UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes

Qualidade fisiológica de sementes de trigo em função do suprimento combinado de nitrogênio e enxofre

Thais Ongaratto de Camargo Zimmer

Pelotas, 2023

Thais Ongaratto de Camargo Zimmer

Qualidade fisiológica de sementes de trigo em função do suprimento combinado de nitrogênio e enxofre

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Filipe Selau Carlos

Pelotas, 2023

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação da Publicação

Z72q Zimmer, Thais Ongaratto de Camargo

Qualidade fisiológica de sementes de trigo em função do suprimento combinado de nitrogênio e enxofre [recurso eletrônico] / Thais Ongaratto de Camargo Zimmer ; Filipe Selau Carlos, orientador. — Pelotas, 2023.
56 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2023.

1. *Triticum aestivum* L.. 2. Adubação nitrogenada. I. Carlos, Filipe Selau, orient. II. Título.

CDD 633.111

Elaborada por Ubirajara Buddin Cruz CRB: 10/901

Thais Ongaratto de Camargo Zimmer

Qualidade fisiológica de sementes de trigo em função do suprimento combinado de nitrogênio e enxofre

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa:

Banca examinadora:

_____
Prof. Dr. Filipe Selau Carlos
Doutor em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

_____
Profª. Drª. Andreia da Silva Almeida
Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas

_____
Profª. Drª. Lilian Vanussa Madruga de Tunes
Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria

_____
Drª. Angelita Celente Martins
Doutora em Fisiologia Vegetal pela Universidade Federal de Pelotas

Ao meu amado filho João Antônio, por me fazer uma pessoa melhor e mostrar o que de fato é importante em minha vida.

DEDICO

Agradecimentos

A Deus pelo dom da vida.

Aos meus pais, Dorli e Teresinha por todo amparo.

Ao meu esposo, Gustavo Zimmer, pelo auxílio e apoio durante a jornada.

Ao professor Filipe Selau pela orientação.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes pela transmissão do conhecimento, em especial à professora Andreia Almeida pela amizade e ajuda, e à professora Lilian Tunes pelo auxílio e suporte.

A todos os amigos que caminharam comigo neste percurso, e estiveram ao meu lado nos momentos de alegria e de tristeza do período.

“Mas, buscai primeiro o reino de Deus, e a sua justiça, e todas estas coisas vos serão acrescentadas.” Mateus 6:33

Resumo

ZIMMER, Thais Ongaratto de Camargo. **Qualidade fisiológica de sementes de trigo em função do suprimento combinado de nitrogênio e enxofre.** Pelotas/RS, 2023, 53f. Dissertação (Mestrado em Ciência) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas -Brasil, 2023.

A cultura do trigo é um importante item na alimentação básica dos brasileiros e, dessa forma, buscam-se alternativas para o aumento na produtividade dessa cultura. Buscando alcançar novos tetos produtivos, soluções que incorporam outros nutrientes além da tradicional adubação com nitrogênio, fósforo e potássio vem sendo testadas com resultados promissores. Contudo, os benefícios do uso de soluções mais abrangentes podem trazer vantagens adicionais, que vão além do aumento da produtividade. Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de adubação com nitrogênio e enxofre na qualidade fisiológica de sementes de trigo. O experimento foi conduzido em blocos completos casualizados com quatro repetições estatísticas por tratamento. As sementes de trigo foram produzidas nas safras 2021 e 2022 no Centro Agropecuário da Palma da Universidade Federal de Pelotas sob dois fertilizantes como fontes de nitrogênio (Ureia) e nitrogênio mais enxofre no mesmo grânulo (Yaravera®) nas doses de 0, 40, 80 e 160 kg de N por ha. Foram avaliadas as variáveis peso hectolítrico, produtividade, teste de germinação, e vigor de sementes pelos testes de comprimento de plântula (raiz, parte aérea e total), matéria seca de plântulas (raiz, parte aérea e total), envelhecimento acelerado, frio, primeira contagem da germinação e condutividade elétrica. Os dados tabulados foram avaliados quanto as pressuposições da análise de variância através do teste de normalidade dos resíduos por Shapiro-Wilk e análise de variância pelo teste F em nível de 5% de probabilidade. Para efeito simples de dose foi realizada análise de regressão e quando observado efeito simples de fonte foi realizada a comparação entre as fontes através do teste *t* em nível de 5% de probabilidade. No caso de interação entres os fatores foi obtido o polinômio mais representativo para cada fonte. Os resultados demonstraram que a adubação nitrogenada proporcionou o incremento da produtividade, peso hectolítrico e do vigor das sementes de trigo nos testes de primeira contagem da germinação, comprimento e matéria seca de plântulas, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica. Adicionalmente, os resultados também demonstraram que a adição de fertilizantes modernos que contenham também o nutriente enxofre podem potencializar esse efeito benéfico no vigor de sementes com incrementos ainda maiores em variáveis como o comprimento de raiz e total e na matéria seca de parte aérea e total, no envelhecimento acelerado e na redução dos valores observados no teste de condutividade elétrica.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L.; adubação nitrogenada;

Abstract

ZIMMER, Thais Ongaratto de Camargo. **Physiological quality of wheat seeds as an effect of the combined supply of nitrogen and sulfur**. Pelotas/RS, 2023. 53f. Dissertation (Master's Degree in Science) – Postgraduate Program in Seed Science and Technology, Federal University of Pelotas, Pelotas – Brazil -2023.

Wheat is an important item in the basic feeding habits of Brazilians and, thus, alternatives for increasing yield in this crop are being explored. To reach new yield levels, solutions that incorporate other nutrients besides the traditional fertilization with nitrogen, phosphate and potassium sources have been tested with promising results. However, the benefits of using comprehensive solutions might bring additional advantages, besides the increases in yield. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of doses of fertilization with nitrogen and sulfur in the physiological quality of wheat seeds. The experiment was carried out using Random Complete Blocks with four statistical repetitions for each treatment. Wheat seeds were produced in the 2021 and 2022 growing seasons at the Palma Agricultural Center at the Federal University of Pelotas using two fertilizers as nitrogen sources (Urea and Yaravera) and the doses of 0, 40, 80 e 160 kg of N per ha. The variables evaluated were the hectoliter weight, yield, germination, and seed vigor in the tests of seedling length (root, shoot and total), seedling dry matter (root, shoot and total), accelerated aging, cold, first count of germination and electrical conductivity. Data were evaluated for the presumptions of the analysis of variance using the Shapiro-Wilk test and the analysis of variance using the F test in the 5% probability level. For simple effects of dose, the regression analysis was performed and for the simple effect of source the comparison was performed using the t test at the 5% probability level. For interactions among factors the most representative polynomial was calculated for each source. The results demonstrated that nitrogen fertilization increased yield, hectoliter weight and wheat seed vigor in the tests of first count of germination, seedling length and dry matter, accelerated aging and electrical conductivity. Additionally, the results also indicate that modern fertilizers that also contain the nutrient sulfur might potentialize this beneficial effect in seed vigor with greater increases in variables such as root and total seedling length, seedling shoot and total dry matter, accelerated aging and in the decrease of the values observed in the electrical conductivity test.

Keywords: *Triticum aestivum* L; nitrogen fertilization;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Primeira contagem de germinação (PCG %) e percentual de germinação (GERM %) em sementes de trigo da cultivar TBIO astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2021. 30

Figura 2. Envelhecimento acelerado (EA %) em sementes de trigo da cultivar TBIO astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2021. 31

Figura 3. Comprimento parte aérea (CPA), comprimento raiz (CR) e comprimento total de sementes de trigo da cultivar TBIO astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2021. 32

Figura 4. Massa seca parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) de sementes de trigo da cultivar TBIO astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2021. 33

Figura 5. Teste de frio (TF%) em sementes de trigo da cultivar TBIO astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2021. 34

Figura 6. Condutividade elétrica (CE) nos tempos 4, 8 e 24h em sementes de trigo da cultivar TBIO astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2021. 35

Figura 7. Peso hectolítrico e produtividade de sementes de trigo da cultivar TBIO astro submetidas a diferentes doses nitrogênio. Pelotas, 2021. 37

Figura 8. Primeira contagem de germinação (PCG %) e percentual de germinação (GERM %) em sementes de trigo da cultivar TBIO astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2022. 38

Figura 9. Comprimento parte aérea (CPA), comprimento raiz (CR) e comprimento total de sementes de trigo da cultivar TBIO astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2022. 39

Figura 10. Massa seca parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) de sementes de trigo da cultivar TBIO astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2022. 41

Figura 11. Condutividade elétrica (CE) nos tempos 4, 8 e 24h em sementes de trigo da cultivar TBIO astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2022. 44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios dos tratamentos para a variável primeira contagem de germinação em sementes de trigo da cultivar TBIO Astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2021. 29

Tabela 2. Valores médios dos tratamentos para a variável primeira contagem de germinação em sementes de trigo da cultivar TBIO Astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2022. 37

Tabela 3. Valores médios dos tratamentos para a variável massa seca raiz de plântulas oriundas de sementes de trigo da cultivar TBIO Astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2022. 40

Tabela 4. Valores médios dos tratamentos para a variável envelhecimento acelerado (EA) oriundas de sementes de trigo da cultivar TBIO Astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2022. 41

Tabela 5. Valores médios dos tratamentos para a variável condutividade elétrica (CE) oriundas de sementes de trigo da cultivar TBIO Astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2022. 42

Sumário

1. Introdução 12
2. Revisão de literatura 15
2.1 Cultura do trigo 15
2.2 Qualidade fisiológica de sementes 18
2.3 Adubação nitrogenada 20
2.4 Importância do Enxofre 23
3 Material e métodos 25
3.1 Caracterização da área experimental 25
3.2 Tratamentos e delineamento experimental 25
3.3 Manejo das culturas 26
3.4 Produtividade 26
3.5 Avaliações em laboratório 26
3.6 Procedimento estatístico 28
4 Resultados e discussão 28
5 Considerações finais 44
6 Conclusões 46
Referências bibliográficas 46

1. Introdução

O trigo (*Triticum aestivum* L.) possui um importante papel no cenário agrícola mundial, sendo um dos cereais mais cultivados. Dos principais produtos agrícolas brasileiros, o trigo é um dos que apresentam maior leque de utilização no mercado, no aspecto tecnológico de produção, na inserção nos sistemas de produção regionais, na agregação de renda às propriedades agrícolas, no aspecto de abastecimento interno e no papel de produto relevante nas transações comerciais brasileiras com outros países. Esse produto ocupa o segundo lugar nas importações brasileira devido à baixa oferta nacional, o que evidencia ainda mais essa oscilação entre oferta e demanda (SOUZA; VIEIRA FILHO, 2021).

O bom estabelecimento da uma lavoura de trigo e o desempenho inicial das plantas é de extrema importância para elevação dos índices de produtividade da cultura. Segundo Yano et al. (2005), da emergência até a emissão da sétima folha é o período crítico para cultura, sendo as épocas que necessitam de uma melhor estrutura, visando enfrentar os diferentes fatores bióticos e abióticos que limitam a sua produtividade.

Para alcançar o sucesso da lavoura e a produtividade desejada, o processo de produção se inicia na obtenção de sementes de qualidade, que sejam aptas às condições ambientais vigentes e capazes de gerar plantas uniformes e produtivas. Para tanto as sementes devem apresentar características peculiares como, pureza varietal e física, altas taxas de germinação, vigor e sanidade (PESKE et al., 2019).

A qualidade fisiológica da semente é um dos principais atributos que acabam refletindo no aumento da produtividade, influenciando no desempenho inicial da plântula, crescimento e desenvolvimento da cultura (PÁDUA et al., 2010; SZARESKI et al., 2018). Nesse sentido, a qualidade fisiológica das sementes é de extrema importância para a implantação de lavouras com maior crescimento inicial de plantas, desempenho de plantas, uniformidade e produtividade de grãos (KOLCHINSKI et al., 2006; CANTARELLI et al., 2015; ABATI et al., 2017).

De acordo com Maia (2007), a qualidade fisiológica da semente é determinada no período de sua formação, estando esse processo e o acúmulo de reservas estreitamente

correlacionados com a intensidade fotossintética da planta e com o fluxo de assimilados para os órgãos reprodutivos.

Em trigo, fontes alternativas de nitrogênio, aplicadas em diferentes manejos de parcelamento, trazem resultados benéficos na eficiência de aproveitamento do nutriente pelas plantas, principalmente devido a redução da volatilização da amônia, quando há hidrolização da molécula de ureia (YADVINDER-SINGH et al. 2015).

As plantas assimilam o nitrogênio por meio da absorção de amônio (NH_4^+) ou nitrato (NO_3^-) pelas raízes, por diferentes mecanismos fisiológicos. As respostas diferenciadas das plantas a absorção de NH_4^+ e NO_3^-, ocorrem em virtude da disponibilidade destes no solo ser alterada por fatores como potencial de mineralização, nitrificação, temperatura e pluviosidade (JACKSON & BLOOM 1990). O NH_4^+ geralmente mostra variação muito menor, entretanto, apresenta taxas de volatilização que podem atingir até 30% (HAYASHI et al. 2008), principalmente em condições de baixa precipitação e altas temperaturas (CHEN et al. 2014).

Após absorvidos, os destinos destes nutrientes na planta frequentemente divergem-se, sendo que, o NH_4^+ é rapidamente convertido em aminoácidos, evitando assim, o efeito tóxico causado pelos seus altos níveis. O NO_3^-, além de assimilado, pode ser acumulado nos tecidos e reutilizado, quando a oferta de nitrogênio for insuficiente (BLOOM et al. 2012).

Este processo, contudo, demanda grande quantidade de energia (STITT et al. 2002) e requer a expressão de genes específicos em resposta a um estímulo de baixa disponibilidade de nitrogênio, que pode diferir entre cultivares (YIN et al. 2014).A disponibilidade de nitrogênio influencia a composição química da semente, a formação do embrião e das estruturas de reservas, visto que o nitrogênio está intimamente ligado à produção de proteínas e controle de funções metabólicas, os quais são importantes no desenvolvimento inicial do embrião durante a germinação e consequentemente, influenciam no desempenho fisiológico das sementes (KOLCHINSKI & SCHUCH 2004).

Diversas pesquisas revelaram o efeito benéfico do incremento da adubação nitrogenada na qualidade fisiológica de sementes de trigo, onde as aplicações de nitrogênio em cobertura aumentaram a concentração de proteína nas sementes e resultaram em incremento na germinação, primeira contagem e massa seca de plântula (WARRAICH et

al. 2002, GUL et al. 2012, BRZEZINSKI et al. 2014), aveia (KOLCHINSKI & SCHUCH 2004), painço (ABRANTES et al. 2010) e milho (GONDIM et al. 2006).

Assim como o nitrogênio, também o enxofre apresenta extrema importância na nutrição das plantas, pois este compõe os aminoácidos cisteína, cistina e metionina, além de fazer parte da ferrodoxina, molécula transferidora de elétrons e que está envolvida na fotossíntese (MENGEL & KIRKBY, 2001). O adequado equilíbrio nas quantidades de nitrogênio e enxofre presentes no solo e na planta é importante por refletir o estado nutricional vegetal e influenciar nos processos produtivos.

Do ponto de vista nutricional, os elementos como nitrogênio e enxofre exercem função na produção de gramíneas, tendo ação tanto na morfogênese vegetal quanto no aumento de massa seca (Artur, 2010). O enxofre está envolvido na síntese da clorofila e é constituinte das vitaminas tiamina e biotina, e de proteínas e da enzima nitrogenase, responsável pela fixação biológica do nitrogênio (SCHERER et al., 2008). A adição concomitante desses nutrientes aumenta a produção de massa seca, o número de perfilhos e de folhas e a área foliar das gramíneas (BONFIM-SILVA; MONTEIRO; SILVA, 2007; BATISTA; MONTEIRO, 2006). De acordo com Oliveira et al. (1996), a deficiência de enxofre acarreta perda de vigor, atrofiamento de plantas com caules finos e folhas verde pálidas a amareladas, a redução da formação de ramos e números de flores e vagens e, consequentemente baixa produtividade, sintomas que foram observados em plantas de feijão deficientes em enxofre. Kovali (2019) ao avaliar a utilização de adubação com enxofre elementar combinado com enxofre sulfato observou resultados na germinação de sementes, rendimento de grãos, estatura de planta e massa de mil grãos em soja.

Para a obtenção de elevadas produtividades das culturas, a utilização de sementes que possuam uma alta qualidade é um dos fatores de suma relevância. De acordo com França Neto (2010), a semente possui características relacionadas as suas qualidades genética, física, fisiológica e sanitária, que lhe conferem a garantia de um elevado desempenho agronômico, que é a base fundamental do sucesso para uma lavoura tecnicamente bem instalada.

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de trigo em função de diferentes doses de adubação combinada de nitrogênio e enxofre.

2. Revisão de literatura

2.1 Cultura do trigo

O trigo é o segundo cereal mais produzido no mundo perdendo apenas para o milho, e mesmo assim em diversos lugares do planeta, serve como fonte de até metade das calorias e proteínas consumidas pela população (WANG et al., 2012). O trigo (*Triticum aestivum* L.) tem papel importante no aspecto econômico e também nutricional, estando presente na alimentação humana por intermédio de farinhas que são amplamente utilizadas na indústria alimentícia para a confecção de pães, massas, biscoitos e entre outros (CAMARGO, 2004). Além do uso em produtos alimentícios, o cereal também é utilizado em produtos de origem não alimentícia como na indústria de fármacos e cosméticos (BORÉM; SCHEEREN, 2015).

O trigo é de extrema importância para a sustentabilidade de pequenas e grandes propriedades, principalmente da região Sul do Brasil, estando altamente integrado em esquemas de rotação e/ou sucessão com as culturas da soja e do milho, em semeadura direta (VALÉRIO et al., 2009).

Cultura de ciclo anual, cultivada no Brasil durante o inverno e primavera, possui o seu centro de origem na região dos rios Tigre e Eufrates, na Ásia. É um cereal da família das Poaceae (Gramíneas). Embora seja desconhecido exatamente quando o trigo foi introduzido na alimentação humana, estudos permitiram identificar a presença deste na alimentação humana a cerca de 6.700 anos (TOMASINI; AMBROSI, 1998).

A importância desta cultura não se limita apenas ao volume de produção, mas sim ao seu valor agregado, que ocorre ao longo das cadeias de produção e transformação. Para a agroindústria, o trigo tem o seu valor na venda de insumos. Já para o produtor, a

venda do grão e para o consumidor, a transformação do trigo em seus subprodutos como farinha de trigo, pães e dentre outros (TOMASINI; AMBROSI, 1998).

Essa cadeia de interesses é responsável pela manutenção de milhares de empregos e pela geração de bilhões de reais. O trigo antigamente era consumido somente em grão, em forma de papa, sendo misturado com peixes e frutos. Os egípcios a cerca de 4.000 a.C., iniciaram a produção do pão, a partir da descoberta do processo de fermentação do cereal. Cerca de 2.000 a.C., o grão passou a ser cultivado em todo o mundo, os chineses o utilizavam também para elaborar diversos alimentos como farinha, macarrão e pastéis. Também é utilizado como ração animal, quando não atinge a qualidade exigida para consumo humano. O trigo fornece cerca de 20% das calorias provenientes dos alimentos consumidos pelo homem. Seu diferencial de outros cereais, é por possuir o glúten, um tipo de proteína com certa elasticidade, não sendo presente em outros grãos (CARON, 2011).

O grão do trigo é basicamente composto por três partes: o gérmen (que contém o embrião e nutrientes para o mesmo), a casca e o endosperma. No endosperma, localizam-se principalmente o amido e as proteínas, mas estão presentes também no gérmen. As proteínas do trigo são classificadas em cinco frações: albuminas (6% a 10%), globulinas (6% a 10%), gliadinas (35%), gluteninas (35%) e resíduo protéico (10 %).

O enxofre é um nutriente essencial às plantas, uma vez que participa da formação de aminoácidos, e em trigo, é constituinte de proteínas formadoras de glúten (gliadinas e gluteninas), onde sua deficiência pode causar consequências significativas na qualidade de grãos. Além disso, ele está diretamente relacionado às características tecnológicas desejadas das farinhas de trigo (SHEWRY, 1995; JARVAN et al., 2008). A necessidade de enxofre para a cultura do trigo está entre 15 e 20 kg ha^{-1}, sendo que a fase reprodutiva é a mais sensível à deficiência do nutriente (McGRATH et al., 1996).

As proteínas manifestam maior importância na determinação das propriedades funcionais das farinhas feitas de trigo, principalmente em proteínas formadoras de glúten (PALLARÉS et al., 2007). A constituição das proteínas de reserva é inerente ao genótipo de trigo, estando relacionada à sua qualidade tecnológica e, consequentemente, ao seu uso final (RODRIGUES et al., 2010). Entretanto, o teor de proteínas dos grãos é

influenciado pelas práticas culturais, dentre as quais, especialmente a adubação e condições de ambiente (MIRANDA et al., 2011)

As proteínas dos grãos de trigo podem ser divididas em formadores de glúten ou de armazenamento, as quais representam cerca de 75% a 80% do total e aquelas que não formam glúten, que se constituem em maior parte por enzimas (MIRANDA et al., 2011), que se fazem presentes principalmente no embrião do grão de trigo e possuem funções metabólicas e estruturais. As proteínas formadoras de glúten são constituídas de porções de gliadinas e gluteninas (PALLARÉS et al., 2007), e são fundamentais do ponto de vista tecnológico, pois são responsáveis pelas características funcionais únicas das massas produzidas a partir farinha de trigo.

A farinha obtida através da moagem do trigo é a única capaz de formar uma massa viscoelástica, quando submetida à mistura com água, por isso o trigo é considerado um “cereal nobre” (MANDARINO, 1994).

Considerado uma excelente fonte de carboidratos, proteínas, fibras e minerais, além disso possui um considerável número de vitaminas, principalmente as vitaminas do complexo B, que estão presentes no gérmen e na camada de aleurona (ZARDO, 2010). Utiliza-se o gérmen de trigo como um subproduto da indústria de moagem, sendo separado do grão de forma simples durante o processo, o gérmen contém cerca de 11 % de óleo, sendo rico em ácidos graxos poli-insaturados. O óleo do gérmen de trigo é muito utilizado em produtos como alimentos, agentes de controle biológico de insetos, produtos farmacêuticos e cosméticos (ANSOLIN et al., 2015).

No Brasil as primeiras lavouras de trigo começaram a ser cultivadas em 1534 em São Vicente, no entanto, a cultura só ganhou importância econômica no Brasil colonial, em meados do século XVII, quando plantadas no Rio Grande do Sul e em São Paulo (CONAB, 2017). Durante o século XIX, com a disseminação da ferrugem, uma doença que alastrou as lavouras e com a abertura dos portos intensificando o contrabando na região do Prata, ocorreu a diminuição do plantio da cultura no Brasil. Porém no século XX, houve a concessão de incentivos financeiros à produção, o que favoreceu o aumento da produtividade do grão (ROSSI; NEVES, 2004).

Em 1980, ocorreu a criação do Programa de Financiamento da Triticultura Irrigada (Profir), seguido do avanço tecnológico com surgimento de cultivares de menor porte e mais resistente às pragas, e ainda, com novas práticas culturais aos sistemas de produção, obteve-se produtividade média de 6 mil kg ha^{-1} (CONAB, 2017). Além da Região Sul, tradicionalmente produtora, o trigo irrigado, no cerrado, também apresenta grande relevância estratégica, na região do Brasil Central (Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso do Sul e Bahia), podendo ser produzido em dois sistemas de cultivo: de sequeiro ou safrinha, a partir da segunda quinzena de janeiro; e no sistema irrigado, sob pivô central, com semeadura a partir da segunda quinzena de abril. A qualidade do grão é o diferencial da região, sendo esta promotora das primeiras colheitas do Brasil, o que garante liquidez com melhores preços (CONAB, 2022).

A seleção de cultivares com alto potencial produtivo, elevada estabilidade de produção, uma alta capacidade de adaptação às condições ambientais, aliada às qualidades agronômicas (estatura, ciclo, resistência a pragas e doenças, qualidade nutricionais e industriais, entre outras), são os principais objetivos da maioria dos programas de melhoramento genético (ALBRECHT, 2007).

2.2 Qualidade fisiológica de sementes

A avaliação do potencial fisiológico de sementes é o principal componente de um programa de controle de qualidade, visto que fornece informações que identificam e solucionam problemas durante o processo produtivo, além de estimar o desempenho das sementes em campo (MARTINS et al., 2014).

É importante ressaltar que, a qualidade fisiológica das sementes é de vital importância para que se obtenha sucesso em uma lavoura. Sendo determinada com base em aspectos físicos, fisiológicos, sanitários e genéticos, por meio de testes conduzidos em laboratório e em condições de campo. Sementes com alto potencial fisiológico são necessárias para que ocorra germinação rápida e uniforme, uma vez que o vigor das sementes influencia o desenvolvimento inicial das plantas (DEMIR et al., 2008).

O teste de germinação apresenta limitações quanto à diferenciação de lotes e demora na obtenção dos resultados, fato este que tem levado ao desenvolvimento de testes de vigor que sejam confiáveis e rápidos, agilizando as decisões. (PESKE, 2019).

Dentro do aspecto fisiológico, o vigor é um componente fundamental da qualidade de sementes, sendo utilizado para mensurar seu potencial fisiológico (viabilidade e vigor) e identificar lotes que venham a apresentar bom desempenho, a exemplo da uniformidade e velocidade com que ocorre a germinação (TOLEDO et al., 1999).

Portanto, o vigor pode ser compreendido como a “combinação de características que determinam o potencial para alta performance de sementes após o plantio” (MARCOS FILHO, 2015). Dentre alguns testes de vigor, tem-se o teste de frio, considerado um teste de resistência representado pela probabilidade dessas plântulas sobreviverem em campo frente a condições de estresse, como baixa temperatura, alta umidade e agentes patogênicos, indicando o potencial fisiológico de um lote de sementes (PERES, 2010; MARCOS-FILHO, 2015a).

A primeira contagem de germinação é realizada juntamente ao teste de germinação (BRASIL, 2009), de forma que maior vigor das sementes é observado quanto maior a porcentagem de plântulas normais nessa contagem, estando correlacionadas com a velocidade de germinação (PERES, 2010), esta que é determinada ao longo do período em que o teste de germinação ocorre e complementa as informações obtidas na primeira contagem e contagem final. Plântulas normais são consideradas aquelas que apresentam “todas as suas estruturas essenciais bem desenvolvidas, completas, proporcionais e sadias” (BRASIL, 2009).

O teste de massa de matéria seca de plântulas possibilita determinar que plântulas com maiores massas médias de matéria seca apresentam maior vigor, em função da maior transferência de massa seca pelos tecidos de reserva das sementes para o eixo embrionário durante a germinação (KRZYZANOWSKI et al., 2020).

Os testes de vigor devem ser associados ao teste de emergência das plântulas em campo para monitorar a sua eficiência. O teste de emergência de plântulas também tem como base a porcentagem de plântulas normais, indicando o vigor de plântulas com o

diferencial de estabelecer condições mais semelhantes às encontradas em situações de campo (OLIVEIRA, 2020).

No que diz respeito à viabilidade, a germinação de sementes compreende um processo vital de três fases: Fase I – embebição, em que a captação de água pela semente culmina na reativação de seu metabolismo, intensificando a respiração e a atividade de enzimas e hormônios; Fase II – indução do crescimento, fase de repouso que compreende o processo bioquímico de produção de energia a partir da respiração, a digestão das reservas mediante sistemas enzimáticos e a translocação e assimilação de nutrientes; Fase III – crescimento do embrião, com a protusão da raiz primária, síntese de DNA e divisão celular e desenvolvimento da plântula (MARCOS FILHO, 2015).

2.3 Adubação nitrogenada

O nitrogênio (N) é considerado um macronutriente, sendo um dos nutrientes mais exigidos pela maioria das culturas, e um dos elementos mais numerosos encontrados na natureza, porém é encontrado na atmosfera na forma de N_2, não estando prontamente disponível para as plantas. O maior reservatório de N nos solos está ligado à cadeia carbônica da matéria orgânica, também em formas não diretamente disponíveis para as plantas. Geralmente menos de 5 % do N total está em formas inorgânicas como íon amônio (NH_4^+) e o íon nitrato (NO_3^-) (SÁ, 1996).

Este é um dos macronutrientes que tem o efeito mais rápido no crescimento vegetal, pois uma de suas funções básicas é o crescimento das plantas, além de que é responsável pela cor verde e promove o desenvolvimento radicular o qual melhora a absorção de outros nutrientes do solo (SENGIK, 2003). O nitrogênio é importante para a planta de diversas formas, pois ele está presente nos nucleotídeos e nos aminoácidos, que formam as estruturas dos ácidos nucleicos e proteínas. Sendo assim o nitrogênio é o quarto elemento que a planta mais precisa, antes dele estão apenas o oxigênio, carbono e hidrogênio (TAIZ et. al., 2004). Os sintomas da deficiência de N são caracterizados pelo amarelecimento das

folhas, reduzindo a taxa fotossintética e consequentemente proporcionando o crescimento reduzido das plantas (HAVLIN et. al., 2005).

De acordo com Malavolta (1980), o teor de N total da camada de 0-0,20 metros dos solos brasileiros cultivados, varia de 0,05 a 0,5% de N, o que equivale de 1.000 a 10.000 kg ha^{-1}. O Nitrogênio é o elemento mais limitante para o crescimento das plantas. É um elemento considerado essencial, pois é parte de cada célula viva e constituinte de moléculas de proteínas, enzimas, ácidos nucléicos e citocromos, além de sua importante função como integrante da molécula de clorofila (CARVALHO, 2005).

Considerado o nutriente mais difícil de ser manejado nos solos de regiões tropicais e subtropicais, em virtude do grande número de reações a que está sujeito e a sua alta instabilidade no solo (ERNANI; RAMPAZZO, 2002). A baixa disponibilidade do nitrogênio no solo é causada por baixo teor de matéria orgânica além desse nutriente estar sujeito a diversas perdas como lixiviação, volatilização, desnitrificação e erosão. O sintoma de deficiência de nitrogênio é caracterizado por amarelecimento das folhas mais velhas e, dependendo da intensidade e da evolução da deficiência, pode atingir toda a planta. As lâminas das folhas inferiores morrem, ficando o tecido com coloração marrom-chocolate (INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE, 2007).

O suprimento de nutrientes minerais afeta fortemente o crescimento, a morfologia e a distribuição do sistema radicular no substrato ou no perfil do solo. Desta forma, uma quantidade adequada de nitrogênio é essencial para incrementar a produtividade. No período compreendido entre a fase de emergência das plântulas até à diferenciação do primórdio floral, a falta de nitrogênio reduz o número de espigas por área, a formação de espiguetas por espiga e a massa de 1000 grãos de trigo (FRANK; BAUER, 1996). Sabe-se que para a produção de 1 tonelada de grãos de trigo, são exportados em torno de 25 kg de nitrogênio via colheita (SOUSA; LOBATO, 2004).

Para Zagonel et al. (2002), todos os componentes de produção do trigo podem beneficiar-se em maior ou menor grau do nitrogênio, exceto a população de plantas. O nitrogênio pode incrementar o número de espiguetas por espiga, de grãos por espigueta e o tamanho do grão, ainda que seu efeito sobre este último componente seja pouco consistente, pois é dependente das condições ambientais durante a sua formação. Embora

se possa incrementar cada um dos componentes, individualmente, fenômenos compensatórios fazem com que, frequentemente, os componentes se relacionem de forma negativa, tendendo a propiciar o incremento de uns e decréscimo de outros; assim, a mesma produtividade pode ser obtida por diferentes caminhos, sendo difícil estabelecer-se uma combinação ótima dos componentes de produção (LAMOTHE, 1998).

Para Figueiredo et al., (2005), a dinâmica do N no sistema solo-planta, com a consequente eficiência da utilização de N pela planta, é influenciada principalmente pelo sistema de cultivo, tipo de fertilizante, formas de manejo e condições edafoclimáticas. A ureia é o fertilizante nitrogenado mais utilizado devido ao baixo custo em relação aos outros fertilizantes e uma maior concentração de nitrogênio (46 % de nitrogênio) em relação aos outros fertilizantes. A utilização da ureia possibilita a complementação da quantidade necessária de nitrogênio no solo, para que se obtenha melhor produtividade nas culturas. A ureia também proporciona a redução nos custos de adubação, transporte, armazenagem e aplicação, é menos acidificante que outros fertilizantes (PETROBRÁS, 2013).

Devido as grandes perdas de N no ambiente, o manejo da fertilização nitrogenada é muito complexo, o domínio dos fertilizantes é essencial para aumentar a sua eficiência e produtividade das culturas. Segundo Mello (1987), a ureia é um fertilizante que tem apresentado menor eficiência em relação a outras fontes, em virtudes de diversas causas, como lixiviação e volatilização do nitrogênio. Um dos aspectos mais preocupantes atualmente é a época de aplicação de nitrogênio no trigo. O manejo da adubação nitrogenada de gramíneas em sistema de plantio direto, com sucessão de gramíneas é dificultado, uma vez que, nos primeiros anos de adoção desse sistema, pode ocorrer a carência inicial de N decorrente da imobilização causada pela decomposição microbiana dos resíduos da cultura antecessora. Assim, dependendo do caso, pode ser mais eficiente fazer a antecipação da adubação nitrogenada, em relação às recomendações convencionais ou, até mesmo, em relação à semeadura da cultura, no aumento da produtividade das culturas graníferas anuais (KLUTHCOUSKI et al., 2006).

A quantidade e a fonte apropriada de nitrogênio são fundamentais para fomentar a produtividade e a qualidade do trigo, proporcionando maior capacidade de produtividade (MEGDA, et al., 2009). Segundo Almeida (2016), pesquisas apontam que o uso do N pode

modificar o teor e a composição das proteínas no grão, sendo relevantes para determinar o uso do trigo como matéria-prima, na elaboração de diversos produtos de panificação.

2.4 Importância do Enxofre

O enxofre (S) está relacionado às proteínas formadoras de glúten, e consequentemente influenciam nas características tecnológicas da farinha de trigo (FANO, 2015), que por sua vez são de suma importância na fabricação dos produtos de panificação. A falta de S nas plantas cultivadas é considerada como um aspecto limitante, para a má qualidade dos produtos de panificação, pois o S é integrante de vários compostos fundamentais, como os aminoácidos sulfurados cisteína e metionina, coenzimas, tioredoxina e sulfolipídeos (JARVAN et al., 2008). O S contribui na formação de aminoácidos, e no trigo, é componente de proteínas formadoras de glúten, gliadina e glutenina, e sua carência pode acarretar consequências desastrosas na qualidade dos grãos (SHEWRY, 1995; JARVAN et al., 2008).

O S na planta, na sua maioria, está presente nas proteínas, sua quantidade nas plantas, variam de 0,2% a 0,5% da matéria seca. A maioria das culturas precisa de 10 a 30 kg/ha de S, valores que podem se elevar de acordo com a exigência das culturas. Dentre as famílias de plantas, a exigência de S intensifica na ordem seguinte: gramíneas < leguminosas < crucíferas. Uma das funções de destaque do S nas proteínas ou polipeptídeos é a construção da ligação dissulfeto (S-S). Estas ligações agem na estabilidade da estrutura terciária das proteínas, mas também exerce um papel fundamental, uma vez que colabora para a conformação adequada da proteína enzimática cataliticamente ativa. A ligação entre duas moléculas de S é formada por grupos sulfídrilos (-SH) (FAQUIN, 2005).

O S está contido em todas as proteínas, tanto as enzimáticas quanto as não enzimáticas, e em coenzimas: CoA que atua na respiração e metabolismo de lipídeos; biotina, participa na assimilação de CO_2 e descarboxilação. A tiamina atua na descarboxilação do piruvato e oxidação de alfacetoácidos, componente da glutationa e de hormônios, ligações de bissulfato, ligações de enxofre (-S-S-), mas também participam nas

estruturas terciárias de proteínas, na constituição de óleos glicosídicos e compostos voláteis, bem como na formação de nódulos das leguminosas. Na ferredoxina ocorre a assimilação do CO_2, síntese da glicose e do glutamato, fixação do dióxido de nitrogênio (N_2), e redução do nitrato (MALAVOLTA, 2008).

Já a entrada de S no solo, pode ocorrer pelo intemperismo de minerais sulfatados, pelas águas da chuva e irrigação, pela adsorção direta do S atmosférico e pelas adições de fertilizantes minerais ou orgânicos. Por outro lado, as saídas deste elemento estão relacionadas às exportações pelas culturas, à lixiviação, a erosão e a emissão de gases sulfurados (OSORIO-FILHO et al., 2007).

Os solos brasileiros são deficientes em S, visto que suas concentrações podem variar de 0,1% em solos minerais até 1% em solos orgânicos, demonstrando que a maior parte deste que se encontra no solo, está associado com a presença de compostos orgânicos, implicando também na importância dos processos microbiológicos nos solos para a disponibilização desse nutriente as plantas (PEREIRA et al., 2016).

Para maximizar a conversão do nutriente S aplicado em adubações, é preciso atender em termos quantitativos, todos os estádios de crescimento e desenvolvimento da planta, para que possa atingir a produção máxima esperada para cada cultura, ou seja, atender às exigências nutricionais específicas de cada cultura a esse nutriente. O S orgânico é gradualmente mineralizado a sulfato (SO_4^{-2}) pelo fato da fração orgânica deste nutriente ser a predominante, a mineralização e imobilização regulam o ciclo no solo e controlam a disponibilidade de S às plantas (NZIGUHEBA et al., 2005).

Dessa forma, o armazenamento de S orgânico significa suprimento constante deste elemento às plantas e para isso, a manutenção de teores adequados de matéria orgânica no solo é fundamental. Os diferentes tipos de solos, tem influência direta na dinâmica do S, os argilosos e com teores elevados de óxidos de ferro apresentam alta capacidade de retenção de sulfato, tornando a sua movimentação no perfil mais lenta. Em solos arenosos ou poucos intemperizados, SO_4^{-2} tende a deslocar-se mais rapidamente para os horizontes subsuperficiais, ou mesmo, sair do sistema solo por lixiviação. Geralmente, são encontrados teores mais elevados de SO_4^{-2} nos horizontes subsuperficiais, com maior quantidade de colóides inorgânicos, em relação à superfície. A magnitude dessas

diferenças é aumentada quando o solo recebe aplicação de calcário ou fosfatos (CAIRES & FONSECA, 2000).

Por apresentar baixa mobilidade através do floema e ser dependente da disponibilidade hídrica do solo, uma vez que sua movimentação se dá por fluxo de massa, o suprimento do enxofre no grânulo com o nitrogênio se apresenta como uma alternativa ao fornecimento deste elemento às plantas, fornecendo de forma gradual em momentos nos quais a demanda seja mais crítica, tanto o enxofre quanto o nitrogênio ao sistema.

3 Material e métodos

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento de campo foi conduzido nos anos agrícolas 2021 (Ano 1) e 2022 (Ano 2) na Fazenda da Palma no município de Capão do Leão-RS, coordenadas 31° 45' 46" S 52° 29' 02" O, clima subtropical. O solo do local foi caracterizado como um Planossolo Háplico Eutrófico Solódico, pertencente à unidade de mapeamento Pelotas (STRECK et al., 2008), que possui como característica um horizonte A com elevado teor de areia e logo abaixo um horizonte B textural com elevado teor de argila. Cada unidade experimental foi caracterizada por uma parcela de 6,12 m^2 (4 metros de comprimento x 1,53 metros de largura).

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

Foram utilizadas sementes de trigo da cultivar Tbio Astro, a semeadura do primeiro ano foi realizada em 01/06/2021 e a colheita em 2/11/2021, para o segundo ano foi realizada em 09/06/2022 e a colheita em 15/11/2022. As aplicações para cada tratamento abaixo descritos foram realizadas 50% na semeadura e 50% no pré florescimento.

Os tratamentos para o ano 1 e ano 2, foram os seguintes:

T1: Testemunha (Sem Adubação)

T2: Uréia (40 kg de N ha^{-1})

T3: Uréia (80 Kg N ha^{-1} de N ha^{-1})

T4: Uréia (160 kg de N ha^{-1})

T5: Ureia + enxofre (40 kg de N ha^{-1} e 2,24 Kg de S ha^{-1})

T6: Ureia + enxofre (80 Kg N ha -1 de N ha^{-1} e 4,48 Kg de S ha^{-1})

T7: Ureia + enxofre (160 kg de N ha^{-1} e 8,96 kg de S ha^{-1})

As unidades experimentais consistiram em parcelas experimentais com 6,12 m^2 (4 metros de comprimento x 1,53 metros de largura), contendo 10 linhas de plantio com espaçamento de 0,50 cm entre linhas, totalizando 25m^2, em delineamento experimental de blocos ao acaso com 4 repetições.

3.3 Manejo das culturas

A cultura foi manejada de acordo com as recomendações específicas, considerando o Manejo Integrado de Pragas e Doenças, fazendo as aplicações de inseticidas, fungicidas e herbicidas de acordo com as necessidades de cada espécie e obedecendo os níveis de controle de cada praga e/ou patógeno.

3.4 Produtividade

Avaliada através da colheita da porção central de cada unidade experimental, excluindo-se as linhas laterais de cada parcela e os 50 cm iniciais e finais, totalizando uma área útil de 3,57 m^2.

3.5 Avaliações em laboratório

Foram realizadas no Laboratório de Análises de Sementes do Departamento de Fitotecnia / Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPel.

Peso hectolitro (PH): determinado pela pesagem das sementes oriundas de cada tratamento, em volume conhecido (50 mL) após, foi realizado a transformação para peso hectolitro que é a massa de 100 litros de grãos, expressos em $kg.hL^{-1}$.

Teste de germinação (G): foram utilizadas 200 sementes (quatro subamostras de 50 sementes) para cada tratamento, semeadas em rolos de papel Germitest® umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca, permanecendo em germinador, a 20ºC. As avaliações foram realizadas aos quatro e oito dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais para cada lote (BRASIL, 2009).

Primeira contagem de germinação (PCG): conduzido juntamente com o teste de germinação, sendo a contagem realizada no quarto dia após a semeadura (BRASIL, 2009).

Teste de envelhecimento acelerado (EA): foram utilizadas 200 sementes (quatro subamostras de 50 sementes) para cada amostra. O teste foi conduzido em caixas gerbox, contendo 40mL de solução saturada de NaCl (20g de NaCl em 100mL de água destilada) e uma camada uniforme de sementes dispostas sobre uma tela interna mantidas em encubação a 43ºC, por 48 horas. Após o período de envelhecimento, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, e posteriormente, se realizará o teste com a mesma metodologia do teste de germinação (MARCOS FILHO, 1999).

Comprimento de parte aérea (CPA), radicular (CR) e total (CT): foram utilizadas 60 sementes (quatro subamostras de 15 sementes) para cada tratamento, semeadas no terço superior do papel Germitest® umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca, permanecendo em germinador a 20°C (NAKAGAWA, 1999). A mensuração de 10 plântulas foi realizada no quinto dia após a semeadura, com régua milimétrica e o resultado foi expresso em centímetros.

Matéria seca de parte aérea (MSPA), radicular (MSR) e total (MST): após a mensuração da parte aérea e raiz, as mesmas foram acondicionadas em sacos de papel separadamente, previamente identificados e colocadas para secar em estufa a 60 ºC por 48 horas, depois foram pesadas, onde a massa foi obtida em miligramas.

Teste de frio (TF): foram utilizadas 200 sementes (quatro subamostras de 50 sementes) para cada tratamento, semeadas em rolos de papel Germitest® umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca. Após a semeadura, os rolos

foram colocados em sacos plásticos para manter a umidade. Logo após, esses permaneceram em Câmera Incubadora tipo BOD (Biochemical oxygen demand) por sete dias à temperatura de 10ºC e posteriormente foram colocados em germinador a 20ºC. A avaliação foi realizada no quarto dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais (LOEFFLER et al., 1985).

Condutividade Elétrica (CE): Foram utilizadas 25 sementes para cada repetição analítica, totalizando quatro repetições por repetição estatística. Após a contagem, a massa de cada repetição foi determinada em balança analítica e as sementes foram embebidas em 75 mL de água deionizada, realizando as leituras após um período de 4, 8 e 24 horas de embebição. Os resultados serão apresentados em µs ml^{-1} g de $sementes^{-1}$.

3.6 Procedimento estatístico

O experimento foi realizado em Blocos Completos casualizados com quatro repetições estatísticas por tratamento. Os dados tabulados foram avaliados quanto ao atendimento das pressuposições da Análise de Variância através do teste de Normalidade dos Resíduos por Shapiro-Wilk e à análise de Variância pelo Teste F em nível de 5% de probabilidade. Havendo efeito da dose foi realizada análise de regressão e quando teve efeito de fonte foi realizada a comparação através do teste T em nível de 5% de probabilidade.

4 Resultados e discussão

Ano1

Em relação a primeira contagem de germinação (PCG), houve efeito simples dos fatores dose e fonte, apesar de que não houve interação (Figura 1). Portanto, a melhor resposta foi na dose de 80 Kg N ha^{-1}, a partir desse momento ocorreu uma redução, mas também houve efeito simples da fonte que acarretou um incremento de 13% nos resultados de PCG (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios dos tratamentos para a variável primeira contagem de germinação em sementes de trigo da cultivar TBIO Astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Capão do Leão, 2021.

Tratamentos	Médias
Ureia + enxofre	81 a
Ureia	67 b

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t em nível de 5% de probabilidade.

Já em relação a germinação (G), houve interação entre os fatores dose e fonte, para a fonte Ureia + enxofre foi observada a mesma tendência observada na PCG, com melhor resultado sendo observado na dose de 80 Kg N ha^{-1}, enquanto, em relação a ureia não houve incremento, ocorrendo uma queda nos valores observados para a germinação (G). Este fato pode ter ocorrido, devido a ocorrência na lavoura de um possível desbalanço entre a disponibilidade de nitrogênio (N) e enxofre (S), causando uma queda no percentual de G, mesmo que, tenha ocorrido um aumento de produtividade (Figura 1).

O nitrogênio é o nutriente que mais onera o custo de produção no cultivo de cereais. Assim, há grande interesse no desenvolvimento de cultivares e práticas de manejo que proporcionem maior absorção de nitrogênio do solo e maior alocação de nitrogênio nos grãos (SCHUCH et al., 2000).

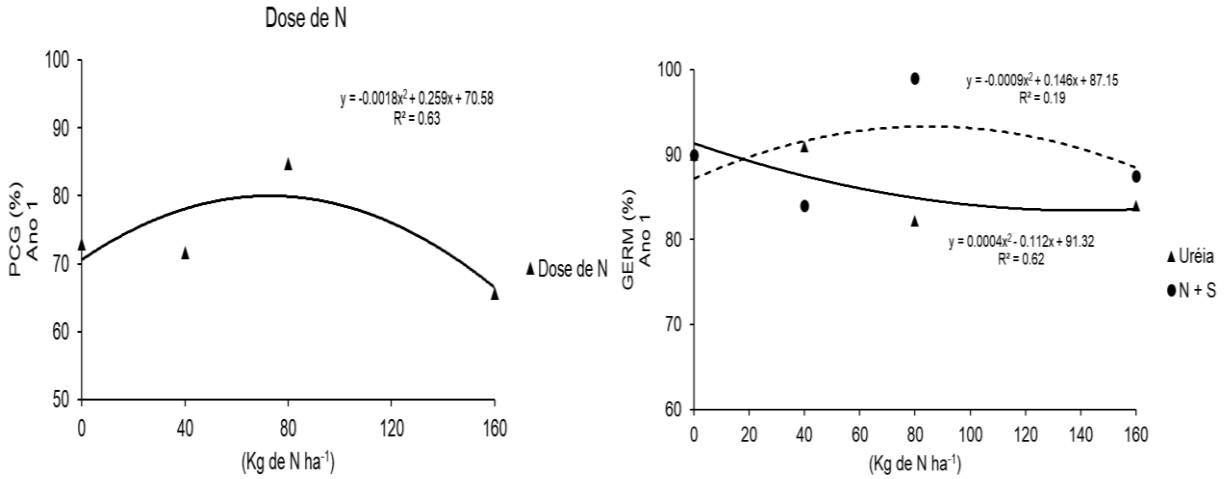


Figura 1. Primeira contagem de germinação (PCG %) e percentual de germinação (GERM %) em sementes de trigo da cultivar TBIO astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2021.

Os resultados para a variável envelhecimento acelerado (EA) em sementes de trigo da cultivar TBIO astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre (Figura 2), revelaram que, houve interação entre os fatores fonte e dose, contudo, apenas para o tratamento ureia + enxofre houve ajuste para o modelo da curva. Manteve-se a tendência, onde a melhor resposta foi observada na dose de 80-160Kg N ha^{-1}, não houve ajuste no modelo, apesar de ter sido verificado uma leve tendência de incremento nos valores de vigor pelo teste de EA (Figura 2).

Em relação a adubação nitrogenada, vale destacar que o nitrogênio é o principal nutriente requerido pelo trigo. A deficiência desse nutriente resulta em plantas de pequeno porte, com desenvolvimento lento, poucos afilhos e baixa produtividade (ZAGONEL et al., 2002).

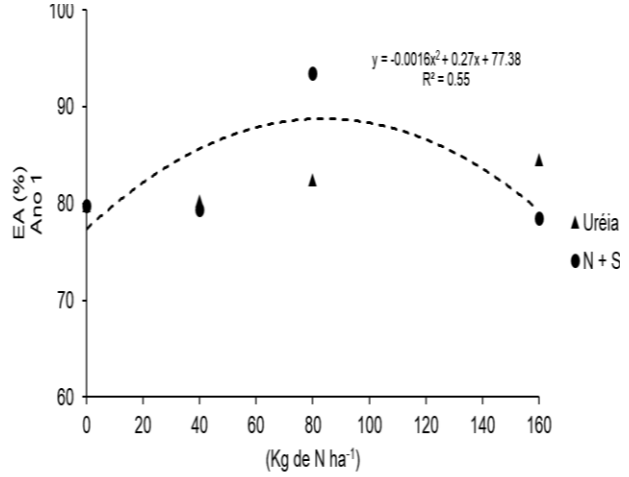


Figura 2. Envelhecimento acelerado (EA %) em sementes de trigo da cultivar TBIO astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2021.

A partir dos resultados para as variáveis comprimento parte aérea (CPA), comprimento raiz (CR) e comprimento total (CT) foi observado que, ocorreu interação entre fonte e dose, obtendo um ajuste das duas curvas, tanto para a curva da ureia como a de N + S (Figura 3).

Foi possível verificar que, a curva de modo geral foi superior para ureia nas doses mais baixas apesar de ter sido observado um maior CPA para as doses mais altas de N, para fonte ureia + enxofre. Isso poderá ser explicado pelo fato de que, em doses mais altas o S acaba sendo limitante para maiores produtividades e em função disso, foi observado um incremento do CPA na fonte ureia + enxofre e uma redução na fonte ureia na maior dose. Nesses dois tratamentos, foi observado que, ocorreu uma diferença estatística na dose de 40 Kg N ha^{-1}, ocorrendo assim, diferença entre as duas fontes (Figura 3). Revelando que, na dose de 40 Kg N ha^{-1} a resposta foi superior para a ureia e na dose de 160 N ha^{-1} foi superior para a fonte ureia + enxofre (Figura 3).

Para a variável CR, houve interação entre os fatores e pode-se observar um acúmulo superior no tratamento ureia + enxofre. Ocorrendo diferença estatística apenas na dose de 80 Kg N ha^{-1}, nas outras doses o desempenho foi parecido e foi apenas essa dose que acarretou resposta superior de CR para as duas fontes de N (Figura 3).

Para CT, foi observado a mesma tendência das variáveis CPA e CR, houve interação entre os fatores dose e fonte, também como nas variáveis anteriores a melhor dose foi de 80 Kg N ha^{-1} (Figura 3).

O apropriado fornecimento de nitrogênio às plantas, altera a qualidade dos grãos, modificando as concentrações de lipídios, de proteínas, a síntese de amido e também a formação do embrião e do tecido de reserva, o vigor e o potencial de germinação e, como resultado, a qualidade das plântulas (ZIMMER, 2012).

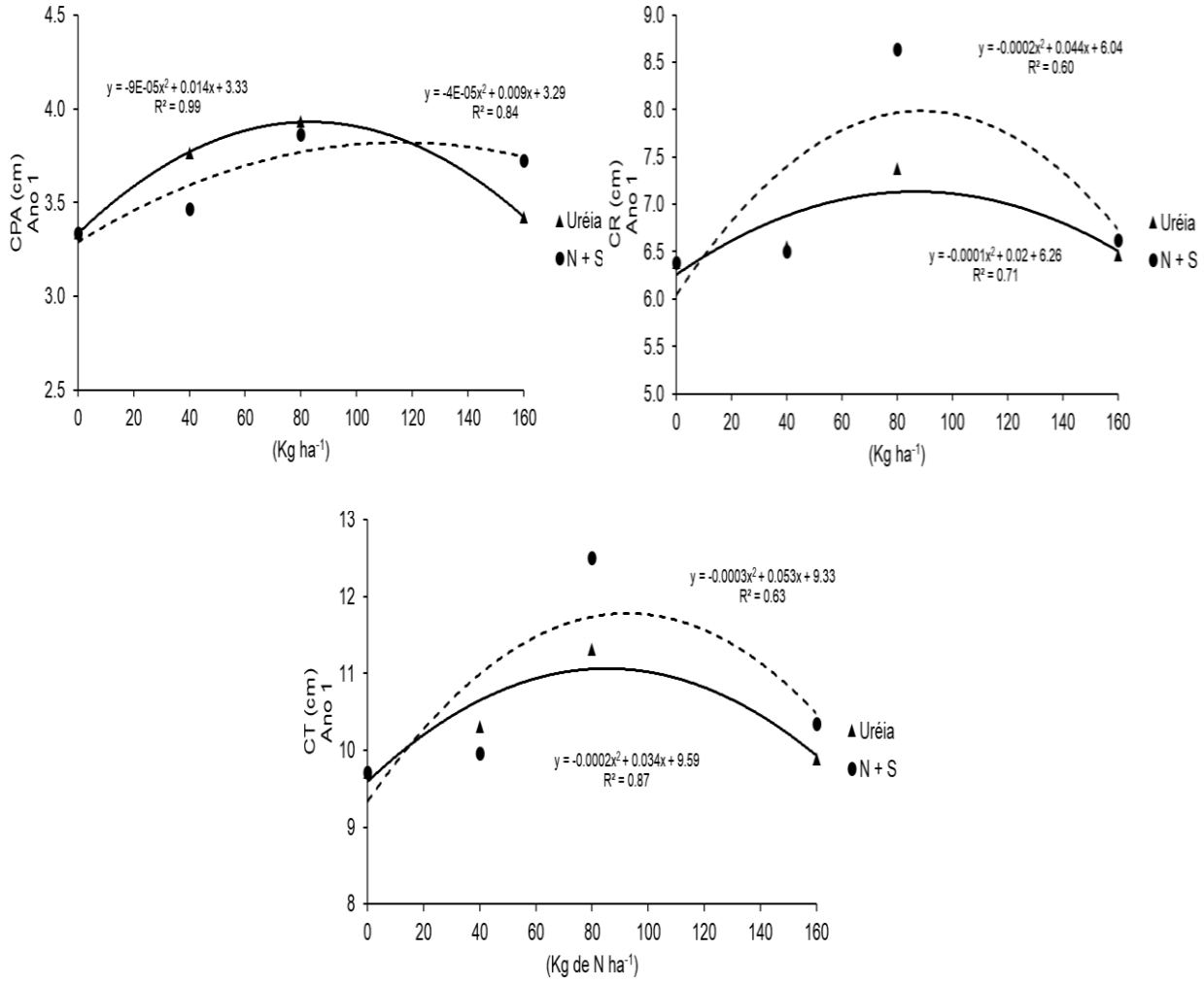


Figura 3. Comprimento parte aérea (CPA), comprimento raiz (CR) e comprimento total de sementes de trigo da cultivar TBIO astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2021.

Os resultados para Massa seca total (MST) e Massa seca parte aérea (MSPA), houve a interação para os fatores dose e fonte de N, enquanto, diferentemente do que foi observado nas variáveis anteriores, não houve uma queda tão acentuada dos valores observados após atingir a dose de maior desempenho. Foi possível observar que, houve diferença estatística na dose de 160 Kg N ha^{-1}, sendo o desempenho para fonte ureia + enxofre superior ao que foi observado na fonte ureia (Figura 4).

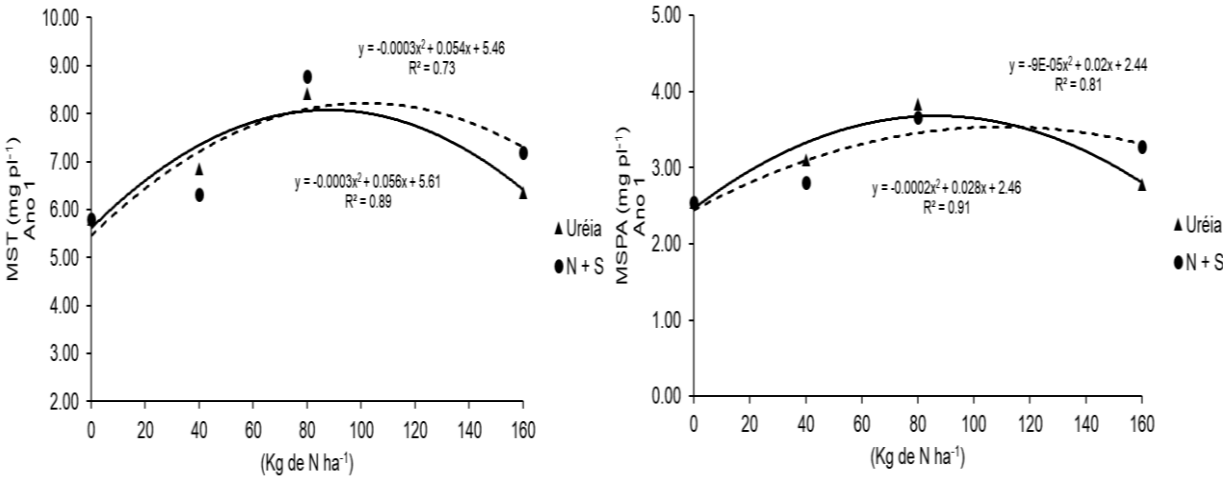


Figura 4. Massa seca parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) de sementes de trigo da cultivar TBIO astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2021.

Para a variável teste de frio (TF), foi observado uma interação entre os fatores dose e fonte, entretanto, pela primeira vez foi observado uma tendência de diminuição pelo teste de frio (TF). Em contraste com o que foi observado nos demais testes de vigor, cabe salientar que, essa redução foi menos drástica nos tratamentos com a fonte ureia + enxofre, enquanto que, houve uma redução mais acentuada e rápida nos tratamentos em que foi utilizada a ureia. Portanto, para as duas fontes, os piores resultados foram obtidos nas maiores doses (Figura 5).

Para que, uma semente seja classificada como de qualidade superior, deve apresentar o máximo potencial de germinação e vigor, gerando uniformidade na população e assim uma produtividade superior. O seu uso é uma importante estratégia produtiva em

uma lavoura, sendo crucial para proporcionar a emergência no campo, obter um estande homogêneo e reduzir a competição com plantas invasoras, o que reflete em ganhos na produtividade de grãos (NASCIMENTO et al., 2011).

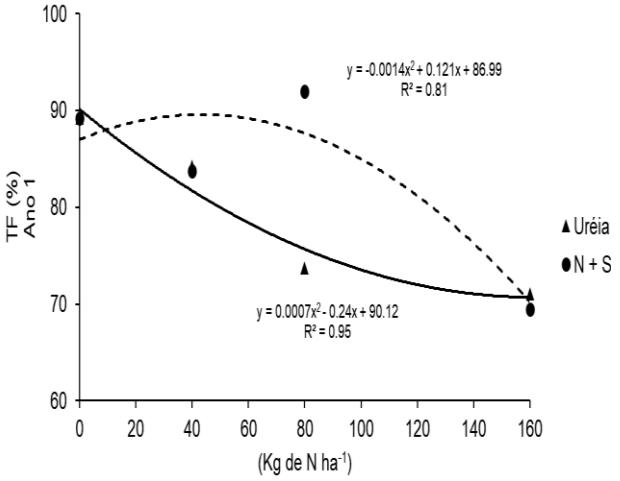


Figura 5. Teste de frio (TF%) em sementes de trigo da cultivar TBIO astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2021.

Para a variável condutividade elétrica (CE) após 4h de embebição, não houve interação entre os fatores, ocorrendo apenas o efeito simples de dose. Foi possível observar que, os menores valores de CE indicaram a dose que obteve o melhor desempenho, ou seja, o melhor vigor. Sendo, portanto, as doses de 80 Kg N ha^{-1}, sendo que não foi verificado diferença entre as fontes (Figura 6). Para a CE após 8h de embebição, foi observado a mesma tendência, ou seja, não houve efeito simples da fonte e nem interação da fonte com a dose, apenas efeito simples das doses. Foi observado que, o melhor desempenho foi após a utilização de 80 Kg N ha^{-1}, sendo que, tanto nas doses inferiores quanto superiores foi observado um maior extravasamento dos solutos das sementes (Figura 6).

Já para a CE após 24 h de embebição, foi possível verificar através das análises dos dados, que ocorreu interação entre os fatores fonte e dose. Para a fonte ureia + enxofre o comportamento ajustou-se a um modelo quadrático com o melhor desempenho, observado na dose de 80 Kg N ha^{-1}, enquanto que, para a fonte ureia não foi observada uma resposta

tão contundente. Ressalta-se que, essa resposta não foi possível ser ajustada a um modelo de regressão (Figura 6).

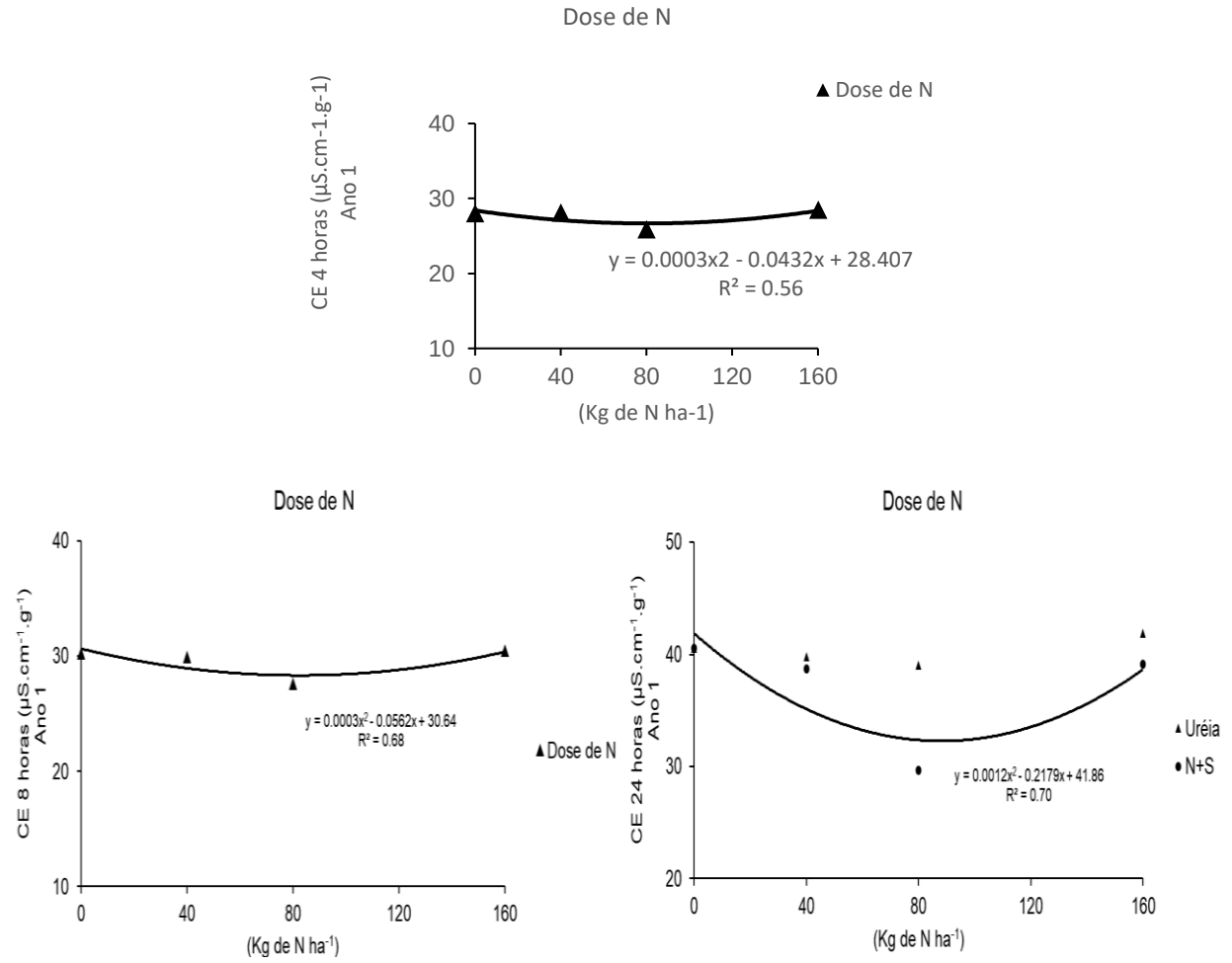


Figura 6. Condutividade elétrica (CE) nos tempos 4, 8 e 24h em sementes de trigo da cultivar TBIO astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2021.

O peso hectolítrico (PH) não teve efeito da fonte, ou seja, tanto no tratamento com ureia + enxofre como ureia foram obtidas respostas parecidas, portanto, não houve interação entre os fatores, apenas efeito simples da dose do N. O modelo ajustado, apresentou que a dose de melhor resposta foi a de 80 Kg N ha^{-1} (Figura 7).

A partir disso, começa a ser observado uma tendência de diminuição da resposta, a qual é comum em experimentos de curva dose resposta. Deve-se ao fato de que, a partir de que outros fatores começam a limitar a resposta da variável observada, como é o caso

do N em excesso, poderá acarretar o acamamento de plantas, declinando muitas vezes os resultados, então, isso explica porque a partir de 80 Kg N ha^{-1}, começou a ocorrer um declínio na resposta (Figura 7).

Sendo assim, é importante destacar que, o peso hectolítrico é considerado um importante atributo para avaliar a qualidade de sementes de trigo, uma vez que, na prática, o valor recebido pelo produtor é menor se o peso se apresenta abaixo de 78 kg hL^{-1}. Valores muito baixos de peso hectolítrico podem indicar ocorrência de problemas na lavoura, os quais podem ter afetado o enchimento dos grãos e sua qualidade (GUARIENTI, 1993).

Foi observado uma redução na massa hectolítrica com o aumento da adubação nitrogenada na cultura do trigo, em que tal razão pode estar atribuída à maior competição entre os grãos por fotoassimilados, uma vez que o aumento da dose de nitrogênio aumentou o número de grãos por unidade de área (FRIZZONE et al.,1996). Ainda, de acordo com Furlani et al. (2002), uma chuva sobre a lavoura madura reduz a massa hectolítrica e, consequentemente, afeta a qualidade de grãos.

Em relação a variável produtividade, foi observado que não houve interação entre os fatores dose e fonte, nem efeito simples da fonte, apesar de que, foi observado um efeito de dose que, a curva de resposta ajustou-se a um modelo quadrático com ascensão até a maior dose. Assim, ocorreu um efeito positivo do aumento das doses de N, mesmo que, nas outras características, esse comportamento não foi observado (Figura 7).

Existe relação entre o número de afilhos e a produtividade do trigo, dessa forma, caso ocorra deficiência de nitrogênio durante o desenvolvimento da planta das estruturas vegetativas ou das reprodutivas ocorrerá a redistribuição dos nutrientes principalmente para o crescimento e desenvolvimento da espiga da planta mãe, refletindo em redução do número de afilhos por unidade de área emitida, podendo refletir em redução da produtividade da cultura (SANGOI et al., 2007; CAMPONOGARA et al., 2016).

Segundo Sangoi et al. (2008), a disponibilidade de N no início do ciclo é importante para que não ocorra a omissão de afilhos primários, fato observado em trigo. Por essa razão, a falta de N durante o ciclo reduz o número de afilhos por unidade de área emitida, o que reflete na redução do rendimento de grãos pela cultura.

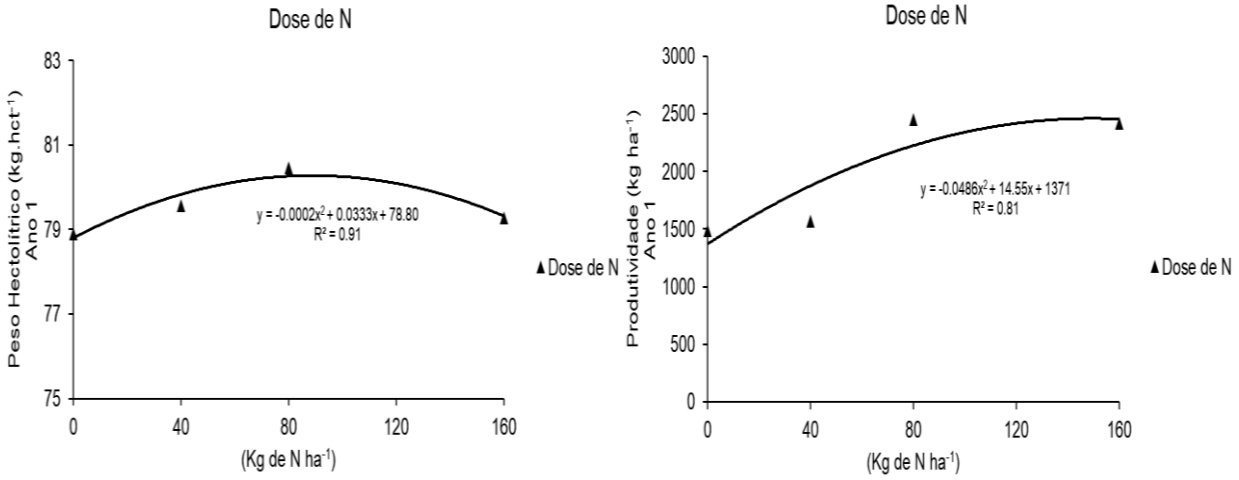


Figura 7. Peso hectolítrico e produtividade de sementes de trigo da cultivar TBIO astro submetidas a diferentes doses nitrogênio. Pelotas, 2021.

Ano 2

Em relação a variável PCG, houve um efeito simples tanto da dose como da fonte, o efeito simples da dose foi retratado na figura 8, através de um ajuste do modelo quadrático, onde ocorreu a melhor resposta situada entre 80-160 Kg N ha^{-1}. Ocorreu também, o efeito simples da fonte (Tabela 2), onde, o tratamento com ureia + enxofre atingiu valores de 89% enquanto, para ureia atingiu 86% na variável PCG (Figura 8).

Tabela 2. Valores médios dos tratamentos para a variável primeira contagem de germinação em sementes de trigo da cultivar TBIO Astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2022.

Tratamentos	Médias
Ureia + enxofre	90 a
Ureia	86 b

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t em nível de 5% de probabilidade.

Os resultados para a variável G, revelaram que, ocorreu a interação entre os fatores fonte e dose. Foram calculados os modelos ajustados, para a ureia + enxofre, sendo obtido um modelo ajustado com 53% de coeficiente de determinação (R^2). Entretanto, para a curva de resposta da ureia, não foi possível manter um modelo ajustado, podendo observar um desempenho superior do N+S na dose de 80 Kg N ha^{-1}. No entanto, houve diferença estatística entre as doses quando avaliadas as fontes, exclusivamente na dose de 80 Kg N ha^{-1}(Figura 8).

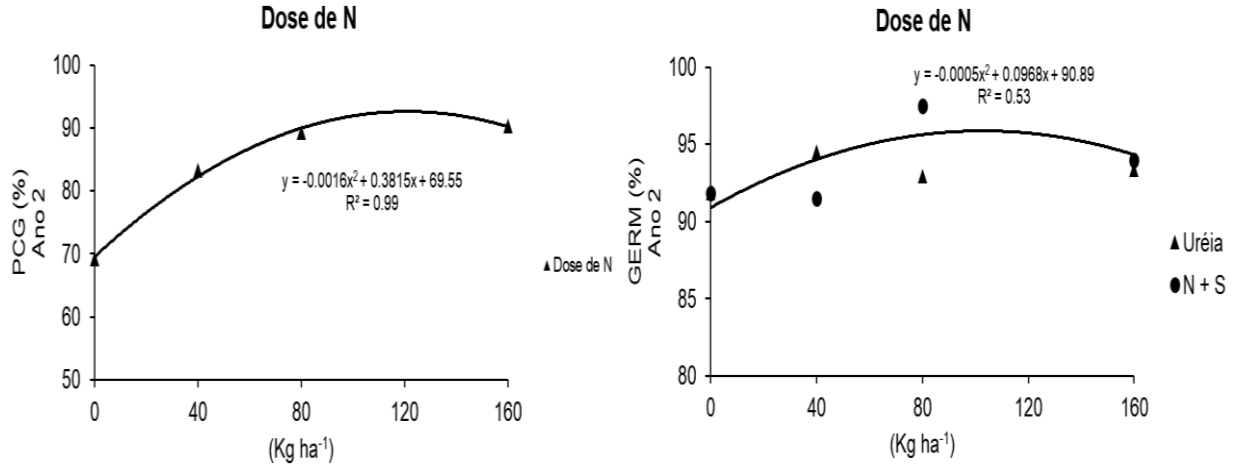


Figura 8. Primeira contagem de germinação (PCG %) e percentual de germinação (GERM %) em sementes de trigo da cultivar TBIO astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2022.

Em relação ao CPA, diferentemente do ano 1, no ano 2 houve efeito simples da dose com incrementos no CPA. Resultados superiores foram encontrados entre as doses de 80-160 Kg N ha^{-1}, entretanto, seria necessário fazer o cálculo da dose ótima. Não houve efeito das fontes, nem efeito simples e nem efeito com as doses de N, esse mesmo comportamento foi observado para CR e CT(Figura 9).

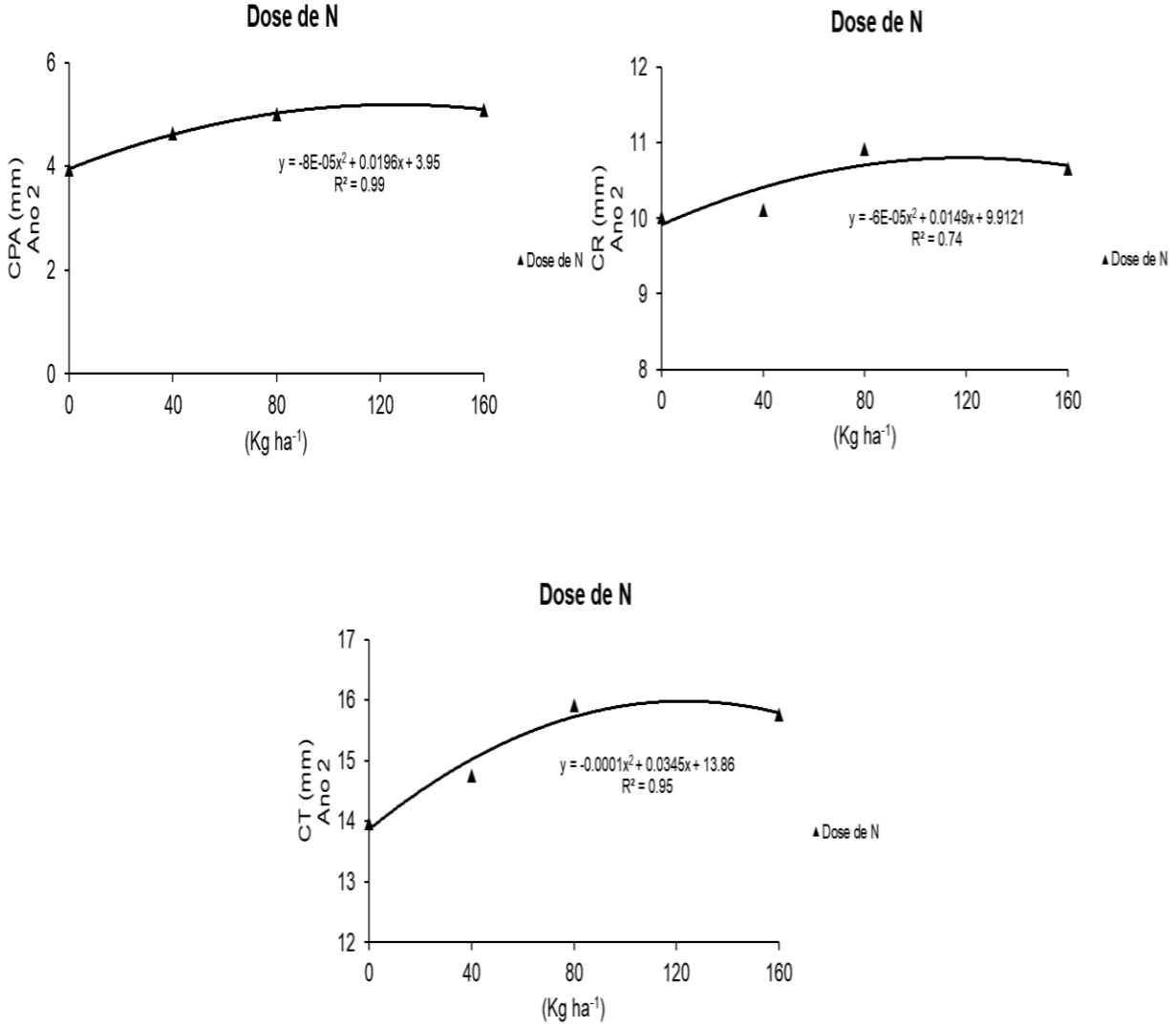


Figura 9. Comprimento parte aérea (CPA), comprimento raiz (CR) e comprimento total de sementes de trigo da cultivar TBIO astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2022.

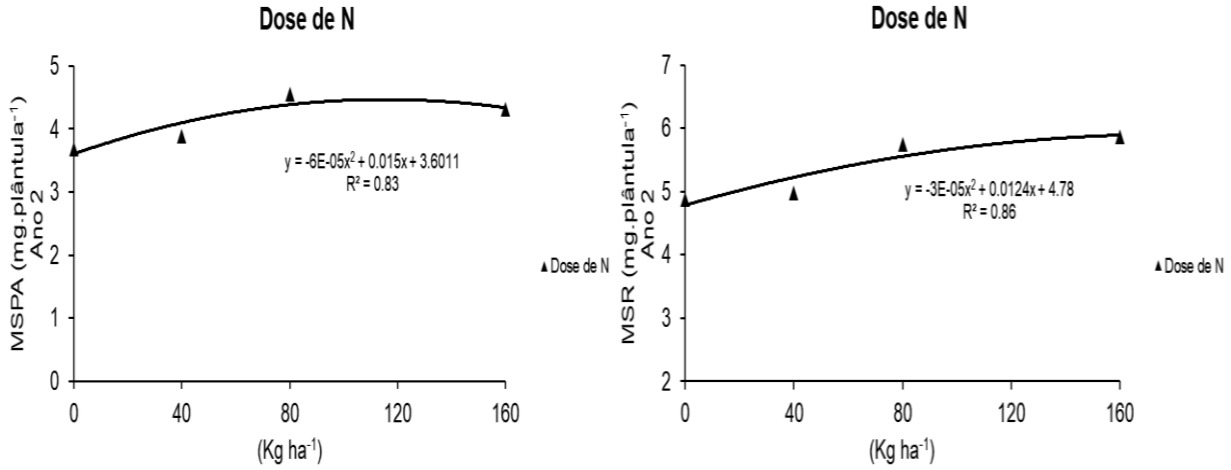
Em relação a MSPA houve apenas o efeito da dose, não houve efeito simples da fonte nem interação com a dose, então foi apresentado o gráfico de regressão que se ajustou o modelo quadrático, mais uma vez a dose situada entre 80- 160 Kg N ha^{-1}foi superior (Figura 10). Para MSR (Tabela 3), também houve efeito simples da dose, portanto, apresentou-se novamente o modelo quadrático, apesar de ter ocorrido efeito simples em relação as fontes.

Com base nos resultados, foi verificado que, o tratamento com ureia + enxofre resultou em 5,68 mg/plântula enquanto , a ureia resultou em 5,37 mg/plântula. Em acordo com a MSR, a variável MST, obteve apenas o efeito simples da dose, não ocorrendo interação entre fonte e dose, sendo que a dose de 80-160 kg N ha^{-1}destacou-se entre as demais. Já para a variável MST, obtivemos apenas o efeito simples da dose, não houve interação com as fontes, novamente, a dose de melhor resposta ficou entre 80- 160 kg N ha^{-1} (Figura 10).

Tabela 3. Valores médios dos tratamentos para a variável massa seca raiz de plântulas oriundas de sementes de trigo da cultivar TBIO Astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2022.

Tratamentos	Médias
Ureia + enxofre	5,68 a
Ureia	5,37 b

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t em nível de 5% de probabilidade.



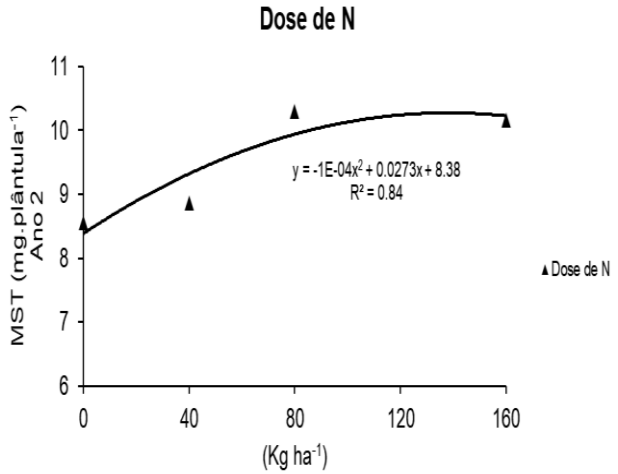


Figura 10. Massa seca parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) de sementes de trigo da cultivar TBIO astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2022.

Para a variável EA, não foram feitos ajustes de modelo de regressão, pelo fato de que, não houve efeito de dose, nem efeito simples e interação com a fonte, mas houve efeito de fonte (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios dos tratamentos para a variável envelhecimento acelerado (EA) oriundas de sementes de trigo da cultivar TBIO Astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2022.

Tratamentos	Médias
Ureia + enxofre	94 a
Ureia	90 b

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t em nível de 5% de probabilidade.

Para a variável CE, houve interação entre os fatores dose e fonte, as duas curvas se ajustaram ao modelo quadrático com alto coeficiente de determinação (R^2). Foi possível verificar que, para a fonte Yara Vera obteve-se uma curva com valores inferiores, acarretando positivamente em uma melhor qualidade fisiológica das sementes produzidas

e mais uma vez, a melhor dose se situa entre 80 - 160 kg Nha^{-1} para as duas fontes (Figura 11).

Em relação aos resultados para a CE 4 h, ocorreu diferença estatística, quando observado isoladamente as doses de 40 e 160, sendo que, nessas doses a CE foi inferior para o Yara Vera em comparativo com a ureia (Figura 11).

Os resultados para a variável CE após 8h de embebição, revelaram que, ocorreu efeito simples de fonte e dose. Sendo que, mais uma vez a melhor dose está situada entre as doses de 80-160 kg N ha^{-1}, ocorrendo efeito simples da fonte (Tabela 5), onde a média do tratamento ureia foi 29,18 $\mu S.cm^{-1}$ g^{-1} enquanto, para o Yara Vera observou-se resultados inferiores (28,18 $\mu S.cm^{-1}.g^{-1}$).

Em se tratando dos resultados para CE 24 h, foi observado que, houve interação entre os fatores dose e fonte, apresentando modelos de regressão ajustados que, embora a adição do N tenha apresentado uma redução da CE para as duas fontes, essa redução tenha sido mais acentuada, mantendo-se até as maiores doses para o tratamento Yara Vera (Figura 11). Sendo assim, a dose ideal situa-se para esse tratamento entre 80-160 kg Nha^{-1}, enquanto, a dose ideal para ureia foi mais próxima apenas de 80 kg $Nha^{-1.}$ Observou-se que, à medida que a dose aumenta, tem-se um crescimento mais considerável da CE, significando um menor vigor menor sementes (Figura 11).

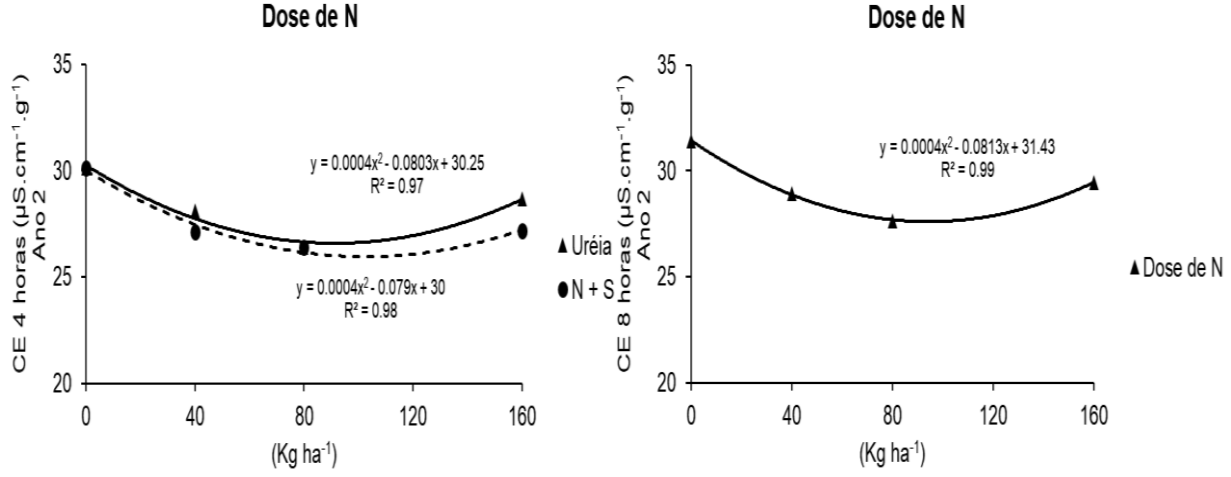
Tabela 5. Valores médios dos tratamentos para a variável condutividade elétrica (CE) oriundas de sementes de trigo da cultivar TBIO Astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2022.

Tratamentos	Médias
Ureia + enxofre	29,18 a
Ureia	28,18 b

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t em nível de 5% de probabilidade.

Uma alternativa importante para evitar a obtenção de sementes de baixa qualidade é realizar testes de vigor, diversos testes podem ser encontrados na literatura, variando a metodologia de acordo com o tipo e tamanho de semente. O teste mais utilizado em laboratórios de análise é o de germinação, teste esse que demora no mínimo 4 dias para a primeira contagem de plântulas, o estudo de metodologias alternativas e de obtenção de dados rápidos são bem-vindos na cadeia produtiva, pois, a escolha de uma semente de alto vigor é determinante no rendimento de grãos na colheita (ABREU et al, 2016).

O teste de condutividade elétrica, se mostra uma ferramenta importante na avalição de vigor, se trata de um teste rápido, objetivo e de fácil condução (RIBEIRO et al., 2009; NOGUEIRA et al., 2013). Consiste na medição da quantidade de solutos lixiviados na solução, ligado diretamente com a integridade da membrana das sementes, ou seja, membranas danificadas ou mal estrutura das tende ceder mais lixiviados a solução obtendo leituras altas no condutívimetro (VIEIRA et al.,2002) vários trabalhos se mostraram eficientes na estratificação de lotes de sementes conforme seu vigor.



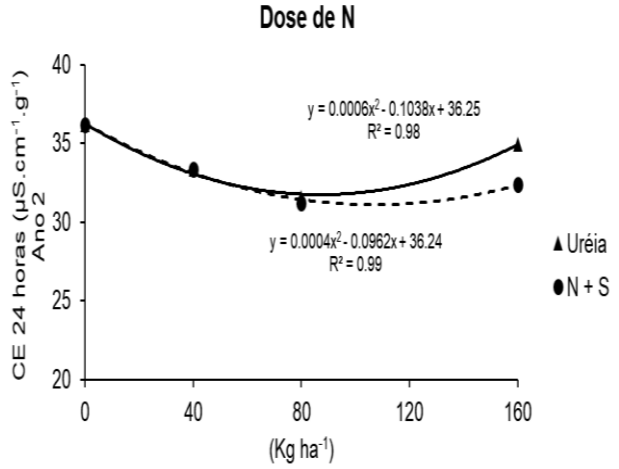


Figura 11. Condutividade elétrica (CE) nos tempos 4, 8 e 24h em sementes de trigo da cultivar TBIO astro submetidas a diferentes doses de ureia, nitrogênio e enxofre. Pelotas, 2022.

5 Considerações finais

Para a primeira contagem de germinação no primeiro ano, não houve interação entre os fatores, apenas o efeito simples dos fatores, a dose de maior resposta foi a dose de 80 Kg N ha^{-1}. A adição da fonte contendo enxofre, obteve um incremento médio de 13% no vigor das sementes de trigo a partir deste teste. No segundo ano, houve um efeito simples tanto da dose como da fonte, onde ocorreu a melhor resposta situada entre 80-160 Kg N ha^{-1}. O tratamento com ureia + enxofre atingiu valores de 89% enquanto, para ureia atingiu 86% na variável primeira contagem de germinação.

Em relação a germinação tanto no primeiro como no segundo ano de experimento, houve interação entre os fatores dose e fonte, para a fonte ureia + enxofre, com melhor resultado sendo observado na dose de 80 Kg N ha^{-1}, enquanto, em relação a ureia não houve incremento, ocorrendo uma queda nos valores observados para a germinação.

A variável envelhecimento acelerado para o primeiro ano revelou que ocorreu interação entre os fatores fonte e dose. Manteve-se na tendência, onde a melhor resposta foi observada na dose de 80-160Kg N ha^{-1}. Para o segundo ano, não houve efeito de dose, nem efeito simples e interação com a fonte, apesar de ter ocorrido efeito de fonte.

Os resultados para as variáveis comprimento parte aérea, comprimento raiz e comprimento total para o primeiro ano, indicou que, ocorreu interação entre fonte e dose, foi observado um incremento do comprimento parte aérea na fonte ureia + enxofre e uma redução na fonte ureia na maior dose. Na dose de 40 Kg N ha^{-1} a resposta foi superior para a ureia e na dose de 160 Kg N ha^{-1} foi superior para a fonte ureia + enxofre. Diferentemente do primeiro ano 1, no segundo ano houve efeito simples da dose com incrementos no comprimento parte aérea, comprimento raiz e comprimento total, não houve efeito das fontes, nem efeito simples e nem efeito com as doses de N.

A variável massa seca total e massa seca parte aérea, houve a interação para os fatores dose e fonte de N, enquanto, diferentemente do que foi observado nas variáveis anteriores, não houve uma queda tão acentuada dos valores observados após atingir a dose de maior desempenho. Em se tratando do segundo ano, em relação a massa seca parte aérea e massa seca raiz, houve apenas o efeito da dose, não houve efeito simples da fonte nem interação com a dose, a dose situada entre 80- 160 Kg N ha^{-1}foi superior.

Para a variável teste de frio no primeiro ano, foi observado uma interação entre os fatores dose e fonte, pela primeira vez foi observado uma tendência de diminuição pelo teste de frio, em comparação com o que foi observado nos demais testes de vigor, para as duas fontes, os piores resultados foram obtidos nas maiores doses.

Os menores valores de condutividade elétrica após 4h e 8h de embebição, no primeiro ano de experimento, indicaram que, a dose que obteve o melhor desempenho, ou seja, o melhor vigor, foi a dose de 80 Kg N ha^{-1}. Não foi verificado diferença entre as fontes. Já após 24 h de embebição, foi possível observar que, ocorreu interação entre os fatores fonte e dose. A mesma variável para o segundo ano de experimento, revelou que houve interação entre os fatores dose e fonte, as duas curvas se ajustaram ao modelo quadrático com alto coeficiente de determinação. A melhor dose situou-se entre 80 - 160 kg N ha^{-1} para as duas fontes.

O peso hectolítrico (PH) não teve efeito da fonte, não houve interação entre os fatores, apenas efeito simples da dose do N. A partir disso, começa a ser observado uma tendência de diminuição da resposta, a qual é comum em experimentos de curva dose resposta.

Em relação a variável produtividade, foi observado que não houve interação entre os fatores dose e fonte, nem efeito simples da fonte, apesar de que, foi observado um efeito de dose. Ocorreu um efeito positivo do aumento das doses de N, mesmo que, nas outras variáveis, esse comportamento não tenha sido observado.

6 Conclusões

A adubação nitrogenada aumenta a produtividade de grãos, a qualidade física, pelo teste de peso hectolítrico, e o vigor de sementes de trigo, através da primeira contagem da germinação, comprimento e matéria seca de plântulas, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica.

A utilização de fertilizantes modernos que contenham o nutriente enxofre nos grânulos potencializa o efeito benéfico da adubação nitrogenada no vigor das sementes.

Referências bibliográficas

ABATI, J.; BRZEZINSKI, C.R.; FOLONI, J.S.S.; ZUCARELI, C.; BASSOI, M.C.; HENNING, F.A. Seedling emergence and yield performance of wheat cultivars depending on seed vigor and sowing density. **Journal of Seed Science**, v. 39, n. 1, p. 66-74, 2017.

ABRANTES, F.L. et al. Nitrogênio em cobertura e qualidade fisiológica e sanitária de sementes de painço (*Panicum miliaceum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, p. 106–115, 2010.

ABREU, M. B. de; PEREIRA, R. S. G.; EICHELBERGER, L. Emergência de plântulas de *Triticum aestivum* L. em função do vigor da semente e da profundidade de semeadura. 2016. 16 f. TCC (Graduação) Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Sc, 2016.

ALBRECHT, C.; VIEIRA, E.A.; SILVA, M.S.; ANDRADE, J.M.V.; SCHEEREN, P.L.; TRINDADE, M.G.; SOBRINHO, J.S.; SOUSA, C.N.A.; REIS, W.P.; JÚNIOR, W.Q.R.; FRONZA, V.; CARGNIN, A.; YAMANAKA, C.H.; Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de trigo irrigado no Cerrado do Brasil Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.12, p.1727-1734, dez. 2007.

ALMEIDA, D. Rendimento de grãos e qualidade tecnológica de cultivares de trigo em resposta à adubação nitrogenada tardia. Tese apresentada à Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para obtenção do título de Doutor em Fitotecnia. Porto Alegre- RS, 2016.

ALVES, A. U.; DORNELAS, C. S. M.; BRUNO, R. L. A.; ANDRADE, L. A.; ALVES, E. U.; Superação da dormência em sementes de Bauhinia divaricata L. **Acta Botanica Brasilica,** v. 18, n. 4, p. 871-879, 2004.

ANSOLIN, A, M.; DEBONIA, T. M.; RICHTERA, W; MINGA, C. C.; GONÇALVES, L. A. E. Extração de Óleo de Gérmen de Trigo com Solventes Alcoólicos. Cient. Ciênc. Biol. Saúde, Unopar; V.4. n.12. p.254-257. set. 2015

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook.** Lincoln: AOSA, 2002. 105p. Contribution, 32.

ARTUR, A.G. Adubação com nitrogênio e enxofre: frações no solo, características estruturais, nutricionais, produtivas e uso da água pelo capim-marandu. Tese (Doutorado)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2010.113p.

BATISTA, K.; MONTEIRO, F.A. Respostas morfológicas e produtivas do capim-marandu adubado com doses combinadas de nitrogênio e enxofre. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1281-1288, 2006.

BLOOM, A. J.; RANDALL, L.; TAYLOR, A. R.; SEDA, W.K. Deposition of ammonium and nitrate in the roots of maize seedlings supplied with different nitrogen salts. **Journal of Experimental Botany**, v. 63, p. 1997-2006, 2012.

BONFIM-SILVA, E.M.; MONTEIRO, F.A.; SILVA, T.J.A. Nitrogênio e enxofre na produção e no uso de água pelo capim-braquiária em degradação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 309-317, 2007.

BORÉM, A.; SCHEEREN, P.L. Trigo do plantio à colheita. Viçosa: Editora UFV, 2015. 260p.

BRACCINI, A. L.; BRACCINI, M. C. L.; SCAPIM, C. A. Mecanismos de deterioração de sementes: Aspectos bioquímicos e isiológicos. **Informativo ABRATES.** v. 11, n. 1, p. 10-15, 2001.

BRASIL. 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: Mapa/ACS. 399p.

BRZEZINSKI, C.R. et al. Nitrogênio e inoculação com Azospirillum na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de trigo. **Revista de Ciências Agrárias,** v.57, p. 257-265, 2014.

CAIRES, E. F.; FONSECA, A. F. Absorção de nutrientes pela soja cultivada no sistema de plantio direto em função da calagem na superfície. **Bragantia**, v. 59, n. 2, p. 213-320, 2000.

CAMARGO, C.E.O.; FERREIRA-FILHO, A.W.P.; SALOMON, M.V. Temperature and pH of the nutrient solution on wheat primary root growth. **Scientia Agricola**, v.61, n.3, p.313-318, 2004.

CAMPONOGARA, A. S.; OLIVEIRA, G. A.; GEORGIN, J.; ROSA, A. L. D. Avaliação dos Componentes de Rendimento do Trigo quando Submetido a Diferentes Fontes de Nitrogênio. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental,** v. 20, n. 1, p. 524−532, 2016.

CANTARELLI, L.D.; SCHUCH, L.O.B.; TAVARES, L.C.; RUFINO, C.A. Variabilidade de plantas de soja originadas de sementes de diferentes níveis de qualidade fisiológica. **Acta Agronómica**, v. 64, n. 3, p. 234-238, 2015.

CARON, D. A. Produção de culturas de inverno (trigo e canola) e implantação de culturas de verão (milho e soja). Trabalho de conclusão de curso ,87 f .2011. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

CARVALHO, G. P. Efeitos do nitrogênio no crescimento e no metabolismo de frutanos em vernonia herbácea. Dissertação (mestrado)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2005.116 p.

CARVALHO, P. E. R. Araucaria angustifólia (Bertoloni) Otto Kuntze: Pinheiro-do-Paraná. In: CARVALHO, P. E. R. (Ed). **Espécies florestais brasileiras:** recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: EMBRAPA - CNPF / Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. p. 70-78.

CHEN, A.; LEI, B.; HU, W.; LU, Y. Characteristics of ammonia volatilization on rice grown under different nitrogen application rates and its quantitative predictions in Erhai Lake Watershed, China. **Nutrient Cycling in Agroecosystems,** v.101, p.139-152, 2014.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Trigo 2022. 2022. Disponível em: http://www.conab.gov.br. Acesso: 15/06/2022.CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. A cultura do trigo. Brasília: Conab, 2017.Disponível em < http://www.conab.gov.br>. Acesso em 12 fev. 2018.

CORTE, V.B. Alterações fisiológicas e bioquímicas de sementes de *Melanoxylon braúna* envelhecidas natural e artificialmente. Tese (doutorado)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2008

DEMIR, I. et al. Prediction of germination and vigour in naturally aged commercially available seed lots of cabbage (Brassica oleracea var. capitata) using the bulk conductivity method. **Seed Science and Tecnology**, v.36, n.3, p.509-523, 2008.

ERNANI, P.R.; SANGOI, L. e RAMPAZZO, C. Lixiviação e imobilização de nitrogênio num Nitossolo em função da forma de aplicação da ureia e da palha de aveia. **Revista Bras. Ciência do Solo**, v.26, p.993-1000, 2002.

FANO, A. Fontes de enxofre e manejo de nitrogênio na produtividade e qualidade industrial de trigo. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnologica Federal do Paraná, Pato Branco, 2015.

FAQUIN, V. Solos e Meio Ambiente Nutrição Mineral de Plantas. Universidade Federal de Lavras-UFLA, v. III, n. FAEPE, p. 186, 2005.

FIGUEIREDO, C.C. de; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C.; URQUIAGA, S. Sistemas de manejo na absorção de nitrogênio pelo milho em um Latossolo Vermelho no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.279-287, 2005.

FRANÇA NETO, J. B.. A IMPORTÂNCIA DO USO DE SEMENTE DE SOJA DE ALTA QUALIDADE. Embrapa soja, Folder nº 01/2010. Março,2010.

FRANK, A. B.; BAUER, A. Temperature, nitrogen and carbon dioxide effects on spring wheat development and spikelet numbers. **Crop Science**, v. 36, n. 3, p. 659-665, 1996.

FRIZZONE, J. A. et al. Efeito de diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada sobre componentes de produtividade da cultura do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.6, p.425-434, 1996.

FURLANI, A.M.C.; GUERREIRO FILHO, O.; COELHO, R.M.; BETTI, J.A.; FREITAS, S.S. Recomendações da comissão técnica de trigo para 2002 3.ed. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. 92p. (Série tecnológica APTA. Boletim técnico IAC, 167).

GONDIM, T.C.O. et al. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho-crioulo sob estresse causado por baixo nível de nitrogênio. **Revista Ceres,** v. 53, p. 413-417, 2006.

GUARIENTI, E.M. Qualidade industrial de trigo. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1993. 27p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 8)

GUL, H. et al. Determination of seed quality tests of wheat varieties under the response of different sowing dates and nitrogen fertilization. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 11, p. 34-37, 2012.

HAVLIN, J. L.; BEATON, J. D.; TISDALE, S. L.; NELSON, W. L. Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management.7. ed. New Jersey: Pearson 2005. 515 p.

HAYASHI, K.; NISHIMURA, S; YAGI, K. Ammonia volatilization from a paddy field following applications of urea: rice plants are both an absorber and an emitter for atmospheric ammonia. Science of The Total Environment, v. 390, p. 485-494, 2008.

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE - IPNI. Informações recentes para otimização da produção agrícola. Piracicaba: POTAFÓS, 2007. p.1-4

JACKSON LE & BLOOM AJ. Root distribution in relation to soil nitrogen availability in field-grown tomatoes. **Plant and Soil** , v.128, p.115–126, 1990.

JARVAN, M. et al. The effect of sulphur fertilization on yield, quality of protein and baking properties of winter wheat. **Agronomy Research**, p. 459-469, 2008.

KLUTHCOUSKI,J.;AIDAR,H.; THUNG,M.; OLIVEIRA,F.R.A. COBUCC,T. Manejo Antecipado do Nitrogênio nas Principais Culturas Anuais .(Documentos / Embrapa Arroz e Feijão).66p.2006.

KOLCHINSKI, E.M. & SCHUCH, L.O.B. Relações entre a adubação nitrogenada e a qualidade de grãos e de sementes em aveia branca. **Ciência Rural** , v.34, p.379-383., 2004.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T. Crescimento inicial de soja em função do vigor de sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, n. 2, p. 163-166, 2006.

KOVALI, K.K. Produtividade e qualidade de sementes de soja com uso de diferentes fontes de enxofre. Dissertação (Mestrado)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Pato Branco, PR 2019. 43p

KRZYZANOWSKI, F. C. et al. Testes de vigor baseados em desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B.; MARCOS-FILHO, J. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2020. Cap. 2, p. 93-104.

LAMOTHE, A. G. Fertilización con N y potencial de rendimiento en trigo. In: Kohli, M. M.; Martino, D. L. (ed.). Explorando altos rendimientos de trigo. Montevideo: CIMMYT/INIA, 1998. p.207-246

LOEFFLER, N.L.; MEIER, J.L.; BURRIS, J.S. Comparison of two cold test procedures for use in maize drying studies. **Seed Science and Technology**, v.13, n.3, p.653-658. 1985.

MAIA, A.R. Envelhecimento acelerado e avaliação da qualidade fisiológica de sementes de trigo acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas em ambiente natural em

Ibitirama-ES. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo, 2007.

MALAVOLTA, E. O futuro da nutrição de plantas tendo em vista aspectos agronômicos, econômicos e ambientais. International plant nutrition institute. Informações agronômicas n. 121, mar., 2008.

MANDARINO, J.M.G. Componentes do trigo: características físico-químicas, funcionais e tecnológicas. Londrina, EMBRAPA-CNPSo, 1994. 36p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, cap.3, p.1-24, 1999.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p

MARCOS-FILHO, J. Seed physiology of cultivated plants. 2nd ed. Londrina: Abrates, 2015.

MARCOS-FILHO, J. Seed vigor testing: An overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, v. 72, n. 4, p. 363-374, 2015a.

MARTINS, A.B.N; MARINI, P.; BANDEIRA, J.M.; VILLELA, F.A; MORAES, D.M. Review: Analysis of seed quality: a nonstop envolving activity. **African Journal of Agricultural Research**, v.8, p.114-118, 2014.

MATTHEWS, S.; POWELL, A. A. Electrical conductivity vigour test: physiological basicand use. **ISTA News Bulletin,** Zurich, n. 131, p. 32-35, Abr. 2006

McGRATH, S.P.; ZHAO, F.J. Sulfur uptake, yiel responses and the interactions between nitrogen and sulphur in winter oilseed rape (Brassica napus). **Journal Agricultural Science**, v.126, p.53-62, 1996.

MEGDA, M. M. et al. Em relação às fontes e épocas de aplicação sob. p. 1055–1060, 2009.

MELLO, F.A.F. Uréia fertilizantes. Campinas: Fundação Cargil, 1987. 192p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. 5.ed. Principles of plant nutrition. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849 p

MIRANDA, M.Z.de; GUARIENTI, E.M.; TONO, V.D. Qualidade tecnológica de trigo. In: PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. da. **Trigo no Brasil**: Bases para produção competitiva e sustentável. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p.371-390, 2011.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, cap.2, p.2.1-2.24, 1999.

NASCIMENTO, W. M.; DIAS, D. C. F. Dos S.; P. P. Qualidade fisiológica da semente e estabelecimento de plantas de hortaliças no campo. In: XI Curso sobre Tecnologia de Produção de Sementes de Hortaliças. 2011 Nov 16-18. Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2011. p. 1-16.

NOGUEIRA, J. L. et al. Teste de condutividade elétrica para avaliação do potencial fisiológico de sementes de aveia preta. **Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 6, p.896-901, nov. 2013.

NZIGUHEBA, G; SMOLDERS, E; MERCKX, R. Sulphur immobilization and availability in soils assessed using isotope dilution. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 37 p.635–644, 2005.

OLIVEIRA, A.P.; PEREIRA, E.L.; BRUNO, R.L.A.; ALVES, E.U.; COSTA, R.F.; LEAL, F.R. Produção e qualidade fisiológica de sementes de feijão-vagem em função de fontes e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Sementes**, 25:49- 55, 2003.

OLIVEIRA, I.P. et al. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio In: ARAÚJO, R.S. et al. (Ed.). Cultura do feijoeiro comum no Brasil Piracicaba: **Potafós**, 1996. p. 301-52

OLIVEIRA, T.L. de; VON PINHO, R.G.; SANTOS, H.O. dos; SILVA, K.M. de J.; PEREIRA, E. de M.; SOUZA, J.L.D. Biochemical changes and physiological quality of corn seeds subjected to different chemical treatments and storage times. **Journal of Seed Science**, v.42, e202042038, 2020.

OSÓRIO FILHO, B.D.; RHEINHEIMER, D.S.; SILVA, L.S.; KAMINSKI, J.; DIAS, G.F. Deposição do enxofre atmosférico no solo pelas precipitações pluviais e respostas de culturas à adubação sulfatada em sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v.37, p.712- 719, 2007.

PÁDUA, G.P.; ZITO, R.K.; ARANTES, N.E.; NETO, J.D.B.F. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes** , v.32, n.3, p.9-16, 2010.

PALLARÉS, M.G.; LEÓN, A.E.; ROSELL, C.M. Trigo. In: LEÓN, A.E.; ROSELL, C.M. De tales harinas, tales panes: granos, harinas y productos de panificación em **Iberoamérica**. Córdoba: cap.1, p.17-71, 2007.

PEREIRA, C. S.; FREITAS, A. A.; CHAPLA, M. V.; LANGE, A. Doses de potássio com a presença de enxofre na cultura da soja. **Gl. Sci Technol**, v.09, n.01, p.22 – 32, jan/abr. 2016.

PERES, W. L. R. Testes de vigor em sementes de milho. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2010.

PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A.; SCHUCH, L. O. B. Produção de Sementes 2019. Produção de sementes, In Silmar Teichert Peske; Francisco Amaral Villela; Geri Eduardo Meneghello. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas (RS): UFPEL. pp. 579. ISBN 978-65-80974-00-9.

PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G. E. 2019. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. 4 ed. Pelotas (RS): UFPEL. ISBN 978-65-80974-00-9.

PETROBRAS, Produtos e serviços, Ureia como fertilizante ,2013, disponível em: Acesso 27 de novembro 2017.

RIBEIRO, D. M. et al. Teste de condutividade elétrica para avaliar o vigor de sementes em milho -pipoca (Zea mays L.). **Ceres** , Viçosa, v. 56, n. 6, p.772 -776, nov. 2009.

RODRIGUES, O.; TEIXEIRA, M.C.C. Bases ecofisiológicas para manutenção da qualidade do trigo. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 84p, 2010

ROSSI, R.M.; NEVES, M.F. (Coord.). Estratégias para o trigo no Brasil. São Paulo: Atlas, 2004. 224p.

SÁ, J.C.M. Parâmetros para recomendação de calagem e adubação no sistema de plantio direto. In: Conferência anual de plantio direto, 2., 1997, Pato Branco. Resumos... Passo Fundo: Aldeia Norte, 1997. p. 63-81.

SANGOI, L. et al. Disponibilidade de nitrogênio, sobrevivência e contribuição dos perfilhos ao rendimento de grãos do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35. p. 183-191, 2008.

SANGOI, L.; BERNS, A.; ALMEIDA, M.L.; ZANIN, C.G. & SCHWEITZER, C. Características agronômicas de cultivares de trigo em resposta a época de adubação nitrogenada em cobertura. **Ciência Rural**, v.37, p.1564- 1570, 2007.

SCHERER, H.W.; PACYNA, S.; SPOTH, K.R.; SCHULZ, M. Low levels of ferredoxin, ATP, and leghemoglobin contribute to limited N_2 fixation of peas (*Pisum sativum* L.) and alfalfa (*Medicago sativa* L.) under S deficiency conditions. **Biology and Fertility of Soils**, New York,v. 44, p. 909-916, 2008.

SCHUCH, L.O.B. et al. Vigor de sementes de populacões de aveia preta: II Desempenho e utilização de nitrogênio. **Sci. Agr**., jan./mar. 2000, vol.57, n.1, p.121- 127.

SENGIK, R. S. Os macronutrientes e os micro nutrientes das plantas. 2003. Disponível em: http://www.nupel.uem.br/nutrientes-2003.pdf. Acesso em:10, fevereiro, 2016.

SHEWRY, P.R. Cereal seed storage protein. In: KIGEL, J.; GALILI, G. Seed development and germination. **New York: Marcel Deckker**, p.45-72, 1995.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. 2.ed. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

SOUZA, R.G.; VIEIRA FILHO, J.E.R. Produção de trigo no Brasil Análise de políticas econômicas e seus impactos. **Revista de Política Agrícola**, v. 30, n.2, p.45-61, 2021.

STITT, M.; MÜLLER,C.; MATT ,P.; GIBON ,Y.; CARILLO,P.; MORCUENDE, R.; SCHEIBLE, W.R.; KRAPP, A. Steps towards an integrated view of nitrogen metabolism. **Journal of Experimental Botany**, v. 53, p. 959-970, 2002.

SUPRAYOGI, Y. et al. Nitrogen remobilization and post-anthesis nitrogen uptake in relation to elevated grain protein concentration in durum wheat. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 91, p. 273-282, 2011.

SZARESKI, V.J.; CARVALHO, I.R.; KEHL, K.; LEVIEN, A.M.; ROSA, T.C.; BARBOSA, M.H.; DEMARI, G.H.;PIMENTEL, J.R.; TROYJACK, C.; MARTINAZZO, E.G.; SOUZA, V.Q.; VILLELA, F.A.; PEDO, T.; AUMONDE, T. Z. Wheat seeds yield in Brazil: Phenotypic and predicted genetic approaches for genotype ranking. **Genetics and Molecular Research**, v.17, p.1-13, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2004

TOMASINI, R.G.A; AMBROSI, I. ASPECTOS ECONÔMICOS DA CULTURA DE TRIGO. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.15, n.2, p.59-84, maio/ago. 1998.

VALÉRIO, I.P.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; BENIN, G.; MAIA, L.C.; SILVA, J.G.S.; SCHMIDT, D.M.; SILVEIRA, G. Fatores relacionados à produção e desenvolvimento de afilhos em trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, n.1, p.1207- 1218, 2009.

VIEIRA, R. D. et al. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** , Brasília, Df, v. 37, n.9, p.1333-1338, set. 2002.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.) **Vigor de sementes:** conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999, p.1-26.

WANG, J.; MAO, H.; ZHAO, H.; HUANG, D.; WANG, Z. Different increases in maize and wheat grain zinc concentrations caused by soil and foliar applications of zinc in Loess Plateau, **Field Crops Research**, v.135, p.89-96, 2012.

WARRAICH, E.A. et al. Effect of nitrogen on grain quality and vigour in wheat (Triticum aestivum L.). **International Journal of Agriculture & Biology,** v. 4, p. 517-520, 2002.

YADVINDER-SINGH; SINGH, M.; SIDHU, H.S.; HUMPHREYS, H.S.; JAT, M.L.; BLACKWELL, J.; SINGHY, V. Nitrogen management for zero till wheat with surface retention of rice residues in north-west India. **Field Crops Research**, v. 184, p.183–191, 2015.

YANO, T.G.; TAKAHASHI, H.W.; WATANABE, T.S. Avaliação de fontes de nitrogênio e épocas de aplicação em cobertura para o cultivo do trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 26, p. 141-148, 2005.

YIN, X.M.; LUO,W.; Song-Wei WANG, S.W.; SHEN,Q.R.; LONGO, X.H. Effect of nitrogen starvation on the responses of two rice cultivars to nitrate uptake and utilization. **Pedosphere**, v. 24, p. 690-698, 2014.

ZAGONEL J.; VENANCIO, W. S.; KUNZ, R. P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar or-1. **Ciência Rural**, v.32, n.1, p.25-29, 2002.

ZAGONEL, J.; VENÂNCIO, W.S.; KUNZ, R.P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidade de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, v.32, p.25-29, 2002.

ZARDO, F. P. Análises laboratoriais para o controle de qualidade da farinha de trigo. Monografia-Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul, Campus Bento Gonçalves. Bento Gonçalves .2010.46f.

ZIMMER, P.D. Fundamentos da qualidade da semente. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. (Ed.) Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas, 2012. Cap. 2, p. 105-160.