

**INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - IFRS  
CAMPUS IBIRUBÁ**

**TAÍS SCHREINER**

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA CULTURA DO TRIGO  
MEDIANTE USO DE BIOESTIMULANTE E UREIA EM COBERTURA**

**IBIRUBÁ**

**2025**

**TAÍS SCHREINER**

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA CULTURA DO TRIGO MEDIANTE USO DE  
BIOESTIMULANTE E UREIA EM COBERTURA**

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: Suzana Ferreira da Rosa

Coorientador: Rodrigo Ludwig

**IBIRUBÁ**

**2025**

**TAÍS SCHREINER**

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA CULTURA DO TRIGO MEDIANTE USO DE  
BIOESTIMULANTE E UREIA EM COBERTURA**

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: Suzana Ferreira da Rosa

Coorientador: Rodrigo Ludwig

Aprovado em 17 de Julho, 2025.

---

Prof. Suzana Ferreira da Rosa – Orientadora

---

Prof. Dra. Daniela Santos

---

Eng. Dra. Latóia Eduarda Maltzahn

---

Prof. Ben-Hur Costa de Campos – Coordenador do  
Curso de Agronomia do IFRS – Campus Ibirubá

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este projeto aos meus pais, que nunca mediram esforços para me oferecer o melhor da vida e que, mesmo de longe, sempre estiveram presentes de alguma forma.

Também dedico aos meus irmãos, que, na ironia da vida, hoje me fazem sentir saudade até das brigas.

## AGRADECIMENTOS

De coração aberto, agradeço, primeiramente, a Deus, por me conceder força, saúde e sabedoria para enfrentar cada etapa desta jornada acadêmica. Agradeço a todos que de alguma forma puderam me auxiliar no desenvolvimento deste temido trabalho, e também aqueles que ficaram horas me ouvindo tagarelar sobre o fim tão distante do túnel.

Pode até parecer meio egoísta, mas eu preciso me agradecer. Sim, a mim mesma — porque olha... não foi fácil! Entre dúvidas sobre minha capacidade, surtos existenciais e vontade de desistir, eu segui. Não foi só fazer um TCC. Foi atravessar semestres inteiros, provas, noites mal dormidas e aquele eterno dilema: “será que dou conta?”. E olha só... eu dei! Teve momento em que nem eu acreditava em mim, mas fui lá, respirei fundo (às vezes só suspirei mesmo ou chorei horrores) e continuei. Se tanta gente conseguiu chegar até aqui, por que justo eu ia ficar pelo caminho. Então, obrigada, eu. Você chorou, reclamou, enlouqueceu... mas foi até o fim, louca, mas foi.

Quero agradecer a minha família, que sempre me motivou e me ajudou ao máximo para que a trajetória até aqui pudesse ser concluída de uma forma mais leve. Sempre me acolheram com muitos atos e palavras de carinho, com apoio e firmeza.

Espaço destinado à agradecimentos para minha mãezinha: eu não sei nem como escrever. Desde o início, ela foi meu maior alicerce, minha maior motivação, minha maior inspiração, e meu maior sonho - um dia ser metade do que ela é, já me bastaria. Minha mãe é o amor da minha vida, que me acompanha dia e noite, às vezes de pertinho e às vezes, de longe. Ela foi essencial para que esse trabalho, que dependia só de mim, pudesse ser concluído. Na minha maior crise de incapacidade ela mostrou que eu era capaz sim, e por isso, está pronto.

Ao meu namorado, que sobreviveu fortemente às minhas crises existenciais, obrigada por ouvir infinitas reclamações, fingir entender o assunto, oferecer chocolatinho nos momentos de estresse e, principalmente, por não fugir (ainda). Tua paciência merece um pedaço do meu diploma!

Agradeço ao Laboratório de Ecofisiologia Vegetal e Fruticultura, pela oportunidade de desenvolver este estudo, pela estrutura disponibilizada e pelo suporte técnico e científico fundamental para a realização da pesquisa. Agradeço também aos professores do IFRS –

Campus Ibirubá, pela dedicação e conhecimento compartilhado ao longo do curso, em especial a minha querida orientadora Suzana Ferreira da Rosa, pela orientação, disponibilidade e confiança durante a realização deste trabalho.

## RESUMO

Trabalho de Conclusão de Curso

Curso de Agronomia

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

### **AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA CULTURA DO TRIGO MEDIANTE USO DE BIOESTIMULANTE E UREIA EM COBERTURA**

AUTOR: TAÍS SCHREINER

ORIENTADOR: SUZANA FERREIRA DA ROSA

Ibirubá/RS, 10 de julho de 2025

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho agrônômico da cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) sob diferentes formas de fornecimento de nitrogênio, incluindo ureia em cobertura e bioestimulante nitrogenado (BlueN). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições, em área experimental do IFRS – Campus Ibirubá, durante o ciclo de inverno de 2024. Os tratamentos foram testemunha, 80 kg/ha de N via ureia, 80 kg/ha de N via ureia +BlueN, 150 kg/ha de N via ureia, 150 kg/ha de N via ureia + BlueN. Foram avaliadas variáveis produtividade, peso hectolitro, estatura de plantas, número de espigas por metro quadrado, espiguetas por espiga e grãos por espiga. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey a 95% de significância. Apesar da ausência de diferenças estatísticas para a maioria das variáveis, os valores absolutos demonstraram que o tratamento com 80 kg/ha de ureia, sem adição do bioestimulante, apresentou os melhores resultados agrônômicos, destacando-se em produtividade (39,14 sc/ha), número de espigas por metro quadrado (418,38) e número de grãos por espiga (37,00). Esses resultados indicam que essa dose foi suficiente para atender às exigências nutricionais da cultivar TBIO Calibre, proporcionando maior eficiência técnica e econômica. Já o uso do bioestimulante BlueN, não promoveu ganhos significativos nos componentes de rendimento. As condições climáticas durante o experimento, com chuvas acima da média em setembro e outubro e ocorrência de geadas em julho, podem ter influenciado negativamente no peso hectolitro dos grãos, principalmente devido ao acamamento e à umidade excessiva no final do ciclo da cultura. Constatou-se que doses mais elevadas de nitrogênio não necessariamente resultaram em maior produtividade, e em alguns casos contribuíram para a redução da qualidade dos grãos. Conclui-se que a aplicação de 80 kg/ha de ureia em cobertura é uma estratégia eficiente para o manejo do nitrogênio no trigo em condições semelhantes às do presente estudo.

**Palavras-chave:** trigo; bioestimulante nitrogenado; ureia; rendimento; nitrogênio.

## ABSTRACT

Completion of course work

Agronomy Course

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

### ASSESSMENT OF WHEAT CROP PERFORMANCE USING BIOSTIMULANT AND UREA APPLIED AS TOPDRESSING

AUTHOR: TAÍS SCHREINER

ADVISOR: SUZANA FERREIRA DA ROSA

Ibirubá/RS, July, 10, 2025.

This study aimed to evaluate the agronomic performance of wheat (*Triticum aestivum* L.) under different nitrogen application methods, including top-dressed urea and a nitrogen-based biostimulant (BlueN). The experiment was conducted in a completely randomized design with five treatments and four replications, at the experimental area of IFRS – Campus Ibirubá, during the 2024 winter season. The treatments consisted of: control (no nitrogen), 80 kg/ha of urea, 80 kg/ha of urea + BlueN, 150 kg/ha of urea, and 150 kg/ha of urea + BlueN. The evaluated variables included grain yield, test weight, plant height, number of spikes per square meter, spikelets per spike, and grains per spike. Data were subjected to analysis of variance and Tukey's test at a 95% confidence level. Although no statistically significant differences were observed for most variables, absolute values showed that the treatment with 80 kg/ha of urea without the biostimulant presented the best agronomic results, with highlights in grain yield (39.14 bags/ha), number of spikes per square meter (418.38), and number of grains per spike (37.00). These results indicate that this dose was sufficient to meet the nutritional requirements of the TBIO Calibre cultivar, providing greater technical and economic efficiency. The use of the BlueN biostimulant did not result in significant improvements in yield components. Climatic conditions during the experiment, with above-average rainfall in September and October and frost occurrence in July, may have negatively influenced grain test weight, especially due to lodging and excessive moisture at the end of the crop cycle. It was also observed that higher nitrogen doses did not necessarily lead to increased productivity and, in some cases, contributed to reduced grain quality. It is concluded that the application of 80 kg/ha of top-dressed urea is an efficient strategy for nitrogen management in wheat under conditions similar to those of this study.

**Key Words:** wheat; nitrogen biostimulant; urea; yield; nitrogen.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Estádios fenológicos da cultura do trigo, conforme escala fenológica proposta por Feeks e Large (1954). Pág. 12.
- Figura 2 - Localização da área experimental e detalhe da área do experimento. Pág. 17.
- Figura 3 - Demarcação do experimento. Pág. 18.
- Figura 4 - Semeadura do trigo. Pág. 19.
- Figura 5 - Aplicação de bioestimulador nitrogenado na cultura do trigo. Pág. 20
- Figura 6 - Área útil colhida na parcela experimental de trigo. Pág. 21.
- Figura 7 - Coleta (A) e trilha das amostras de trigo (B). Pág. 22.
- Figura 8 - Aferição da umidade das amostras de grãos de trigo. Pág. 22.
- Figura 9 - Balança e volume utilizados para determinação do peso hectolitro. Pág. 23.
- Figura 10 - Espiga de trigo utilizada para avaliação de número de espiguetas. Pág. 24.
- Figura 11 - Resumo de precipitações (a) e temperaturas (b) no inverno de 2024. Pág. 25.

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Produtividade estimada para sacas por hectare e peso hectolitro (pH) dos grãos de trigo. IFRS, Campus Ibirubá/RS, 2025. Pág. 26.

Tabela 2: Espigas por metro quadrado, estatura, número de espiguetas por espiga e grãos por espiga. IFRS, Campus Ibirubá/RS, 2025. Pág. 28.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2 DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>10</b>
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1.1 A cultura do trigo.....	11
2.1.2 O nitrogênio.....	14
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
<b>3 CONCLUSÃO.....</b>	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum L.*) pertence à família Poaceae, sendo um dos cereais mais consumidos pela população brasileira, o que faz dele uma cultura de extrema importância para a cadeia alimentícia (Oliveira Neto, 2018; Gaspareto, 2022). Sua relevância se deve também à segurança alimentar, pois possui a capacidade de produção em diversos continentes e o fácil acesso da população ao produto o torna base alimentar de muitos habitantes (Fao, 2019).

A produção nacional de trigo no ano de 2025, conforme relatório da Conab (2025) apresentou uma estimativa de aumento em relação à safra anterior, podendo chegar a 8,3 milhões de toneladas, mas é importante ressaltar que esses valores são suscetíveis a revisões, já que a safra se encontra em fase inicial.

A região Sul é a principal produtora de trigo do Brasil e o estado do Rio Grande do Sul é responsável por 36% da produção nacional. Além disso, a produção nacional de cereais consegue prover em grande parte o consumo no país, contudo para o caso do trigo, o Brasil ainda é considerado um dos principais importadores mundiais, pois a produção interna atende apenas metade do que é consumido e utilizado no país. Para suprir o consumo nacional, o Brasil importa grande parte do trigo da Argentina (52,68%), mas também de outros países, como Uruguai (36,56%) e Paraguai (10,75%), movimentando o mercado econômico sul-americano de maneira relevante. Com isso, deve-se fomentar uma maior produção de trigo no país (Conab, 2025).

A cultura do trigo é bastante exigente em fertilidade do solo e requer que suas exigências nutricionais sejam plenamente atendidas, para que possa expressar todo seu potencial produtivo, em virtude da grande extração de nutrientes do solo, principalmente de nitrogênio (Gaspareto, 2022). O nitrogênio (N) é um elemento essencial e altamente requerido pelo trigo, pois participa de uma série de rotas metabólicas-chave em sua bioquímica, sendo constituinte de importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas de armazenamento, ácidos nucleicos e enzimas (Harper, 1994). Logo, o nitrogênio é um nutriente que está diretamente relacionado ao crescimento e ao rendimento das culturas. A falta de nitrogênio afeta diretamente toda a capacidade fotossintética da planta, através de diagnose visual pode-se observar sua deficiência com o amarelecimento e clorose de folhas inferiores (Abisolo, 2016; Podgorski, 2019).

No solo, a principal fonte de N é a matéria orgânica, por isso, a dinâmica do N no solo está intimamente associada à dinâmica da matéria orgânica (Gayen et al., 2021). No entanto, devido à alta exigência de nitrogênio pela cultura do trigo deve-se complementar o nitrogênio fornecido pela matéria orgânica através de adubação nitrogenada (Mielniczuk, 1982).

A fonte mineral nitrogenada mais utilizada no Brasil é a ureia, por possuir como vantagens o elevado teor de N (45%), menor custo de transporte, alta solubilidade, menor corrosividade, compatibilidade com inúmeros fertilizantes e defensivos, pronta disponibilidade para as plantas, além de causar menor acidificação no solo em relação a outros fertilizantes (Yano et al. 2005; Malavolta, 2006).

A utilização das bactérias fixadoras de nitrogênio também é uma alternativa promissora na redução da dependência de fertilizantes minerais e no aumento da produtividade das culturas. Muitas espécies de microrganismos têm sido pesquisadas e apontadas com potencial. Como é o caso da *Methylobacterium symbioticum*, que é uma bactéria removida dos esporos criados por um fungo micorrízico, o qual faz a indução de elevada taxa de biomassa vegetal, gerando rendimentos mais elevados tanto para culturas anuais como perenes (Primo, 2024).

Esta bactéria, quando inoculada via foliar, tem a capacidade de colonizar a superfície das folhas e em seguida se deslocar ativamente até os estômatos e alcançar o interior do tecido foliar, tendo a capacidade de alcançar o xilema e assim colonizar diferentes tecidos acompanhando o desenvolvimento vegetal. Uma vez no interior da planta, a bactéria realiza o processo de fixação do nitrogênio atmosférico, convertendo-o em uma forma assimilável pela planta e distribuindo-o tanto para as folhas velhas como para as folhas jovens. Este mesmo gênero de bactérias já foi testado para as culturas de milho e soja, se mostrando uma alternativa promissora em relação à produtividade (Corteva, s.d.).

Tradicionalmente, as culturas anuais recebem, na semeadura, apenas uma fração da dose total do N de que necessitam, e o restante é aplicado, em cobertura, nas entrelinhas, nos períodos de maior exigência. Isto ocorre em razão de três fatores: baixa exigência inicial, possibilidade de perdas por lixiviação e elevado índice salino dos fertilizantes nitrogenados (Teixeira Filho et al., 2010). Entretanto, o nitrogênio via foliar surge como outra alternativa para a adubação nitrogenada nas culturas (Jensen, 2011).

Dessa forma, analisando os fatos apresentados, o presente trabalho teve como principal objetivo avaliar o desempenho da cultura do trigo mediante o uso de bioestimulante e ureia em cobertura.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **2.1.1 A cultura do trigo**

A cultura do trigo marca presença na história da humanidade a praticamente mais de 10.000 anos, sendo um dos cereais cultivados com grande importância para alimentar tanto pessoas quanto animais. Sabe-se que o cultivo iniciou em uma região chamada de Crescente Fértil na Mesopotâmia. A utilização da farinha para a fabricação do pão iniciou a 4.000 anos antes de Cristo e é atribuída ao povo egípcio (Biotrigo, 2021).

Historicamente, por volta de 1.530 D.C. o trigo chegou ao Brasil. A região sul, por ter climas mais frios, apresentou melhores condições para a expansão da semeadura do trigo, principalmente no Rio Grande do Sul e no Paraná. Graças às pesquisas desenvolvidas para melhorar as características produtivas e a tolerância a algumas doenças, conseguiu-se aumentar consideravelmente a produção deste grão (Biotrigo, 2021).

O trigo é uma ótima fonte de energia, possuindo vários tipos de proteínas, gorduras e carboidratos, no entanto, sua relevância se deve também à segurança alimentar, pois possui a capacidade de produção em diversos continentes e o fácil acesso da população ao produto o torna base alimentar de muitos habitantes (Fao, 2022).

De acordo com Scheeren (2015) a estrutura de uma planta de trigo possui raízes, caule, folhas e inflorescência. As raízes são fasciculadas e podem atingir até 1,5m de comprimento. O caule do trigo é um colmo, 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. A inflorescência do trigo é uma espiga constituída por 15 a 20 espiguetas multiflorais. Cada espiguetas é formada

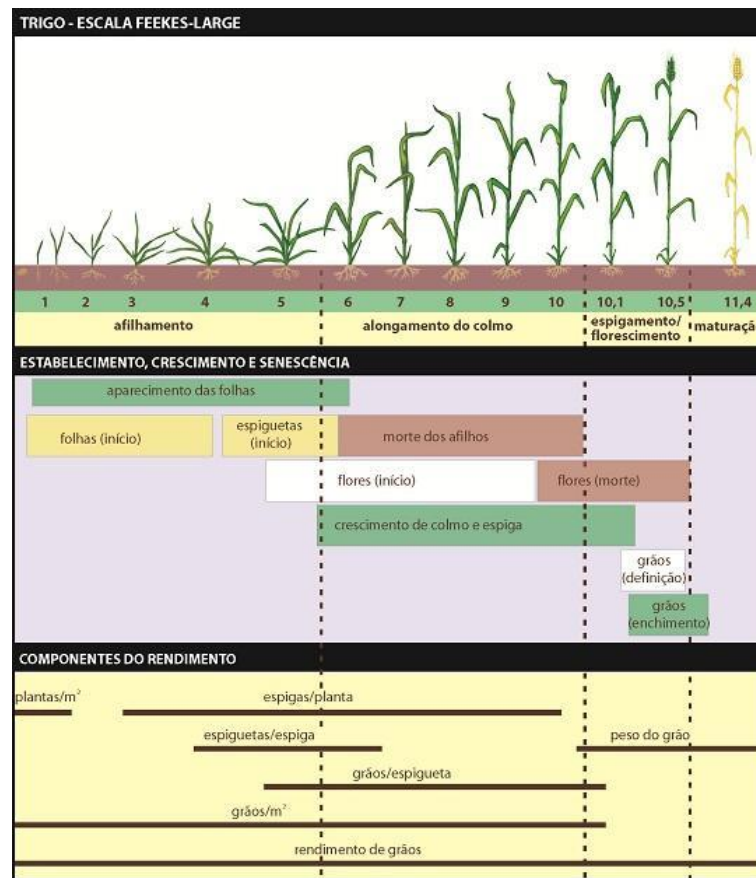
por um conjunto de 3 a 5 flores inseridas alternadamente em cada um dos nós do ráquis (Gregório, 2023).

Os grãos possuem forma oval e comprimento entre 4 e 7 mm. Sua estrutura é dividida em três regiões, sendo elas: gérmen, pericarpo e endosperma. O gérmen é o embrião de uma nova planta, rico em açúcares e lipídeos, correspondendo a 3% do grão. O pericarpo é a casca ou invólucro protetor da semente, é rico em celulose e corresponde a 18% do grão. E o endosperma é rico em amido e proteínas, ou seja, região da qual é extraída a farinha de trigo (Embrapa, 2009).

O trigo é uma cultura de inverno altamente suscetível às oscilações de tempo e clima e sua produção se caracteriza pela sucessão com a produção de soja e milho que são cultivadas no verão (Atlas Socioeconômico, 2020). De acordo com Baptistella (2020), o trigo é uma planta de ciclo vegetativo variável, entre 100 a 170 dias, dependendo do cultivar escolhida e das condições edafoclimáticas da região onde deseja-se fazer a produção.

Para a cultura do trigo, uma escala fenológica bastante utilizada é a proposta por Feeks e modificada por Large (1954), apresentada na Figura 1. Os principais períodos de desenvolvimento destacados nesta escala são emergência, afilhamento, alongamento, emborrachamento, espigamento, florescimento e maturação. Conhecer a fenologia da cultura proporciona ao produtor mais segurança sobre os momentos certos de intervenção com manejos na lavoura, visando a preservação da sanidade do produto e uma maior produtividade.

**Figura 1** - Estádios fenológicos da cultura do trigo, conforme escala fenológica proposta por Feeks e Large (1954).



Fonte: EMBRAPA (2014)

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). Cada fase de desenvolvimento do trigo tem uma faixa ótima de temperatura, podendo a sua variação definir a rapidez do ciclo, bem como a transição de um estágio de desenvolvimento para outro (Gregório, 2023).

Dessa forma, o conhecimento dos estádios de desenvolvimento das culturas é de grande importância, uma vez que permite definir de modo preciso as épocas ideais dos tratamentos culturais. Além disso, permitem uniformidade no conhecimento e entendimento das fases do desenvolvimento das plantas entre técnicos e produtores. Por estes motivos, os estádios de

desenvolvimento da cultura do trigo são importantes indicadores do momento de aplicação do nitrogênio (Montagner, 2011).

### 2.1.2 O nitrogênio

O nitrogênio é um elemento essencial para as plantas e altamente requerido, pois participa de uma série de rotas metabólicas-chave em sua bioquímica, sendo constituinte de importantes biomoléculas. Dessa forma, é um ativador enzimático, atua nos processos de absorção iônica, fotossíntese, respiração, sínteses, crescimento vegetativo (Malavolta et al., 1974; Harper, 1994; Kraising et al., 2021). O nitrogênio está diretamente relacionado ao crescimento e ao rendimento das culturas. A falta de nitrogênio afeta diretamente toda a capacidade fotossintética da planta e pode-se observar sua deficiência a partir do amarelecimento e clorose de folhas inferiores (Abisolo, 2016; Podgorski, 2019). Desse modo, o N é um fator limitante à produtividade das culturas agrícolas (Canfield; Glazer; Falkowski, 2010).

A cultura do trigo necessita de uma adequada adubação nitrogenada, sendo esta fundamental para produção e qualidade dos grãos (Araújo, et al., 2005). Além disso, o nitrogênio (N) é o nutriente mais absorvido e o mais exportado pelas plantas de trigo (Prando et al., 2013).

Yano et al. (2005), apontam que da emergência até a emissão da sétima folha é o período crítico para cultura do trigo, ou seja, é nessa época que as plantas carecem da maior demanda de nitrogênio. Para Sangoi et al. (2007), este período se dá entre o início do perfilhamento e o começo do alongamento do colmo.

Devido à alta exigência, deve-se complementar o N fornecido pela matéria orgânica através de adubação nitrogenada (Mielniczuk, 1982). Diante disso, o N torna-se um fator limitante para o incremento da produtividade agrícola, já que o trigo, milho e arroz são responsáveis pelo consumo de aproximadamente 60% do total de fertilizantes nitrogenados produzidos no mundo (Espíndula et al., 2014; Vettorazzi et al., 2019) e na ausência de N as plantas não conseguem germinar, crescer, florescer e produzir de maneira adequada (Fonseca, 2022).

Embora existam variações nas respostas às doses de nitrogênio de acordo com o cultivar, clima, solo e outros, a maioria dos resultados mostra que o uso desse nutriente, mesmo

em doses baixas, resulta sempre em produtividades superiores em relação à ausência de uso do nutriente (Vieira et al., apud Zagonel, 2007).

A forma mais comum de aplicação de nitrogênio é via solo, no entanto, a fertilização via FBN apresenta-se como uma alternativa para uma suplementação eficiente do nutriente na planta, uma vez que, no estágio de perfilhamento da cultura do trigo, as raízes ainda prematuras podem não ser capazes de realizar a absorção completa da adubação nitrogenada aplicada via solo. A adubação foliar pode otimizar os custos de produção devido ao melhor aproveitamento do nutriente pelo vegetal e, conseqüentemente, menores perdas deste para o meio (Bazzo et al., 2020).

Pensando nesses quesitos, ainda recente no mercado, o bioestimulador nitrogenado de nome comercial BlueN surge com a promessa de que atenderia a diferentes problemáticas em relação a utilização de adubação nitrogenada, ainda fornecendo uma maior flexibilidade de aplicação para o produtor, proporcionando uma nutrição equilibrada com um total de zero resíduos, servindo como uma fonte complementar de N (Corteva, s.d.).

Conforme descrito pela Stoller (s.d.), o bioestimulador BlueN possui em seu conteúdo a bactéria *Methlobacterium symbioticum*, que possui a enzima nitrogenase que não se encontra na maioria das plantas, a qual exerce função de converter, de forma eficiente, o nitrogênio atmosférico em nitrogênio amoniacal, dentro dos tecidos vegetais. Essa bactéria utiliza o metanol presente no resíduo da planta como fonte de energia para se multiplicar, não representando um gasto energético adicional para as plantas, ou seja, o seu impacto no rendimento energético da cultura é nulo.

Sua absorção ocorre a partir da penetração via cutícula que é a passagem da bactéria pela camada de cera presente na superfície das folhas. Outra forma de absorção é a passagem por rachaduras ou imperfeições presentes na superfície da folha. Essas aberturas ocorrem nas folhas por ações físicas, como o esbarrão de um maquinário agrícola ou ação de pragas e doenças. Conjuntamente, a absorção pode se dar pelos estômatos e tricomas espalhados na superfície das folhas. Sendo que os estômatos são aberturas presentes nas folhas especializadas na realização de trocas gasosas, enquanto os tricomas são os pêlos presentes nas folhas (Agro Advance, 2020).

Relata-se que o fornecimento via foliar pode ter maior absorção que o fornecimento via solo, o que acarreta na economia de fertilizantes. Esta é uma prática conveniente e rápida para melhorar as respostas ao mineral e, conseqüentemente, o crescimento da planta, corrigindo

deficiências nutricionais em estádios da cultura onde a aplicação no solo se torna ineficiente (Babeski et al., 2020).

O fornecimento de nitrogênio tradicionalmente acontece via solo, por meio da ureia, a qual depende fortemente das condições climáticas para que possa ser solubilizada e posteriormente absorvida pela planta. Segundo a Fao (2024), no manejo tradicional do nitrogênio cerca de 38,8% da adubação sofre perdas por conta da volatilização, e cerca de 15,4% é perdido pela lixiviação. Pelo fato de que grande parte da adubação pode ser perdida por fatores ambientais, pode-se afirmar que em casos assim, as culturas podem sofrer com a falta de nitrogênio ao decorrer do ciclo.

Pelos fatos apresentados acima, a utilização de adubação nitrogenada via FBN se faz como uma alternativa para minimizar perdas e ainda assim garantir que as plantas tenham acesso ao nitrogênio em diferentes fases do ciclo, não somente nas fases que o manejo tradicional atua.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no ano de 2024 na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) - Campus Ibirubá.

A área utilizada está situada no planalto médio do Rio Grande do Sul e 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).

**Figura 2** - Localização da área experimental e detalhe da área do experimento.



Fonte: GOOGLE EARTH (2025).

O delineamento experimental usado foi o Delineamento Inteiramente Casualizado, com quatro repetições e cinco tratamentos. Os tratamentos foram compostos por: T1 (Testemunha), sem aplicação de qualquer forma de nitrogênio; T2, 80 kg/ha de ureia; T3, 80 kg/ha de ureia + 333 g/ha de bioestimulador; T4, 150 kg/ha de ureia; T5, 150 kg/ha de ureia + 333 g/ha de bioestimulador totalizando 20 unidades experimentais. As parcelas tinham dimensões de 3,175 x 3,6 m, totalizando 11,43 m<sup>2</sup>. As fontes de nitrogênio utilizadas foram a ureia, e o bioestimulador, de nome comercial BlueN.

O sistema de cultivo utilizado foi o direto, realizando-se mobilização do solo apenas na linha de semeadura. A área onde se implantou o experimento foi cultivada com a cultura da soja durante o período de verão na safra 2022/23. Antecedendo a semeadura foi realizada a demarcação das parcelas do experimento (Figura 3).

**Figura 3.** Demarcação da área do experimento.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Antes da semeadura, realizou-se uma dessecação da área utilizando os herbicidas Glifosato ( $2,5 \text{ L.ha}^{-1}$  de p.c.), Cletodim ( $0,4 \text{ L.ha}^{-1}$  de p.c.) e 0,5% de óleo mineral para eliminar as plantas daninhas já estabelecidas na área, esse procedimento ocorreu no dia 10 de julho de 2024. A semeadura ocorreu no dia 23 de julho de 2024, de forma mecanizada, com a distribuição uniforme das sementes no sulco de semeadura, a uma profundidade de aproximadamente 3 cm.(Figura 4)

**Figura 4** - Realização da semeadura do trigo nas parcelas experimentais.



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

A cultivar de trigo escolhida é denominada TBIO Calibre, que faz parte do portfólio da empresa Biotrigo Genética.

Os tratos culturais referentes à aplicação de herbicidas, inseticidas e fungicidas durante o ciclo do trigo foram realizados conforme recomendações técnicas para a cultura e monitoramento da área experimental. Assim, tais manejos foram realizados com auxílio dos técnicos responsáveis pela área experimental de forma mecanizada e homogênea na área experimental, a fim de não influenciar nos parâmetros a serem avaliados.

A aplicação de adubação nitrogenada via ureia foi realizada em duas doses diferentes, tendo parcelas com 80 kg/ha ou 150 kg/ha sendo distribuídas em uma única aplicação, isto quando a cultura se encontrava no início do perfilhamento.

Nas aplicações do bioestimulador (Figura 5) utilizou-se a dose total em um único período do desenvolvimento da cultura, aplicou-se a dose de 333 g/ha, que é a recomendada na bula. A aplicação foi realizada via foliar com um pulverizador costal. O momento escolhido para aplicação foi na metade do estágio fenológico 10, ou seja, na fase de alongamento do colmo, mais especificamente quando a maioria das plantas já haviam desenvolvido completamente a folha bandeira.

**Figura 5** – Aplicação de bioestimulador nitrogenado na cultura do trigo.



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

As avaliações tiveram como objetivo quantificar os principais componentes de rendimento da cultura do trigo. Por isso, avaliou-se os seguintes componentes: estatura de plantas, número de espigas por metro quadrado, produtividade, peso hectolitro (PH), número de espiguetas por espiga e número de grãos por espiguetas. A colheita do trigo foi realizada de forma manual e as amostras trilhadas com auxílio da trilhadora. Por fim, as amostras foram devidamente identificadas para condução ao Laboratório de Ecofisiologia Vegetal e Fruticultura, na área agrícola do Campus Ibirubá.

- Estatura de plantas: No estágio 11 da escala de Feekes-Large, que corresponde ao grão leitoso, se determinou a estatura de plantas, correspondendo a medida entre a superfície do solo e o ponto de inserção da espiga. Para tal avaliação, se mediu 10 plantas aleatoriamente na unidade experimental, com auxílio de uma trena graduada. Em seguida, obteve-se a média das 10 plantas de cada unidade experimental, expressas em cm.
- Número de espigas por metro quadrado: Para determinar o número de espigas por metro quadrado, se realizou a contagem das espigas de dois metros lineares de cada unidade experimental, quando a cultura apresentava todas as espigas fora das bainhas (estádio

10.5 da escala de Feekes-Large). Após a contagem, se extrapolou os dados para a unidade de espigas.m<sup>-2</sup>.

- **Produtividade:** Após a maturação da cultura, se realizou a colheita manual da área útil de 0,9 metros de comprimento por 1,1 metro de largura (6 fileiras centrais) (Figura 6), a qual foi trilhada em trilhadora tratorizada (Figura 7 A e B). Em seguida se determinou a massa da amostra em balança digital com precisão de 0,01 gramas, e também a aferição da umidade da amostra (U%) utilizando determinador eletrônico (Figura 8). A partir da massa de grãos obtida na área útil da parcela se obteve a produtividade, expressa em kg.ha<sup>-1</sup>, corrigindo-se a massa para 13% de umidade e extrapolando a produtividade da parcela para hectare.

**Figura 6** - Área útil colhida na parcela experimental de trigo.



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

**Figura 7** - Coleta (A) e trilha das amostras de trigo (B).



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

**Figura 8** - Aferição da umidade das amostras de grãos de trigo.



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

- **Peso hectolitro (PH):** nesta avaliação, utilizamos um volume conhecido de 200 ml onde colocamos a amostra até todo o recipiente estar completo, pesamos o conteúdo e o valor obtido em gramas foi convertido para peso hectolitro. A fórmula utilizada foi a seguinte:

$$\text{Peso de Hectolitro (PH)} = \frac{\text{Peso da amostra (g)} \times 100 \text{ litros}}{\text{volume da amostra}}$$

Sendo: Peso da amostra = o peso determinado na balança para a amostra de 200 ml

Volume da amostra = 0,2 L = 200 ml

100 litros = 1 hectolitro

- O resultado da equação equivale ao peso hectolitro (pH) de cada amostra.

**Figura 9** – Balança e medida de volume utilizados para determinação do peso hectolitro de grãos de trigo.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

- Número de espiguetas por espiga: para essa avaliação selecionou-se 10 diferentes espigas, de forma aleatória nas parcelas, e nestas espigas foram realizadas a contagem de espiguetas. Essa determinação serviu para realização da avaliação do número de grãos por espiguetas.

**Figura 10** – Espiga de trigo utilizada para avaliação de número de espiguetas por espiga.



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

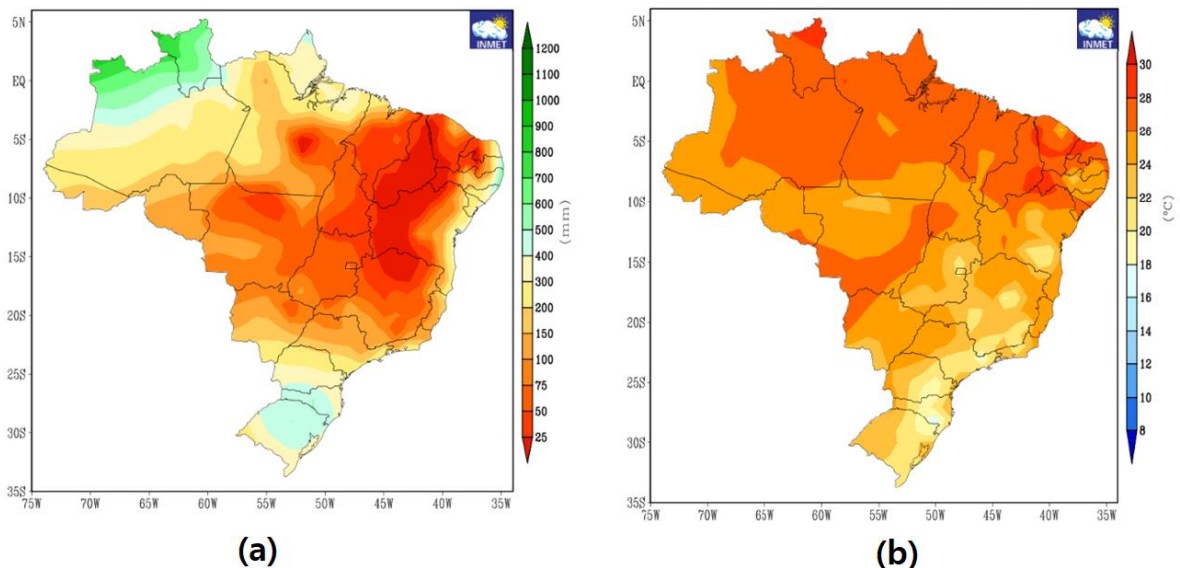
- Número de grãos por espiguetas: de forma aleatória escolheu-se 10 diferentes espigas de cada parcela, das quais, de forma visual, contou-se quantos grãos cada espiguetas possuía.

Os dados coletados nestas avaliações foram digitados em uma planilha do Excel, e posteriormente submetidos à análise de variância conforme o modelo do delineamento experimental inteiramente casualizados. Para as variáveis que apresentaram efeito significativo, os tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro. O software utilizado foi o Sisvar (Ferreira, 2011).

### 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de junho a outubro de 2024, o clima em Ibirubá–RS seguiu o padrão típico de transição do inverno para a primavera. Em junho, as temperaturas variaram entre 11 °C e 21 °C, com chuvas regulares (140–150 mm) e céu parcialmente nublado. Julho foi o mês mais frio, com mínimas em torno de 9 °C, máximas até 18 °C e registro de geadas pontuais, além de 150–160 mm de chuva. Em agosto, houve leve elevação térmica (mínimas de 11–12 °C, máximas de até 21 °C) e chuvas entre 120–140 mm. Setembro marcou o início da primavera, com temperaturas entre 13 °C e 23 °C e chuvas superiores a 140 mm, favorecendo o aquecimento do solo. Em outubro, as temperaturas subiram para mínimas de 15 °C e máximas de 24 °C, com o maior volume de chuva do período (190–200 mm), o que intensificou o risco de doenças foliares e acamamento nas lavouras. As temperaturas e precipitações se elevaram de forma moderada de julho a agosto, e se mostraram irregulares e mais frequentes durante o decorrer de setembro a outubro, ainda apresentando uma média de precipitações de 450mm e 24 C° graus no período do inverno ( Figura 11).

**Figura 11** – Resumo de precipitações (a) e temperaturas (b) no inverno de 2024.



Fonte: INMET (2024).

A análise de variância não demonstrou diferença entre os tratamentos para a produtividade e peso do hectolitro. Na tabela 1, podemos observar os valores médios para ambas as variáveis determinadas.

**Tabela 1** - Produtividade estimada para sacas por hectare e peso hectolitro (PH) dos grãos de trigo obtidos a partir da aplicação de nitrogênio na forma de uréia ( 80 e 150 kg ha de nitrogênio) e bioestimulador ( BlueN).  
IFRS, Campus Ibirubá/RS, 2025.

<b>Tratamentos</b>	<b>Produtividade (sacas por hectare)</b>	<b>PH</b>
Testemunha	28,62 a	66,25 a
80 kg com BN	33,25 a	65,00 a
80 kg sem BN	39,14 a	62,50 a
150 kg com BN	36,61 a	66,25 a
150 kg sem BN	34,51 a	56,25 a
Pr > Fc	0,2932 ns	0,2955 ns

Legenda: \*BN = BlueN, ns = não significativo.

Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Para a produtividade nenhum dos tratamentos apresentou diferença significativa. Mas se analisarmos os números absolutos e compararmos a testemunha com a dose mais baixa de nitrogênio (80 kg + BlueN) podemos perceber que a utilização do bioestimulador resultou em um incremento de 4,63 sacos. Atualmente, o preço do quilo do bioestimulador está na faixa de R\$ 420,00 por quilo, ou seja, considerando a dose recomendada de 333 g/ha, o custo por hectare do produto é de R\$ 139,86, que é o equivalente a 2,33 sacos. Portanto, o custo do bioestimulador já seria pago pelo incremento que o próprio produto causou.

Frederick e Camberato (1994) evidenciaram que o fornecimento de nitrogênio melhora características fisiológicas das folhas, como a taxa líquida de troca de CO<sub>2</sub>, favorecendo o

desempenho da cultura. No entanto, o aumento da dose de N nem sempre resultou em ganhos proporcionais de produtividade, o que pode estar relacionado à eficiência de absorção e possíveis desequilíbrios nutricionais.

Benett et al. (2011), pesquisando sobre a aplicação foliar e em cobertura de nitrogênio na cultura do trigo no cerrado, encontrou que a produtividade de grãos em 2006 foi influenciada somente pela aplicação de nitrogênio em cobertura, e no presente trabalho também podemos observar que a maior produtividade foi na dose onde se aplicou apenas nitrogênio em cobertura (80 kg sem BlueN).

Um ponto bem interessante para ser analisado é que os melhores valores encontrados para produtividade não estão relacionados com os tratamentos com o peso hectolitro maior, de acordo com Mallmann et al. (1994), isso se justifica dizendo que grãos com menor tamanho proporcionam um melhor ajuste no volume utilizado na balança, evitando espaços vazios e provocando maior aglutinação no momento de aferição da massa hectolétrica dos grãos.

Para a variável de peso hectolitro nenhum dos tratamentos mostrou diferença estatística. Vergutz (2023), avaliou a substituição do nitrogênio (ureia) por formas líquidas na cultura do trigo. No estudo mencionado, foram testadas diferentes combinações e proporções entre uréia e solução nitrogenada líquida, sendo observados melhores resultados de produtividade nos tratamentos com maior proporção de ureia, enquanto os tratamentos com maior proporção de nitrogênio via FBN apresentaram superioridade no peso hectolétrico (PH), com valores entre 79,9 e 81,3 kg hL<sup>-1</sup>. O autor ainda afirma que a forma de fornecimento do nitrogênio, além da dose aplicada, influencia não apenas a produtividade, mas também a qualidade final do produto colhido.

Pelo contrário, Trindade et al. (2006), testando doses de nitrogênio, observaram valores de PH decrescentes, conforme se aumentava a dose de N de maneira excessiva, de 0 a 200 kg ha<sup>-1</sup>. Também Frizzone et al. (1996), avaliaram o efeito de diferentes doses de adubação nitrogenada e níveis de irrigação sobre a cultura do trigo. Os autores afirmam que o aumento das doses de nitrogênio em cobertura ocasionou uma redução linear no PH dos grãos, essa redução foi atribuída ao aumento do número de grãos por área, o que resultou na formação de grãos menores e menos densos. De forma semelhante, no presente trabalho verificou-se que os tratamentos com maiores doses de nitrogênio, como o de 150 kg ha<sup>-1</sup> sem BlueN, apresentaram

o menor PH ( $56,25 \text{ kg hL}^{-1}$ ), possivelmente devido à redistribuição de assimilados e ao aumento da competição entre os grãos.

Floss e Alves (1994), avaliando o efeito de doses de N entre 30 e 90 kg ha<sup>-1</sup>, constataram que, dependendo do cultivar, doses de 30 e 45 kg ha<sup>-1</sup> de N podem elevar o peso hectolitro. Por outro lado, Almeida, Sattler e Clazer (1996) verificaram que a ausência de aplicação de N afetou negativamente o PH e entre 20 e 80 kg ha<sup>-1</sup>, os valores obtidos foram semelhantes entre si

As precipitações irregulares durante o ciclo do trigo e ocorridas muito frequentemente no mês de setembro, época em que o trigo encontrava-se no estágio de maturação, podem explicar a redução no pH, visto que muitas das plantas estavam sendo afetadas pelo acamamento, fazendo com que os grãos ficassem submetidos a umidade por mais tempo. Com isso, a problemática mais relatada pelos produtores na safra de 2024 foi a dificuldade em conseguir alcançar o peso hectolitro para uma maior valorização do produto.

Na tabela 2, observa-se as variáveis de Espigas por metro quadrado, Estatura, Número de espiguetas por espiga e grãos por espiga. Para essas variáveis foram observadas diferenças significativas somente em espigas/m<sup>2</sup>.

Tabela 2: Espigas por metro quadrado, estatura, número de espiguetas por espiga e grãos por espiga. IFRS, Campus Ibirubá/RS, 2025.

Tratamentos	Espigas/m <sup>2</sup>	Estatura (cm)	Nº espiguetas/espiga	Grãos/espiga
Testemunha	247,06 b	29,87 a	11,95 a	32,86 a
80 kg com BN	351,47 a	31,25 a	12,82 a	35,27 a
80 kg sem BN	418,38 a	33,37 a	13,45 a	37,00 a
150 kg com BN	391,91 a	28,87 a	13,02 a	35,82 a
150 kg sem BN	366,18 a	27,50 a	12,15 a	33,41 a
Pr > Fc	0,0001	0,7600 ns	0,0975 ns	0,0974 ns

Legenda: \*BN = BlueN, ns = não significativo.

Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Para o número de espigas por metro quadrado, observou-se diferença entre os tratamentos. A testemunha (aplicação zero de qualquer fonte nitrogenada) resultou no menor número de espigas/m<sup>2</sup>, o que confirma que o incremento da fonte nitrogenada (sólida ou líquida) foi satisfatório pois aumentou o número de espigas o qual tende refletir diretamente na produtividade.

No estudo realizado por Vergutz (2023), observou-se diferença entre as doses de nitrogênio para o número de espigas por metro quadrado, os tratamentos que receberam maior quantidade de nitrogênio sólido obtiveram produção de maior número de espigas, mas conforme aumentou a dose de nitrogênio via FBN e reduziu a dose do sólido, o número de espigas/m<sup>2</sup> reduziu. Na tabela 2, podemos observar um efeito contrário ao observado por Vergutz, pois o tratamento que possuía a menor dose de N (80 kg sem BlueN) foi o que mais se mostrou promissor no aspecto de espigas/m<sup>2</sup>, mas os demais tratamentos quando comparados a testemunha também se mostraram positivos.

Essa divergência em relação aos resultados dos diferentes tratamentos pode ser por conta de uma possível superdosagem ou uma dosagem não adequada, onde a mesma acabou atrapalhando o desenvolvimento de espigas, já que os demais tratamentos ou possuíam a combinação de uréia + N via FBN (80 kg com BlueN, 150 kg com BlueN) ou possuíam uma dosagem mais alta de uréia (150 kg sem BlueN).

Para estatura de plantas, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Mas se analisarmos os números absolutos pode-se perceber que conforme aumenta a quantidade de nitrogênio, tanto por FBN como sólido, os números referentes a estatura reduzem.

Segundo Martin et al. (2021), pesquisando sobre aplicação de nitrogênio em cobertura, tratamento de sementes e aplicação foliar no trigo, não observou influência das formas de adubação sobre a estatura de plantas, característica importante que está relacionada com o potencial de acamamento.

Em outro estudo, mesmo que não tenha demonstrado diferença estatisticamente, os tratamentos que obtiveram os maiores valores para estatura estão relacionados a doses mais altas de N (sólido), mas ao momento em que a dose fica excessiva a estatura decai gradativamente (Vergutz,2023).

Na variável número de espiguetas por espigas, também não houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos. Em trabalho desenvolvido por Bredemeier e Mundstock (2001), houve aumento no número de espiguetas e no número de grãos por espiga quando o N foi aplicado enquanto a cultura estava no estágio de perfilhamento, diferentemente do presente estudo. Pois, a melhor condição nutricional, resultante da maior disponibilidade de N para as plantas, no momento da diferenciação da gema vegetativa em reprodutiva, pode ser responsável pela diferença nos componentes do rendimento (Espindula et al., 2010)

Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Braz et al. (2006), que avaliaram a cultura do trigo em sucessão a diferentes cultivos. Onde o fornecimento de nitrogênio às plantas de trigo é de grande importância nos períodos em que o potencial de produção de grãos está sendo estabelecido. Os componentes da produção, como o número de espiguetas por espiga e de grãos por espiga, sofrem forte influência pela variação do momento em que o N é fornecido. No período compreendido entre a fase inicial até o início da diferenciação do primórdio floral, a falta de nitrogênio reduz a formação de espiguetas e a formação de grãos.

Para o número de grãos por espiga, também não houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos. Segundo Hussain e Khan (s.d), a aplicação de nitrogênio resultou em mais produção de grãos por espiga, mas em doses mais altas, a produção de grãos por espiga não se mostrou promissora em relação aos tratamentos não fertilizados.

Alves (2019), em seu estudo avaliando sobre a interação entre dois genótipos de trigo e aplicação de NPK, concluiu que o nitrogênio aumentou o número de grãos por espiga. Meynard (1987) relatou que o número de grãos por espiga é o melhor indicador da resposta do trigo ao nitrogênio e que os grãos por espiga são afetados negativamente pela deficiência de nitrogênio.

Se observarmos os valores absolutos nas tabelas acima (1 e 2), o tratamento que mais se mostrou promissor foi o que recebeu apenas 80 kg de fonte nitrogenada via solo e dose zero do bioestimulador nitrogenado (80 kg sem BlueN). Este tratamento se mostrou o mais viável na maioria das variáveis avaliadas no presente estudo, sendo a dose economicamente mais eficiente.

Segundo estudo realizado pela Embrapa Trigo (2006), o melhor resultado em relação ao rendimento da cultura do trigo quando submetida a fontes nitrogenadas, foi alcançado quando a cultura recebeu a dose de 83 kg/ha de nitrogênio, doses acima ou abaixo desse valor já afetaram em diferentes componentes de rendimento. Com isso, os autores ainda indicam que as doses de N oscilem de no mínimo 60 kg até um máximo de 120 kg/ha. O que corrobora com o presente estudo que obteve-se a dose de 80 kg de nitrogênio como o mais eficiente.

Seguindo os fatos apresentados acima, estudo desenvolvido pela Embrapa Trigo (2006), há uma possibilidade de que as doses acima de 120 kg/ha possam ter prejudicado de alguma forma o desenvolvimento da estrutura e da planta em si. Quando há um excesso de nitrogênio na planta, observa-se um crescimento exagerado e posterior acamamento. As plantas perdem a sua capacidade de sustentação, queda de rendimento e retardamento da frutificação (Giracca, Nunes e Machado, 2024).

Apesar de os tratamentos não apresentarem diferenças estatisticamente significativas para muitas das variáveis avaliadas, como produtividade, peso hectolitro, número de espiguetas por espiga e número de grãos por espiga, os valores absolutos indicam tendências agronomicamente relevantes. Isso pode ser atribuído a fatores como a variabilidade natural entre parcelas, o número limitado de repetições, ou ainda à uniformidade dos manejos culturais realizados. Resultados semelhantes são relatados por Espindula et al. (2010) e Bredemeier e

Mundstock (2001), que destacam que a significância estatística nem sempre reflete a relevância prática no campo. Dessa forma, a ausência de diferenças estatísticas não invalida os efeitos visíveis no desenvolvimento da cultura e reforça a importância de considerar os dados absolutos e seu potencial agrônomo, principalmente quando se avalia a viabilidade técnica e econômica das práticas utilizadas.

Portanto, para futuros estudos recomenda-se que outras diferentes análises sejam levadas em consideração como, por exemplo, o aumento no número de repetições, a inclusão de diferentes épocas de aplicação do bioestimulador nitrogenado e a análise de mais ciclos produtivos, a fim de reduzir a variabilidade e aumentar o poder discriminatório estatístico dos tratamentos.

### 3 CONCLUSÃO

O uso do bioestimulador nitrogenado BlueN não apresentou acréscimos significativos nos componentes de rendimento quando associado à uréia, indicando que, nas condições experimentais deste estudo, sua aplicação isolada ou combinada não se traduziu em vantagem produtiva.

Embora não tenham sido observadas diferenças estatísticas significativas para a maioria das variáveis avaliadas, os dados absolutos evidenciaram tendências relevantes que merecem destaque. O tratamento com 80 kg/ha de ureia sem a adição do bioestimulador apresentou os melhores resultados em produtividade (39,14 sc/ha), número de espigas por metro quadrado (418,38), e número de grãos por espiga (37,00), demonstrando que essa dose foi suficiente para atender às exigências nutricionais da cultivar utilizada (TBIO Calibre), proporcionando maior retorno agrônômico e potencialmente econômico.

Dessa forma, pode-se concluir que o fornecimento de 80 kg/ha de nitrogênio via uréia, aplicado no início do perfilhamento, foi a estratégia mais eficiente do ponto de vista agrônômico.

## REFERÊNCIAS

- ABISOLO. A importância da adubação na cultura do trigo. **Anuário Brasileiro de Tecnologia em Nutrição Vegetal**, São Paulo, v. 6, p. 9 - 73, 2020.
- ALMEIDA, J. L.; SATTLER, R.; CLAZER, E. R. **Ensaio de nitrogênio em aveia pós milho**, Entre Rios. 1995. In: REUNIÃO DA COMISSÃO SULBRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 16., 1996, Florianópolis. Resultados experimentais... Florianópolis: UFSC, 1996. p. 418-421
- ALVES, Michely da Silva. **Produtividade e qualidade de cultivares de trigo em resposta a épocas de semeadura e manejo do solo em região de clima tropical de altitude**. Orientador: Juliano Carlos Calonego. 2019. 102 f. Dissertação (Tese de doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Tese em Agronomia, Botucatu, 2019
- BABESKI, Cristhian Milbradt; TISOTT, Jean Vítor; PORAZZI, Felipe Uhde; ARGENTA, Claudia Vanessa; BASSO, Natiane Carolina Ferrari; SILVA, José Antonio Gonzalez da. **O manejo tecnológico à absorção foliar de nitrogênio líquido como viabilidade técnica à maior eficiência do nutriente à expressão da produtividade de grãos de aveia**. Saão do Conhecimento Unijui, Ijuí, p. 1 - 5, out. 2020.
- BASSO, C.J.; CERETTA, C.A.; Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.24, n.4, p.905-915, 2000.
- BAZZO, José Henrique Bizzarri; GARCIA, Emanuel Bastos; CARDOSO, Carolina Pereira; ZUCARELI, Claudemir. Qualidade fisiológica de sementes de trigo em resposta a diferentes doses de nitrogênio via solo e foliar. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, Londrina, v. 36, n. 70, p. 01 - 12, jan. 2020.
- BENETT, Cleiton Gredson Sabin; BUZETTI, Salatiér; SILVA, Katiane Santiago; FILHO, Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira; ANDREOTTI, Marcelo; ARF, Orivaldo. Aplicação foliar e em cobertura de nitrogênio na cultura do trigo no cerrado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 829 - 838, jun. 2011.
- BENIN, G.; BORNHOFEN, E.; BECHE, E.; PAGLIOSA, E. S.; SILVA, C. L.; PINNOW C. Agronomic performance of wheat cultivars in response to nitrogen fertilization levels. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 34, n. 3, p. 275-283, 2012.
- BIOTRIGO. O trigo na história. **Site da empresa**, 2021. Disponível em: <<https://biotrigo.com.br/bionews/o-trigo-na-historia/1411#:~:text=NO%20BRASIL,preparados%20com%20farinha%20de%20mandioca>>. Acesso em: 10 abril. 2025.
- BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M.; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em sistema de plantio direto após diferentes culturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 193-198, 2006.
- Bredemeier, C.; Mundstock, C. M. Estádios fenológicos do trigo para a adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n.2, p. 317-323, 2001,
- CANFIELD, D. E.; GLAZER, A. N.; FALKOWSKI, P. G. The evolution and future of earth's nitrogen cycle. **Science**, v. 330, n. 6001, p. 192–196, 2010.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2024/25 – oitavo levantamento, maio 2025**. Brasília, DF: Conab, 2025. v. 12, n. 8. Acesso em: 29 maio 2025.
- CORTEVA AGRISCIENCE. **BlueN®: produto biológico — proteção de cultivos**. Ibirubá: Corteva Agriscience; [s.d.]. Disponível em: <https://www.corteva.pt/produtos-e-solucoes/protecao-de-cultivos/bluen.html>. Acesso em: 29 jun. 2025.
- COSTA, M. V. O. **Volatilização da ureia aplicada em cobertura na pastagem**. Trabalho de conclusão de curso de Agronomia. Universidade Federal de Mato Grosso. Campus Universitário do Araguaia Instituto de Ciências Exatas e da Terra Curso de Agronomia. 42p. Barra do Garças, MT. 2022.

- EMBRAPA - 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: EMBRAPA Solos, 412, 2006.
- ESPÍNDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, M. A.; CAMPANHARO, M.; PIMENTEL, A. J. B. Urease inhibitor (NBPT) and efficiency of single or split application of urea in wheat crop. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n.2, p. 273-279, 2014.
- ESPINDULA, M.C.; ROCHA, V.S.; DE SOUZA, L.T.; DE SOUZA, M.A.; GROSSI, J.A.S. Efeitos de reguladores de crescimento na elongação do colmo de trigo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 2010, 32, 1, 109-116
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Perspectivas de cosechas y situación alimentaria**. Informe trimestral mundial. n. 1, 2019.
- FLOSS, E. L.; ALVES, L. M. M. **Efeito retardador do crescimento e níveis de nitrogênio em aveia**. In: REUNIÃO DA COMISSÃO SULBRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 14., 1994. Porto Alegre. Resultados experimentais... Porto Alegre: UFRGS. 1994. p. 159-167
- FONSECA, A. O. **Volatilização de amônia a partir de ureia comum e tratada com inibidores de urease**. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde. 24p. Rio Verde, 2022.
- FREDERICK, J.R. & CAMBERATO, J.J. Leaf net CO<sub>2</sub>-exchange rate and associated leaf traits of winter wheat grown with various spring nitrogen fertilization rates. **Crop Science**, v. 34, p. 432- 439, 1994.
- FRIZZONE, J. A.; MELLO JUNIOR, A. V.; FOLEGATTI, M. V.; BOTREL, T. A. Efeito de diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada sobre componentes de produtividade da cultura do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 6, p. 425-434, 1996
- GASPARETO, R. N. **Inoculação com bactérias promotoras de crescimento associado a doses de nitrogênio na nutrição e desempenho agrônômico de trigo no cerrado**. Tese - doutorado. Universidade Estadual Paulista. 60p. Ilha Solteira, 2022.
- GIRACCA, ERCILA MARIA; NUNES, JOSÉ LUIS; MACHADO, ANDERSON WOLF. **Nitrogênio nas plantas: função, comportamento no solo e principais adubos nitrogenados**. *Agrolink*, atualizada em 04 out. 2024. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes/fertilizantes-minerais-nitrogenados\\_361444.html](https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes/fertilizantes-minerais-nitrogenados_361444.html). Acesso em: 3 jul. 2025.
- GOMES, Marcos Feresin. **Entenda a adubação foliar**. 26 mai, 2020. AGRO ADVANCE. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-entenda-a-adubacao-foliar/>. Acesso em: 5 jul. 2025.
- HARPER, J.E. **Nitrogen metabolism**. In: BOOTE, K.J. et. al. Physiology and determination of crop yield. American Society of Agronomy, 1994.
- HUSSAIN, IQTIDAR; KHAN, MUHAMMAD AYYAZ; KHAN, EJAZ AHMAD. **Variedades de trigo para pão influenciadas por diferentes níveis de nitrogênio**. Universidade Gomal, Dera Ismail Khan NWFP, Paquistão. 25 jul. 2005.
- JENSEN, T. L. **How Do Lower-Rate Liquid Starter Fertilizers Compare to Traditional Seed-Row Fertilizer Blends in the Northern Great Plains?** Plant Nutrition Today, 2011.
- 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.
- KORNDÖRFER, G. H.; ANDERSON, D. L.; MUNDIM, V. C.; SIMÕES, M. S. Produção de adubos fluidos para cana-de-açúcar. **Revista STAB**, v. 14, n. 2, p. 2529, 1995.
- 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, Thomas Newton; CORRÊA, Arícia Ritter; FERREIRA, Matheus Martins; ARISMENDI, Guilherme de Almeida; LANZARIN, Matheus Mota. **Nitrogênio em cobertura, 31 tratamento de semente e aplicação foliar no trigo**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Jandaia, v. 18, n. 36, p. 253 - 265, jun. 2021.
- MEYNARD JM. Desenvolvimento da análise para a eficiência de ensaios sobre fertilização com nitrogênio. **Perspectives Agric.**; v. 115, p. 76–83 1987.
- M. J. MCLAUGHLIN, T. M. MCBEATH, R. SMERNIK, S. P. STACEY, B. AJIBOYE, AND C. GUPPY. The chemical nature of P accumulation in agricultural soils implications for fertiliser management and design: an Australian perspective, **Plant and Soil**, v. 349, n. 1-2, pp. 6987, 2011.
- MIELNICZUK, J. **Adubação nitrogenada**. In: OSORIO, E. A. Trigo no Brasil. Campinas: Fundação Cargil, 1982.
- 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. Erechim/RS. 2017.
- 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.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Secção de Geografia. 46p. 1961.
- MORTATE, R. K.; NASCIMENTO, E. F. GONÇALVES, E. G. S.; LIMA, M. W. P. Resposta do milho (*Zea mays L.*) à adubação foliar e via solo de nitrogênio. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 5, n. 1, p. 1-6, jan./mar.2018.
- 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.
- 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, Curso de Agronomia, Cerro Largo/RS. 2019.
- PRIMO, Nuno José Alves Quaresma Rodrigues. **Efeito da bactéria *Methylobacterium symbioticum* na adubação azotada em laranjeiras**. 2024. Tese de Doutorado.
- SANGOI, L.; CECÍLIA, B.; LUIZ, M. de A.; ZANIN, C. G.; SCHWEITZER, C. Características agrônômicas de cultivares de trigo em resposta à época da adubação nitrogenada de cobertura. **Ciência Rural**, v.37, n.6, 2007.
- SOUZA, T. M.; MIRANDA, M. Z. de; PRANDO, A. M.; ZUCARELI, C.; HIROOKA, E. Y.; RAYAS-DUARTE, P. **Manejo de nitrogênio no teor e propriedades reológicas de proteínas de trigo**. In: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, p. 426-430. Embrapa Trigo. 2019.
- STOLLER DO BRASIL. **BlueN**. Disponível em: <https://www.stoller.com.br/produtos/biologicos/bluen/>. Acesso em: 29 jun. 2025.
- 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.
- TRINDADE, M. G.; STONE, L. F.; HEINEMANN, A. B.; CÁNOVAS, A. D.; MOREIRA, J. A. A. Nitrogênio e água como fatores de produtividade do trigo no cerrado. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 24-29, 2006.
- VERGUTZ, Adinan.: **Avaliação da substituição de nitrogênio sólido por nitrogênio líquido na cultura do trigo**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, do Rio Grande do Sul, Curso de Agronomia, Campus Ibirubá/RS. 2023.
- VETTORAZZI, J.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; GALINDO, F. S.; DUPAS, E.; YANO, E. H.; BUZZETI, S. Does the Nitrogen Rates, Methods and Times of Application Influences the Corn Nutrition and Yield? **Journal**

**of Agricultural Science**; Canadian Center of Science and Education, v. 11, n 1. ISSN 1916-9752 EISSN p. 1916-9760. 2019.

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**, v. 26, n. 2, p. 141-148. Universidade Estadual de Londrina - UEL. Londrina/BR. 2005.

ZAGONEL, J.; **Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio**, 2007.