

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

SURIAM MACHADO

**AVALIAÇÃO DE CARACTERES AGRONÔMICOS DA CULTURA DO
TRIGO MEDIANTE DIFERENTES MANEJOS DE NITROGÊNIO**

Ibirubá, RS, Brasil

2024

SURIAM MACHADO

**AVALIAÇÃO DE CARACTERES AGRONÔMICOS DA CULTURA DO TRIGO
MEDIANTE DIFERENTES MANEJOS 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 Luiz Ludwig

Ibirubá, RS, Brasil

2024

SURIAM MACHADO

**AVALIAÇÃO DE CARACTERES AGRONÔMICOS DA CULTURA DO TRIGO
MEDIANTE DIFERENTES MANEJOS 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 Dr.^o: Rodrigo Ludwig

Aprovado em ___ de _____, 2024.

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

Prof.^o Dr.^o 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

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus e Nossa Senhora por iluminarem o meu caminho todos os dias durante essa jornada de desafios.

Agradeço à minha orientadora Prof.^a Dr.^a Bruna Dalcin Pimenta por mostrar o meu potencial e acreditar em mim. Meu carinho é eterno por todos os ensinamentos e momentos de convivência.

Agradeço à minha família por me amparar, amar, educar, encorajar e mostrar a direção correta da vida. Sou privilegiada com a nossa união.

Agradeço ao meu noivo por todo o amor e companheirismo diante das dificuldades dessa jornada, as quais nos fizeram evoluir e concretizar o início de uma linda história.

Agradeço aos meus amigos pelo o auxílio, carinho, companheirismo e alegria de viver em conjunto, tornando esse período ainda mais belo e emocionante.

Agradeço aos colegas do Laboratório de Ecofisiologia Vegetal e Fruticultura, por auxiliarem nas atividades durante o desenvolvimento desse trabalho.

Agradeço ao Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá, por disponibilizar a área experimental para a realização do trabalho.

*Evoluir dá trabalho,
É imprescindível crescer.
Toda mudança é uma troca,
Leva tempo a se aprender.
E, por mais que isso doa,
Não desista da pessoa
Que você deseja ser!*

Gujo Teixeira

RESUMO

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

AValiação de Caracteres Agronômicos da Cultura do Trigo (*Triticum aestivum* L.) Mediante Diferentes Doses e Formas de Aplicação de Nitrogênio

AUTOR: SURIAM MACHADO
ORIENTADOR: BRUNA DALCIN PIMENTA
Ibirubá/RS, 14 de agosto de 2024

A cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) pertencente à família botânica Poaceae, é uma importante *commodity* negociada nos mercados internacionais por ser uma matéria prima utilizada para a alimentação humana e animal diariamente. A necessidade nutricional desta cultura é ampla e complexa, sendo necessário atender a demanda para que ela possa expressar o seu potencial produtivo. Juntamente a esta cadeia de nutrientes que a planta necessita, o nitrogênio (N) é o elemento que determina a qualidade do crescimento vegetativo e produtivo, pois constitui importantes rotas metabólicas nas plantas. Entre as fontes nitrogenadas, a mais utilizada é a ureia, a qual contém maior concentração de N (45%) a qual resulta um menor custo. As formas de aplicação de ureia limitam a utilização total da mesma, pois a forma mais utilizada é a aplicação superficial do solo, a qual acaba favorecendo a perda desse nutriente para o ambiente por ser um fertilizante de alta volatilidade. Essa perda por conta da volatilização de amônia (NH₃) pode diminuir a eficiência de utilização do N proveniente da ureia. Diante ao exposto, tendo em vista o melhor aproveitamento do fertilizante no solo e a diminuição de perdas de N no ambiente, uma alternativa eficiente seria a aplicação de ureia de forma incorporada no solo. No entanto, não existem retratos na literatura que apresentem a incorporação de N na cultura do trigo, tornando-se um assunto inédito, o qual se justifica o objeto de pesquisa do referente trabalho. O experimento foi realizado no ano de 2023 na área experimental do IFRS Campus Ibirubá, juntamente com a empresa parceira Biotrigo Genética. O delineamento experimental é de blocos ao acaso com 4 repetições e 12 tratamentos, e o cultivar avaliado foi TBIO Ponteiro. Foram realizadas aplicações de N totalmente incorporado na semeadura; em apenas uma aplicação em cobertura; e duas aplicações fracionadas em cobertura. As doses de nitrogênio utilizadas foram, em kg ha⁻¹: 0 (testemunha), 45, 67,5 e 90 na fonte de ureia protegida, 0, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de ureia respectivamente. A dose e forma de aplicação de N não influenciaram o estande de plantas, o número de perfilhos, espigas por m², grãos por espiga e pH. A produtividade do cultivar TBIO Ponteiro foi maior com a dose de 90 ha⁻¹ de N. A estatura das plantas foi maior com 45 kg ha⁻¹ de N aplicado integralmente em cobertura. O teor de proteína aumentou com N fracionado e diminuiu com doses altas de N incorporado. A massa de mil grãos foi menor com N fracionado. Recomenda-se repetir o experimento em diferentes safras e condições para obter resultados mais abrangentes.

Palavras-chave: Ureia Protegida, Incorporação de N, Lixiviação, Produtividade

ABSTRACT

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

EVALUATION OF AGRONOMIC CHARACTERS OF WHEAT CROP (*Triticum aestivum* L.) USING DIFFERENT DOSES AND FORMS OF NITROGEN APPLICATION

AUTHOR: SURIAM MACHADO
ADVISOR: BRUNA DALCIN PIMENTA
Ibirubá/RS, agosto, 14, 2024

Wheat (*Triticum aestivum* L.), a member of the Poaceae botanical family, is an important commodity traded on international markets as it is a raw material used for human and animal consumption on a daily basis. The nutritional needs of this crop are broad and complex, and it is necessary to meet its nutritional demands so that it can express its productive potential. Along with this chain of nutrients that the plant needs, nitrogen (N) is the element that determines the quality of vegetative and productive growth, as it constitutes important metabolic pathways in plants. Among nitrogen sources, the most widely used source of N for plants is urea, which contains a higher concentration of N (45%) and therefore has a lower cost. The forms of application of urea limit its total use, since the most widely used form is superficial application to the soil, which ends up favoring the loss of this nutrient to the environment because it is a high volatility fertilizer. This loss due to ammonia (NH₃) volatilization can reduce the efficiency of N utilization from urea. Given the above, considering the best use of fertilizer in the soil and the reduction of N losses in the environment, an efficient alternative would be the application of urea incorporated into the soil. However, there are no reports in the literature that present the incorporation of N in wheat crops, making it an unprecedented subject, which justifies the research object of the referred work. The experiment was carried out in the experimental area of IFRS Campus Ibirubá, together with the partner company Biotrigo Genética. The experimental design was randomized blocks with 4 replications, and the cultivar evaluated was TBIO Ponteiro. N applications were fully incorporated at sowing; in only one application as top dressing; and two fractional applications as top dressing. The nitrogen doses used were, in kg há⁻¹: 0 (control), 45, 67,5 and 90 in the protected urea source. The dose and form of N application did not influence the plant stand, number of tillers, ears per m², grains per ear and pH. The productivity of the cultivar TBIO Ponteiro was higher with incorporated N and increased with the N dose. Plant height was higher with 45 kg ha⁻¹ of N applied in full as topdressing. Protein content increased with fractionated N and decreased with high doses of incorporated N. The thousand-grain mass was lower with fractionated N. It is recommended to repeat the experiment in different crops and conditions to obtain more comprehensive results.

Key Words: Protected Urea, N Incorporation, Leaching, Productivity

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Morfologia de uma planta de trigo.....	13
Figura 2 - Estádios fenológicos do trigo, conforme a escala de Feekes (1940), modificada por Large (1954)	14
Figura 3 - Planta de trigo no início do perfilhamento.....	19
Figura 4 - Área experimental do IFRS Campus Ibirubá.....	21
Figura 5 - Incorporação da ureia no solo.....	25
Figura 6 - Aplicação <i>da dose total</i> de ureia <i>em cobertura</i> no início do perfilhamento.....	27
Figura 7 - Aplicação de ureia de forma fracionada nos dias 16/07 e 07/08/2023.....	27
Figura 8 - Aplicações de drone na cultura do trigo.....	29
Figura 9 - Colheita das unidades experimentais na área agrícola do IFRS Campus Ibirubá.....	30
Figura 10 - Dados meteorológicos de precipitação e temperatura média, de junho a novembro de 2023.....	34
Figura 11 - Número de perfilhos produtivos por planta de trigo conforme aplicação de diferentes doses de N, IFRS Campus Ibirubá, 2023.....	38
Figura 12 - Número de espigas por metro quadrado, IFRS Campus Ibirubá, 2023..	39
Figura 13 - Produtividade do cultivar TBIO Ponteiro mediante diferentes doses de N, IFRS Campus Ibirubá, 2023.....	42
Figura 14 - Teor de proteína mediante diferentes doses de N, IFRS Campus Ibirubá, 2023.....	44
Figura 15 - Peso hectolitro (PH) do cultivar TBIO Ponteiro com diferentes doses de N, IFRS Campus Ibirubá, 2023.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produtos fitossanitários utilizados no manejo de pré-semeadura da cultura do trigo.....	23
Tabela 2 - Herbicidas pré e pós-emergentes utilizados após a semeadura da cultura do trigo.....	26
Tabela 3 - Produtos fitossanitários utilizados ao longo do ciclo da cultura do trigo.....	28
Tabela 4 - Número de plantas por metro quadrado de acordo com diferentes formas de aplicação e doses de N, IFRS Campus Ibirubá, 2023.....	35
Tabela 5 - Estatura de plantas de acordo com diferentes formas de aplicação e doses de N, IFRS Campus Ibirubá, 2023.....	36
Tabela 6 - Número de grãos por espiga de acordo com diferentes formas de aplicação e doses de N, IFRS Campus Ibirubá, 2023.....	40
Tabela 7 - Produtividade do cultivar TBIO Ponteiro mediante diferentes formas de aplicação de N, IFRS Campus Ibirubá, 2023.....	42
Tabela 8 - Teor de proteína de acordo com diferentes formas de aplicação e doses de N, IFRS Campus Ibirubá, 2023.....	44
Tabela 9 - Massa de mil grãos do cultivar TBIO Ponteiro mediante diferentes formas de aplicação e doses de N, IFRS Campus Ibirubá, 2023.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATP - Adenosina trifosfato

$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ - Ureia

NADH - Nicotinamida adenina dinucleotídeo

H^+ - Íon de hidrogênio

N - Nitrogênio

N_2 - Nitrogênio em sua forma molecular

NH_4^+ - Amônio

NO_3^- - Nitrato

PH - Peso hectolitro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 DESENVOLVIMENTO	11
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1.1 O trigo e sua importância	11
2.1.1.1 Nutrição do trigo	14
2.1.1.2 A ureia como adubação nitrogenada.....	16
2.1.1.3 Adubação nitrogenada em cobertura	17
2.1.1.4 Aplicação de nitrogênio incorporado ao solo.....	19
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	21
2.2.1 Caracterização da área experimental	21
2.2.2 Delineamento experimental e tratamentos	22
2.2.3 Manejos pré-semeadura	22
2.2.4 Implantação do experimento.....	24
2.2.5 Aplicação de ureia em cobertura	26
2.2.6 Colheita.....	29
2.2.7 Características agronômicas avaliadas	30
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
2.3.1 Estande de plantas	34
2.3.2 Estatura de plantas	36
2.3.3 Número de perfilhos produtivos	37
2.3.4 Número de espigas por metro quadrado	39
2.3.5 Número de grãos por espiga	40
2.3.6 Produtividade	41
2.3.7 Teor de proteína	43
2.3.8 Peso Hectolitro (PH)	45
2.3.9 Massa de mil grãos.....	47
3 CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS	50
APÊNDICE A - LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO	59
APÊNDICE B – CROQUI DA ÁREA DO EXPERIMENTO	60

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) pertencente à família botânica *Poaceae* é um dos cereais mais produzidos mundialmente utilizado como matéria prima para alimentação humana e animal. Devido ao aprimoramento genético possui uma ampla adaptação geográfica e climática, sendo cultivado desde regiões de clima desértico, em alguns países do Oriente Médio, até regiões com alto índice de precipitação, como na China e Índia. No Brasil, o trigo está sendo cultivado desde a Região Sul até a região de cerrados, no Brasil Central (CONAB, 2017).

A cultura do trigo possui uma grande demanda nutricional, a qual deve ser suprida para que as plantas possam expressar o potencial de rendimento e qualidade dos grãos. Entre a grande escala de nutrientes exigidos pela cultura, destaca-se o nitrogênio (N), o qual está relacionado a estatura de plantas e a sua produtividade, sendo importante em moléculas de clorofila, as quais exercem funções regulatórias de algumas reações de síntese (PODGORSKI, 2019). O N inicial pode ser provindo de duas formas: adução de base e ou matéria orgânica do solo que é degradada por microrganismos e disponibiliza N para a cultura. Devido a sua alta exigência N na cultura do trigo, deve ser complementado com adubação nitrogenada.

O fertilizante nitrogenado para o fornecimento de N para as culturas mais utilizado no Brasil é a ureia (MALAVOLTA, 2006). Segundo MIKOANSKI (2017), a ureia apresenta características de alta volatilidade favorecendo a lixiviação e volatilização. Quando solubilizado, o N é submetido às transformações bioquímicas que facilitam as perdas do mesmo para o ambiente, o que impõe ao produtor um manejo adequado desta fonte, para que não ocorram grandes perdas deste nutriente, com prejuízos financeiros e ambientais.

Para um maior aproveitamento da adubação nitrogenada, o fornecimento de N depende de manejos em estádios fenológicos específicos da cultura. Quando o manejo de N for inadequado, como a deficiência N nas plantas, pode afetar o desenvolvimento e reduzir a área fotossintética e órgãos reprodutivos, resultando na diminuição do potencial produtivo e a qualidade do produto. O excesso de N pode ocasionar problemas indesejáveis como a alongação excessiva do caule que pode provocar o acamamento das plantas, dificultado o desenvolvimento das mesmas e no momento da colheita (ZHAO et al., 2020).

A forma de aplicação de ureia na cultura do trigo utilizada normalmente é superficial em cobertura, podendo ser aplicada a dose total na semeadura ou fracionada ao longo do desenvolvimento das plantas. O parcelamento do fornecimento do N proporciona maior absorção do nutriente pela planta, quando comparado à aplicação única (MACHADO, 2023). Outra forma de aplicação utilizada é a incorporação de N ao solo, a qual reduz as perdas do nutriente em processos de volatilidade.

Quando utilizado um cultivar que pode gerar um alto rendimento final, é necessário que a adubação nitrogenada seja suprida para que o mesmo possa alcançar o teto produtivo de sua característica. No entanto, podem trazer prejuízo ao ambiente, em função da lixiviação de nitrato para lençóis de água e prejuízo para o produtor com gasto desnecessário com a compra do adubo nitrogenado. Por isso, deve-se manter a atenção no momento ideal de aplicação, na forma e a quantidade aplicada (TEIXEIRA FILHO, 2008).

Existem pesquisas realizadas com a cultura do milho sobre as formas de aplicação de ureia. Até o momento, não foi averiguado o uso de adubação nitrogenada de forma incorporada na cultura do trigo, tornando-se assunto inédito na literatura. Diante do exposto, este trabalho objetiva a avaliação de diferentes formas de aplicação e doses de nitrogênio na cultura do trigo a fim de verificar a interferência destes manejos nos caracteres produtivos da cultura.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.1 O trigo e sua importância

O trigo é o segundo cereal mais cultivado no mundo, ficando atrás apenas da cultura do milho. Sendo assim, o trigo é o cereal de inverno com maior área de cultivo em nível mundial chegando a aproximadamente 221 milhões de hectares, e 789,2 milhões de toneladas de grãos na safra 2022/2023 (USDA, 2024, CONAB, 2023). Entre os países, China, Índia, Rússia e EUA são os maiores produtores com produção superior a 50 milhões de toneladas (ATLAS SOCIOECONÔMICO, 2020).

Os grãos de trigos são compostos de diferentes tipos de proteínas, carboidratos e gordura, além de ser fonte energia na alimentação humana e animal (ABITRIGO, 2020). Por isso, é de suma importância o desenvolvimento da cultura em diversos continentes para atender a demanda de alimento e fome de milhares de habitantes (FAO, 2022).

A produção nacional de trigo no ano de 2022 foi de 10,6 milhões de toneladas, apresentando um aumento significativo de 23,7% quando comparado com o ano de 2021. As expectativas de produção no ano de 2023 foram de 10,6 milhões de toneladas, contudo, o Brasil obteve 8,1 milhões de toneladas, sofrendo perdas de até 23,8% na produção de trigo (CONAB,2023).

O consumo nacional de grãos de trigo deve ser aproximadamente 12,05 milhões de toneladas em 2024, sendo que a estimativa de produção é de 9,6 milhões de toneladas, considerando o aumento de mais de 18% de produto referente a safra 2023. As pesquisas mostram que a estimativa de área cultivada em 2024 é de 3.264,7 milhões de hectares, apresentando 6% a menos de área da cultura. Segundo a CONAB (2024), a produção nacional deve ser maior mesmo com um menor número de área cultivada, dando ênfase ao potencial produtivo dos cultivares utilizados.

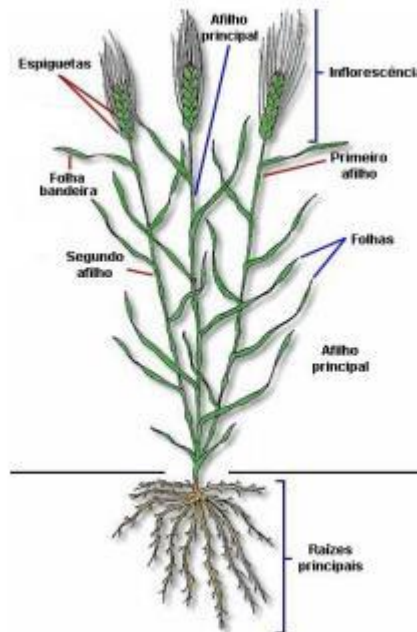
Com a retração da produção, em relação ao último levantamento, foi reajustado o quantitativo de importação, passando de 5.000 para 5.500 mil toneladas, mantendo o Brasil como uns dos maiores importadores de trigo para suprir o consumo nacional (CONAB, 2024). O Brasil importa grande parte do trigo da

Argentina (mais de 80% do volume importado), mas também de outros países, como Uruguai (6%) e Paraguai (5%), movimentando o mercado econômico sul-americano de maneira relevante (KLEIN, 2018).

A produção de trigo no Brasil tem uma alta concentração na região sul, onde o Rio Grande do Sul é responsável por 36% da produção nacional (CONAB, 2022). De acordo com um levantamento realizado pela empresa Bayer no ano de 2024, alguns estados como o Paraná e o Rio Grande do Sul tiveram desafios na safra 2023 por conta do número elevado de precipitações e baixo acúmulo de frio. Os altos volumes de chuva favoreceram a ocorrência de doenças na cultura, reduzindo a quantidade e a qualidade do produto final.

O trigo possui características morfológicas parecidas com a maior parte dos cereais de inverno como a cevada, aveia e centeio, sendo constituídos em raízes, colmo, folhas e inflorescência (Figura1). Ao longo do ciclo, as raízes fasciculadas da cultura do trigo podem ser ordenadas em três grupos: raízes seminais, permanentes e adventícias, podendo atingir até 1,5 metros de comprimento. O caule do trigo é um colmo oco e cilíndrico, constituído de nós e entrenós. Com relação às folhas, são estreitas e compridas, com bainha invaginante e a sua quantidade pode variar entre 6 e 9 conforme o número de nós. Quando o trigo está na fase do afilhamento, surgem estruturas foliares denominadas de afilhos ou perfilhos. Segundo RISSI (2022), no período do afilhamento encontra-se o momento ideal de manejo para o controle de plantas daninhas evitando a competição de plantas e não afetando o desenvolvimento da cultura. A inflorescência do trigo é uma espiga composta, constituída por 15 a 20 espiguetas multiflorais alternadas e opostas na ráquis, as quais cada espiguetas pode apresentar 2 a 9 flores. Conforme as características do cultivar utilizado pode variar a forma, densidade e comprimento das espigas e do grão de trigo. Em cada flor apresentada na espiguetas pode ser desenvolvido um grão de trigo, o qual pode variar o peso que é medido e expresso em 100 litros, conhecido como peso hectolitro (pH), (MACHADO, 2023).

Figura 1 - Morfologia de uma planta de trigo

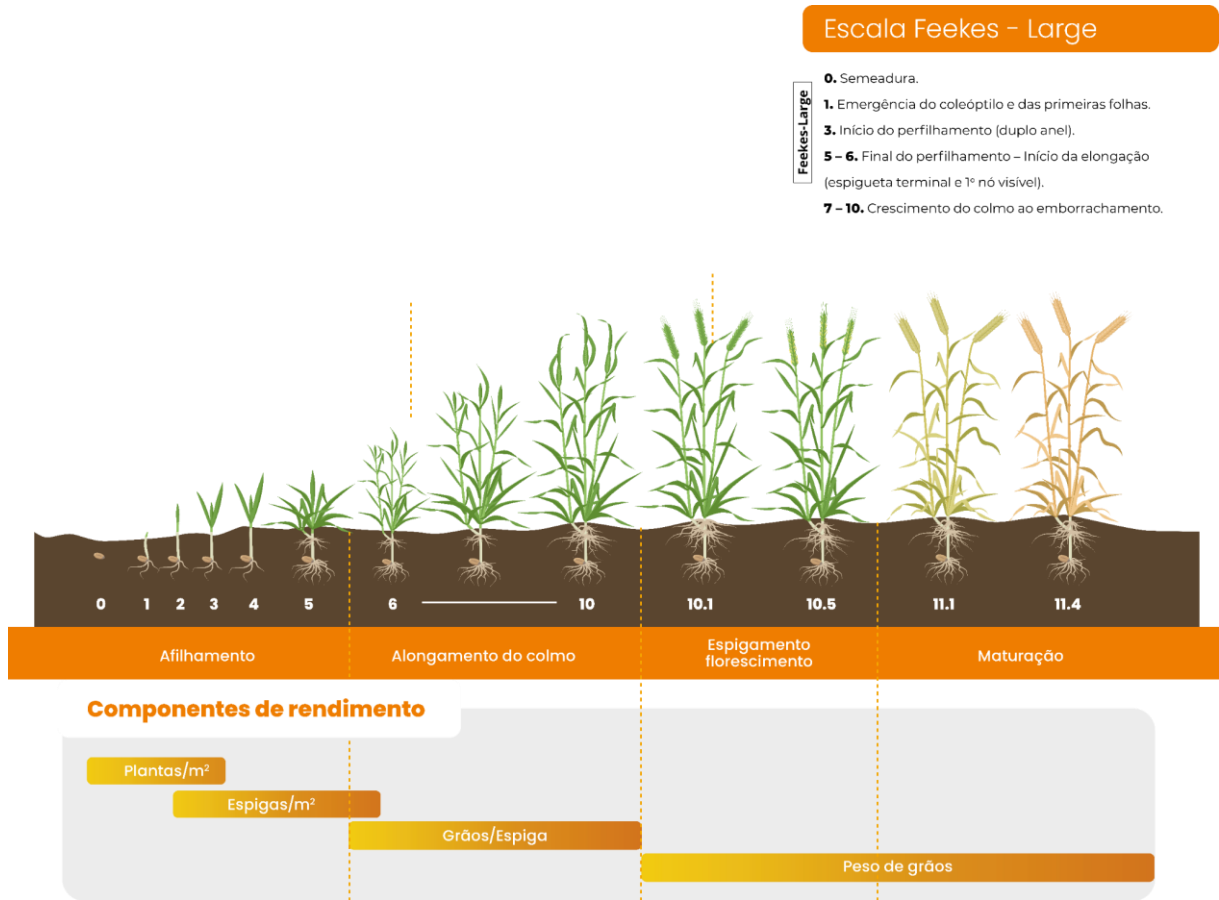


Fonte: Marchioro, 2022.

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 (SCHEEREN et al., 2015). Existem variações na duração do ciclo da cultura do trigo, o qual pode ser entre 100 a 170 dias. Razões como a escolha do cultivar e as condições de clima e solo são alguns dos fatores que influenciam nessa alternância de ciclos da planta, variando a rapidez da transição entre os estádios de desenvolvimento (BAPTISTELLA, 2020, GREGÓRIO, 2023). A cada fase de desenvolvimento do trigo a planta apresenta particularidades diferentes, por isso, é utilizado escalas para determinar o real estágio da planta. Os estádios fenológicos de desenvolvimento do trigo são representados pela escala descrita por Feekes (1940) e modificada por Large (1954), (Figura 2).

Destaca-se a importância da utilização da escala fenológica para melhor entendimento do desenvolvimento e o ciclo da cultura do trigo. Conhecer esse ciclo é essencial para a tomada de decisões no manejo sanitário da cultura e também a complementação de nutrientes fundamentais, como o N que é necessário para o crescimento da planta e o rendimento final.

Figura 2 - Estádios fenológicos do trigo, conforme a escala de Feekes (1940), modificada por Large (1954).



Fonte: BIOTRIGO GENÉTICA, 2023.

2.1.1.1 Nutrição do trigo

Com o avanço da tecnologia e das pesquisas realizadas para melhor entender a demanda nutricional das plantas, é possível fornecer ao trigo nutrientes que se aproximam da exigência ideal da cultura, para que possa manifestar seu máximo potencial produtivo e qualidade dos grãos. Quando as plantas apresentam condições nutricionais adequadas, principalmente a adubação nitrogenada, é possível fornecer grãos com teores nutricionais elevados e adequados ao consumidor, (MATTUELLA. et al., 2018). Dessa forma, é de extrema importância que a adubação nitrogenada seja suprida conforme o crescimento da planta por ser o nutriente mais absorvido e exportado pela mesma.

Sabendo da importância do N para a cultura do trigo, sendo que é um mineral e elemento chave para a formação de inúmeros compostos essenciais nos grãos,

como a formação de proteínas, glúten e carboidratos, sendo as proteínas responsáveis pela estabilidade, força de glúten e PH, se tornando extremamente requerido pelas plantas de trigo (CAVALCANTE et al., 2016). Ainda, os componentes de rendimento do trigo podem se beneficiar com a disponibilidade de doses maiores de N (ZAGONEL et al., 2002), por ele ser constituinte das biomoléculas ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas de armazenamento, ácidos nucleicos e enzimas. Sendo assim, é um ativador enzimático, o qual atua nos processos de absorção iônica, fotossíntese, respiração, sínteses, crescimento vegetativo (MALAVOLTA et al., 1974; HARPER, 1994; KRAISING et al., 2021).

O N encontrado na natureza está na forma molecular (N_2), o qual não é disponível para a absorção e assimilação das plantas. Diante disso, ocorre uma conversão para formas orgânicas, que são o amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-), o quais podem ser modificados por processos de fixação biológica ou industrial para absorção e assimilação das plantas, (RESENDE, 2002). No entanto, a obtenção de nitrogênio da atmosfera requer a quebra da molécula de N_2 para a produção de fertilizantes nitrogenados (TAIZ et al., 2017).

Conforme Resende (2002), em solos ricos em matéria orgânica ou em restos de cultura, a atuação de organismos heterotróficos, que decompõem resíduos orgânicos, contribui para a conversão de formas de N orgânico para NH_4^+ , processo denominado amonificação e esse para NO_3^- por um processo denominado nitrificação. Posto isto, a principal fonte de N ao solo é a matéria orgânica, o funcionamento do N no solo está intimamente associada à dinâmica da matéria orgânica. Desse modo, o entendimento do ciclo do N e dos fatores que interferem no mesmo e nos processos de modificação em formas assimiláveis, bem como as reações bioquímicas, são de suma importância para os estudos de nutrição de plantas (GAYEN et al., 2021).

Através de condições anaeróbicas, é possível microrganismos converter parte do nitrato que está livre no solo novamente em N_2 , processo chamado de desnitrificação, fechando o ciclo do nitrogênio (NETO; SILVA, 2016).

A literatura mostra que diversos autores creem em distintos momentos ideais para a aplicação de adubação nitrogenada na cultura do trigo, como exemplo, um estudo realizado pela universidade de Londrina, o qual apontam que da emergência até a emissão da sétima folha é o período crítico para cultura do trigo, sendo a época que as plantas necessitam da maior demanda de N (Yano et al., 2005). Para

Sangoi et al. (2008), este período se dá entre o início do perfilhamento e o começo do alongamento do colmo.

Diante da importância que o N apresenta para os aspectos quantitativos e qualitativos do trigo, os produtores rurais utilizam fertilizantes nitrogenado na cultura. No entanto, a maioria dos produtores fornece o nutriente no momento da semeadura e em cobertura no início do perfilhamento e em dose única, fato este que pode propiciar a perda do nutriente no ambiente, pois sua dinâmica no solo é complexa (COSTA et al., 2013, SILVA et al., 2017). Conforme o desenvolvimento da cultura, pode ser complementado o N para as plantas, principalmente no estágio de emborrachamento, o qual pode aumentar a sobrevivência dos afilhos emitidos pela planta, incrementar a massa dos grãos, o teor de proteína e, conseqüentemente, a qualidade industrial do trigo (PIRES et al., 2012).

A maioria dos fertilizantes nitrogenados disponíveis para a utilização na agricultura, são altamente solúveis em água e com alta mobilidade, podendo ser facilmente lixiviado e volatilizado no ambiente, diminuindo a eficiência da sua finalidade (FAN et al., 2004)

2.1.1.2 A ureia como adubação nitrogenada

No Brasil, a fonte mais utilizada de adubação nitrogenada é a ureia, que é obtida pela reação do gás carbônico (CO₂) com a amônia anidra sendo aplicada geralmente em cobertura. A ureia é a fonte que os agricultores tem maior interesse por ter maiores concentrações de N, variando entre 44-46%, também reduz o custo de transporte além possuir alta solubilidade e facilidade de mistura com outras fontes. No entanto, a tempérie que predomina no Brasil favorece a volatilização de amônia, por apresentar altas temperaturas na maior parte do ano (FRAZÃO et al., 2014). O modo de aplicação em cobertura contribui ao caráter higroscópico da ureia e às condições climáticas, para o aumento das perdas por volatilização. Estudos apontam que aproximadamente 50% do N aplicado na forma de ureia sobre o solo foram perdidos por volatilização de amônia em quatro dias (TASCA et al. 2011)

Pesquisas mostram que a utilização de fertilizantes de liberação lenta para as plantas, pode ser uma estratégia tecnológica para reduzir os impactos ambientais causados pelas perdas de N no sistema, como as perdas de fertilizantes tradicionais. Por isso, grânulos de fertilizantes revestidos com polímeros reduzem

essa perda por estar recoberto dentro de uma capsula, buscando a otimização em especial da ureia. Através da redução de perdas de N para o ambiente, as plantas potencializam a adubação, resultando plantas nutridas (RODRIGUES et al., 2014). Diante do exposto, a fonte de N deste trabalho foi ureia protegida para maximizar o uso do N.

2.1.1.3 Adubação nitrogenada em cobertura

O desenvolvimento do trigo requer boa fertilidade do solo, diante deste fator, o N é fornecido a partir do momento da semeadura com a adubação de base, mesmo que em fração menor para evitar maiores perdas para o ambiente. Porém, estudos mostram que a necessidade de N do trigo é maior do que a adubação fornecida na semeadura, sendo insuficiente e necessitando complementação durante o crescimento da cultura (ECCO et al., 2019).

Alguns fatores contribuem para que o parcelamento da adubação nitrogenada seja recomendado, como evitar a queima das plântulas e as perdas de N, principalmente por lixiviação (SANTANA, 2018).

Em conformidade com o Manual de Calagem e Adubação para os Estados do RS e SC (SBCS, 2016), a aplicação de N pode variar através da recomendação ideal para o manejo utilizado e a situação da área. Na linha de semeadura deve-se aplicar de 15 a 20 kg N ha⁻¹, sendo inferior a quantidade de fertilizante que a cultura necessita. Por isso, é recomendado a aplicação do restante do fertilizante em cobertura, sendo realizado a lanço de forma superficial. No caso de doses maiores, indica-se o parcelamento em duas ou mais aplicações, no início dos estádios de perfilhamento e de alongamento, sendo denominadas de aplicações total e fracionada.

Em pesquisa, Bredemeier e Mundstock (2001), constataram o período crítico para a suplementação de N em cobertura e desenvolvimento da cultura do trigo, sendo assim, quando realizada a suplementação no início do ciclo ocorreu o aumento do número de espiguetas e conseqüentemente o número de grãos por espigas. No entanto, quando o N foi aplicado na cultura com o ciclo avançado (emissão da sétima folha), estimulou a sobrevivência de maior número de colmos, ocorrendo aumento de grãos por área.

Estudos conduzidos por Camponogara et al. (2016), demonstraram que o parcelamento de N na cultura do trigo está diretamente correlacionado com número de afilhos por planta, os quais demandam maiores quantidades do nutriente para o seu desenvolvimento, contribuindo conseqüentemente para elevar o rendimento de grãos.

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.

Scherer et al. (2023), analisaram dois cultivares de trigo por meio de índices de vegetação mediante diferentes doses de N de 0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ aplicado em cobertura. Desta maneira, aferiram que as doses de N impactaram a produtividade de grãos, a produtividade de matéria seca de parte aérea e a altura de plantas de ambos cultivares, sendo que os valores dos resultados aumentaram respectivamente ao aumento de N.

No presente trabalho, a adubação em cobertura foi realizada de duas formas, sendo elas em aplicação da dose total de N e o fracionamento do mesmo, como demonstra a Figura 3.

Figura 3 - Planta de trigo no início do perfilhamento.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

2.1.1.4 Aplicação de nitrogênio incorporado ao solo

O N é um dos nutrientes mais requeridos pelo trigo e, na maioria das vezes, não é oferecido na quantidade necessária e nem na forma ideal para garantir rendimento e qualidade do produto final. Por ser um nutriente volátil que resulta em perdas do mesmo para o ambiente, dificulta-se a aplicação de N na planta, causando uma menor eficiência de adubação nitrogenada nas culturas (CAMPONOGARA et al. 2016).

A volatilização do N é a perda deste elemento em forma de amônia para o ambiente. No entanto, as perdas de N podem ser provenientes de fertilizantes aplicados como também da matéria orgânica do solo. Segundo Vieira (2017), o fertilizante nitrogenado quando aplicado em superfície do solo é hidrolisado pela ação da enzima urease, favorecendo a formação de carbonato de amônio, que se decompõe rapidamente originando amônio, bicarbonato e hidroxila. Contudo, essa rápida hidrólise consome íons hidrogênio (H^+) e provoca aumento localizado do pH do solo, este aumento transitório do pH altera o equilíbrio entre o amônio e a amônia no solo. Diante disso, é frequente em áreas que apresentam o pH maior também apresentarem o maior potencial de volatilização de amônia.

O uso de ureia como fertilizante nitrogenado está cada vez maior e com isso, estratégias estão sendo testadas para melhorar a eficiência do N para as plantas, principalmente em áreas de plantio direto (CIVARDI et al., 2011). Sendo assim, as perdas de N por volatilização de amônia podem ser controladas ou significativamente reduzidas se a ureia for incorporada ao solo, tanto por meios mecânicos como pela água de chuva ou de irrigação (CANTARELLA, 2007).

Por consequência, quando a ureia está aderida ao 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). Conivente a isto, Cabezas (1998), alega perdas de 78% de N amoniacal da ureia quando aplicada em superfície em sistema de plantio direto. Contudo, quando utilizada a ureia foi incorporada de 5,0 - 7,0 cm de profundidade no solo, as perdas de N por volatilização foram inferiores a 5% do N aplicado.

Segundo Kreling (2022), os resultados obtidos do experimento realizado com a cultura do trigo o número de grãos por espiga foi maior conforme aumento das doses de N aplicadas de forma incorporada. Porém, o número de perfilhos produtivos, espigas por m^2 e o peso hectolitro aumentaram conforme o aumento da dose de N, independente das formas de aplicação.

A incorporação de N tem maiores repercussões quando realizada a adubação nitrogenada na cultura do milho. Aliado a isto, 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.

No entanto, Netto et al. (2020), em pesquisa avaliando diferentes épocas, formas de aplicação e doses de nitrogênio nas características agronômicas da cultura do milho, verificaram melhores resultados com o uso do N incorporado ao solo. Os componentes da produção e produtividade de grãos, como o comprimento de espiga, número de grãos por fileira, massa de 100 grãos, produtividade, apresentaram os maiores resultados quando utilizado o N incorporado ao solo. Através disso, comprova-se que a forma incorporada de aplicação de N melhora a eficiência do nutriente na cultura do milho, provavelmente por reduzir perdas por volatilização de amônia, resultando em componentes de rendimentos com maiores valores.

Desse modo, justifica-se a importância de avaliações realizadas na cultura do trigo mediante a diferentes doses e formas de aplicação de N, a fim de verificar a eficiência ou não da aplicação incorporada em relação as aplicações em cobertura.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Caracterização da área experimental

O trabalho foi desenvolvido no ano de 2023 no campo experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) - Campus Ibirubá, conforme demonstra a Figura 4. 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.

O solo é classificado como sendo Latossolo Vermelho, apresentando um perfil profundo, bem drenado, coloração vermelha escuro, com altos teores de argila e predominância de argilominerais 1:1 e óxi-hidróxidos de ferro e alumínio (EMBRAPA, 2006; MONTAGNER, 2011). Conforme a classificação de Moreno (1961), o clima da região é temperado úmido com verão quente (Cfa). O manejo do solo da área nos últimos anos foi realizada rotação de culturas, exceto no ano de 2022 o qual foi semeado um experimento com a cultura do trigo com as mesmas características do experimento de 2023.

Figura 4 - Área experimental do IFRS Campus Ibirubá



Fonte: Google Earth, 2023.

2.2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema bifatorial 4x3, com 4 repetições, constituindo-se de 12 tratamentos e totalizando 48 unidades experimentais. As dimensões das parcelas foram de 5 por 4 m com corredores de 1,5 m a cada duas parcelas, configurando ao experimento uma área total de 1.207,5 m².

A fonte de N escolhida foi a ureia protegida e as doses foram de 0 (testemunha), 45, 67,5 e 90 kg ha⁻¹, em conformidade quando utilizado a ureia em cobertura, semelhantes aos trabalhos de Teixeira Filho et al. (2010), Nunes et al. (2011) e Kreling (2022). Dessa forma, as doses de ureia foram de 0, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹, uma vez que a ureia possui 45% de N.

O experimento foi caracterizado por diferentes formas e doses de aplicação de N na cultura do trigo. Dessa forma, a aplicação da adubação nitrogenada foi realizada de forma incorporada ao solo e em cobertura. A aplicação de N de forma incorporado foi realizada antes da semeadura, sendo assim, foi incorporado a dose integral de ureia no solo. No que se refere às aplicações em cobertura, foram realizadas as aplicações utilizando a dose integral no início do perfilhamento da cultura e em doses fracionadas, sendo aplicado 50% da dose no início do perfilhamento e 50% da dose no início da elongação.

O cultivar de trigo escolhido foi o TBIO Ponteiro, que faz parte do portfólio da empresa Biotrigo Genética, por ser amplamente conhecido e cultivado na região. De acordo com as informações técnicas da empresa, este cultivar é caracterizado pelo ciclo médio-tardio, maturação média e resistência moderada ao acamamento e à debulha. Além disso, é considerado relativamente resistente às principais doenças da cultura do trigo, como brusone, ferrugem da folha e oídio (BIOTRIGO GENÉTICA, 2022).

2.2.3 Manejos pré-semeadura

Antecedendo a semeadura, foi realizada a coleta de amostragem de solo para realização de uma análise para verificar a fertilidade química da área. Para isso, foi coletado 10 (dez) subamostras subamostras na camada de 0-10 cm, sendo homogeneizadas para a retirada de uma única amostra com cerca de um quilograma

(1kg) para análise de solo e posterior interpretação e recomendação da necessidade de calagem e adubação.

Para que a semeadura fosse realizada em uma área livre de plantas daninhas, foi realizado o monitoramento e posterior controle, visando atender a necessidade do manejo. Diante disso, foram utilizados produtos adequados e registrados para a cultura do trigo, seguindo as recomendações estabelecidas pelo fabricante através da bula. Através de monitoramento da área, foi possível identificar plantas daninhas como o azevém, buva, aveia branca e soja. Por esse motivo, foi realizada a aplicação de produtos químicos nos dias 24 de maio de 2023 e 31 de maio de 2023 para o manejo. Os produtos químicos utilizados para a dessecação pré-semeadura estão sendo 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	Glifosato	480 g L ⁻¹	0,20 L
2,4-D	Aminol	806 g L ⁻¹	0,10 L

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

O produto de nome comercial Select foi utilizado para o controle de monocotidôneas presentes na área. O glifosato utilizado na área foi associado a aplicação do select no dia 24 de maio de 2023, sendo indicado para melhorar o aspecto de controle de folhas largas e estreitas. Contudo, no dia 31 de maio de 2023 foi realizada a aplicação de aminol, o qual é indicado para o manejo e controle de dicotiledôneas.

2.2.4 Implantação do experimento

Para a implantação do experimento foi utilizado o conjunto de trator e semeadora do IFRS – Campus Ibirubá. A semeadora adubadora da marca Vence Tudo® modelo Pampeana 24000, de 24 linhas, com o espaçamento de 0,17 m entre linhas, foi regulada previamente de acordo com a quantidade sementes e fertilizantes desejados. Desta maneira, a regulação da semeadora foi para depositar 280 kg de adubo NPK 16-16-16 e 330 sementes por m². 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 adubação de base dos nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio foi calculada com base na interpretação do laudo da análise química de solo feita na área. Para isso, foi utilizado o Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2016).

Com o intuito de otimizar o tempo no dia da semeadura do experimento, foi feita a regulação da semeadora previamente para a incorporação da ureia, sementes e fertilizante NPK. Após a obtenção das doses e regulação, era anotada para ser utilizada no momento na implantação.

A incorporação da adubação nitrogenada no solo foi realizada antes da semeadura do trigo, ou seja, foi abastecido a semeadora com apenas ureia protegida, sendo assim, conforme o conjunto de trator e semeadora deslocava-se era incorporado a ureia nas parcelas, como pode ser observado na Figura 5. Através disso, para cada unidade experimental realizada foi regulada a semeadora através das engrenagens para que fosse incorporada a dose definida de N nas parcelas. O sentido de incorporação foi o mesmo sentido da semeadura, porém em maior profundidade que a regulação das sementes, em torno de 6,0 cm para evitar o efeito salino do fertilizante nas mesmas, conforme alerta Silva (2022). Na sequência, foi realizada a limpeza da semeadora para se conduzir a semeadura do trigo.

Para a semeadura do experimento a semeadora foi abastecida com adubo NPK e sementes do cultivar TBIO Ponteiro. Diante disso, foi conferido a regulação conforme a quantidade definida de adubo e sementes para a semeadura, sendo então, posteriormente executada a semeadura uniforme em todo o experimento. As operações de incorporação da ureia e semeadura do trigo foram realizadas respeitando o limite de velocidade do conjunto, operando na faixa de 4 km h⁻¹.

Figura 5 - Incorporação da ureia no solo 19/06/2024



Fonte: Pimenta, 2023.

Com o intuito 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 utilizados após a semeadura da cultura do trigo

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

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

2.2.5 Aplicação de ureia em cobertura

As aplicações da adubação nitrogenada foram efetuadas conforme forma de aplicação da dose total ou fracionada, também considerando o estágio de desenvolvimento da cultura e previsão do tempo. Cabe ressaltar que a aplicação de ureia em cobertura foi feita de forma manual, sem auxílio de equipamentos mecânicos.

A aplicação de N em dose total em cobertura foi realizada uma vez no início do perfilhamento do trigo, no dia 16 de julho de 2023. Conforme demonstra a Figura 6. De acordo com Rissi (2021), o perfilhamento se inicia quando a planta está no estágio fenológico 3.0, conforme a escala de Feekes e Large (1954), com o colmo principal expandido.

Diante do fracionamento do N, foi dividida a dose em duas aplicações, sendo 50% da dose estabelecida no início do perfilhamento (16 de julho de 2023) e outros 50% da dose 22 dias após a primeira aplicação (07 de agosto de 2023). Dessa forma, a segunda aplicação de ureia foi realizada no momento que condiz com o final do perfilhamento e início da alongação, período em que o trigo define o tamanho da espiga e o número de espiguetas, componentes diretos de produtividade (STORCK, 2021). A Figura 7 demonstra as duas aplicações de ureia fracionada, realizadas nos dias 16/07/23 (A) e 07/08/23 (B).

Figura 6 - Aplicação da dose total de ureia em cobertura no início do perfilhamento



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Figura 7 - Aplicação de ureia de forma fracionada nos dias 16/07 e 07/08/2023



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Com o objetivo de prevenir e controlar a proliferação e infestação de insetos e doenças, foram realizadas 4 aplicações de inseticidas e fungicidas durante o ciclo da cultura. Dessa forma, a primeira aplicação ocorreu no início da elongação da cultura do trigo. As aplicações foram realizadas através do drone TJI AGRAS-T10 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. A Figura 8 demonstra uma das aplicações de manejo da área.

Tabela 3 - Produtos fitossanitários utilizados ao longo do ciclo da cultura do trigo

Princípio ativo	Nome comercial	Dose de p.c./ha*
1° Aplicação 01/08/23		
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 14/08/23		
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 28/08/23		
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 14/09/23		
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.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Figura 8 - Aplicações de drone na cultura do trigo



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

2.2.6 Colheita

A colheita do experimento aconteceu no dia 06 de novembro de 2023, 140 dias após a semeadura. A área colhida foi de 5 linhas por 3 metros de comprimento, totalizando uma área de 2,55 m². A colheita foi mecanizada, através de uma colhedora de parcelas da empresa parceira Biotrigo genética, conforme pode ser observado na Figura 9.

O material colhido foi levado para a empresa parceira Biotrigo Genética, realizar análises de produtividade, peso hectolitro (PH), umidade, teor de proteína nos grãos e massa de mil grãos. As demais análises foram realizadas no Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá.

Figura 9 - Colheita das unidades experimentais na área agrícola do IFRS Campus Ibirubá



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

2.2.7 Características agronômicas avaliadas

Foram realizadas avaliações de estande e estatura de plantas; número de perfilhos produtivos, espigas por metro quadrado e grãos por espiga; produtividade, teor de proteína, peso hectolitro e massa de mil grãos, cujas metodologias são descritas a seguir. Os dados obtidos através das características agronômicas avaliadas foram submetidos à análise estatística. Para os tratamentos qualitativos foi realizada a comparação de médias pelo Teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade de erro, através do software Sisvar[®]. Para os tratamentos quantitativos foi realizada análise de regressão.

2.2.7.1 Estande de plantas

Esta avaliação foi realizada quinze (15) dias após a emergência das plântulas, enquanto as mesmas estiverem se desenvolvendo, seguindo a metodologia utilizada por Mortari (2021). Dessa forma, foi utilizada uma trena milimétrica a fim de realizar a contagem das plantas emergidas ao longo de um (1) metro linear nas quatro (4) linhas centrais de cada parcela. Os dados obtidos são expostos em número de plantas emergidas por metro linear.

2.2.7.2 Estatura de plantas

A avaliação da estatura de plantas foi realizada de acordo com a metodologia utilizada por Theago et al. (2014), por meio da escolha de vinte (20) plantas de cada parcela, de forma aleatória dentro da área útil da parcela, para quantificação da estatura. Dessa forma, com auxílio de uma trena milimétrica, foi mensurada a estatura, que compreende a distância do nível do solo até a extremidade das espigas, excluindo-se as aristas. Vale ressaltar que esta avaliação foi feita quando a cultura do trigo se encontrava em maturação fisiológica, por volta do estágio 11.1 da escala fenológica de Feekes e Large (1954). Os resultados são expressos em centímetros (cm).

2.2.7.3 Número de perfilhos produtivos

Esta avaliação foi realizada conforme a metodologia utilizada por Mortari (2021). Dessa forma, foram selecionadas vinte (20) plantas aleatórias dentro da área útil de cada parcela e foi realizada a contagem de perfilhos produtivos em cada planta. Após, foi quantificado o valor médio entre as mesmas. Vale ressaltar que esta avaliação foi feita quando a cultura do trigo se encontrava no estágio de maturação fisiológica, no estágio 11.1 da escala fenológica de Feekes e Large (1954). Os resultados são expressos em número de perfilhos produtivos por planta.

2.2.7.4 Número de espigas por metro quadrado

De acordo com a metodologia proposta por Camponogara et al. (2016), o número de espigas por metro quadrado é realizado por meio da contagem de espigas presentes em um metro quadrado (1m²) dentro da área útil da parcela. A

contagem foi realizada no estágio de maturação fisiológica da cultura, 11.1 da escala fenológica de Feekes e Large (1954). Os resultados são representados em unidades de espigas por m².

2.2.7.5 Número de grãos por espiga

Para esta avaliação, foram contabilizados os grãos presentes em 20 espigas amostradas na área útil de cada parcela, de acordo com a metodologia proposta por Kerber et al. (2010). As espigas foram debulhadas e foi realizada a contagem dos grãos por espiga.

2.2.7.6 Produtividade

Para avaliação da produtividade, foram colhidas 5 linhas centrais da parcela por 3 metros de comprimento, totalizando 2,55 m², de acordo com a metodologia proposta por Mortari (2021). O material colhido foi levado ao Laboratório de Análises de Sementes da empresa Biotrigo Genética. Na sequência, foi realizada a mensuração da umidade e do teor de impureza. Os dados referentes ao peso de grãos são transformados para kg ha⁻¹ e corrigidos para umidade padrão de 13%.

2.2.7.7 Teor de proteína

A determinação do teor de proteína foi realizada após a colheita do trigo, no Laboratório de Análises da empresa Biotrigo Genética, seguindo as metodologias da própria empresa. Para tanto, foi utilizado um equipamento analisador de grãos denominado InfratecTM da marca Foss. A amostra é interceptada por um feixe de luz que, através do espectro eletromagnético, consegue extrair o teor de proteína existente nos grãos.

2.2.7.8 Peso hectolitro (PH)

A determinação do peso hectolitro foi realizada após a colheita do trigo, no Laboratório de Análises da empresa Biotrigo Genética, seguindo as metodologias da própria empresa. Para tanto, 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}).

2.2.7.9 Massa de mil grãos

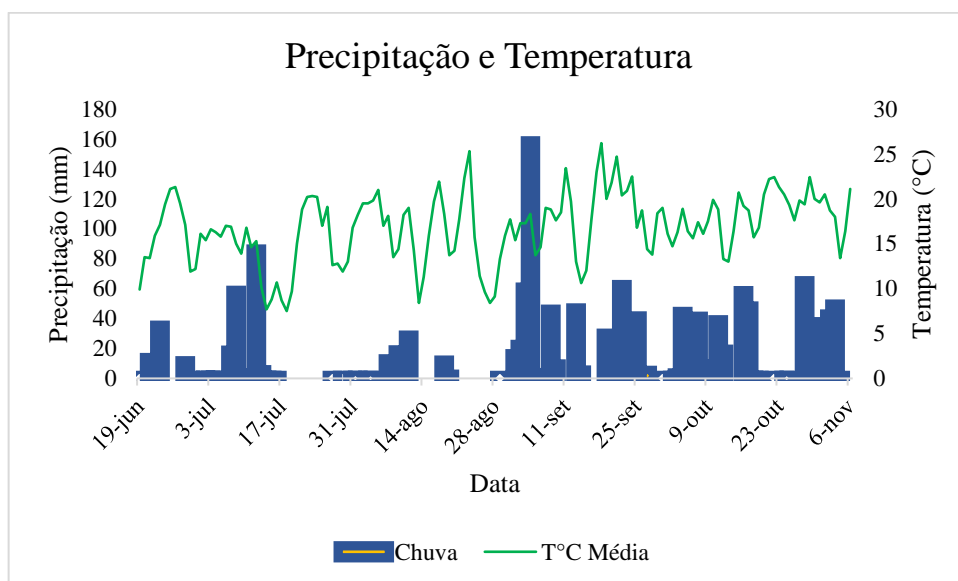
A avaliação da massa de mil grãos foi realizada no Laboratório da empresa Biotrigo Genética, seguindo as metodologias da empresa. Foi utilizado um contador automatizado denominado Data Counter S25, com precisão de 100% conforme informações técnicas da Data Technologies (2023). Uma determinada quantidade de amostra, acima de 1000 grãos, é colocada no contador e através de um sistema de vibração, os grãos passam por um sensor, sendo realizada uma contagem extremamente precisa. Este equipamento é conectado a um computador, e os dados gerados são imediatamente registrados, expressos em gramas (g).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo do período de condução do experimento, entre os meses de junho a novembro de 2023, ocorreu precipitação de 1239,2 mm, distribuídos de forma desigual durante o ciclo da cultura do trigo. Contudo, ocorreu um elevado acumulo de chuva em setembro, o qual foi marcado por 503,8 mm, sendo prejudicial para a cultura favorecendo a incidência de doenças e impactaram a qualidade e produtividade do cereal. Além disso, o ciclo da cultura foi encurtado comparo ao ano de 2022, por conta da falta de frio e das ondas de calor.

A Figura 10 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) situada na área agrícola do IFRS Campus Ibirubá.

Figura 10 - Dados meteorológicos de precipitação e temperatura média, de junho a novembro de 2023.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

2.3.1 Estande de plantas

O estabelecimento adequado do número de plantas por área é essencial para alcançar altas produtividades. Fatores como temperatura, umidade e qualidade das sementes influenciam diretamente a produção de uma cultura. A densidade de semeadura ideal está intimamente ligada à aplicação de nitrogênio, especialmente a

adubação de cobertura, cujo ajuste depende da interação entre ambiente, cultivar e práticas de manejo (FOLONI et al., 2016). A forma de aplicação de nitrogênio e as doses do nutriente não afetaram o estande de plantas. A densidade populacional por metro quadrado pode ser consultada na Tabela 4.

Tabela 4 - Número de plantas por metro quadrado de acordo com diferentes formas de aplicação e doses de N, IFRS Campus Ibirubá, 2023.

Dose de N (kg ha ⁻¹)	Formas de aplicação de N			Média
	Incorporada	Total	Fracionada	
Estande de Plantas				
0	345,59 *ns	352,94	336,06	344,86
45,00	327,94	353,71	373,53	351,73
67,50	325	350	390,47	355,16
90,00	374,29	352,94	339	355,41
Média	343,21	352,40	359,77	

*ns: Valores não significativos estatisticamente. Coeficiente de Variação (C.V.): 11,16%.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

De acordo com a Tabela 4, é possível verificar que o estande de plantas foi ideal ou superior ao recomendado para o cultivar TBIO Ponteiro. Segundo o obtentor o número de plantas ideal seria de 300 a 330 plantas/m², o que foi testemunhado nas condições do experimento. Contudo, alguns valores foram superiores ao recomendado, isso ocorreu por conta do acréscimo de 15% a mais de sementes como parâmetro de correção com o intuito de adequar o potencial de germinação e vigor das sementes.

Segundo Foloni et al. (2014), em estudo realizado de formas e doses de N na cultura do trigo, verificou-se que a incorporação acima de 80 kg ha⁻¹ de N na fonte de ureia reduziu o número do estande plantas. Diante disso, os autores citam que o uso da ureia juntamente com a semeadura apresenta restrições, devido ao potencial de acumulação de gás amônia e ao risco de absorção excessiva de amônio e nitrato, o que pode ser prejudicial às sementes e plântulas, resultando em possíveis falhas no estabelecimento das plantas na lavoura.

De acordo com Tonet (2022), em pesquisa referente a formas e doses de N na cultura do trigo com e sem o uso do regulador de crescimento, o estande de

plantas não sofreu influência diante das formas e doses de N aplicado e nem do uso do regulador de crescimento. Sendo assim, vale ressaltar que o presente trabalho possui características de formas de aplicação e doses de N similares ao de Tonet (2022).

É relevante observar que a ureia foi incorporada a uma profundidade de 6 cm, ficando 3 cm abaixo da semente, com o intuito de evitar a emissão de gases neste estudo. Além disso, no momento da avaliação do estande de plantas, as aplicações de nitrogênio em cobertura ainda não haviam sido realizadas, possibilitando a comparação entre os tratamentos com nitrogênio incorporado e aqueles que receberam apenas adubação NPK na base.

2.3.2 Estatura de plantas

A estatura de plantas é diretamente relacionada com o fornecimento de N. No presente trabalho, a dose de 45 kg ha⁻¹ de N se sobressaiu quando aplicado de forma integral em cobertura, diferindo estatisticamente das formas incorporada e fracionada. A dose 0 kg ha⁻¹ de N manteve valores inferiores independente da forma de aplicação, sendo que foi fornecido apenas a adubação de base NPK, conforme a Tabela 5.

Tabela 5 - Estatura de plantas de acordo com diferentes formas de aplicação e doses de N, IFRS Campus Ibirubá, 2023.

Dose de N (kg ha ⁻¹)	Formas de aplicação de N			Média
	Incorporada	Total	Fracionada	
Estatura de plantas				
0	48,90 bA	49,21 bA	48,64 bA	48,92
45,00	53,75 aB	56,15 aA	51,46 aB	53,79
67,50	54,27 aA	53,39 aA	52,65 aA	53,44
90,00	53,85 aA	53,45 aA	52,74 aA	53,35
Média	52,69	53,05	51,37	

*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. Coeficiente de Variação (C.V.): 4,52%.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

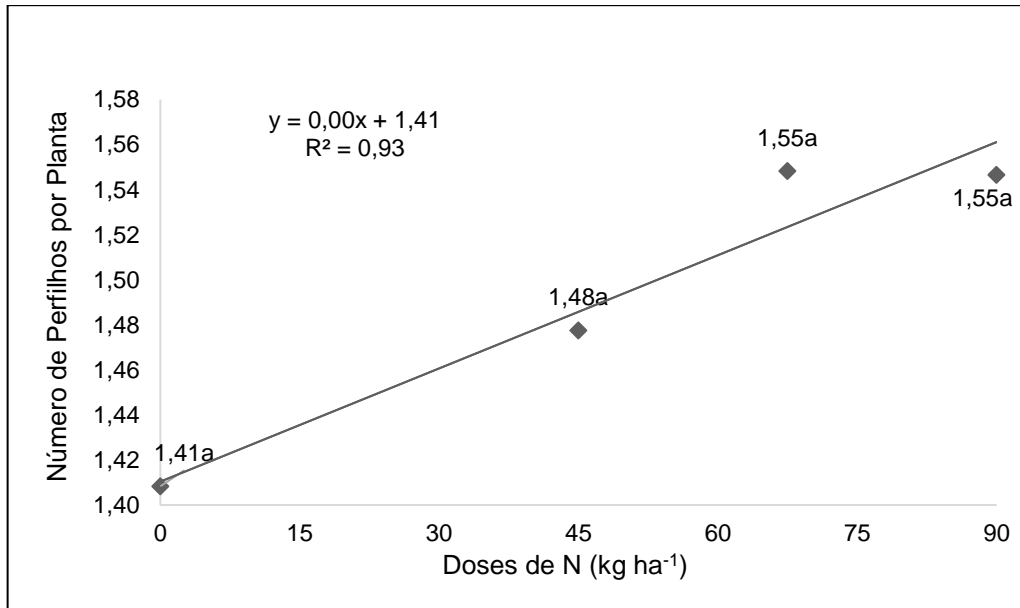
Resultados similares foram observados na literatura, visto que de acordo com Zagonel et al. (2002) e Nunes et al. (2011), uma maior disponibilidade de N no início do cultivo ou a aplicação de doses elevadas durante o ciclo resultam em plantas de trigo mais altas. Além disso, em seu estudo sobre diferentes doses e fontes de N aplicadas completamente na semeadura ou em cobertura para dois cultivares de trigo, Theago et al. (2014) concluíram que o fornecimento total de nitrogênio na semeadura resultou em maior altura das plantas.

Segundo Kreling (2022), em pesquisa referente a formas e doses de N na cultura do trigo, não houve interação entre as doses e as formas de aplicação de N no que tange a estatura de plantas, corroborando com os resultados obtidos Martin et al. (2021), que também não verificaram influência da adubação nitrogenada na estatura de plantas. Posto isso, vale destacar que o presente trabalho possui características de desenvolvimento similares ao de Kreling (2022).

2.3.3 Número de perfilhos produtivos

O número de perfilhos é diretamente relacionado ao rendimento da planta, por serem a maioria férteis (CAMPONAGARA et al., 2016). Assim, à medida que aumenta o número de perfilhos férteis, mais espigas são produzidas por planta, resultando em um maior número de grãos. Neste trabalho, não houve diferença estatística entre as variáveis doses e formas de aplicação de N. Contudo, houve um aumento linear do número de perfilho conforme maior a dose de N. Os resultados podem ser observados na Figura 11.

Figura 11 - Número de perfilhos produtivos por planta de trigo conforme aplicação de diferentes doses de N, IFRS Campus Ibirubá, 2023.



*Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. Coeficiente de Variação (C.V.): 16,19%.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

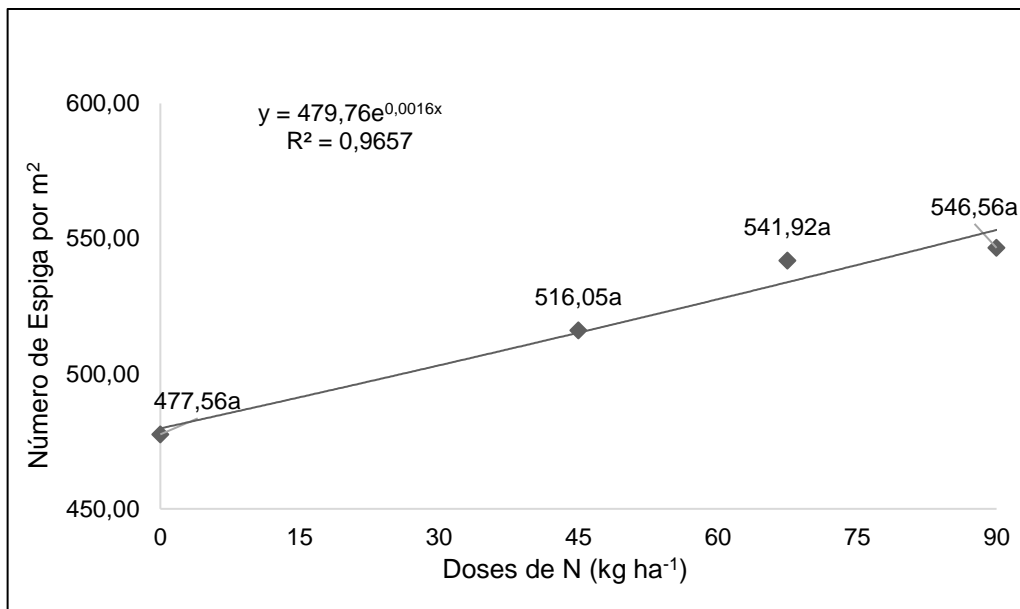
De acordo com Martin et al. (2021), ao investigar o efeito da adubação nitrogenada em cobertura, tanto total como fracionada, nos componentes de produtividade do trigo, não encontraram diferenças significativas entre as duas formas de aplicação. Com isso, obteve 1,34 perfilhos produtivos por planta ao adicionar 45 kg ha⁻¹ de N no início do perfilhamento, o que equivale aos 100 kg ha⁻¹ de ureia, sendo semelhante no presente trabalho, o qual apresentou 1,48 perfilhos.

No trabalho de Kreling (2022), o número de perfilhos produtivos diferiu estatisticamente entre a testemunha e os demais tratamentos que receberam suplementação nitrogenada. Além disso, não houve diferença estatística entre as doses de 45, 67,5 e 90 kg ha⁻¹ de N. Diante da dose de N que equivale aos 100 kg ha⁻¹ de ureia, em seu trabalho obteve 1,33 perfilhos produtivos. Da mesma forma, neste trabalho, na dose 90 kg ha⁻¹ de N, o número de perfilhos produtivos foi maior do que o obtido nas demais doses.

2.3.4 Número de espigas por metro quadrado

Conforme Sangoi et al. (2007), o número de espigas por metro quadrado representa o componente de produção mais crucial para o trigo. Neste trabalho, o número de espigas não diferiu estatisticamente através das variáveis analisadas. Diante do aumento das doses de N, ocorreu um aumento linear do número de espigas entre os tratamentos, conforme pode ser observado na Figura 12. O tratamento com 90 kg ha⁻¹ de N, que corresponde a 200 kg ha⁻¹ de ureia, obteve aumento de 13% de espigas em relação à testemunha.

Figura 12 - Número de espigas por metro quadrado, IFRS Campus Ibirubá, 2023.



*Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. Coeficiente de Variação (C.V.): 12,97%.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Zagonel et al. (2002), Teixeira Filho et al. (2008) e Theago et al. (2014) encontraram resultados semelhantes ao observar um efeito significativo do aumento das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura na forma de ureia no número de espigas por metro quadrado. Além disso, Pinto et al. (2017) concluíram que o aumento das doses de nitrogênio resulta em um maior número de perfilhos por planta, o que justifica o aumento do número de espigas por metro quadrado.

Kreling (2022), retratou que o número de espigas por m² foi influenciado apenas pelas doses de N e não pelas formas de aplicação. Além disso, as doses de 45, 67,5 e 90 kg ha⁻¹ de N não diferiram estatisticamente entre si, mas foi possível

observar tendência de aumento no número de espigas por m² conforme maior dose de ureia.

Segundo Gross et al. (2012), o aumento no número de espigas por área pode ser atribuído a vários fatores, incluindo aumento na densidade de semeadura, maior produção de perfilhos por planta ou a época de aplicação de nitrogênio. Assim, o número de espigas por metro quadrado aumentou com o aumento da quantidade de nitrogênio fornecida.

2.3.5 Número de grãos por espiga

Através dos resultados obtidos do 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 6. No entanto, pode-se observar uma tendência de aumento do número de grãos por espiga à medida que foi aumentada as doses de N. Juntamente as formas de aplicação, quando utilizada a ureia de forma fracionada teve aumento no número de grãos por espiga.

Tabela 6 - Número de grãos por espiga de acordo com diferentes formas de aplicação e doses de N, IFRS Campus Ibirubá, 2023.

Dose de N (kg ha ⁻¹)	Formas de aplicação de N			Média
	Incorporada	Total	Fracionada	
Nº de grãos por espiga				
0	34,08*ns	34,0	34,51	34,20
45,00	34,21	33,25	37,08	34,85
67,50	36,96	36,21	36,81	36,66
90,00	35,39	37,80	38,18	37,12
Média	35,16	35,32	36,64	

*ns: Valores não significativos estatisticamente. Coeficiente de Variação (C.V.): 11,78%.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Sartori (2019) descobriu que a aplicação de nitrogênio (N) durante o perfilhamento resultou em um maior número de grãos por espiga, alcançando 44,8 grãos, em comparação com a aplicação tardia de N durante o florescimento, que

resultou em 34,5 grãos, uma redução de 23%. Neste estudo, as aplicações de N foram realizadas na semeadura e durante o estágio de perfilhamento, não sendo consideradas como aplicações tardias de N.

Tonet (2022), apontou interação significativa entre as doses e as formas de aplicação de N para o número de grãos por espiga. No trabalho, houve tendência de aumento no número de grãos por espiga quando realizada a incorporação da ureia, diferindo estatisticamente da aplicação superficial de nitrogênio. Além disso, verificou-se o aumento do número de grãos por espiga à medida em que foram aumentadas as doses de N, sendo assim, as doses de 67,5 e 90 kg N ha⁻¹, diferiram estatisticamente da testemunha e da dose de 45 kg ha⁻¹ de N.

2.3.6 Produtividade

A quantidade de nutrientes acumulados pela planta é crucial para determinar a produtividade de uma cultura. De acordo com Campos et al. (2004), doses mais elevadas de nitrogênio são recomendadas para alcançar altas produtividades, especialmente em cultivares com alto potencial de rendimento. Com relação as formas e doses de N aplicadas no trabalho, somente as doses diferiram estatisticamente entre os resultados. Contudo, os resultados mostraram um aumento de 5,47% de produtividade quando aplicada a ureia de forma incorporada no momento da semeadura, em comparação ao fracionamento da mesma.

Tabela 7 - Produtividade do cultivar TBIO Ponteiro mediante diferentes formas de aplicação de N, IFRS Campus Ibirubá, 2023.

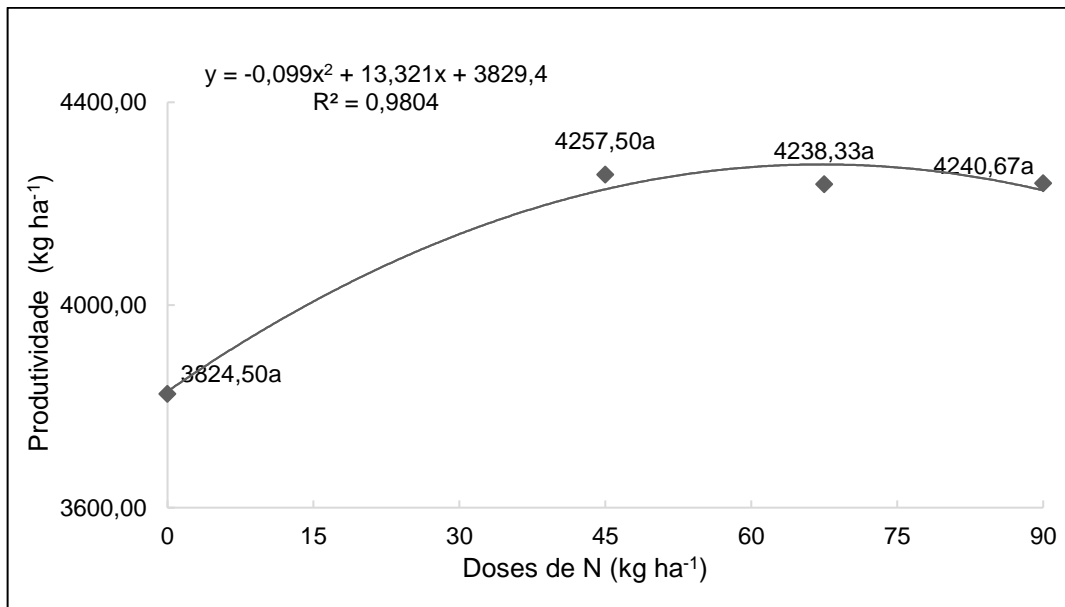
Formas de aplicação de N	Produtividade (Kg ha ⁻¹)
Incorporada	4263,94 a
Total	4126,13 a
Fracionada	4030,69 a

*Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. Coeficiente de Variação (C.V.): 10,56%.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Em relação à produtividade com diferentes doses de N, foi verificada diferenças estatísticas entre os tratamentos quando comparado a testemunha com as demais doses. Dessa forma, a aplicação de 45 kg N ha⁻¹ teve aumento de 10% de rendimento em comparação a testemunha. Os resultados de produtividade para cada dose de N estão apresentados na Figura 13.

Figura 13 - Produtividade do cultivar TBIO Ponteiro mediante diferentes doses de N, IFRS Campus Ibirubá, 2023.



*Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. Coeficiente de Variação (C.V.): 10,56%.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Esses resultados confirmam o exposto por Pöttker et al. (2004), ao avaliar a resposta do trigo a diferentes doses e métodos de aplicação de nitrogênio na região de Dourados – MS, constataram que as doses de N não influenciaram

significativamente a produtividade de grãos de trigo. Além disso, não foram observadas diferenças significativas entre a aplicação total das doses de N de uma só vez e a aplicação parcelada. Segundo os autores, isso ocorreu devido às condições climáticas, onde, em solos com baixa umidade, o nitrogênio não é absorvido, enquanto em solos com excesso de umidade ocorre lixiviação e/ou desnitrificação do nitrogênio.

Entretanto, os valores obtidos no presente trabalho mostraram resultados melhores a incorporação da ureia em comparação ao de Kreling (2022), a qual retratou que um dos motivos pelo qual o N incorporado apresentou menores valores seria o grande volume de chuvas que ocorreu logo após os procedimentos de semeadura e incorporação da ureia no solo.

2.3.7 Teor de proteína

A qualidade industrial depende de vários fatores de classificação. Um exemplo disso é o teor de proteína, que deve ser superior a 12% para a produção de farinhas de alta qualidade. Esse parâmetro tem um impacto direto na força do glúten (GUTERRES, 2017).

No presente trabalho, o teor de proteína foi influenciado pelas formas e doses de aplicação. Conforme a Tabela 8 é possível verificar a forma de aplicação de N incorporado teve resultado menor quando aplicado em doses de 90 kg ha⁻¹, por isso obteve-se diferença estatística quando comparado as formas fracionada e total. Além disso, quando disposto o N integral em cobertura com a dose de 45 kg ha⁻¹, o teor de proteína foi menor, sendo igual estatisticamente de duas testemunhas as quais receberam a dose 0 kg ha⁻¹ de N.

Tabela 8 - Teor de proteína de acordo com diferentes formas de aplicação e doses de N, IFRS Campus Ibirubá, 2023.

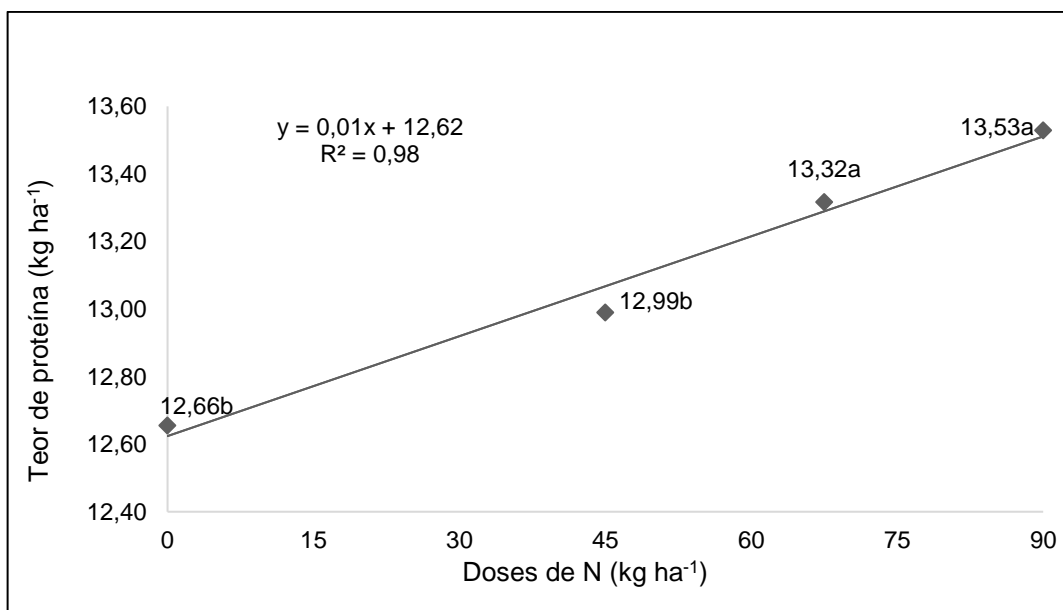
Dose de N (kg ha ⁻¹)	Formas de aplicação de N			Média
	Incorporada	Total	Fracionada	
	Proteína			
0	12,57aA	12,90bA	12,50bA	12,66
45,00	12,82aA	12,83bA	13,32aA	12,99
67,50	12,98aA	13,40aA	13,58aA	13,32
90,00	12,93aB	13,83aA	13,83aA	13,53
Média	12,82	13,24	13,31	

*Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. Coeficiente de Variação (C.V.): 3,41%.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Contudo, observou-se que houve aumento constante condizente ao aumento do N, o qual pode ser verificado na Figura 14. Com relação ao teor de proteína ser um dos fatores para classificação da qualidade industrial, neste estudo, o índice foi superior a 12% independente da forma e dose de aplicação de N.

Figura 14 - Teor de proteína mediante diferentes doses de N, IFRS Campus Ibirubá, 2023.



*Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. Coeficiente de Variação (C.V.): 3,41%.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Segundo Pinnow et al. (2013), ao investigar os impactos da adubação nitrogenada na qualidade industrial do trigo no Paraná, observou-se um aumento linear no teor de proteína conforme as doses de nitrogênio aumentaram. Além disso, doses de 80 e 120 kg ha⁻¹ de N tiveram um efeito positivo significativo nos parâmetros que indicam a qualidade industrial, incluindo o teor de proteína.

Almeida (2016) observou um aumento no teor de proteína nos tratamentos em que o nitrogênio foi aplicado durante o emborrachamento e o florescimento, em comparação com o tratamento sem essa aplicação adicional. Sem a aplicação de nitrogênio, o teor de proteína foi de 10,5%, enquanto a aplicação durante o florescimento elevou esse teor para 12,9%. Além disso, os tratamentos que receberam nitrogênio durante o perfilhamento apresentaram os menores teores de proteína nos grãos.

De acordo com Kreling (2022), o teor de proteína foi influenciado tanto pelas doses quanto pelas formas de aplicação de N, porém não houve interação entre estes dois parâmetros. Diante disso, 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%. Com relação à forma de aplicação, os tratamentos com as aplicações superficiais de ureia apresentaram 4% a mais no teor de proteína nos grãos.

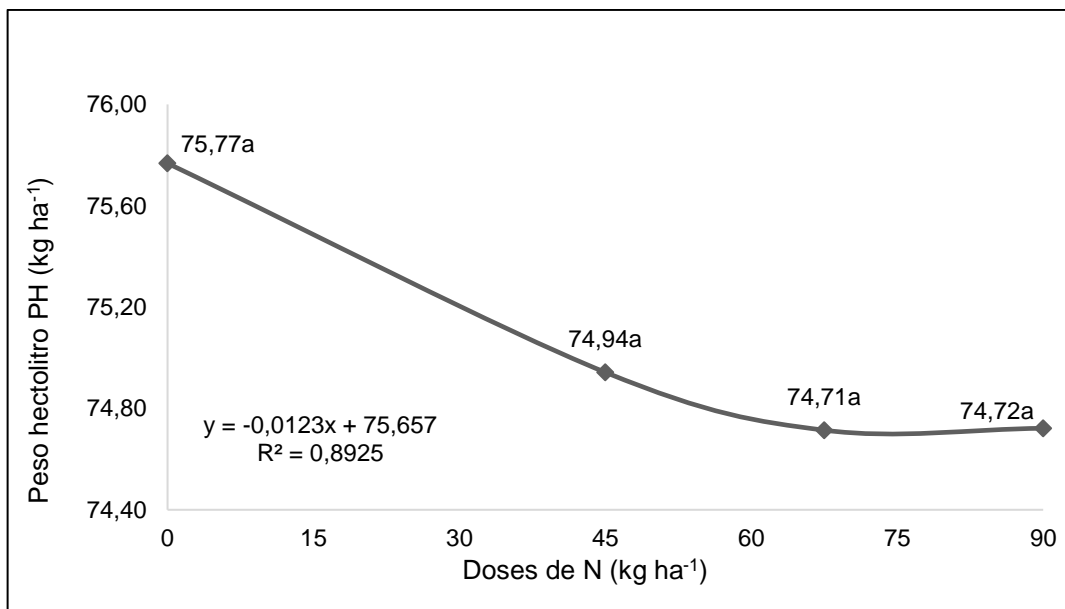
2.3.8 Peso Hectolitro (PH)

O Peso Hectolitro (PH) representa o peso de 100 litros de grãos e reflete características de qualidade, especialmente aquelas relacionadas à moagem. 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. A aceitação e valorização do produto no mercado aumentam conforme o PH aumenta, tornando-o uma propriedade de grande importância na comercialização do trigo (PEREIRA et al., 2017; LUDWIG et al., 2022).

Os resultados para PH no cultivar TBIO Ponteiro foram inferiores a 78 kg hL⁻¹ neste experimento. Perante a isto, o declínio nos resultados de PH foi maior conforme o aumento da dose de N. Diante das formas e doses de aplicação de N, não houve diferenças estatísticas nos resultados.

Segundo Vargas et al. (2023), em anos chuvosos no período de outubro a novembro o PH do trigo decai bastante, conforme os valores de precipitações acumulados, quanto mais alto os volumes de chuva, maior o decréscimo no valor de PH. Em seu estudo, no ano de 2020 houve uma baixa precipitação acumulada, retendo então 131mm. Com isso, o trigo apresentou valores de PH de 79 kg hL⁻¹, já, no ano seguinte 2021, o acumulado de chuva foi de 577 mm e o PH do trigo apenas 74 kg hL⁻¹.

Figura 15 - Peso hectolitro (PH) do cultivar TBIO Ponteiro com diferentes doses de N, IFRS Campus Ibirubá, 2023.



*Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. Coeficiente de Variação (C.V.): 2,04%.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Borga (2022) observou que o PH diminui à medida que aumentam as doses de nitrogênio. Além disso, Ludwig et al. (2022) concluíram que o aumento da adubação nitrogenada resultou em redução do PH em 50% dos cultivares avaliados. Segundo os autores, essa redução pode ser atribuída à emissão tardia de perfilhos causada pela aplicação de nitrogênio, o que resulta em poucas espiguetas férteis e um menor número de grãos por espiga.

De acordo com Tonet (2022), os resultados para PH no cultivar TBIO Ponteiro foram superiores a 78 kg hL⁻¹, inclusive a testemunha a qual diferiu estatisticamente das demais doses. Isso ocorreu provavelmente em função das condições

meteorológicas favoráveis durante o ciclo da cultura e pela suplementação de N através da adubação nitrogenada.

2.3.9 Massa de mil grãos

Diante dos resultados obtidos no trabalho, as doses e formas de aplicação de N não influenciaram a massa de mil grãos, exceto quando aplicado o N de forma fracionada. Perante ao exposto na Tabela 9, verificou-se que quando aplicado o N de forma fracionada houve um decréscimo nos valores, diferenciando assim estatisticamente dos demais.

Tabela 9 - Massa de mil grãos do cultivar TBIO Ponteiro mediante diferentes formas de aplicação e doses de N, IFRS Campus Ibirubá, 2023.

Dose de N (kg ha ⁻¹)	Formas de aplicação de N			Média
	Incorporada	Total	Fracionada	
Massa de mil grãos (g)				
0	31,81aA	30,54aA	32,16aA	31,50
45,00	31,25aA	29,78aA	29,93bA	30,32
67,50	30,20aA	29,68aA	29,78bA	29,88
90,00	30,68aA	29,48aA	29,27bA	29,81
Média	30,99	29,87	30,28	

*Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. Coeficiente de Variação (C.V.): 5,01%.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Segundo Neto (2024), a massa de mil grãos é interferida pelo número de plantas de trigo, conseqüentemente o número de afilhos, o número de espigas por planta, de espiguetas por espiga e de grãos por espiguetas. Bem como, ser influenciada por fatores climáticos, genéticos e do manejo.

Em contrapartida, os resultados alcançados por Zagonel et al. (2002) constataram que a adubação nitrogenada não teve efeito sobre a massa de mil grãos, pois os valores não apresentaram diferenças significativas com o aumento das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura. Além disso, Pettinelli Neto et al. (2002), ao estudar cinco doses de nitrogênio e seis cultivares de trigo no estado de São Paulo, observaram que não houve influência das doses de nitrogênio sobre as

variáveis analisadas, como acamamento, número de espigas por m², número de grãos por espiga, massa de cem grãos e produtividade de grãos.

Segundo Kreling (2022), a massa de mil grãos não foi influenciada pelas doses e pelas formas de aplicação de N. Dessa forma, os resultados diante a ureia incorporada corroboraram com o presente trabalho, o qual não diferiu significativamente da forma de aplicação em cobertura em dose total.

3 CONCLUSÃO

O estande de plantas, o número de perfilhos, o número de espigas por m², o número de grãos por espiga, e o PH não sofreram influência da dose e forma de aplicação de N.

A produtividade do cultivar TBIO Ponteiro foi superior quando aplicado o N de forma incorporada. Além disto, a produtividade apresentou um aumento positivo ao incremento de N na cultura independente da dose.

A estatura de plantas foi maior quando aplicado a dose de 45 kg ha⁻¹ de forma integral em cobertura, diferindo das formas incorporada e fracionada. As testemunhas apresentaram valores inferiores quando comparadas aos tratamentos com fertilização nitrogenada.

O teor de proteína diminuiu quando aplicada as doses de 90 kg ha⁻¹ de N de forma incorporada e um aumento quando fornecido de forma fracionada. Além disso, apresentou o aumento constante do teor de proteína condizente ao aumento da dose de N.

A massa de mil grãos sofreu declínio quando aplicado o N de forma fracionada independente da dose.

Os resultados do presente trabalho são de grande importância para a comunidade, a fim de transmitir informações sobre técnicas de formas e doses de aplicação de N para a cultura do trigo. Dessa forma, a incorporação do N ao solo não diferiu significativamente na maioria dos caracteres agronômicos avaliados no ano de 2023.

Perante ao exposto, recomenda-se que o experimento seja repetido em outras safras agrícolas, submetendo assim diferentes condições climáticas, locais e cultivares de diferentes ciclos.

REFERÊNCIAS

ATLAS SOCIOECONÔMICO RIO GRANDE DO SUL. **Trigo: O Rio Grande do Sul é o segundo maior produtor de trigo em grão no Brasil**. ISBN: 978-65-87878-00-3. 5ª ed. Porto Alegre/RS. 2020. Disponível em: <<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/trigo>>, acesso em: 18/03/2024.

ABITRIGO (Associação Brasileira da Indústria do Trigo). **Trigo na história**. Disponível em: < <https://biotrigo.com.br/bionews/o-trigo-na-historia/1411>>, acesso em: 18/03/2024.

ALMEIDA, D. **Rendimento de grãos e qualidade tecnológica de cultivares de trigo em resposta à adubação nitrogenada tardia**. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p.113, 2016. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/173019/001059367.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>, acesso em: 10/07/2024.

BAPTISTELLA, J. L. C. **Veja tudo sobre o trigo: pontos principais da produção**. Lavoura 10 Blog Aegro, Porto Alegre/RS, 2020. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/trigo/>>, acesso em: 12/03/2024.

BAYER. **Quebra na safra de trigo: desafios e impactos no mercado**. Bayer, 2024. Disponível em: <<https://www.agro.bayer.com.br/conteudos-impulso-bayer/safra-de-trigo-2023-2024>>, acesso em: 25/03/2024.

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. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S0100-06832001000200008>>, acesso em: 28/05/2024.

BORGA, I. **Correlações entre caracteres morfofisiológicos e tecnológicos na cultura do trigo em função da adubação nitrogenada**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina. 49p. Curitibanos, SC. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/236895/TCC_luryBorga.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, acesso em: 08/07/2024.

CAMPOGARA, 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/ee8043b1400717a2eef3aa93c3a4.pdf>>, acesso em:28/05/2024.

CAVALCANTE, J. A.; RIMIERI, C.; RIBEIRO, E. T.; DELUCA, R.; SILVA, W. G. **Produtividade do trigo através de diferentes formas de adubação na**

semeadura e em cobertura. Revista cultivando o saber, Edição Especial, 2016. Acesso em: 07/04/2024.

CAMPOS, L. A. C.; DOTTO, S. R.; BRUNETTA, D. **Informações técnicas das comissões centro-sul brasileira de pesquisa de trigo e de triticale para a safra de 2004.** Londrina: Embrapa, 2004. 214p

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

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: 14/06/2024.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos.** Safra 2021/2022. Boletim-de-Safras 2º Levantamento, Brasília 2022. Disponível em: <<file:///C:/Users/Michel/Desktop/site-Boletim-de-Safras-2o-Lev.pdf>>, acesso em: 10/03/2024.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** Safra 2023/2024. boletim de safras 6º levantamento, Brasília 2024. Disponível em: <file:///C:/Users/Michel/Desktop/Agronomia/TCC%20trigo/E-book_BoletimZdeZSafrasZ-Z6Zlevantamento-compactado.pdf>, acesso em: 24/03/2024.

CONAB. **A cultura do trigo.** Brasília, 2017. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/uploads/arquivos/17_04_25_11_40_00_a_cultura_do_trigo_o_versao_digital_final.pdf>, acesso em: 24/03/2024.

COSTA, L.; ZUCARELI, C.; RIEDE, C. R. **Parcelamento da adubação nitrogenada no desempenho produtivo de genótipos de trigo.** Revista Ciência Agronômica, 2013, 44, 2, 215-224.

ECCO, M.; PERIN, R. F.; DUARTE, R. P.; BARBOSA, A. P.; GABRIEL, A. M. **respostas biométricas de plantas de trigo submetidas a diferentes doses de nitrogênio em cobertura.** Revista Científica Rural, 2019, 1413-8263. Disponível em: <<http://revista.urcamp.edu.br/index.php/RCR/article/view/3074/pdf#>>, acesso em: 23/04/2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília: Embrapa Produção de informação; Rio de Janeiro: EMRAPA Solos, 412, 2006.

FAN, X.; LI, F.; LIU, F.; **D.Fertilization with a new type of coated urea: evaluation for nitrogen efficiency and yield in winter wheat.** Journal of Plant Nutrition, 2004, 27, 5, 853-865.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO.** Faostat. 2022. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/EP>>, acesso em: 18/03/2024.

FRAZÃO, J. J.; SILVA, A. R.; SILVA, V. L.; OLIVEIRA, V. A.; CORRÊA, R. S. **Fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e ureia na cultura do milho.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/tmZZ7mtKDyxmw8hTFSZ8sDP/?format=pdf&lang=pt>>, acesso em: 08/04/2024.

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: 05/07/2024

FOLONI, J. S. S.; BASSOI, M. C.; SILVA, S. R. **Indicações fitotécnicas para cultivares de trigo da Embrapa no Paraná.** Londrina: Embrapa Soja, 24 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 117). 2016. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1051840>>, acesso em: 01/07/2024.

GAYEN, K. **Solvent-Directed Transformation of the Self-assembly and Optical Property of a Peptide-Appended Core-Substituted Naphthelenediimide and Selective Detection of Nitrite Ions in an Aqueous Medium.** Langmuir, Washington, v. 37, n. 31, p. 9577-9587, 2021. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.langmuir.1c01486>>, acesso em: 08/04/2024

GREGÓRIO, D. F. S. **Controle de infestantes em pré e pós-emergência na cultura do trigo mole (Triticum aestivum L.).** Dissertação de Mestrado. Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia. Évora. 2023. Disponível em: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/34933/1/Mestrado-Engenharia_Agronomica-Daniel_Filipe_Sousa_Gregorio.pdf>, acesso em: 22/03/2024.

GROSS, T. F.; DIAS, A. R.; KAPPES, C. SCHIEBELBEIN, L. M.; ANSELMO, J. L.; HOLANDA, H. V. **Comportamento produtivo do trigo em diferentes métodos e densidades de semeadura.** Scientia agraria paranaenses, v. 11, n. 4, p. 50-60. 2012. Disponível em: <<https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/4917/5753>>, acesso em: 01/07/2024.

HARPER, J.E. Nitrogen metabolism. In: BOOTE, K.J. et. al. **Physiology and determination of crop yield.** American Society of Agronomy, 1994. Disponível em: <<https://doi.org/10.2134/1994.physiologyanddetermination.c19>>, acesso em: 06/04/2024.

INFORMAÇÕES TÉCNICAS PARA TRIGO E TRITICALE: **14ª reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de trigo e triticale - Safra 2022**. 1 ed. Castro, PR: Fundação ABC e Biotrigo Genética, ISBN 978-85-61408-11-4. 2022. Disponível em: <<https://www.conferencebr.com/conteudo/arquivo/informacoes-tecnicas-para-trigo-e-triticale-safra-2022-1649081250.pdf>>, acesso em: 14/06/2024.

KLEIN, C. L. **Produtividade de grãos de cultivares de trigo recomendadas para o cultivo no Rio Grande Do Sul**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ. Ijuí/RS. 33p. 2018. Disponível em: <<https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/6379/Cleomar%20Lorenz%20Klein.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>, acesso em: 19/03/2024.

KRAISING, A. R.; SILVA, J. A. G.; PEREIRA, L. M.; CARBONERA, R.; CARVALHO, I. R.; BASSO, N. C. F. **Efficiency of nitrogen use by wheat depending on genotype and previous crop**. Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering. Campina Grande/PB. ISSN 1807-1929. v.25, n.4, p.235-242, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v25n4p235-242>>, acesso em: 06/04/2024.

KERBER, T. L.; MÜLLER, A. L.; KOVALESKI, S.; VICARI, M. B.; BAZZAN, E.; SANTI, A.; DALMAGO, G. A.; PIRES, J. L. F.; CUNHA, G. R. da. **Avaliação de componentes do rendimento de trigo conduzido sob diferentes níveis de manejo**. VI Mostra de Iniciação Científica da Embrapa Trigo Resumos. EMBRAPA. Embrapa trigo. Passo Fundo, 2010.

KRELING, B. E. **Avaliação de caracteres agronômicos da cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) mediante diferentes doses e formas de aplicação de nitrogênio**. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. Campus Ibirubá/RS. Acesso em: 17/06/2024.

LUDWIG, R. L.; MARTIN, T. N.; ROCKENBACH, D.; GIACOMINI, S.; VEY, R. T. **Agronomic performance of wheat cultivars in response to inoculation (*Azospirillum brasilense*) and nitrogen application**. Revista Caatinga. 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1983-21252022v35n407rc>>, acesso em: 12/07/2024.

MACHADO. **A importância do nitrogênio no trigo**. Agrolink, 2023. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/culturas/trigo/informacoes-da-cultura/nutricao/a-importancia-do-nitrogenio-no-trigo_479577.html#:~:text=De%20forma%20geral%2C%20aplica%2Dse,quando%20comparado%20%C3%A0%20aplica%C3%A7%C3%A3o%20%C3%BAnica>, acesso em 23/03/2024.

MACHADO. **Leia sobre os aspectos físicos (fisiológicos) do trigo**. Agrolink, 2023. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/culturas/trigo/informacoes-da-cultura/informacoes-gerais/leia-sobre-os-aspectos-fisicos-do->

trigo_474978.html#:~:text=O%20trigo%20geralmente%20possui%20o,nos%20pr%C3%B3filos%20(estruturas%20foliares).>, acesso em: 23/03/2024.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELLO, F. D.; BRASIL SOBRINHO, M. D. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 1974.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Agronômica Ceres, 638p. São Paulo/ SP. 2006.

MARTIN, T. N.; CORRÊA, A. R.; FERREIRA, M. M.; ARISMENDI, G. A.; LANZARIN, M. M. **Nitrogênio em cobertura, tratamento de semente e aplicação foliar no trigo**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer – Jandaia-GO, v.18 n.36; p. 253. 2021. Disponível em: <<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2021B/nitrogenio.pdf>>, acesso em: 09/07/2024.

MATTUELLA, D.; SIMIONI, S. P.; SEGATTO, C.; CIGEL, C.; ADAMS, C. R.; KLEIN, C.; LAJÚS, C. R.; SORDI, A. **Eficiência agrônômica da cultura do trigo submetida a doses de nitrogênio em diferentes estádios ontogênicos**. Ciência agrícola, 2013. Disponível em: <<https://www.seer.ufal.br/index.php/revistacienciaagricola/article/view/5176/4804>>, acesso em: 07/04/2024.

MIKOANSKI, W. M. **Aplicação de fertilizante foliar na cultura do trigo associado ou não ao nitrogênio**. Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Agronomia, 2017. Disponível em: <<https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/810/1/MIKOANSKI.PDF>>, acesso em: 17/03/2024.

MONTAGNER, L. L. **Produção de trigo por modificação da dose e forma de liberação de nitrogênio**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Agronomia - Departamento de Estudos Agrários - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí/RS. 2011. Disponível em: <<https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/637/TCC%20-%20Lucas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>, acesso em: 10/05/2024.

MORTARI, J. F. **Avaliação do desempenho agrônômico de cultivares de trigo na safra inverno 2021/21 no município de Lunardelli-PR**. Trabalho de conclusão de curso. UCP-Faculdade de Ensino Superior do Centro do Paraná, Pintanga/PR. 2021. Disponível em: <<http://repositorio.ucpparana.edu.br/index.php/engagro/article/view/160>>, acesso em: 21/06/2024.

NETO, A. A. C.; SILVA, P. P. A. **Nitrogênio: um dos elementos essenciais para as plantas** in: VI Botânica no Inverno 2016. Org. Miguel Peña H. [et al.], Cap. 16. 223p. ISBN Versão online: 978-85-85658-61-8. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo: São Paulo, 2016.

NETO, E. S. B. **Qualidade e produtividade de grãos de cultivares de trigo sob El Niño**. Revista Plantio Direto & Tecnologia Agrícola – Cereais de Inverno – Digital – Volume 2024.

NETTO, M. S.; OLIVEIRA, F. C.; ARAÚJO, L. S.; SILVEIRA, P. M. **Épocas, formas de aplicação e doses de nitrogênio na cultura do milho em condições de cerrado**. Colloquium Agrariae, v. 16, n.6, p. 56-66. ISSN 1809-8215. 2020. Disponível em: < <https://journal.unoeste.br/index.php/ca/article/view/3381/3155>>, acesso em: 02/06/2024.

NUNES, A. S.; SOUZA, L. C. F.; VITORINO, A. C. T.; MOTA, L. H. S. **Green manures and levels of nitrogen topdressing in wheat crop under no-tillage**. Semina: Ciências Agrárias, vol. 32, núm. 4, pp. 1375-1384 Universidade Estadual de Londrina - UEL. Londrina, BR. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744110015.pdf>>, acesso em: 19/06/2024.

PEREIRA, L. C.; PIANA, S. C.; BRASSINI, A. L.; GARCIA, M. M.; FERRI, G. C.; FELBER, P. H.; MARTELI, D. C. V.; BIANCHESSI, P. A.; DAMETTO, I. B. **Rendimento do trigo (Triticum aestivum) em resposta a diferentes modos de inoculação com Azospirillum brasilense**. Revista de Ciências Agrárias. 2017. Disponível em: <<https://revistas.rcaap.pt/rca/article/download/16433/13386/54034>>, acesso em: 11/07/2024.

PETTINELLI NETO, A.; CRUSCIOL, A. C.; BICUDO, S. J.; FREITAS, J. G.; PULZ, A. L. **Eficiência e resposta de genótipos de trigo irrigado ao nitrogênio para o Estado de São Paulo**. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., 2002, Presidente Prudente. Anais.... Presidente Prudente: UNESP- Programa de Iniciação Científica da UNESP, 2002. (CDROM).

PINNOW, C.; BENIN, G.; VIOLA, R.; SILVA, C. D.; GUTKOSKI, L. C.; CASSOL, L. C. **Qualidade industrial do trigo em resposta à adubação verde e doses de nitrogênio**. Bragantia, [S.l.], v. 72, n. 1, p. 20-28, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0006-87052013005000019>>, acesso em:05/07/2023.

PINTO, T. E.; SCHOTT, A. D.; GIMENES, E. S.; GRANELLA, V.; DEON, B. C.; MICHELON, C. J. **Produtividade de trigo em diferentes doses de nitrogênio, inoculando ou não com azospirillum brasilense**. In: 9º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão -SIEPE, Santana do Livramento-RS. Anais Eletrônicos. Santana do Livramento-RS. 2017. Disponível em: <https://guri.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq_trabalhos/12479/seer_12479.pdf>, acesso em: 14/07/2024.

PIRES, J. L. F.; CASTRO, R. L.; GUARIENTI, E. M.; TIBOLA, C. S.; REMOR, C. **Momento de aplicação de nitrogênio em cobertura em trigo: qualidade tecnológica e rendimento de grãos**. Embrapa Trigo, Passo Fundo/RS. 2012. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/63183/1/95-2joaoleonardo.pdf>>, acesso em: 06/04/2024

PODGORSKI, J. **Parcelamento da adubação nitrogenada em cultivares de trigo na região das missões**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -

Universidade Federal da Fronteira Sul, 2019. Disponível em: <<https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/3466/1/PODGORSKI.pdf>>, acesso em: 23/03/2024.

PÖTTKER, D.; WIETHÖLTER, S. **Épocas e métodos de aplicação de nitrogênio em milho cultivado no sistema plantio direto**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1015-1020, 2004. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/CJjNNGXsXWVCVHQwTmJPz5p/?format=pdf&lang=pt>>, acesso em: 16/06/2024.

RISSI. **A escala fenológica da cultura do trigo**. UFSM, 2022. Disponível em: <<https://www.ufsm.br/pet/agronomia/2022/02/14/a-escala-fenologica-da-cultura-do-trigo>>, acesso em 25/03/2024.

RESENDE, A. V. **Agriculta e qualidade da água: contaminação de água por nitrato**. Embrapa 2002, Planaltina, DF. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/546464/1/doc57.pdf>>, acesso em: 08/04/2024.

RODRIGUES, M. A. C.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; GARCIA, C. M. P.; ANDREOTTI, M. Adubação com KCl revestido na cultura do milho no Cerrado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 18, n. 2, p. 127-133, 2014. Acesso em: 23/04/2024

SANGOI, L.; ERNANI, P.R.; LECH, V.A. & RAMPAZZO, C. **Volatilização de N-NH₃ em decorrência da forma de aplicação de ureia, manejo de resíduos e tipo de solo, em laboratório**. Ci. Rural, 33:87-692, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/KrK_ZVvyqtJ9FBC4tXNTv7rNJ/?format=pdf&lang=pt>, acesso em: 08/04/2024.

SANGOI, L.; CECÍLIA, B.; LUIZ, M. de A.; ZANIN, C. G.; SCHWEITZER, C. **Características agronômicas de cultivares de trigo em resposta à época da adubação nitrogenada de cobertura**. Ciência Rural, v.37, n.6, 2007.

SARTORI, D. B. **Parcelamento de nitrogênio na cultura do trigo e seus efeitos nos componentes de rendimento e qualidade fisiológica de sementes produzidas em terras baixas**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). 66p. Itaqui, RS. 2019. Disponível em <<https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riui/6733/1/Daniel%20Bernardi%20Sarzi%20Sartori%20-%202019.pdf>>, acesso em: 14/07/2024.

SCHEEREN, P. L.; CASTRO, R. L.; CAIERÃO, E. C. **Botânica, Morfologia e Descrição fenotípica**. 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/trigo/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1022686/botanica-morfologia-e-descricao-fenotipica>>, acesso em: 12/05/2024.

SILVA, T. H. **Desempenho agrônômico do milho cultivado sob diferentes manejos de adubação nitrogenada**. Trabalho de Conclusão de Curso.

Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS). 54p. 2022. Disponível em: <<https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/6107/1/SILVA.pdf>>, acesso em: 18/06/2024.

STORCK, A. **Ureia no Trigo: por que e quando aplicar nitrogênio?** 2021. Disponível em: <<https://www.3tentos.com.br/triblog/post/52#:~:text=Recomenda%2Dse%20que%20a%20primeira,e%20o%20n%C3%BAmero%20de%20espiguetas.>>, acesso em: 18/06/2023.

TASCA, F. A.; ERNANI, P. R.; ROGERI, D. A.; GATIBONI, L. C.; CASSOL, P. C. **Volatilização de amônia do solo após aplicação de ureia convencional ou com inibidor de urease.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.35, p.493-502, 2011. Acesso em: 08/04/2024.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M. **Doses, fontes e épocas de aplicação do nitrogênio em cultivares de trigo sob plantio direto no cerrado.** Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2008. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/98895/teixeirafilho_mcm_me_ilha.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, acesso em: 17/03/2024.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZZETI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; BENETT, C. G. S. **Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 45, p. 797-804, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pab/a/fWdbWGLbMKJbmw8HNqMZSw/?lang=pt&format=pdf>>, acesso em: 18/06/2024.

THEAGO, E. Q.; BUZZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; ANDREOTTI, M.; MEGDA, M. M.; BENETT, C. G. S. **Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio influenciando teores de clorofila e produtividade do trigo.** Revista Brasileira De Ciência Do Solo, 38(6), 1826–1835. 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-06832014000600017>>, acesso em: 05/06/2024.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TONET, C. **Influência do regulador de crescimento na cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) submetido a diferentes formas e doses de aplicação de nitrogênio.** Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. Campus Ibirubá/RS. Acesso em: 30/07/2024.

USDA. **World Agricultural Production.** USDA, 2024. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>>, acesso em: 25/03/2024.

VARGAS, U.; MÜHL, F. R.; FELDMANN, N. A.; CASSOL, S. P.; SOMAVILLA, L. L. **Qualidade de grãos de trigo**. Revista Inovação Gestão e Tecnologia no Agronegócio Volume 2, 2023 – ISSN 2764-9199.

VIEIRA, R. F. **Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 163 p.: il. color. ISBN 978-85-7035-780-9. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1090589>>, acesso em: 14/06/2024.

YANO, G. T.; TAKAHASHI, H. W.; WATANABE, T. S. **Evaluation of sources of nitrogen and times of application in top dressing for the cultivation of the wheat**. Semina: Ciências Agrárias, vol. 26, n. 2, p. 141-148. Universidade Estadual de Londrina - UEL. Londrina/BR. 2005. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744076001.pdf>>, acesso em: 08/04/2024.

ZAGONEL, J; VENANCIO, W. S.; KUNZ, R. P.; TANAMATI, H. **Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem regulador de crescimento afetando o trigo**, Cultivar OR-1. Ciência Rural, 2002, 32, 1, 25-29, acesso em: 07/04/2024.

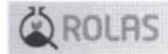
ZHAO, B.; NIU, X.; ATA-UL-KARIM, S. T.; WANG, L.; DUAN, A.; LIU, Z.; GILLES, L.; **Determination of the post-anthesis nitrogen status using ear critical nitrogen dilution curve and its implications for nitrogen management in maize and wheat**. European Journal of Agronomy, v. 113, p. 125967, 2020. doi: 10.1016/j.eja.2019.125967 Disponível em: <<https://ur.booksc.me/book/77930171/7b179d>>, acesso em 06/04/2024.

APÊNDICE A - LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO



**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

APÊNDICE B – CROQUI DA ÁREA DO EXPERIMENTO

			ESTRADA											
			45m											
			5m s/	5m c/	1.5	5m s/	5m c/	1.5	5m s/	5m c/	1.5	5m s/		5m c/
55	4	I	1	2	C O R R E D O R	3	4	C O R R E D O R	5	6	C O R R E D O R	7	8	B L O C O 1
	4	T	16	15		14	13		12	11		10	9	
	4	F	17	18		19	20		21	22		23	24	
	4	I	32	31	C O R R E D O R	30	29	C O R R E D O R	28	27	C O R R E D O R	26	25	B L O C O 2
	4	T	33	34		35	36		37	38		39	40	
	4	F	48	47		46	45		44	43		42	41	
	4	I	49	50	C O R R E D O R	51	52	C O R R E D O R	53	54	C O R R E D O R	55	56	B L O C O 3
	4	T	64	63		62	61		60	59		58	57	
	4	F	65	66		67	68		69	70		71	72	
	4	I	80	79	C O R R E D O R	78	77	C O R R E D O R	76	75	C O R R E D O R	74	73	B L O C O 4
	4	T	81	82		83	84		85	86		87	88	
	4	F	96	95		94	93		92	91		90	89	

LEGENDA:

0	I= Dose Incorporada
100	T= Dose Total
150	F= Dose Fracionado
200	