividade de grãos de trigo. Além disso, não foram observadas interações entre os fatores, bem como diferenças significativas para o uso do regulador de crescimento (Tabela 16).

Tabela 16 - Efeito de formas de aplicação e doses de nitrogênio e do uso de regulador decrescimento sobre a produtividade da cultura do trigo.

Fonte de variação	Produtividade (kg ha⁻¹)
Forma de aplicação de N	
Incorporado	4198,53*
Total	4053,40
Fracionado	4040,97
Dose de N (kg ha⁻¹)	
0	3818,83b
45	4207,41a
67,5	4193,66a
90	4170,62a
Uso de regulador de crescimento	
Com	4055,02**
Sem	4140,25

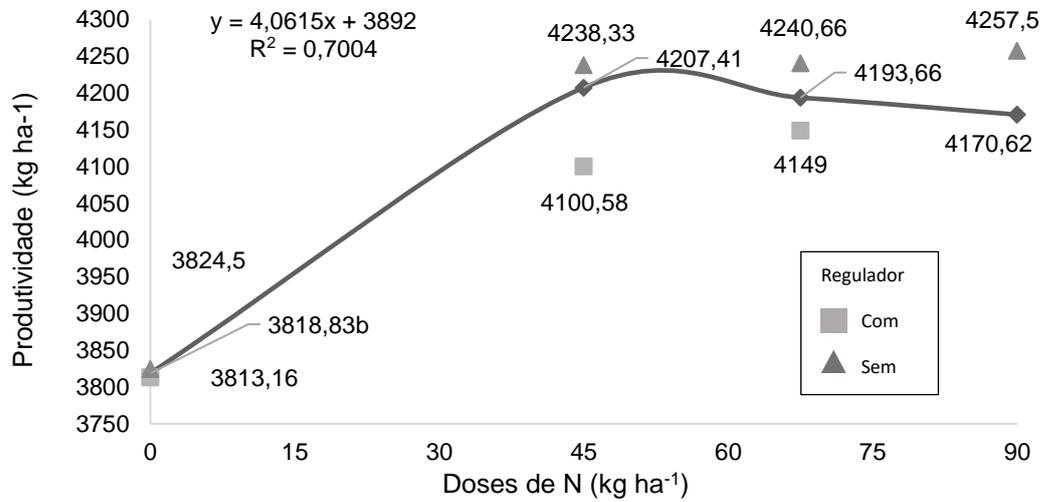
*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. Coeficiente de Variação (C.V.): 8,13%.

** ns: Não significativo para testes de média a 5% de significância.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Em relação as doses de N, foram encontradas diferenças estatísticas significativas apenas para a testemunha (0 kg ha⁻¹), a qual representou a menor produtividade. Apresentando assim, nas demais doses, 45, 67,5 e 90 kg ha⁻¹ de N um desempenho similar, como podemos ver na Figura 11.

Figura 11. Influência das doses de N e uso do regulador de crescimento na produtividade.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Bazzo *et al.* (2021) testou doses de 0, 40 e 80 kg ha⁻¹ de N aplicados na semeadura ou em cobertura e seus efeitos sobre componentes de rendimento na cultura do trigo, em Londrina/PR. Como resultado, o autor não verificou diferenças significativas na produtividade para doses de nitrogênio testadas.

Costa *et al.* (2018), ao avaliar diferentes doses de N em cobertura e o efeito do Trinexapac-ethyl no trigo, e verificaram que o regulador de crescimento altera os componentes morfológicos do trigo, porém não altera os componentes produtivos e a produtividade de grãos. Os trabalhos de Cappellari (2011) e Hilgemberg (2010), também não obtiveram efeito do regulador de crescimento sobre a produtividade de grãos, corroborando com os resultados do presente experimento.

Entretanto, Cauduro *et al.* (2018) avaliou a produtividade e qualidade industrial de trigo sob duas doses de nitrogênio (90 e 117 kg ha⁻¹) e uso de regulador de crescimento para duas cultivares, em Passo Fundo/RS. Para ambas as cultivares, o autor verificou elevação na produtividade tanto com o aumento nas doses de nitrogênio como com o uso do Trinexapac-ethyl. De modo geral, houve um incremento de 9,86% e 1,22%, para a dose de 90 Kg ha⁻¹ de N e 117 Kg ha⁻¹ de N, respectivamente.

3 CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que a população de plantas por metro quadrado não foi significativamente influenciada pelas diferentes formas e doses de aplicação de nitrogênio, nem pelo uso de regulador de crescimento.

No que diz respeito ao diâmetro do colmo, o regulador de crescimento Trinexapac-ethyl não apresentou impacto significativo. Semelhantemente, o comprimento do primeiro entrenó e a estatura das plantas não foram afetados de maneira significativa pelo regulador de crescimento ou pelas formas de aplicação de nitrogênio, embora tenha sido observada uma redução na altura das plantas tratadas com Trinexapac-ethyl.

O índice de acamamento permaneceu baixo, não apresentando variações significativas em função das doses de nitrogênio ou do uso de regulador de crescimento. Esse resultado pode ser associado à resistência moderada ao acamamento da cultivar utilizada e às condições ambientais específicas do experimento.

Já o número de perfilhos produtivos por planta também não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos.

O número de espigas por metro quadrado e o número de grãos por espiga mostraram-se influenciados pelas doses de nitrogênio e pelo uso do regulador de crescimento, especialmente quando o nitrogênio foi aplicado de forma fracionada. Esses resultados ressaltam a importância da adubação nitrogenada no manejo da cultura do trigo para maximizar a produtividade.

Em síntese, destaca-se que, embora alguns aspectos da morfologia e produtividade do trigo possam ser influenciados por práticas de manejo específicas, como a aplicação de reguladores de crescimento e diferentes formas de adubação nitrogenada, outros fatores como a resistência intrínseca da cultivar e as condições ambientais desempenham um papel crucial. Portanto, a otimização do estande de plantas e a aplicação adequada de insumos são fundamentais para o sucesso da cultura do trigo, requerendo um manejo integrado e ajustado às condições locais e às características da cultivar utilizada.

4 REFERÊNCIAS

ADEGAS, F. S. **Efeito do regulador de crescimento trinexapac-ethyl em cultivares de trigo, semeados sob diferentes densidades** In: Congresso Brasileiro da Ciência das plantas daninhas, 25., 2006, Brasília. Resumos. Brasília: SBCPD/UNB/Embrapa Cerrado. 2006, 204 p.

ALMEIDA, E. M.; DIJKSTRA, D.; RIBEIRO, F. M.; RIOS, A. D. F. **O uso de reguladores de crescimento vegetal em plantas forrageiras**. Nutritime Revista Eletrônica, Viçosa, v. 12, n. 5, p. 4302-4308, 2015. Disponível em: https://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/330_-_4302-4308_-_NRE_12-5_set-out_2015.pdf. Acesso em: 10 de maio de 2024.

AL ZUBADE, M. **A utilização de reguladores de crescimento na agricultura**. *Revista de Agronomia e Desenvolvimento Rural*, v. 10, n. 3, p. 45-56, 2022.

AMABILLE, R. F.; MINELLA, E.; VALENTE, C. M. W.; SERRA, D. D. de. **Efeito do Regulador de Crescimento Trinexapac-Etil em Cevada Cervejeira Irrigada em Áreas de Cerrado do Distrito Federal**. Platina: Embrapa Cerrados, 2004. 14 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 120).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDUSTRIAS DO TRIGO (ABITRIGO). **Cartilha do agricultor: Micotoxinas no trigo**. 2018.

BAZZO, J. H. B.; GARCIA, E. B.; MARINHO, J. de L.; GOMES, D.; SILVA, S. R.; ZUCARELI, C. **Vigor de sementes e adubação nitrogenada na produtividade e qualidade fisiológica de sementes de trigo**. *Revista Cultura Agrônômica, Ilha Solteira*, v.30, n.1, p.39-50, 2021.

BAZZO, J. H. B.; SAPUCAY, M. J. L. da C.; FRANZONI, I.; ZUCARELI, C. **Adubação nitrogenada de cobertura via solo e foliar na produtividade e composição mineral de grãos de trigo**. *Rev. Terra & Cult., Londrina*, v. 36, n. 70, jan./jun. 2020.

BERRY, P.M.; SPINK, J.H.; GAY, A.P.; CRAIGON, J. **A comparison of root and stem lodging risks among winter wheat cultivars**. *Journal of Agricultural Science*, v. 141, p. 191-202. 2003.

BESINGER, T. **Sustainable Practices in Wheat Cultivation: The Role of Growth Regulators**. *Agricultural Science Today*, v. 15, n. 4, p. 234-245, 2023.

BIOTRIGO. **Catálogo de cultivares. 2023**. Disponível em: <https://biotrigo.com.br/cultivares/tbio-ponteiro/>. Acesso em: 10 de maio de 2024..

BONA, F. D.; MORI, C.; WIETHÖLTER, S. **Manejo nutricional da cultura do trigo. Informações Agrônômicas**. International Plant Nutrition Institute, n. 154, 2016.

BOSCHINI, A.P. M. **Produtividade e qualidade de grãos de trigo influenciados por nitrogênio e lâminas de água no Distrito Federal**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília/DF. 2010. 54 p.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. **Estádios fenológicos do trigo para a adubação nitrogenada em cobertura.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.25, n.2, p.317-323, 2001.

BROCA, A. **Estudo da qualidade do trigo e da farinha de trigo destinada a panificação em um moinho no sul do Brasil.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul/PR. 2020. 33 p.

BUNNELL, B.T.; MCCARTY, L.B. **Sunlight requirements for ultradwarf bermudagrass greens.** Golf Course Management, v. 72, n. 8, p. 92-96, 2004.

CAMPONOGARA, A. S.; OLIVEIRA, G. A.; GEORGIN, J.; ROSA, A. L. **Avaliação dos componentes de rendimento do trigo quando submetido a diferentes fontes de nitrogênio.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria, v. 20, n. 1, jan.-abr. p. 524–532 Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM ISSN : 22361170. 2016. Disponível em <<https://pdfs.semanticscholar.org/92f3/ce3a1549ee8043b1400717a2eef3aa93c3a4.pdf>>. Acesso em 16 de julho de 2024

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F. et al. (Eds.). **Fertilidade do Solo.** Viçosa: SBCS, p. 375-470. 2007.

CAPPELLARI, I. **Genótipos de trigo (Triticum aestivum L.) submetidos a aplicação de trinexapac-ethyl em diferentes densidades de semeadura. Trabalho de Conclusão de Curso.** Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí/RS. 2011. 40 p.

CAUDURO, T.; ZOLDAN, S. M.; TURRA, C.; REMOR, M.; BEDIN, A.; GUTKOSKI, L. C. **Produtividade e qualidade industrial de trigo sob doses de nitrogênio e regulador de crescimento.** 12ª Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, Passo Fundo, RS. 2018.

CHAGAS, J. H.; ALBRECHT, J. C.; PIRES, J. L. F.; SOBRINHO, J. S.; FRONZA, V. **Densidade de semeadura e nitrogênio no trigo BRS 404 em sistema sequeiro em Planaltina - DF.** Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, Curitiba, v.5, n.1, p.1439-1444, jan./mar. 2022.

CHAVARRIA, G.; ROSA, W. P.; HOFFMANN, L.; DURIGON, M. R. **Regulador de crescimento em plantas de trigo: reflexos sobre o desenvolvimento vegetativo, rendimento e qualidade de grãos.** Rev. Ceres, Viçosa, v. 62, n.6, p. 583-588, nov-dez, 2015.

CHEN, L. **Importance of Nitrogen in Plant Growth.** *Journal of Plant Science*, v. 12, n. 2, p. 123-134, 2018.

CIVARDI, E. A.; SILVEIRA NETO, A. N.; RAGAGNIN, V. A.; GODOY, E. R.; BROD, E. **Ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho.** e-ISSN 1983-4063 Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 41, n. 1, p. 52-59, jan./mar. 2011. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/pat/a/WJv68h4hGqXTg3w4zsNGXqd/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em 12 de maio de 2024.

COELHO, M.A.O.; SOUZA, M.A.; SEDIYAMA, T.; RIBEIRO, A.C.; SEDIYAMA, C.S. Resposta da produtividade de grãos e outras características agronômicas do trigo Embrapa-22 irrigado ao nitrogênio em cobertura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.22, p.555-561, 1998.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. v.9 – Safra 2022/2023**, n.5- Nono levantamento. Brasília, DF, 2023.

CONAB – **Companhia Nacional de Abastecimento. Compêndio de Estudos Conab. Companhia Nacional de Abastecimento**, v. 1, Brasília, 2016.

COSTA, C. H. M.; VILELA, J. R. G.; SOUSA, A. L. S.; PAZ, R. B. O.; MOURA, B. F. S. **Adubação nitrogenada e uso de regulador de crescimento na produção de trigo de sequeiro**. *Colloquium Agrariae*, v. 14, n.4, Out-Dez. 2018, p. 01-09. DOI: 10.5747/ca.2018.v14.n4.a243

CRUZ, P.C. **Genética do acamamento em trigo (*Triticum aestivum* L.) e a identificação do caráter para seleção**. 2002, 107 p. Tese de Doutorado - Pós-graduação em genética e biologia molecular. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

CRUZ, P.J; CARVALHO, F.I.F; CAETANO, V.R.C; SILVA, S.A; KUREK, A.J; BARBIERI, R.L. **Caracteres relacionados com a resistência ao acamamento em trigo comum**. *Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas*, v. 7, n. 1, p. 33-37, 2001.

CUNHA, G. R.; MARQUES, A. C. R.; LUNARDI, R.; ZOLDAN, S. M.; TURRA, C.; BERGAMIN, A. C. **Monitoramento da qualidade industrial do trigo no Rio Grande do Sul, safra 2011**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. 4 p. (Comunicado Técnico 279).

DEGHETTO, L. V.; DUARTE, M. D.; SÁ, C. A. C.; SÁ, M. E.; SÁ, M. F. L. de. **Comportamento agronômico de cultivares de trigo irrigado em diferentes doses de nitrogênio e potássio**. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 6, n. 3, p. 156-166, 2012.

DICK, D. P.; SILVA, L. S.; BAYER, C.; GUPPY, C. L.; BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **The Nature and Properties of Soils**. 15th Edition. Pearson, 2016.

DÍAZ, C.; BALCELLS, J. C.; AZCON, R.; MARTIN, J. A.; MARTINEZ, L. A.; MORAN, D.; RIBES, A.; SIMON, E.; VAZQUEZ, E.; VILLALBA, D. A.; ZARATE, P. **The effects of climate and plant spacing on the yield and composition of wheat**. *Crop Sci.*, v. 51, p. 214-223, 2011.

DUARTE, D.; FILHO, M. J.; FURLANI, P. R.; HIRSCHFELD, A. A.; MORELLI, A.; VIANELLO, R. L. **Efeito de diferentes lâminas de irrigação sobre a produção de trigo e cevada no estado de São Paulo**. *Bragantia*, v. 42, p. 57-65, 1983.

EMBRAPA. **Trigo BRS 254: uma cultivar para o cultivo na região do Cerrado**. Embrapa Trigo, 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/9990103/brs-254-uma-cultivar-de-trigo-para-o-cerrado>. Acesso em: 20 de abril de 2024.

FARIA, L.C. **Manejo da adubação nitrogenada na produtividade e na qualidade de trigo na savana de Roraima**. 2014. 106 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

FERNANDES, D. M.; GOMES JUNIOR, F. G. **Fatores de produção e o desenvolvimento e a produtividade do trigo (*Triticum aestivum* L.)**. Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, v. 1, n. 1, p. 29-36, jan./mar. 2014.

FERREIRA, R. A. C. **Efeitos de nitrogênio em cultivares de trigo com e sem irrigação suplementar**. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 2012. 79 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, 2012.

FLUMIGNAN, D. L. **Processo de germinação e crescimento inicial de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) armazenadas sob condições controladas**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR. 2016. 26 p.

FOLONI, J. S. S.; BASSOI, M. C.; OLIVEIRA JUNIOR, A., CASTRO C. **Fontes e doses de nitrogênio na adubação de semeadura do trigo no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8). 2014. Disponível em <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1008455/1/BoletimPD81.pdf>>. Acesso em 02 de junho de 2023.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. **A importância do uso de semente de soja de alta qualidade**. *Informativo ABRATES*, v. 20, n. 1, p. 037-038, 2010.

FRANKEN, E. J.; MARIN, F. R. A.; COSTA, L. G. Z.; BLANCO, F. F.; FRANCHINI, J. C. **Eficiência de uso da água para trigo e soja cultivados em um sistema de integração lavoura-pecuária com diferentes manejos de solo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 46, p. 1492-1500, 2011.

GARCIA, G. P.; AITA, N. A.; VIEIRA, S. A. **Eficiência de fungicidas e inseticidas em cultivares de trigo no oeste do Paraná**. Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, v. 6, n. 2, p. 13-23, abr./jun. 2019.

GARCIA, P. B. **Comportamento de cultivares de trigo quanto à resistência ao acamamento**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Londrina, Londrina/PR. 2014. 42 p.

GOMES, J.; COELHO, A. M. G.; OLIVEIRA, P. M. **Manejo da adubação nitrogenada em cultivares de trigo no sul do Brasil**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 10, n. 1, p. 45-52, jan./fev. 2015.

GUIMARÃES, V. F.; RIBEIRO, J. F.; LIMA, J. J. S. **Adubação nitrogenada e densidade de semeadura na produção de trigo em diferentes condições climáticas do estado do Paraná**. *Colloquium Agrariae*, v. 10, n. 1, p. 1-10, 2014.

HIRAI, A. H. **Influência do uso de fertilizantes na produtividade do trigo em áreas de cultivo de inverno no Paraná**. Revista Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v. 22, n. 2, p. 54-60, 2009.

KOCH, H. W. **Comportamento agrônômico e rentabilidade de cultivares de trigo sob diferentes manejos de adubação e densidade de semeadura no Planalto Catarinense**. Tese (Doutorado). Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava/PR. 2017. 121 p.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B. **Eficiência no uso do nitrogênio por cultivares de aveia branca de acordo com a adubação nitrogenada**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, n. 6, p. 1033-1038, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832003000600007>

MACK, R. **Nitrogen and its Role in Plant Physiology**. *Agricultural Research Quarterly*, v. 8, n. 1, p. 67-79, 2019.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2ª ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARINHO, J.L.; BAZZO, J.H.B.; CARDOSO, C.P.; ZUCARELI, C.; FONSECA, I.C.B.F. **Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de cultivares de trigo em diferentes densidades de semeadura**. *Colloquium Agrariae*, v. 14, n. 3, p. 122-131, 2018. <http://dx.doi.org/10.5747/ca.2018.v14.n3.a234>

MARQUES, A. C. R.; GONÇALVES, J. A. K.; DE BONA, F. D.; ALMEIDA, M. D.; SILVA, S. R.; GODOY, R. C. B. **Produtividade e qualidade de grãos de trigo em função de diferentes épocas de semeadura e densidades de plantas no Planalto Catarinense**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 44, n. 4, p. 667-672, 2014.

MEDICOTT, P.; STANTON, D. **Integrated weed management in wheat: Towards a more sustainable approach**. *Field Crops Research*, v. 140, p. 23-33, 2013.

MORAES, R. M.; COSTA, A. P.; MORAIS, S. D. **Efeito do regulador de crescimento etefon sobre o acamamento em trigo**. In: Congresso Brasileiro de Ciência das Plantas Daninhas, 22., 2000, Recife. Anais... Recife: SBCPD, 2000. p. 617-620.

OLIVEIRA, F. J. S.; SANTOS, D. R. R.; GONÇALVES, L. S. A.; BOLONHEZI, D.; LIMA, G. P.; VILELA, L. A. F. **Nitrogênio em cobertura no trigo: épocas de aplicação e doses**. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v. 7, n. 3, p. 229-233, 2001.

OLIVEIRA, G. C.; SÁ, J. C. M.; NUNES, T. S.; TAVARES, R. L.; SHIGUEOKA, J. T. **Comportamento de cultivares de trigo no cerrado brasileiro**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, n. 4, p. 483-489, 2008.

OLIVEIRA, J. A. M.; COSTA, R. V.; TEIXEIRA, H.; ROSA, S. L.; SANTOS, A. P.; MATTOS, P. J.; ALMEIDA, E. S. N. de. **Produção e qualidade do trigo em função do uso de reguladores de crescimento**. *Revista de Ciências Agrárias*, Belém, v. 63, n. 4, p. 397-403, 2022.

PALMA, L. F.; SILVEIRA, P. M. **Eficiência da aplicação foliar de nitrogênio no trigo**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 28, n. 3, p. 423-429, 1993.

PEREIRA, A. S.; BOTEGA, G. P.; REIS, C. M. F.; FARIAS, J. R. B. **Balço hídrico e crescimento do trigo em condições de cerrado**. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 291-298, 2001.

PEREIRA, E. de L.; MACHADO, J. C.; OLIVEIRA, R. J.; VIEIRA, J. V.; ROSA, S. L.; CARVALHO, S. A. **Cultivares de trigo irrigado: produtividade e qualidade de grãos no cerrado do Brasil Central.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 44, n. 6, p. 636-643, 2009.

PEREIRA, L. S.; MONTENEGRO, S. M.; MORAES, S. O. **Qualidade industrial do trigo cultivado na região de Dourados, Mato Grosso do Sul.** Revista de Ciências Agrárias, Belém, v. 59, n. 1, p. 35-42, 2016.

RIBEIRO JUNIOR, P. J.; BRAGA, M. R. **Influência de doses de nitrogênio sobre a produtividade de trigo cultivado em rotação com milho.** Agrarian, Dourados-MS, v. 11, n. 40, p. 275-285, 2018.

RICCI, T. T. P.; MAIA, L. C.; FERREIRA, C. V. **Fungicidas em associação com micronutrientes na produção de trigo.** Revista de Ciências Agrárias, Belém, v. 51, n. 2, p. 238-246, 2008.

RODRIGUES, A. B. V.; FERREIRA, F. J.; ALMEIDA, R. G. C.; PAIVA, A. J. **Comportamento agrônomico de cultivares de trigo submetidos a diferentes sistemas de cultivo e adubação no cerrado do Brasil Central.** Revista Brasileira de Agroecologia, Recife, v. 6, n. 2, p. 135-145, 2011.

ROZA, A. S.; MOREIRA, W. V.; ALVARENGA, R. C.; REIS, M. S. **Manejo do trigo em sistemas de cultivo de sequeiro e irrigado.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 37, n. 3, p. 624-632, 2013.

SÁ, F. S.; CARDOSO, R. P.; LIMA, R. A. **Irrigação suplementar e doses de nitrogênio na cultura do trigo em Minas Gerais.** Revista Ceres, Viçosa, v. 59, n. 5, p. 625-631, 2012.

SILVA, J. G. C.; DIAS, J. R. M.; COSTA, N. L.; LEITE, F. C.; OLIVEIRA, G. R. **Eficiência de uso de nutrientes em cultivares de trigo na região dos cerrados.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 36, n. 7, p. 915-920, 2001.

SINGH, P. K.; HARKNESS, M.; SINGH, N. K.; TETT, V.; TURNER, C. **Weed and wheat crop responses to tillage and crop rotation.** Soil and Tillage Research, v. 140, p. 105-113, 2014.

SIMMONS, J. **Optimizing Nitrogen Fertilization Techniques for Wheat Production.** *Journal of Sustainable Agriculture*, v. 9, n. 2, p. 112-124, 2023.

SOUZA, J. R. P. **Avaliação de cultivares de trigo quanto à resistência ao acamamento em condições de campo.** Revista Brasileira de Agricultura, v. 75, n. 2, p. 325-333, 2021.

TAVARES, S. N.; SANTOS, D. F. A.; ROCHA, J. S.; ALMEIDA, C. F. **Efeito de diferentes níveis de irrigação sobre o rendimento do trigo.** Irriga, v. 11, n. 3, p. 263-274, 2006.

TEIXEIRA, J. P. A.; SOARES, G. L. P.; SILVA, R. J.; SOUSA, A. A. **Efeito da adubação nitrogenada no desenvolvimento e produtividade do trigo irrigado.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 47, n. 6, p. 818-825, 2012.

USDA. **U.S. All-Wheat 2019/20 production and carryout forecast to exceed 2018/19 estimates. 2019.** Disponível em: <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/93090/whs-19e.pdf?v=4401.4>

VAN LEEUWEN, M. G. A.; PORTO, A. J. V.; FERREIRA, F. C. **Influência de diferentes adubações sobre a produtividade de trigo em cultivo de sequeiro.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 35, n. 2, p. 503-511, 2011.

VIEIRA, D. A. G.; MAIA, L. C.; GOMES, C. R.; COSTA, J. L. M. **Eficiência de uso de nitrogênio por cultivares de trigo em diferentes condições de irrigação.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 40, n. 4, p. 805-812, 2010.

ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. **Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio.** Planta Daninha, v. 25, n. 2, p. 331-339, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582007000200013>.

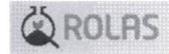
ZAGONEL, J.; VENÂNCIO, W. S.; KUNZ, R. P.; TANAMATI, H. **Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem um redutor de crescimento afetando o trigo cultivar OR-1.** Ciência Rural, v. 32, n. 1, p. 25-29, 2002. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782002000100005>.

ZIMMERMANN, M. J. O.; TARDIN, F. D. **Avaliação de cultivares de trigo para resistência ao acamamento.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 28, n. 8, p. 925-930, 1993.

APÊNDICE A - LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA



**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
LABORATÓRIO DE SOLOS**



Rodovia BR 285 - Bairro São José - Campus I - Cx. Postal 611 - Passo Fundo-RS
CEP: 99001-970 - Fone: 5433168166 - E-mail: labsolos@upf.br

Cliente: BIOTRIGO GENÉTICA LTDA **CPF / CNPJ:** 09.460.581/0001-19
Endereço: - IBIRUBÁ/RS **Área:**
Item Ensaiado: SOLO **Local de Coleta:**
Recebimento: 19/05/2023 **Emissão:** 24/05/2023 **Matrícula:**

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)
LAB. DE SOLOS
ANÁLISE DE SOLO QUÍMICA COMPLETA

Ensaio	Unidade	Amostras
		700/2023 IFRS - 0- 20CM - UREIA
TEOR DE ARGILA	%	54
POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)		6,5
ÍNDICE SMP		6,3
FÓSFORO	mg/dm ³	>50,3
POTÁSSIO	mg/dm ³	140
MATÉRIA ORGÂNICA	%	1,9
ALUMÍNIO	cmolc/dm ³	0
CÁLCIO	cmolc/dm ³	8,1
MAGNÉSIO	cmolc/dm ³	3,2
ACIDEZ POTENCIAL (H+A)	cmolc/dm ³	3,1
CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIONS (CTC)	cmolc/dm ³	14,8
SATURAÇÃO POR BASES	%	79
SATURAÇÃO POR ALUMÍNIO	%	0
SATURAÇÃO POR POTÁSSIO	%	2,4
ZINCO	mg/dm ³	6,4
COBRE	mg/dm ³	5,2
MANGANÊS	mg/dm ³	3,4
BORO	mg/dm ³	0,4
ENXOFRE	mg/dm ³	15,9

Observações

- 700/2023 - PROTOCOLO: 0406/2023.




JACKSON KORCHAGIN
 Eng. Agr. CREA-RS 183514
 RN 221161599-6
 Responsável Técnico



UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
LABORATÓRIO DE SOLOS

Rodovia BR 285 - Bairro São José - Campus I - Cx. Postal 611 - Passo Fundo-RS
CEP: 99001-970 - Fone: 5433168166 - E-mail: labsolos@upf.br



Cliente: BIOTRIGO GENÉTICA LTDA

CPF / CNPJ: 09.460.581/0001-19

Endereço: - IBIRUBÁ/RS

Área:

Item Ensaiado: SOLO

Local de Coleta:

Recebimento: 19/05/2023

Emissão: 24/05/2023

Matrícula:

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)
LAB. DE SOLOS
ANÁLISE DE SOLO QUÍMICA COMPLETA

Ensaio	Unidade	Amostras
		701/2023 IFRS - 0- 20CM - AREA NOVA ACIMA
TEOR DE ARGILA	%	56
POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)		5,7
ÍNDICE SMP		5,8
FÓSFORO	mg/dm ³	43,0
POTÁSSIO	mg/dm ³	114
MATÉRIA ORGÂNICA	%	2,9
ALUMÍNIO	cmolc/dm ³	0
CÁLCIO	cmolc/dm ³	5,8
MAGNÉSIO	cmolc/dm ³	2,6
ACIDEZ POTENCIAL (H+A)	cmolc/dm ³	5,5
CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIONS (CTC)	cmolc/dm ³	14,2
SATURAÇÃO POR BASES	%	61
SATURAÇÃO POR ALUMÍNIO	%	0
SATURAÇÃO POR POTÁSSIO	%	2,1
ZINCO	mg/dm ³	2,8
COBRE	mg/dm ³	3,7
MANGANÊS	mg/dm ³	8,5
BORO	mg/dm ³	0,5
ENXOFRE	mg/dm ³	15,6

Observações

- 701/2023 - PROTOCOLO: 0406/2023.

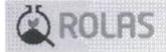


JACKSON KORCHAGIN
Eng. Agr. CREA-RS 183514
RN 221161599-6
Responsável Técnico



UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
LABORATÓRIO DE SOLOS

Rodovia BR 285 - Bairro São José - Campus I - Cx. Postal 611 - Passo Fundo-RS
CEP: 99001-970 - Fone: 5433168166 - E-mail: labsolos@upf.br



Cliente: BIOTRIGO GENÉTICA LTDA

CPF / CNPJ: 09.460.581/0001-19

Endereço: - IBIRUBÁ/RS

Área:

Item Ensaiado: SOLO

Local de Coleta:

Recebimento: 19/05/2023

Emissão: 24/05/2023

Matrícula:

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)
LAB. DE SOLOS
ANÁLISE DE SOLO QUÍMICA COMPLETA

Amostras

Ensaio	Unidade	702/2023 IFRS - 0- 20CM - AREA NOVA BAIXO
TEOR DE ARGILA	%	57
POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)		5,6
ÍNDICE SMP		5,8
FÓSFORO	mg/dm ³	40,2
POTÁSSIO	mg/dm ³	107
MATÉRIA ORGÂNICA	%	2,8
ALUMÍNIO	cmolc/dm ³	0
CÁLCIO	cmolc/dm ³	5,2
MAGNÉSIO	cmolc/dm ³	2,7
ACIDEZ POTENCIAL (H+A)	cmolc/dm ³	5,5
CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIONS (CTC)	cmolc/dm ³	13,7
SATURAÇÃO POR BASES	%	60
SATURAÇÃO POR ALUMÍNIO	%	0
SATURAÇÃO POR POTÁSSIO	%	2,0
ZINCO	mg/dm ³	2,1
COBRE	mg/dm ³	4,7
MANGANÊS	mg/dm ³	13,4
BORO	mg/dm ³	0,4
ENXOFRE	mg/dm ³	17,6

Observações

- 702/2023 - PROTOCOLO: 0406/2023.



JACKSON KORCHAGIN
Eng. Agr. CREA-RS 183514
RN 221161599-6
Responsável Técnico