

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel**  
**Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes**

**Dissertação**



**Composição química de sementes de arroz irrigado em função da dose e do parcelamento de nitrogênio**

**Edinaldo Cesar Tormes**

**Pelotas, 2023**

**Edinaldo Cesar Tormes**

**Composição química de sementes de arroz irrigado em função da dose e do parcelamento de nitrogênio**

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. Tiago Pedó

Co-Orientador (es): Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde  
Prof.Dr. Filipe Selau Carlos  
Dra. Angelita Celente Martins

Pelotas, 2023

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas

Catálogo na Publicação

T676c Tormes, Edinaldo Cesar

Composição química de sementes de arroz irrigado em função da dose e do parcelamento de nitrogênio / Edinaldo Cesar Tormes; Tiago Pedó, orientador; Tiago Zanatta Aumonde, Angelita Celente Martins, coorientadores. —

Pelotas, 2023.

42 f.

Dissertação (Mestrado) — Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2023. 1. *Oryza sativa* L. 2. Germinação. 3. Vigor. 4. Macronutrientes. 5. Composição química. I. Pedó, Tiago, orient. II. Aumonde, Tiago Zanatta, coorient. III. Martins, Angelita Celente, coorient. IV. Título.

CDD: 633.183

Elaborada por Ubirajara Buddin Cruz CRB: 10/901

**Edinaldo Cesar Tormes**

**Composição química de sementes de arroz irrigado em função da dose e do parcelamento de nitrogênio**

**Data da Defesa: 29/09/23**

**Banca examinadora:**

**Prof. Dr. Tiago Pedó (Orientador)**

**Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas**

**Prof. Dr. Tiago (Coorientador)**

**Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas**

**Prof<sup>a</sup>. Lilian Vanussa Madruga de Tunes**

**Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria**

**Dra. Danielle Almeida**

**Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria**

## Lista de Figuras

<b>Figura 1:</b> Análise de ambiente .....	17
<b>Figura 2:</b> Regiões produtoras de arroz no Rio Grande do Sul .....	19
<b>Figura 3:</b> Análise de ambiente .....	20
<b>Figura 3:</b> Análise de ambiente.....	20
<b>Figura 5:</b> Germinação (GER), primeira contagem (PCG), teste de frio (TF) e peso de mil (PMS), em função das doses de nitrogênio e diferentes ambientes .....	28
<b>Figura 6:</b> Massa seca (MS), comprimento de plântula (CT), comprimento de raiz (CR) comprimento de parte aérea (CPA), em função das doses de nitrogênio e os diferentes ambientes .....	30
<b>Figura 7:</b> Amido, proteína, lipídios e fibras em função das doses de nitrogênio e diferentes ambientes. ....	31
<b>Figura 8:</b> Umidade, Cinzas e Nitrogênio, em função das doses de nitrogênio e diferentes ambientes. ....	33

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1.</b> Tratamentos utilizados a campo .....	16
<b>Tabela 2.</b> Caracterização química do Planossolo da área experimental previamente o estabelecimento do experimento com a cultura do arroz irrigado .....	17
<b>Tabela 3.</b> Análise do solo .....	21
<b>Tabela 4:</b> Resumo da análise de variância com os quadrados médios das variáveis primeira contagem de germinação (PCG), germinação (GER), emergência em campo (EC), área foliar (Af), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa de mil sementes (MMS) e teor de nitrogênio (N) .....	24
<b>Tabela 5:</b> Germinação (GER), primeira contagem de germinação (PCG), emergência em campo (EC), área foliar (Af), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa de mil sementes (MMS) e teor de nitrogênio (N) .....	25
<b>Tabela 6.</b> Correlação de Person para os dados de qualidade e composição química das sementes. ....	34

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado força, saúde e determinação para vencer esta etapa. À minha esposa Vilma da Silva de Oliveira, aos meus pais José Orlando Tormes e Nadir Luiza Tormes e aos meus irmãos pelo amor, carinho e todo apoio nas minhas decisões. Ao meu orientador Prof. Dr. Tiago Pedó e coorientador Tiago Zanatta Aumonde pela paciência, conselhos, ensinamentos e amizade. Aos amigos e colegas do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. A todos que de uma forma ou de outra estiveram sempre presente me incentivando para que este dia fosse alcançado com sucesso. Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes pela oportunidade e a todo corpo docente por todo aprendizado. Em especial as diretorias das empresas Sementes Canoa Mirim, Sementes Cerrati e Sementes Simão, por não medirem esforços para que esta pesquisa fosse realizada, e tenha alcançados excelentes resultados.

A todos vocês, MUITO OBRIGADO

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>13</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>24</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>38</b>
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>

## Resumo

TORMES, Edinaldo Cesar. **Composição química de sementes de arroz irrigado em função da dose e do parcelamento de nitrogênio**. Orientador: Tiago Pedó. 2023. 42f. Dissertação (Mestre em Ciências e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2023.

O arroz (*Oryza sativa*) é a terceira cultura mais colhida no mundo. Entre as práticas adotadas pelos produtores rurais para a cultura do arroz, para incrementos de produtividades, além da evolução em manejo é a utilização de sementes certificadas com alta qualidade. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência da aplicação de diferentes doses de nitrogênio na qualidade fisiológica e composição química mineral de sementes de arroz. O trabalho foi dividido em duas fases. Na fase I foram utilizadas duas doses de N, sendo divididas em três aplicações (V3, V6 e R0). A fase II foi composta por cinco doses de N em cobertura e avaliadas em três regiões orizícolas do RS (Fronteira Oeste, Sul e Campanha). As variáveis avaliadas para determinar a qualidade das sementes nesse estudo foram a massa de mil sementes e a composição química. Os resultados mostram a influência da dose de nitrogênio na constituição das sementes de arroz. A qualidade fisiológica das sementes produzidas na Campanha apresentou superior qualidade em relação aos demais ambientes. Para a análise de correlação observou-se que para as variáveis de vigor e a germinação de sementes foram observadas correlações significativas.

**Palavras Chave:** *Oryza sativa*; germinação; vigor; macronutrientes; composição química

## Abstract

TORMES, Edinaldo Cesar. **Chemical composition of irrigated rice seeds as a function of nitrogen dose and splitting**. Advisor: Tiago Pedó. 2023. 42f. Dissertation (Master in Science and Technology of Seeds) – Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, 2023.

Rice (*Oryza sativa*) is the third most harvested crop in the world. Among the practices adopted by rural producers for rice cultivation, in order to increase productivity, in addition to evolution in management, is the use of certified highquality seeds. Therefore, the objective of this work was to evaluate the influence of the application of different doses of nitrogen on the physiological quality and mineral chemical composition of rice seeds. The work was divided into phase I with five doses and divided into three applications (V3, V6 and R0) and phase II consisting of five doses in three regions (West Border, South and Campaign) of RS. The variables evaluated for seed quality, thousand mass and chemical composition. The results show the influence of the nitrogen dose on the constitution of rice seeds. The physiological quality of the seeds produced in the Campaign showed superior quality in relation to the other environments. For the correlation analysis, it was observed that for the variables of vigor and seed germination, significant correlations were observed.

**Keywords:** *Oryza sativa*; germination; force; macronutrients; chemical composition

## 1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa*) é a terceira cultura mais colhida no mundo com 741,5 milhões de toneladas colhidas, atrás apenas da cana de açúcar com 1.900 milhões de toneladas e milho com 1.000 milhões de toneladas (SISA, 2021). É um dos alimentos de grande balanceamento nutricional, fornecendo energia e 15% da proteína necessária para o ser humano (ZHOU et al., 2002).

Cultura multifacetada, se adaptando a diferentes solos e climas, sendo por esse motivo considerado o grão com maior potencial para combater a fome do mundo. Apresenta-se com 75% de sua produção em sistemas de cultivo irrigado, é o alimento base para 2,4 bilhões de pessoas, estima-se que a cultura deverá atender o dobro dessa população nos próximos 30 anos (DE SOUZA RAMSER et al., 2020).

No entanto, a produção mundial de arroz não vem acompanhando o crescimento do consumo, pois nos últimos anos sua produção aumentou 1,09% ao ano, enquanto a população cresceu 1,32% e o consumo 1,27%, havendo grande preocupação neste aspecto (DA SILVA NUNES, 2016). A busca por culturas agrícolas tem aumentado drasticamente e espera-se que essa tendência persista nas próximas décadas, impulsionada pelo crescimento populacional previsto para atingir 9 bilhões de pessoas até a metade deste século, bem como pelo aumento da renda per capita (GODFRAY et al., 2010).

O estado do Rio Grande do Sul se destaca como o maior produtor de arroz no Brasil, contribuindo com 73% de toda a produção nacional e ocupando em torno de 66% da área total destinada ao cultivo de arroz no país (CONAB, 2021). O que refletem a importância significativa desse cereal para a economia agrícola do estado e seu papel fundamental no abastecimento de arroz para o país.

O nitrogênio (N) desempenha um papel fundamental no desenvolvimento e na produtividade de grãos na maioria das culturas, sendo um dos nutrientes mais importantes. Ele é essencial como componente estrutural da clorofila, das proteínas e dos aminoácidos, além de estar presente em enzimas vitais para o funcionamento das plantas. Sua disponibilidade

adequada é crucial para garantir o crescimento saudável e o rendimento satisfatório das colheitas (SOSBAI, 2018).

A análise de crescimento, segundo Magalhães (1986), descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos regulares de tempo, permitindo acompanhar a dinâmica da produtividade, avaliada por meio de índices fisiológicos e bioquímicos. Segundo Lopes & Lima (2015), é um método empregado para investigar o impacto de fenômenos ecológicos ou ambientais no desenvolvimento das plantas. Também permitem avaliar a adaptabilidade das espécies em diferentes ecossistemas, os efeitos da competição entre espécies, as variações genótípicas na capacidade produtiva e a influência das práticas agronômicas ou estresses ambientais sobre o crescimento das plantas.

A germinação e o índice de velocidade de germinação, assim como o comprimento e a massa seca da parte aérea e da raiz, frequentemente apresentam uma drástica redução em plântulas de sequeiro quando expostas a potenciais hídricos inferiores a  $-0,4$  MPa. Essa condição adversa causa uma significativa diminuição na capacidade de germinação, no vigor e na expressão isoenzimática em plântulas (SANTOS *et al.*, 2004).

Nos últimos anos, a busca por sementes de alta qualidade fisiológica tem se intensificado, impulsionada pelo objetivo de aumentar a produtividade agrícola. Para alcançar esse propósito, torna-se imprescindível monitorar minuciosamente cada etapa do processo produtivo de sementes e estudar os efeitos da adubação nitrogenada na produtividade.

Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência de diferentes doses e épocas de aplicação de nitrogênio, assim como a influência de diferentes regiões orizícolas do RS nos parâmetros produtivos e na qualidade fisiológica das sementes de arroz irrigado.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O arroz (*Oryza sativa* L.) é considerado um dos principais cereais cultivados no mundo, sendo produzido para a alimentação humana e capaz de fornecer cerca de 20% da energia e 15% da proteína per capita necessária a dieta diária (EMBRAPA, 2005). Atualmente, mais da metade da população mundial tem esse cereal como alimento básico e diário, sendo considerada a espécie com maior potencial para minimizar a fome mundial (FAO, 2016).

O Brasil apresenta-se como um grande produtor, na 9ª colocação mundial, atrás apenas de países asiáticos. A balança comercial do arroz brasileiro apresentou-se com um saldo positivo, nos últimos anos, devido ao volume maior de exportações em comparação às importações. A agricultura brasileira tem sofrido um forte processo de transformação, conhecida como modernização conservadora, provocando aumento da produtividade e da industrialização, resultando na mudança do padrão extensivo tradicional para outro mais intensivo (TRAVERSA-TEJERO & BORTOLOTTI, 2020).

Na safra 2021/22, as áreas no Brasil destinadas para a cultura do arroz, assim como produtividade tiveram incrementos (1,1 e 2,9% respectivamente) comparando com a safra anterior, sendo que cerca de 80% da produção, concentra-se na região sul, destacando-se os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina como líderes em produtividade, em sistema irrigado por inundação, em condições consideradas ótimas quanto à disponibilidade hídrica (CONAB, 2022).

No Brasil, os sistemas de produção de arroz podem ser divididos em dois: arroz irrigado e de sequeiro (terras altas). O arroz irrigado é responsável por 82% da produção brasileira de arroz (BUOSI et al., 2013), e por isso ocupa posição de destaque, sendo produzido em dois diferentes ecossistemas: subtropical e tropical.

A semeadura do arroz de sequeiro ocorre na estação chuvosa de outubro a dezembro, no entanto sabe-se que pelo fato dessa cultura não receber irrigação artificial estará sujeita a períodos de seca que podem reduzir sua produtividade. Já, o arroz inundado, exige um maior nível de tecnificação pelo produtor, porém está menos sujeito a perdas, pelo fato da planta não passar por períodos de déficit hídrico (RABELLO et al., 2008).

A produção de arroz é considerada de risco, pelas oscilações de mercado e custo, mas principalmente pelo grau de influência que o clima possui nesta cultura. As mudanças climáticas têm trazido muita incerteza ao agronegócio, já que variações climáticas estão frequentemente resultando em perda de produtividade das culturas. Relatórios destacando as baixas colheitas e aumentos dos preços dos alimentos sugerem que a resolução destes problemas deve ser imediata (FAO, 2012), mas atender a segurança alimentar e os desafios da sustentabilidade das próximas décadas vai exigir mudanças consideráveis na gestão de nutrientes e água (MUELLER et al., 2012).

Segundo Freitas et al. (2008), um dos principais fatores que proporcionam incrementos de produtividade nas lavouras orizícolas gaúchas é entrada de água antecipada e o correto manejo da adubação nitrogenada. Devido à importância econômica e nutricional da cultura do arroz, vários trabalhos buscam melhorar a eficiência das práticas de manejo para obter incrementos em produtividades, sendo que, entre essas práticas, a adubação nitrogenada é uma das mais estudadas (INMET, 2022). O nitrogênio é o nutriente de maior importância para a produtividade do arroz, porém, a eficiência do nutriente é bastante variável, devido sua complexa interação de fatores que interferem o seu aproveitamento pela cultura (SCIVITTARO e MACHADO, 2004).

O nitrogênio é um macronutriente essencial para as plantas, destaca-se como fator limitante para o desenvolvimento, pois faz parte da molécula das clorofilas, que por sua vez aumentam área foliar, melhorando a eficiência da interceptação de raios solares e consequentemente melhorando as taxas fotossintéticas. O Nitrogênio está presente nos citocromos e todas as enzimas e coenzimas. Além disso, esse nutriente desempenha papel importante na formação dos órgãos reprodutivos e dos grãos de arroz. É também constituinte das proteínas e dos ácidos nucléicos responsáveis pela transferência de informação genética (MARZARI, 2005; DE SOUZA SALES et al., 2021). A escassez de nitrogênio na produção de arroz irrigado, em solos de áreas alagadas do Brasil Central, é uma situação comum (FAGERIA, 2009). Isso é devido principalmente a várias causas, incluindo perdas resultantes de diversos processos, como volatilização, lixiviação, desnitrificação e erosão, juntamente com doses reduzidas de aplicação e a diminuição da matéria orgânica devido a cultivos sucessivos. Essa situação também varia conforme as diferentes variedades de arroz

(FAGERIA et al., 2007; FAGERIA et al., 2009).

Estudos apontam que adubação nitrogenada em arroz mostram respostas positivas em incremento de produtividade, aumento do número de colmo (perfilho), conseqüentemente maior número de panículas por metro quadrado. Outra interferência do nitrogênio em arroz é o número espiguetas por panícula, assim como a fertilidade das espiguetas, o peso dos grãos e o comprimento de panículas (DE SOUZA SALES et al., 2021). Além disso, ocorre um aumento na quantidade de matéria seca da parte aérea, no índice de colheita de grãos e no índice de colheita de nitrogênio, fatores que estão positivamente relacionados com a produtividade de grãos (FAGERIA et al., 2011). Embora a adubação nitrogenada possa suprir as necessidades da planta, quando o solo não tem essa capacidade, a resposta do arroz a essa prática varia com os atributos do solo, clima, planta e eficiência agrônômica de N (SCIVITTARO e MACHADO, 2004).

Na cultura do arroz irrigado, a diferença de resposta à adubação nitrogenada está associada, aos regimes de temperatura do ar e de radiação solar incidentes durante as fases vegetativa e reprodutiva. As recomendações de adubações nitrogenadas utilizadas para produção de grãos são as mesmas utilizadas para produzir sementes. Pouco se sabe sobre a influência da utilização de altas doses de nitrogênio na qualidade fisiológica da semente de arroz. Melhorar a eficiência de uso em detrimento do aumento do uso de recursos deve ser prioridade, principalmente, se os objetivos forem atender a duplicação da demanda por alimentos que é projetada para os próximos 50anos (CHEN et al., 2014).

A produção de grãos da cultura e a qualidade fisiológica e sanitária das sementes são impactadas pela presença de doenças e vários fatores contribuem para a alta severidade de doenças em lavouras de arroz irrigado. Alguns exemplos são o manejo inadequado da água de irrigação, a alta densidade populacional de plantas, a homogeneidade genética da variedade cultivada e práticas intensivas de cultivo com o uso excessivo de fertilizantes, como o nitrogênio (FONTE). Desse modo, a escolha da dose de N a ser utilizada e o momento de aplicação devem a favorecer a produtividade da cultura, sem prejudicar a qualidade da semente.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### Experimentos

O experimento foi realizado na safra agrícola 2021/22 e dividido em duas fases. A fase I foi conduzida no Centro Agropecuário da Palma, município de Campão do Leão, e a fase II foi conduzida em três regiões produtoras de arroz no Rio Grande do Sul, sendo: na região Zona Sul (município de Santa Vitória do Palmar), solo classificado como planossolo; na região Planície Costeira Externa (município de Mostardas), solo classificado como planossolo; na região Fronteira Oeste (município de Uruguaiana), solo classificado como neossolo. As análises para verificação da qualidade de sementes foram conduzidas no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Departamento de Fitotecnia, Programa de Pós- Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas.

Foram utilizadas sementes de arroz irrigado da cultivar IRGA 424 RI. As sementes foram colhidas e secas e levadas ao LAS para os testes de qualidade fisiológica.

#### 3.1 Fase I

Foram utilizadas sementes de arroz irrigado da cultivar IRGA 424 RI, sendo os tratamentos descritos na (Tabela 1), análise do solo (Tabela 2) e dados de ambiente na (Figura 1). As sementes foram colhidas e secas e levadas ao Laboratório de Análises de Sementes (LAS) para os testes de qualidade fisiológica.

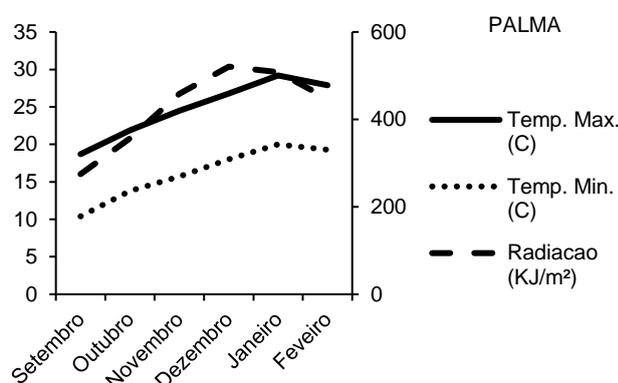
**Tabela 1.** Tratamentos utilizados a campo.

Tratamento	Estádios de desenvolvimento		
	V3 <sup>1</sup>	V6	R0
	-----Kg N ha <sup>-1</sup> -----		
T1	0	0	0
T2	50	0	50
T3	67	0	33
T4	60	20	20
T5	100	0	0

<sup>1</sup>Segundo a escala de COUNCE et al. (2000).

**Tabela 2.** Caracterização química do Planossolo da área experimental previamente o estabelecimento do experimento com a cultura do arroz irrigado.

Ambiente	Argil a %	CTC cmolc/d m <sup>3</sup>	MO %	pH	Ca cmolc/dm <sup>3</sup>	Mg cmolc/d m <sup>3</sup>	K cmolc/d m <sup>3</sup>	P mg/dm <sup>3</sup>
Capão doLeão								
0-10	21	5,5	2,3	5,0	3,0	1,9	89	17,6
10-20	18	4,4	1,9	5,2	2,3	1,7	33	10,7



**Figura 1:** Análise de ambiente, temperatura Máxima (—), mínima (---) e radiação (....) safras 20221/2022.

Para avaliação da qualidade fisiológica, foram realizados os seguintes testes:

**Teste de germinação:** conduzido em quatro amostras de quatro subamostras de 50 sementes. As sementes foram dispostas em rolos formados por três folhas de papel de germinação, umedecidas com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa seca do papel. Os rolos foram transferidos para câmara de germinação tipo BOD a 25 °C e fotoperíodo de 12 horas. As avaliações foram efetuadas aos quatorze dias após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

**Primeira contagem da germinação:** realizada conjuntamente ao teste de germinação, com avaliação aos cinco dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

**Emergência em Campo** - utilizaram-se duzentas sementes por tratamento, distribuídas em amostras de 50 sementes semeadas em bandejas de polietileno, contendo como substrato solo do tipo planossolo. A avaliação foi realizada no vigésimo primeiro dia após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem de plântulas.

**Área foliar (Af):** obtida pela aferição da massa fresca de quatro amostras de 10 plântulas, ao final do teste de emergência, sendo avaliada aos 21 dias após a semeadura. Os valores calculados por planta.

**Massa seca de parte aérea (WPA) e das raízes das plantas (WR):** obtida pela aferição da massa de quatro amostras de 10 plântulas, ao final do teste de emergência. As plântulas foram acondicionadas em envelopes de papel pardo e submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada sob temperatura de 70 °C, por 72 horas. Os resultados foram expressos em miligramas por órgão ( $\text{mg órgão}^{-1}$ ).

**Massa de mil sementes (MMS):** determinada por meio de contagem de oito repetições de 100 sementes, cuja massa foi aferida em balança analítica de precisão, conforme Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), sendo os resultados expressos em gramas.

**Teor de nitrogênio na semente:** determinado através da trituração de uma amostra de sementes de cada unidade experimental, e submetido a digestão ácida e alta temperatura. Do extrato resultante da digestão foi realizada a destilação pelo método de Kjeldahl, e os resultados expressos em  $\text{g kg}^{-1}$ . (TEDESCO et al., 1995).

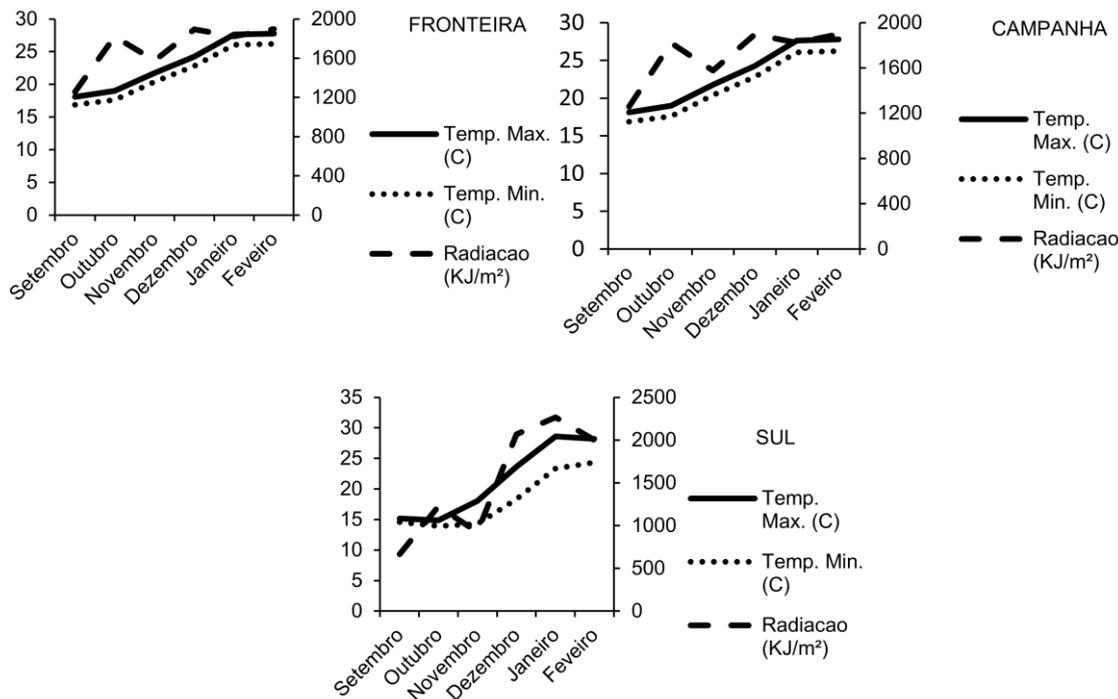
O delineamento experimental foi blocos casualizados, com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e se significativos pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de probabilidade de 5%.

### **3.2 Fase II**

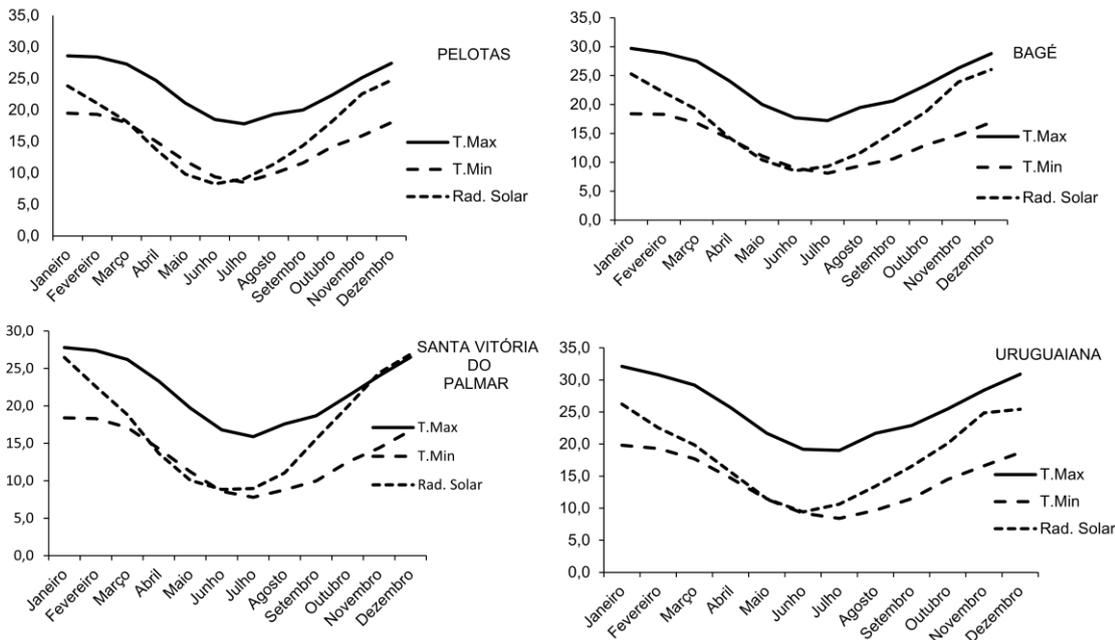
O experimento a campo foi conduzido em parceria com produtores de sementes de arroz, em três regiões produtoras de arroz no Rio Grande do Sul (Figura 2), sendo a região Sul (-33.20092190935716, -53.24747774657244), município de Santa Vitoria do Palmar, solo classificado como planossolo (Tabela 3) e com altitude de 23 metros. Região da Campanha (30°57'49" S, 54°39'41" W), município de Mostarda, solo classificado como planossolo, altitude de 138 metros e na região da fronteira oeste (- 29.76969188809045, - 57.00107958930256), município de Uruguaiana, solo classificado como neossolo e com altitude de 66 metros (Figura 3 e 4).



**Figura 2.** Regiões produtoras de arroz no Rio Grande do Sul. Fonte: IRGA, 2021; adaptado pelo autor.



**Figura 3:** Análise de ambiente, temperatura máxima (—) mínima (---) e radiação (...) das safras 2021/2022.



**Figura 4:** Análise de ambiente, temperatura máxima (—) mínima (---) e radiação (...) das safras 2021/2022.

Utilizou-se a cultivar IRGA 424 RI, com classificação industrial tipo longo fino, resistente ao acamamento, com rendimento de 61% grãos inteiros degrane intermediário e ciclo médio de produção (133 dias).

Para todos os tratamentos, 20 kg de nitrogênio (N) foi aplicado em semeadura (Fonte NPK), padronizado e não contabilizados nas doses desse experimento. O experimento foi constituído de 4 (quatro) doses de nitrogênio em cobertura (Fonte de N – uréia), as aplicações foram fracionadas, 2/3 (dois terços) da dose no estágio V3 e o restante no estágio R0 e um controle sem aplicação de nitrogênio em cobertura. As doses de cobertura definidas para os tratamentos foram: 0, 50, 100, 150 e 200 kg de N ha<sup>-1</sup>.

Todas as áreas experimentais avaliadas foram realizadas análises de solo:

**Tabela 3.** Análise do solo.

Ambiente	Argila	CTC	MO	pH	Ca	Mg	K	P
	%	cmolc/dm <sup>3</sup>	%		cmolc/dm <sup>3</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>
Sul	32	11,5	1,4	6,6	7,1	2,8	89	14,1
Fronteira	27	15,1	3,1	5,6	10,3	4,6	60	3
Campanha	23	13,4	2,1	6,1	9,2	4,1	44	3,3

As variáveis de avaliação para a qualidade fisiológica das sementes foram:

**Germinação:** conduzido em quatro amostras de quatro subamostras de 50 sementes. As sementes serão semeadas em rolos de papel “germitest”, umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, e mantidas em germinador regulado a 25 °C (BRASIL, 2009). A contagem das plântulas normais foi realizada aos 7 e 14 dias após a instalação do teste e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

**Primeira contagem da germinação:** realizada conjuntamente ao teste de germinação, com avaliação aos cinco dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

**Massa seca de plântulas (MSP):** utilizou-se as plântulas oriundas do teste de germinação empregadas na determinação do comprimento. Cada repetição foi acondicionada em sacos de papel e levada a estufa, com circulação forçada de ar, mantida à temperatura de 60 °C, permanecendo até atingir peso constante. Após, cada repetição foi pesada em balança de precisão. Os resultados foram expressos em mg plântula<sup>-1</sup>.

**Comprimento total da plântula:** foram utilizadas plântulas dos testes

de germinação, sendo utilizadas oito subamostras de 15 plântulas para cada tratamento. O comprimento total da plântula (ponta da raiz principal à extremidade da folha mais nova) foi medido aos 7 dias após a semeadura e os resultados expressos em cm por plântula.

**Comprimento do sistema radicular:** foram utilizadas oito subamostras de 15 plântulas para cada tratamento, sendo as plântulas do teste de germinação. O comprimento do sistema radicular (raiz principal) foi medido aos 7 dias após a semeadura e os resultados expressos em cm por plântula.

**Comprimento da parte aérea:** foram utilizadas plântulas dos testes de germinação, sendo utilizadas oito subamostras de 15 plântulas para cada tratamento. O comprimento da parte aérea (da região do colo até a extremidade da folha mais jovem) foi medido aos 7 dias após a semeadura e os resultados expressos em cm por plântula.

**Teste de Frio:** As sementes foram semeadas em rolos de papel “germitest”, umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes em relação ao peso do papel seco, e mantidas em geladeira por sete dias regulada aos 10 °C. Transcorrido esse período, os rolos foram transferidos para um germinador regulado aos 25 °C. As avaliações serão realizadas segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). A contagem de plântulas normais foi realizada aos 14 dias após a instalação do teste e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

**Massa de mil sementes:** Foram utilizadas 8 repetições de 100 sementes, com utilização de balança de precisão (BRASIL, 2009).

**Composição nutricional:** os caracteres de teor de proteína (PTN), lipídeos (LIP), fibra bruta (FB), cinza (CNZ) e amido (AMD) foram determinados por espectroscopia NIR, da marca FOSS NIRS DS2500 (Hillerød, DK, Dinamarca), possui uma faixa de leitura espectral entre 1100 a 2500 nm com intervalo de leitura de 2 nm, com tempo médio de leitura entre 40-45 segundos. Os resultados foram expressos em porcentagem. Para estimativa dos carboidratos totais (CT), foi usada a equação proposta por Snifen et al. (1992).

**Teor de nitrogênio na semente:** determinado através da trituração de uma amostra de sementes de cada unidade experimental, e submetido a digestão ácida e alta temperatura. Do extrato resultante da digestão foi realizada a destilação pelo método de Kjeldahl, e os resultados expressos em g

kg-1 (TEDESCO et al., 1995).

O delineamento experimental foi blocos casualizados, em fatorial 3 x 5 (ambientes x doses de N) com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e se significativos pelo teste F, foram ajustados por polinômios ortogonais.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após análise dos resultados da ANOVA é possível observar que a primeira contagem de germinação (PCG), germinação (GER), emergência em campo (EC), área foliar (Af), massa seca da raiz (MSR) e de parte aérea (MSPA) não apresentaram diferenças significativas entre as diferentes formas de parcelamento da dose de N (Tabela 4). Entretanto, para massa de mil sementes (MMS) e teor de nitrogênio (N) as doses e o parcelamento de N refletiram em diferenças significativas para estas variáveis respostas.

**Tabela 4:** Resumo da análise de variância com os quadrados médios das variáveis primeira contagem de germinação (PCG), germinação (GER), emergência em campo (EC), área foliar (Af), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa de mil sementes (MMS) e teor de nitrogênio (N).

F.V.	GL	Quadrados Médios							
		PCG	GER	EC	Af	MSR	MSPA	MMS	N
Blocos	3	57,7	35,9	43,9	0,076	4,5	2,2	0,040	0,94
Tratamentos	4	78 <sup>ns</sup>	3,5 <sup>ns</sup>	32,5 <sup>ns</sup>	0,147 <sup>ns</sup>	2,1 <sup>ns</sup>	4,5 <sup>ns</sup>	0,835*	8,88*
Resíduo	12	27,7	41,7	34,1	0,225	6,9	2,9	0,066	0,83
Total	19								
Média		77	86,5	79,5	3,1	7,7	13,9	25,2	12,2
CV (%)		6,84	7,47	7,34	15,04	33,97	12,28	1,02	7,43

\* Significativo em nível de probabilidade de 5%

<sup>ns</sup> Não significativo

A massa de mil sementes (MMS) foi maior para o T2 e menor para o T1 quando considerado a dose e o momento de aplicação, enquanto que, as demais formas de parcelamento de N não diferiram entre si (Tabela 5). Essa diferença na MMS está relacionada a maior disponibilidade de N em R0, pois o T2 foi o tratamento que recebeu a maior dose nesse estágio (50 kg de N ha<sup>-1</sup>). Possivelmente, a disponibilidade dessa dose de N nesse estágio favoreceu a maior produção de fotoassimilados por ocasião do enchimento de grãos, tornando o grão mais pesado nesse tratamento.

De acordo com resultados encontrados por Zucareli et al. (2012), trabalhando com milho doce em relação as doses de nitrogênio, não obtiveram resultados significativos para essas variáveis. Quanto à resposta da (MMS), à

adubação nitrogenada são contraditórias, uma vez que alguns autores (SANGOI et al., 2012) verificaram efeitos positivos, enquanto outros não (GOMES et al., 2007; SOUZA et al., 2011).

Em relação ao teor de nitrogênio (N) nas sementes, foi maior para o T4 que mostrou similaridade com o T2 e T5, com os menores valores para o T1 e T3 (Tabela 5). Assim, pode-se afirmar que a suplementação é importante para manutenção da qualidade das culturas, isso pode ser exemplificado pelo teor de nitrogênio. Este que segundo Taiz et al. (2017) é componente responsável por várias atividades fisiológicas nas plantas.

**Tabela 5:** Germinação (GER), primeira contagem de germinação (PCG), emergência em campo (EC), área foliar (Af), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa de mil sementes (MMS) e teor de nitrogênio (N).

Doses	GER (%)	PCG (%)	EC (%)	Af (cm <sup>2</sup> )	MSR (mg)	MSPA (mg)	MMS (g)	N (g)
T1	88a	70a	81a	2,92a	8,67a	13,21a	24,63c	10,02c
T2	85a	76a	78a	2,99a	8,25a	12,52a	25,92a	12,17ab
T3	87a	81a	76a	3,33a	6,88a	14,96a	25,25b	11,84bc
T4	87a	79a	87a	3,20a	7,68a	14,69a	25,29b	14,10a
T5	87a	81a	87a	3,34a	7,24a	14,54a	25,24b	12,84ab

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de significância de 5 % de probabilidade.

## **Fase II**

A germinação das sementes foi maior para o ambiente Campanha seguida pelo Sul e Fronteira (Figura 4a). Para a Campanha o máximo de germinação foi atingida aos 50 kg de N ha<sup>-1</sup>, enquanto que, para o Sul os valores aumentaram até os 200 kg de N ha<sup>-1</sup>. Já, para o ambiente Fronteira foi obtida com tendência quadrática atingindo o ponto de mínimo aos 50 kg de N ha<sup>-1</sup> e aumentando até os 200 kg de N ha<sup>-1</sup>.

A primeira contagem da germinação apresentou tendência similar ao da germinação (Figura 4b). Para o ambiente Campanha os máximos valores foram atingidos aos 50 kg de N ha<sup>-1</sup> e reduzindo até os 200 kg de N ha<sup>-1</sup>, embora para o ambiente Sul o máximo foi atingido aos 100 kg de N ha<sup>-1</sup>. Já, para a Fronteira foi atingido ponto de mínimo aos 50 kg de N ha<sup>-1</sup> e aumentando até os 200 kg

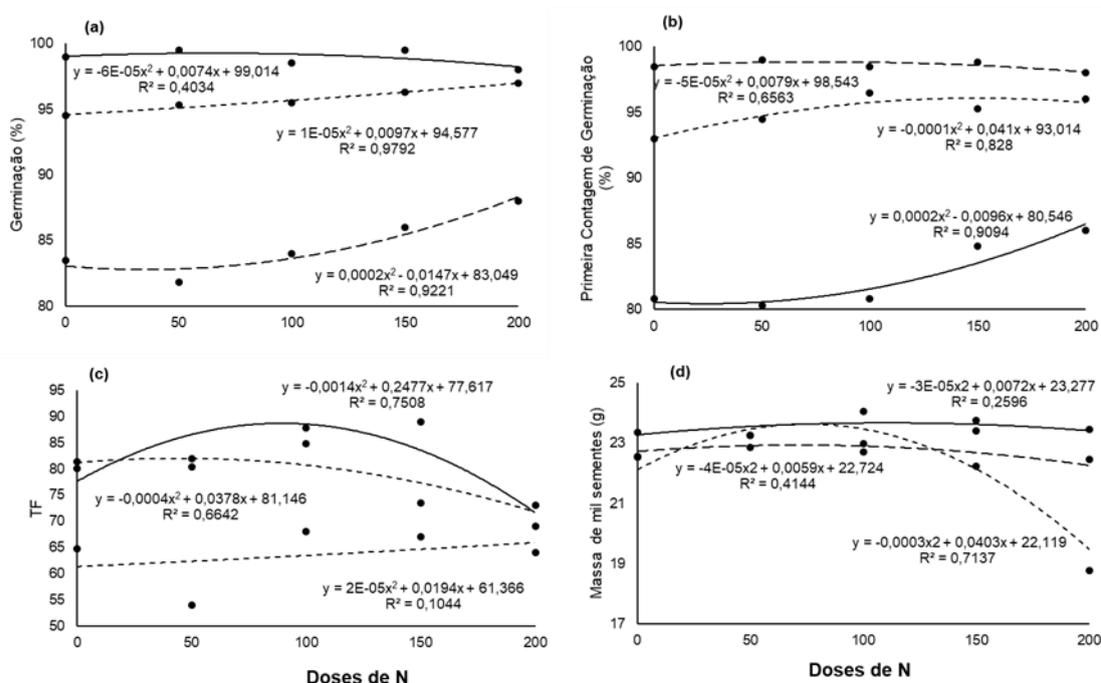
de  $\text{N ha}^{-1}$ . Os resultados encontrados podem estar associados ao ambiente de cultivo, que apresentaram diferenças entre os fatores ambientais, principalmente radiação solar e temperatura também influenciam na resposta da cultura à aplicação de nitrogênio, sendo que no período de 15 dias que antecede, e após o florescimento, a alta radiação solar e temperaturas entre 25 e 30 °C favorecem a aplicação de N por haver maior resposta da cultura (FORNASIERI FILHO, 2006). Em contrapartida, Marzari et al. (2007) não verificaram influência das doses de nitrogênio sobre a germinação de sementes de arroz, e Silva (2009) não verificou diferença significativa para fontes e épocas de aplicação de nitrogênio, para vigor das sementes de trigo quanto ao índice de velocidade de germinação.

Para o teste de frio os maiores valores foram atingidos para os ambientes Campanha, Sul e Fronteira (Figura 4c). Para a Campanha a máxima eficiência foi atingida na dose de 100 kg de  $\text{N ha}^{-1}$  reduzindo até 200 kg de  $\text{N ha}^{-1}$ . Já, para o Sul a maior eficiência foi atingida aos 50 kg de  $\text{N ha}^{-1}$  reduzindo até 200 kg de  $\text{N ha}^{-1}$ . No entanto, para a Fronteira o vigor das sementes aumentou até a dose de 200 kg de  $\text{N ha}^{-1}$ . O teste frio sugerido por Barros et al. (1999) é utilizado para observar o comportamento das sementes na condição adversa de solo em alta capacidade de campo e com baixas temperaturas, situação mais comum em plantios na primavera, principalmente no sul do Brasil. A capacidade de emergência no frio é influenciada pela herança genética, danos mecânicos, tratamento de sementes e pela qualidade fisiológica da semente (POPINIGIS, 1985). Plantas de clima temperado podem necessitar de tratamentos de frio para iniciar o seu desenvolvimento, como por exemplo a vernalização, responsável pela superação da dormência das sementes, o que dá início ao processo de germinação. Além disso, a temperatura pode ser altamente influente em processos hormonais (SILVA et al., 2021).

A massa de mil sementes atingiu os maiores valores para os ambientes Campanha, Sul e Fronteira (Figura 5d). Para os ambientes Campanha e Fronteira os maiores valores foram atingidos aos 100kg de  $\text{N ha}^{-1}$  reduzindo até os 200 kg de  $\text{N ha}^{-1}$ . No entanto, para o Sul a maior eficiência foi atingida os 75 kg de  $\text{N ha}^{-1}$ , reduzindo ate os 200 kg de  $\text{N ha}^{-1}$ .

Para alcançar grandes produtividades em um campo de produção é de suma importância a utilização de sementes que apresentem alto potencial fisiológico, pois os seus atributos de qualidade estão diretamente relacionados com o desempenho que a semente terá no campo (HÖLBIG et al., 2011).

BARBOSA et al.,2022, relataram que o rendimento da cultura da cevada à aplicação de diferentes doses de nitrogênio gerou respostas distintas para as cultivares e não se manteve equivalente para as variáveis estudadas, o que não está de acordo com o presente estudo. Uma vez que sementes com boa qualidade fisiológica permitem a produção de plantas que apresentem boa uniformidade e qualidade, contribuindo positivamente para o desenvolvimento da cultura (KIKUTE et al., 2012). Neste sentido, os dados obtidos no presente estudo, evidenciam que a utilização de diferentes doses de nitrogênio mostrou eficiência, comprovada através do teste de germinação, e massa de mil sementes, assim como não afetam o vigor, evidenciado através do teste de primeira contagem de germinação.



**Figura 5:** Germinação (GER), primeira contagem (PCG), teste de frio (TF) e Massa de mil sementes (MMS), em função das doses de nitrogênio e diferentes ambientes. Sendo: Campanha (—), Fronteira Oeste ( \_ \_ \_ ) e Sul (.....).

A massa seca de plântulas para o ambiente Campanha e Sul os máximos foram atingidos aos 50 e 100 kg de N ha<sup>-1</sup>, reduzindo até os 200 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 6a). Para o ambiente Fronteira foram atingidos com ponto de mínimo aos 100 kg de N ha<sup>-1</sup> aumentando até os 200 kg de N ha<sup>-1</sup>. É importante destacar que a massa seca seguiu as tendências da massa de mil sementes.

O comprimento de plântulas foi maior para o ambiente Sul, Fronteira e

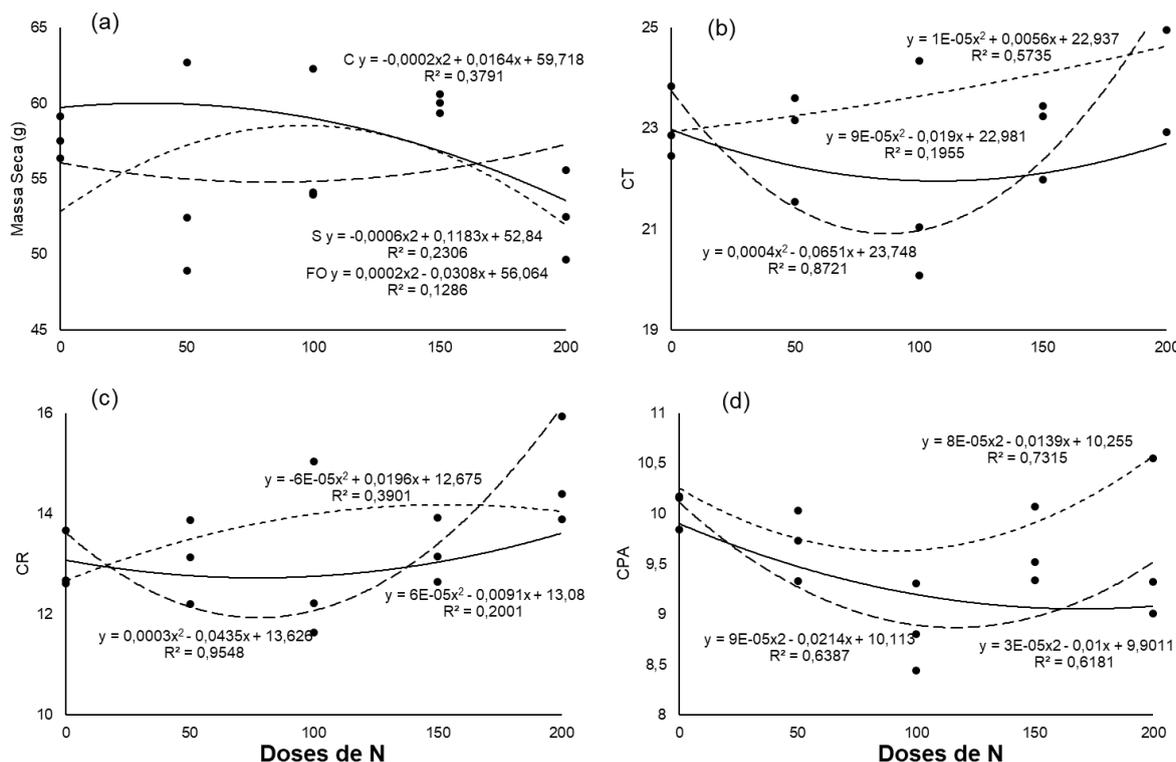
Campanha (Figura 6b). Para os ambientes Campanha e Fronteira os pontos de mínimo foram atingidos aos 100 kg de N ha<sup>-1</sup>, aumentando até os 200 kg de N ha<sup>-1</sup>. Embora, para o Sul o comprimento aumentou até de forma linear até os 200 kg de N ha<sup>-1</sup>. Já, o comprimento de raiz aumentou até os 150 kg de N ha<sup>-1</sup> para Sul, enquanto que, para a Campanha e Fronteira os mínimos foram atingidos aos 75 kg de N ha<sup>-1</sup> aumentando até os 200 kg de N ha<sup>-1</sup> (Figura 6c).

Para o comprimento de parte aérea foram atingidos pontos de mínima aos 100, 125 e 175 kg de N ha<sup>-1</sup> para os ambientes Sul, Fronteira e Campanha, respectivamente (Figura 6d).

A diferença nos teores de nitrogênio na solução do solo pode estar ligada a dinâmica deste nutriente na cultura do arroz irrigado, pois a variação nas doses de N em cobertura resulta em diferente disponibilidade de N, após a emergência das plantas (SILVA et al., 2007).

Provavelmente, os resultados encontrados em relação ao crescimento, em condições onde o elemento N possa ser limitante, a aplicação precoce de N permite uma maior recuperação do nutriente pela cultura e melhoria no seu estado nutricional, provocando gradual crescimento vegetativo, sendo importante para haver maior absorção de luz, maior taxa de fotossíntese e, conseqüentemente, maior produtividade.

Segundo Souza et al. (2013), respostas a adubação nitrogenada influencia no alongamento do colmo, por isso se torna importante ajustar a dose de N a ser aplicada para que não ocorra acamamento das plantas e conseqüentemente queda de produtividade. De acordo com resultados encontrados por Souza et al. (2013), que corroboram com o presente estudo, houve incremento gradual e distinto na altura de planta para as doses de nitrogênio entre 40 kg de N ha<sup>-1</sup> à 80 kg de N ha<sup>-1</sup>. Conforme Fageria & Baligar (2001) e Fageria et al. (2003), a eficiência de recuperação de N, em arroz em várzea inundada, é de, aproximadamente, 40%, e, nesta situação, espera-se que exista maior resposta à aplicação de N, visto que o elemento sofre facilmente lixiviação, volatilização e desnitrificação.



**Figura 6:** Massa seca (MS), comprimento de plântula (CT), comprimento de raiz (CR) comprimento de parte aérea (CPA), em função das doses de nitrogênio e os diferentes ambientes. Sendo: Campanha (—), Fronteira Oeste (---) e Sul (....).

O amido foi maior nos ambientes Campanha, Fronteira e Sul (Figura 7a). Para a Campanha e Sul o ponto de mínima foi atingido aos 100 kg de N ha<sup>-1</sup> aumentando até os 200 kg de N ha<sup>-1</sup>. Entretanto, para a Fronteira foi obtido ponto de máxima aos 100 kg de N ha<sup>-1</sup> reduzindo até os 200 kg de N ha<sup>-1</sup>. Os maiores valores de proteína foram atingidos para o Sul, Fronteira e Campanha (Figura 7b). Para os ambientes Fronteira e Campanha os valores reduziram até os 200 kg de N ha<sup>-1</sup>. Enquanto que, para o Sul aumentou até os 200 kg de N ha<sup>-1</sup>. Já, para os lipídios para o Sul foi atingido ponto de máximo aos 125 kg de N ha<sup>-1</sup> e para os ambientes Fronteira e Campanha os valores reduziram de forma linear até os 200 kg (Figura 7c).

Para as fibras os ambientes Sul e Campanha reduziram até os 200 kg de N ha<sup>-1</sup> (Figura 7d) e para a Fronteira atingiu o mínimo aos 75 kg de N ha<sup>-1</sup> aumentando até os 200 kg de N ha<sup>-1</sup>.

A quantidade de N que a planta necessita varia conforme a sua fase de crescimento ou desenvolvimento e das condições ambientais. O N é constituinte de várias biomoléculas essenciais como, aminoácidos, ácidos nucléicos, proteínas, amido, enzimas e outros, sua assimilação ocorre por

diversos processos na planta (KUSANO et al., 2011).

Para a germinação e a expressão do vigor das sementes envolvem processos metabólicos relacionados à metabolização das substâncias de reserva. O amido é o principal constituinte de reserva, portanto, exerce papel importante no desempenho inicial das sementes (AREND et al., 2013).

Segundo (HENNING et al., 2010), maiores teores de amido podem proporcionar maior potencial fisiológico em sementes de amiláceas, além de proporcionar maior tempo de conservação o que corrobora com o presente estudo que apresentou aumento gradual de amido nos ambientes Campanha, Fronteira e Sul.

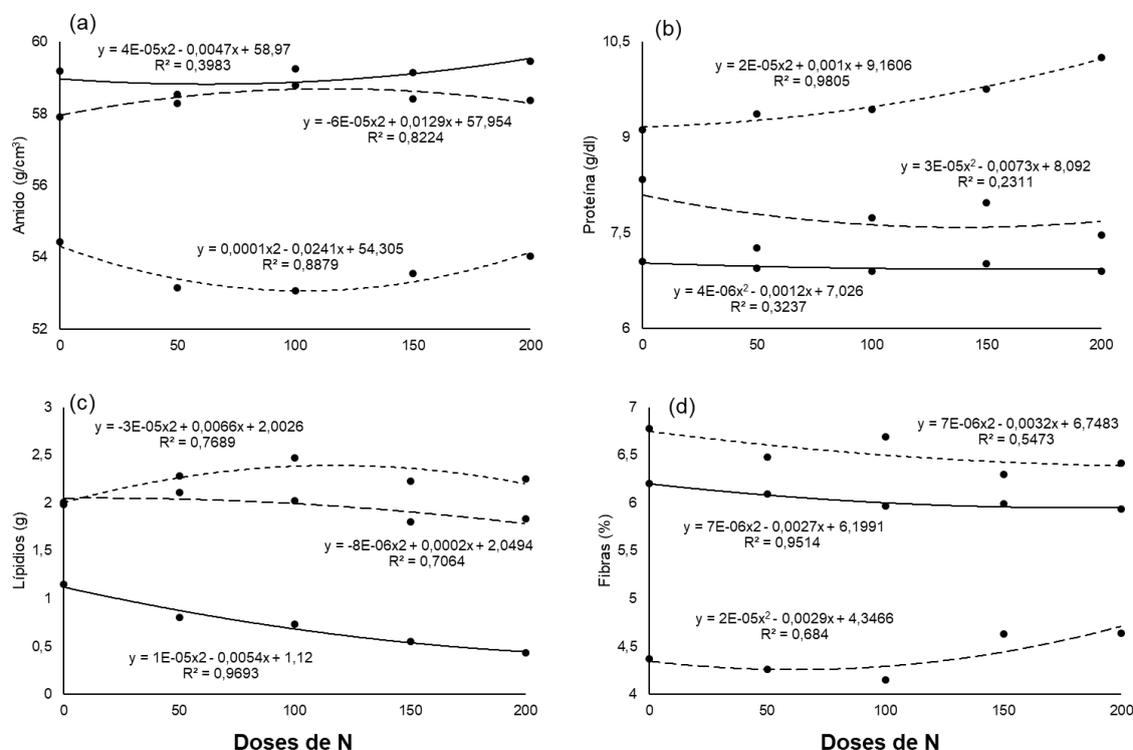
De acordo com Favarato et al. (2011), o aumento no teor de proteína pode ter sido influenciado pelo ambiente de cultivo e pela interação genótipo e ambiente. Além disso, mantém relação com a quantidade de nitrogênio disponível para a planta. Esse processo desempenha um papel crucial na formação de sementes, pela presença de proteínas em sua composição química (ÁVILA et al., 2007).

Segundo resultados obtidos por Souza & Lobato (2004), concordando com o presente trabalho relatam que além de aumentar os componentes proteicos, o nitrogênio está envolvido em processos como a síntese de clorofila e fotossíntese, porém o efeito da proteína depende das características da cultivar (ABEDI et al., 2010).

Os lipídios, proteínas e carboidratos são componentes importantes das reservas das sementes e para as plântulas durante a germinação (ZIEGLER et al., 1995). Resultados encontrados por José et al. (2010) constataram que a instabilidade química dos lipídios constitui um dos fatores preponderantes na redução na velocidade de germinação de várias espécies, o que concorda com o presente trabalho onde apresentou resultados distintos entre os ambientes avaliados.

O arroz é constituído principalmente por amido, apresentando quantidades menores de proteínas, lipídios, fibras e cinzas. Entretanto, a composição do grão e de suas frações está sujeita a variações ambientais, de manejo, de processamento e de armazenamento (ZHOU et al., 2002), produzindo grãos com características nutricionais diferenciadas.

Resultados apresentados por (PAGNUSSATTA, et al 2011) estudando, cultivar de arroz BR417, apresentou as menores porcentagens de fibras, concordando com os resultados encontrados nos ambientes Sul e Campanha. (Tabela 7d).



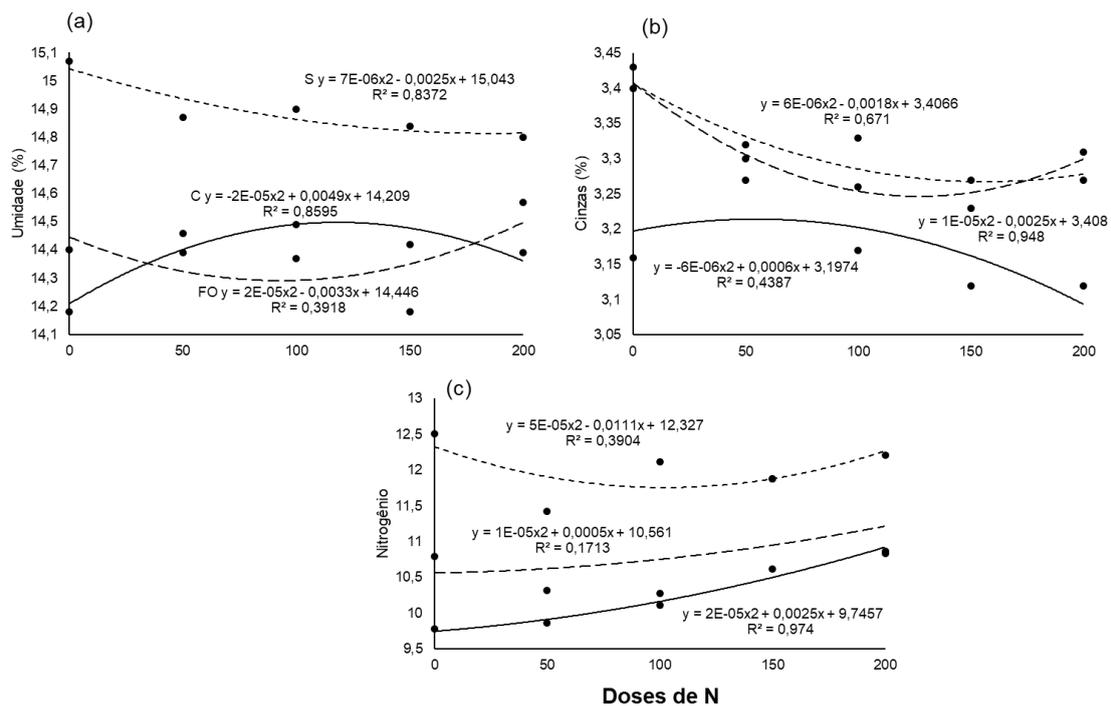
**Figura 7:** Amido, proteína, lipídios e fibras em função das doses de nitrogênio e diferentes ambientes. Sendo: Campanha (—), Fronteira Oeste (---) e Sul (.....).

Em relação à umidade das sementes é importante destacar variações entre os ambientes Sul, Campanha e Fronteira (Figura 8a). Para as cinzas os ambientes Sul e Fronteira os pontos de mínimo foram atingidos aos 125 kg de N ha<sup>-1</sup> aumentando até os 200 kg de N ha<sup>-1</sup>. Enquanto que, para a Campanha o máximo foi atingido aos 50 kg de N ha<sup>-1</sup> reduzindo até os 200 kg de N ha<sup>-1</sup> (Figura 8b). A quantificação de nitrogênio nas sementes demonstrou que para o ambiente Sul foram observados pontos de mínimo aos 100 kg de N ha<sup>-1</sup> aumentando até os 200 kg de N ha<sup>-1</sup> (Figura 8c). Para os ambientes Fronteira e Campanha o teor de nitrogênio aumentou até os 200 kg de N ha<sup>-1</sup>.

Os resultados encontrados entre as doses, ambientes e variáveis neste trabalho demonstraram respostas que caracterizam a qualidade da semente. Quanto ao teor de umidade do arroz (Figura 8a), por ocasião da colheita, assim

como as condições climáticas vigentes durante o período que a antecede e que contribuem para flutuações na umidade dos grãos ainda no campo, é fator importante no comportamento do produto no beneficiamento (CASTRO et al., 2013). Para as cinzas durante a germinação de sementes de trigo pode ocorrer o aumento do teor de cinzas, por meio da redução do conteúdo total de amido (CHAVAN & KADAN, 1989), corroborando com os resultados encontrados para os ambientes campanha e sul, (Figuras 8b, 7a).

Na cultura do arroz, o nitrogênio se destaca como o nutriente mais crucial para impulsionar a produtividade, demonstrando as respostas mais significativas à adubação. Entretanto, a eficácia agrônômica desse nutriente, isto é, sua habilidade para aumentar a produtividade proporcionalmente à quantidade acrescentada no solo, apresenta uma variabilidade considerável. Isso é devido à distinta interação de fatores que influenciam a capacidade da cultura em absorver e utilizar o nitrogênio disponível (EMBRAPA 2018).



**Figura 8:** Umidade, Cinzas e Nitrogênio, em função das doses de nitrogênio e diferentes ambientes. Sendo: Campanha (\_\_\_), Fronteira Oeste ( \_ \_ \_ ) e Sul (..... ).

Os resultados da análise de correlação apresentaram correlação positiva ( $p < 0,05$ ) para as variáveis entre os testes de vigor e a germinação de sementes com 0,70 (Tabela 6).

Os resultados obtidos para os comprimentos e massa seca de plântulas apresentaram coeficiente de 0,60 (Tabela 6), evidenciando uma relação média entre estes testes de vigor, podendo ser um importante fator para estimar o crescimento dos órgãos das plantas.

Verificou-se que o coeficiente de correlação, correspondente lipídios e a proteína foi de 0,70 (Tabela 6), pode ser utilizado, embora apresente uma correlação média. Foram observados coeficientes distintos para as variáveis entre a fibra e a qualidade fisiológica de sementes (Tabela 6), houve correlação de 0,80.

Correlações significativas expressas foram observadas entre os valores entre proteína e o teor de nitrogênio (0,50), entretanto, é importante destacar que houve muitos valores significativos, porém negativos. Estes resultados indicam que a avaliação entre as variáveis deve ser realizada em separado e buscando correlação entre estruturas semelhantes.



A análise dos coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis de qualidade fisiológica e composição química das sementes demonstrou haver muitas correlações não significativas (Tabela 6). Correlações entre massa de grão por espiga (MGE) e massa de mil grãos (MG) com 0,80 apresentam elevada correlação para milho (EMYGDIO et al. (2007) Cruz et al. (2010) OLIVEIRA et al. (2012) RAMPIM et al., 2013).

De acordo com Cargnelutti Filho et al. (2010), o sinal do coeficiente de correlação linear de Pearson expressa o sentido da correlação, e sua intensidade é representada por um valor numérico que oscila entre negativa perfeita ( $r = -1$ ) ou positiva perfeita ( $r = 1$ ).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições e safra em que este trabalho foi realizado, o parcelamento de nitrogênio nas diferentes fases de desenvolvimento do arroz não afetou a qualidade fisiológica das sementes, contribuindo com aumento da massa de mil sementes e teor de N nas sementes quando se aumentou as doses no reprodutivo.

A qualidade fisiológica das sementes produzidas na Campanha apresentou superioridade em relação aos demais ambientes, embora para a composição química o ambiente Sul foi o que apresentou os melhores valores.

Para a análise de correlação observou-se que para as variáveis de vigor e a germinação de sementes foram observadas correlações significativas. Embora, para não foram observadas correlações significativas e positivas para a qualidade fisiológica e a composição química das sementes.

## 6. REFERÊNCIAS

- ABEDI T, ALEMZADEH A, KAZEMEINI SA. Effect of organic and inorganic fertilizers on grain yield and protein banding pattern of wheat. *Australian Journal of Crop Science*. v.4, n.6, p.383-389, 2010.
- AREND, G. D., GUARIENTI, E. M., GUTKOSKI, L. C. Avaliação de germinação pré colheita em trigo. In Embrapa Trigo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO DE ALIMENTOS PARA A REGIÃO SUL, 2013, Passo Fundo. Anais... Passo Fundo: UPF, 2013. Engenharia de alimentos, trabalho E012.
- ÁVILA, M. R. et al. Componentes do rendimento, teores de isoflavonas, proteínas, óleo e qualidade de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 29, n. 3, p. 111-127, 2007.
- BARBOSA B. S. et al. Doses de nitrogênio em cevada: rendimento e qualidade de sementes. *Ciências agrárias*. DOI: <http://dx.doi.org/10.15536/thema.V21.2022.402-414.2526> v.21 n.2 2022 ISSN: 2177-2894 (online).
- BARROS, A. S. R. et al. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p. 5.1-5.15.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para **Análise de Sementes**. Brasília: SNAD/CLAV, 398p, 2009.
- BUOSI, T.; MUNIZ, L. C.; FERREIRA, C. M. **Caracterização e diagnóstico da cadeia produtiva do arroz no Estado do Maranhão**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 35 p.
- BERNI, P. R. A.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Efeito da germinação e da sanitização sobre a composição centesimal, teor de fibras alimentares, fitato, taninos e disponibilidade de minerais em trigo. *Alimentos e Nutrição* Araraquara, v. 22, n. 3, p. 407-420, 2011.
- CARGNELUTTI, A. F. et al. Tamanho de amostra para estimação do coeficiente de correlação linear de Pearson entre caracteres de milho. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.45, n.12, p.1363-1371, dez. 2010.
- CASTRO, A. P. et al. **Arroz: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2013. p. 75-88.
- CASTRO, C.; BALLA, A.; CASTIGLIONI, V. B. R. Levels and methods of nitrogen supply for sunflower. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.56, n.4, p.827- 833, 1999.

COUNCE, P.A. et al. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, v. 40, p. 436-443, 2000.

CHAVAN, J. K.; KADAM, S. S. Nutritional improvement of cereals by sprouting. Critical Reviews in: **Food Science and Technology**, v. 28, n. 5, p. 401-437, 1989.

CHEN, X.; CUI, Z.; FAN. et al. Producing more grain with lower environmental costs. **Nature**, v. 514, n. 7523, p. 486-489, 2014.

CONAB. 2022. Boletim da Safra de Grãos. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos> Acesso em: 10 jul. 2022.

CONAB. 2021. Boletim da Safra de Grãos. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos> Acesso em: 10 jul. 2023.

CRUZ, J. C. et al. Caracterização do cultivo de milho safrinha de alta produtividade em 2008 e 2009. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, p.177-188, 2010.

DA SILVA NUNES, J. L. 2016. Arroz Importância econômica do arroz. **Agrolink**. Disponível: [https://www.agrolink.com.br/culturas/arroz/informacoes/importancia\\_361560.html](https://www.agrolink.com.br/culturas/arroz/informacoes/importancia_361560.html) Acesso em: 10 jul. 2023.

De Souza Ramser, C. A. et al. Análise exploratória espacial aplicada ao cultivo de arroz no Brasil. **Ciência e Natura**, 42, 22. 2020.

DELIBERALI, J. et al. Efeitos de processo de secagem e tempo de armazenamento na qualidade tecnológica de trigo. **Ciência agrotecnológica**, v. 34, n. 5, p. 1285-1292, 2010.

EMYGDIO, B. M.; IGNACZAK, J. C.; CARGNELUTTI FILHO, A. Potencial de rendimento de grãos de híbridos comerciais simples, triplos e duplos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.6, p.95-103, 2007.

EMBRAPA. Adubação Nitrogenada e Potássica para Cultivares de Arroz Irrigado. **Circular Técnica**, 197. ISSN 1516-8832. 2018.

EMBRAPA. **Cultivo do Arroz Irrigado no Brasil**. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. (Sistemas de Produção, 3). 2005.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Lowland rice response to nitrogen fertilization. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 32, n. 9-10, p. 1405- 1429, 2001.

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B. dos; CUTRIM, V. dos A. Produtividade de arroz irrigado e eficiência de uso do nitrogênio influenciadas pela fertilização nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.7, p.1029-1034, 2007.

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B. dos; CUTRIM, V. dos A. Nitrogen uptake and its association with grain yield in lowland rice genotypes. **Journal of Plant nutrition**,

v.32, p.1965-1974, 2009.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. Growth and mineral nutrition of field crops. **Boca Raton**: CRC Press, 560 p. 2011.

FAVARATO L. F. et al. Adubação nitrogenada e qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Bragantia**, v. 71, n. 1, 2011.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of Food Insecurity in the World. 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/016/i3027e/i3027e.pdf> Acessado em 04/12/2023.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of Food Insecurity in the World. 2012 Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/016/i3027e/i3027e.pdf> Acessado em 07/06/2023.

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J. L. **Manual da cultura do arroz**. Jaboticabal: Ed. Funep, 2006. 589 p.

FREITAS, T. F. S.; et al. Produtividade de arroz irrigado e eficiência da adubação nitrogenada influenciadas pela época de semeadura. **R. Bras. Ci. Solo**, 32:2397-2405, 2008.

GODFRAY, H. C. J. et al. Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science*, v. 327, n. 5967, p. 812- 818, 2010.

GOMES, R. F. et al. Efeito de doses e época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agrônômicos da cultura do milho sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 3, p. 931-938, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000500010>

HENNING, F. A. et al. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**, v. 69, n. 3, pp. 727-733, 2010.

HÖLBIG, L. S.; BAUDET, L.; VILLELA, F. A. Hidrocondicionamento de sementes de cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.1, 2011.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. 2022. Recuperado de: <https://portal.inmet.gov.br/>

KIKUTE, A. L. P.; FILHO, J. M. Teste de vigor em sementes de alface. **Horticultura brasileira**, v.30, n.1, p.44-50, 2012.

KUSANO, M. et al. Metabolomic approaches toward understanding nitrogen metabolism in plants. **Journal of Experimental Botany**, v.62, n.4, p.1439- 1453. 2011.

JOSÉ, S. C. B. R. et al. Armazenamento de sementes de girassol em temperaturas subzero: aspectos Fisiológicos e bioquímicos. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 32, n. 4, p. 29-38, 2010.

LOPES, N.F.; LIMA, M. da G. de S. **Fisiologia da produção**. Viçosa. Ed. UFV, p.492. 2015.

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa de crescimento. In: FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EDUSP, p.331-350, 1986.

MARZARI, V. **Influência da população de plantas, doses de nitrogênio e controle de doenças na produção e qualidade de grãos e sementes de arroz irrigado**. 2005. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

MUELLER, K. et al. Chimeric FLS2 receptors reveal the basis for differential flagellin perception in Arabidopsis and tomato. **Plant Cell**, v. 24, p. 2213–2224, 2012.

OLIVEIRA, G. H. F.; OLIVEIRA JUNIOR, E. A.; ARNHOLD, E. Comparação de tipos de cultivares de milho quanto ao rendimento de grãos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 29-34, 2012.

ORTOLAN, F.; HECKTHEUER, L. H.; ZAVARIZ M. M. Efeito do armazenamento à baixa temperatura (-4 C) na cor e no teor de acidez da farinha de trigo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 1, 2010.

POPINIGIS, F. Controle de qualidade de sementes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 4., 1985, Brasília. **Fisiologia da semente...** Brasília: AGIPLAN, 1985. p.157. 289p.

PAGNUSSATT, F. A. et al. Propriedade das frações proteicas de cultivares de arroz, aveia e trigo. **Rev Inst Adolfo Lutz**. 2011; 70(2):185-92.

RABELLO, A. R. **Identificação de genes responsivos à seca em raiz de arroz de sequeiro (Oryza sativa L.)**. 2008. 80f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Universidade de Brasília, DF, 2008.

RAMPIM, L. M. et al. Ecco1. Desempenho de híbridos simples de milho segunda safra 1 em semeadura direta. **Cultivando o Saber, Cascavel**, v. 6, n. 4, p. 141 - 155, 2013.

REZENDE, R. K. S.; MARQUES, R. F.; MASETTO, T. E. Características morfológicas e produtivas do crambe em função da adubação nitrogenada. **Revista Agrarian**. v. 8, n.29, p.279-286, 2015.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 32. 2018, Farroupilha. Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Cachoeirinha: SOSBAI, 2018. 205 p.

SCIVITTARO, W. B.; MACHADO, M. O. Adubação e calagem para a cultura do arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. (ed.). Arroz Irrigado no Sul do Brasil. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2004. p. 259-303.

SANGOI, L. et al. Variabilidade na distribuição espacial de plantas na linha e rendimento de grãos de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v.11, p. 268-277, 2012.

SILVA, L. S. da. et al. Resposta a doses de nitrogênio e avaliação do estado nutricional do arroz irrigado. **R. Bras. Agrocência**, Pelotas, v. 13, n. 2, p. 189- 194, abr-jun, 2007

SILVA, S. A. **Fontes e Épocas de Aplicação de Nitrogênio em trigo em Plantio Direto no Cerrado**. 80f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Sistemas de Produção) - Universidade Estadual Paulista – Campus de Ilha Solteira, 2009.

SILVA, T. R. G. et al. Fatores abióticos no crescimento e florescimento de plantas. **Research, Society and Development**, v. 10, n.4, e19710413817, 2021.

SISA. 2021. Sistema de Información Simplificado Agrícola. Disponível em: <https://www.argentina.gob.ar/inase/sisa/informes> Acesso em: 10 maio. 2023.

SNIFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, W, P. et al. Desenvolvimento inicial de trigo sob doses de nitrogênio em Latossolo Vermelho de Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.6, p.575-580, 2013.

SOUZA, J. A.; et al. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha irrigado em plantio direto. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 447-45. 2011.

SOSBAI. Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. **Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado**. Farroupilha, RS: SOSBAI, 2018. 205 p.

SOUZA, D.M.G. & LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. In: SOUZA, D.M.G. & LOBATO, E., eds. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília, 2004. p.129-145.

TAIZ, L.; ZEIGER, E; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6ª Ed., Porto Alegre, Artmed, 2017.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, G.; BISSANI, C. A. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2 ed. rev. e ampliada. Porto Alegre-RS: Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 174p. 1995.

TRAVERSA-TEJERO, I. P.; BORTOLOTTI-CANTARELLI, Rogério. Produção orizícola no município de São Gabriel, RS (Brasil). **Journal of the Selva Andina Biosphere**, v. 8, n. 2, p. 80-91, 2020.

ZIEGLER, P. Carbohydrate degradation during germination. In: KIGEL, J.; GALILI,

G. (Ed.). Seed development and germination. New York: MarcelDekker, p.447- 474. 1995.

ZHOU, Z. et al. Composition and functional properties of rice. International Journal of Food **Science and Technology**, v.37, p.849-868, 2002.

ZUCARELI, C.; PANOF F. B.; PORTUGAL G.; FONSECA I. C. B. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na qualidade fisiológica de sementes de milho doce **Rev. bras. sementes** 34.