

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



Tese

Eficiência do uso de nitrogênio em resposta ao vigor das sementes e doses do nutriente: rendimento, qualidade de sementes e grãos de arroz irrigado

Letícia Ramon de Medeiros

Pelotas, 2020.

Letícia Ramon de Medeiros

Eficiência do uso de nitrogênio em resposta ao vigor das sementes e doses do nutriente: rendimento, qualidade de sementes e grãos de arroz irrigado

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas-UFPEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde
Coorientador (es): Prof. Dr. Luis Osmar Braga Schuch
Prof. Dr. Ledemar Carlos Vhal
Pesq. Dr. Ariano Martins de Magalhães Júnior

Pelotas, 2020.

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

M488e Medeiros, Letícia Ramon de

Eficiência do uso de nitrogênio em resposta ao vigor das sementes e doses do nutriente: rendimento, qualidade de sementes e grãos de arroz irrigado. / Letícia Ramon de Medeiros ; Tiago Zanatta Aumonde, orientador. — Pelotas, 2020.

77 f.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2020.

1. Oryza sativa L.. 2. Arroz irrigado. 3. Qualidade de Sementes. 4. Adubação nitrogenada . I. Aumonde, Tiago Zanatta, orient. II. Título.

CDD : 631.521

Letícia Ramon de Medeiros

Eficiência do uso de nitrogênio em resposta ao vigor das sementes e doses do nutriente: rendimento, qualidade de sementes e grãos de arroz irrigado

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

Data da defesa: 04/09/2020.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde (Orientador) Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas.

Prof. Dr. Luis Osmar Braga Schuch Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas.

Prof. Dr. Lilian Vanussa Madruga de Tunes Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria.

Prof. Dr. Cassyo de Araujo Rufino Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas.

Dra. Andreia da Silva Almeida (Bolsista PNPD)

**Dedico este trabalho a minha amada mãe, Haydê Ramon de
Medeiros, que acreditou em mim.**

Agradecimentos

Agradeço a Deus por me guiar e proteger durante esta caminhada.

A minha família pelo apoio em todas as minhas escolhas sempre me incentivando e me orientando para o melhor caminho.

Ao meu companheiro, Rodrigo de Mattos, pelo carinho e dedicação sendo compreensivo e paciente nas horas mais difíceis.

Ao Sr. Renato Arns que me proporcionou a realização da graduação concomitantemente ao trabalho, o que permitiu com que eu estudasse.

Ao pesquisador Arlei Laerte Terres e família pelo carinho, confiança e amizade.

Aos professores orientadores Luis Osmar Braga Schuch e Tiago Zanatta Aumonde pelos ensinamentos, orientação e total apoio para realização deste trabalho.

Aos coorientadores Ariano Martins de Magalhães Júnior e Ledemar Carlos Vahl pela atenção e disponibilidade em atender as demandas que ocorreram no decorrer do desenvolvimento deste trabalho.

A EMBRAPA por fornecer toda estrutura necessária para realização deste trabalho, assim como, disponibilizou mão de obra, transporte e equipamentos.

Aos colegas Juliana Britto Teixeira e Paulo Eduardo Rocha Eberhardt pela amizade, companheirismo e ajuda na condução do trabalho.

As amigas que Marciabela Fernandes Correa, Manoela Andrade Monteiro, Jaqueline Trombetta da Silva, Patrícia Migliorini e Fernanda Xavier que também me auxiliaram na realização do trabalho.

Aos estagiários (as) Larissa Milanesi, Mateus Thiel, Douglas Fagundes, Hueslen Munhões, Taline Munhos e Naiane Reys pelo trabalho árduo.

A coordenação, em especial a Prof.^a Lilian Madruga de Tunes, todos os colegas e funcionários do PPG em Ciência e Tecnologia de Sementes e da EMBRAPA que contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional neste período, me proporcionando ensinamentos com profissionalismo durante esta formação.

A CAPES por conceder a bolsa de estudo que possibilitou que eu realizasse o trabalho.

Muito obrigada!

Resumo

Medeiros, Letícia Ramon de. **Eficiência do uso de nitrogênio em resposta ao vigor das sementes e doses do nutriente: rendimento, qualidade de sementes e grãos de arroz irrigado**. Orientador: Tiago Zanatta Aumonde, 2020. 77f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

A cultura do arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul demanda continuamente de pesquisa buscando a criação de novas tecnologias para melhorar seu potencial produtivo e aumentar sua qualidade. A qualidade inicial das sementes utilizadas pode promover melhor aproveitamento de nutrientes e consequentemente aumentar a qualidade e produtividade do arroz irrigado. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da qualidade de sementes e adubação nitrogenada sobre o desempenho fisiológico e produtivo (Capítulo 1) qualidade de sementes e grãos (Capítulo 2) e eficiência de uso do nitrogênio em arroz irrigado (Capítulo 3). Os tratamentos foram compostos por duas cultivares de arroz irrigado, BRS Pampeira e IRGA 424 CL, com dois níveis de qualidade de sementes e cinco doses de adubação nitrogenada, (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições no esquema fatorial 2x5, para cada cultivar. A qualidade inicial das sementes utilizadas na semeadura foi determinada pelo tríplice teste e teste de frio. A utilização de sementes com diferentes níveis de qualidade não afetou o rendimento de sementes, os componentes do rendimento, a estatura de plantas, qualidade fisiológica das sementes e qualidade comercial de grãos, o índice de colheita e a eficiência de uso do nitrogênio. A análise de variância não detectou interações entre qualidade de sementes e doses de N para nenhuma das variáveis analisadas. O índice de colheita e a eficiência de utilização do nitrogênio diminuíram com o incremento da adubação nitrogenada.

Palavra-chave: *Oryza sativa* L., arroz irrigado, qualidade de sementes adubação nitrogenada.

Abstract

Medeiros, Letícia Ramon de. **Efficiency of nitrogen use in response to seed vigor and nutrient doses: yield, seed quality and irrigated rice grains.** Advisor: Tiago Zanatta Aumonde, 2020. 77f. Thesis (Doctorate in Sciences) - Postgraduate Program in Seed Science and Technology, Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2020.

The cultivation of irrigated rice in the State of Rio Grande do Sul demands continuous research in order to create new technologies to improve its productive potential and increase its quality. The initial quality of the seeds used can promote better use of nutrients and consequently increase the quality and productivity of irrigated rice. The objective of this work was to evaluate the effect of seed quality and nitrogen fertilization on the physiological and productive performance (Chapter 1) quality of seeds and grains (Chapter 2) and nitrogen use efficiency in irrigated rice (Chapter 3). The treatments consisted of two irrigated rice cultivars, BRS Pampeira and IRGA 424 CL, with two levels of seed quality and five doses of nitrogen fertilization (0, 60, 120, 180 and 240 kg ha⁻¹). The experimental design was a randomized block with four replications in a 2x5 factorial scheme, for each cultivar. The initial quality of the seeds used for sowing was determined by the triple test and the cold test. The use of seeds with different levels of quality did not affect seed yield, yield components, plant height, physiological seed quality and commercial grain quality, harvest rate and nitrogen use efficiency. The analysis of variance did not detect interactions between seed quality and N doses for any of the analyzed variables. The harvest rate and the efficiency of nitrogen use decreased with the increase in nitrogen fertilization.

Key words: *Oryza sativa* L., irrigated rice, seed quality, nitrogen fertilization.

Lista de Figuras

Capítulo 1

Figura 1. Estatura de plantas (cm) (A); clorofila total (ICF) (B) matéria seca da parte aérea (MSPA) (Kg ha^{-1}) (C) de cultivares de arroz irrigado no início da diferenciação da panícula em função da dose de N, no Município de Capão do Leão-RS, safra 2016/2017.....28

Figura 2. Estatura de plantas (cm) (A); clorofila total (ICF) (B); matéria seca da parte aérea (MSPA) (Kg ha^{-1}) (C); índice vegetativo (NDVI) (D) de cultivares de arroz irrigado na floração em função da dose de N, no Município de Capão do Leão-RS, safra 2016/2017.....30

Figura3. Massa de mil sementes (g) (A) e índice de colheita (B) de cultivares de arroz irrigado em função da dose de N aplicada em cobertura, no Município de Capão do Leão-RS, safra 2016/2017.....33

Figura 4. Matéria seca da parte aérea (MSPA) (Kg ha^{-1}) (A), número de panículas m^{-2} (B), número de sementes por panículas(C); rendimento de grãos Kg ha^{-1} (D) de cultivares de arroz irrigado em função da dose de N aplicada em cobertura, no Município de Capão do Leão-RS, safra 2016/2017.....34

Capítulo 2

Figura 1. Germinação (%) (A); primeira contagem de germinação (%) (B); envelhecimento acelerado (%) (C); teste de frio (%) (D) de cultivares de arroz irrigado em função da dose de N, no Município de Capão do Leão-RS, safra 2016/2017.....49

Figura 2. Grau de opacidade menor que 1/3 dos grãos (%) (A) e grau de opacidade entre 1/3 e 2/3 dos grãos (%) (B) de cultivares de arroz irrigado em função da dose de N, no Município de Capão do Leão-RS, safra 2016/2017.....51

Capítulo 3

Figura 1. N acumulado até R1 (kg ha^{-1}) (A); N acumulado até a antese (kg ha^{-1}) (B) e N acumulado após a antese (kg ha^{-1}) (C), na parte vegetativa da planta, de cultivares de arroz irrigado em função da dose de N, no Município de Capão do Leão-RS, safra 2016/2017.....65

Figura 2. N acumulado na parte vegetativa na maturação (kg ha^{-1}) (A); N acumulado nas sementes (kg ha^{-1}) (B) e N total na planta na maturação (kg ha^{-1}) (C) de cultivares de arroz irrigado em função da dose de N, no Município de Capão do Leão-RS, safra 2016/2017.....67

Figura 3. Remobilização de N para a semente (kg de N ha⁻¹) (A); eficiência de remobilização do N (%) (B); eficiência de absorção de N (Kg de N matur./Kg de N suprido) (C); eficiência de utilização do N(Kg de sementes/ Kg de N na maturação) (D); de cultivares de arroz irrigado em função da dose de N, no Município de Capão do Leão-RS, safra 2016/2017.....68

Lista de Tabelas

Capítulo 1

Tabela 1 – Caracterização dos lotes de sementes de duas cultivares de arroz irrigado através do vigor pelo tríplice teste e teste de frio. Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, RS, 2016.....25

Tabela 2 – Número de panículas m^{-2} , número de grãos por panícula, peso de 1000 sementes (g) e rendimento de grãos ($kg\ ha^{-1}$) em cultivares de arroz irrigado, em função da qualidade das sementes na média de cinco níveis de nitrogênio aplicados em cobertura, safra 2016/2017, UFPEL, Capão do Leão.....27

Capítulo 2

Tabela 1 – Caracterização dos lotes de sementes de duas cultivares de arroz irrigado através do vigor pelo tríplice teste e teste de frio. Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, RS, 2016.....44

Capítulo 3

Tabela 1 – Caracterização dos lotes de sementes de duas cultivares de arroz irrigado através do vigor pelo tríplice teste e teste de frio. Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, RS, 2016.....62

Sumário

1. Introdução Geral.....	13
2. Revisão Bibliográfica.....	15
3. Capítulo 1. Desempenho fisiológico e produtivo de arroz irrigado em função da qualidade de sementes e doses de nitrogênio.....	21
3.1. Introdução.....	22
3.2. Material e Métodos.....	23
3.3. Resultados e Discussão.....	27
3.4. Conclusões.....	34
3.5 Referências Bibliográficas.....	35
4. Capítulo 2. Qualidade fisiológica de sementes e qualidade de grãos de arroz irrigado em função da qualidade de sementes utilizadas na semeadura e da adubação nitrogenada.....	39
4.1. Introdução.....	40
4.2. Material e Métodos.....	42
4.3. Resultados e Discussão.....	46
4.4. Conclusões.....	51
4.5 Referências Bibliográficas.....	52
5. Capítulo 3. Eficiência de uso do nitrogênio de cultivares de arroz irrigado em função da qualidade de sementes e adubação nitrogenada.....	57
5.1. Introdução.....	57
5.2. Material e Métodos.....	60
5.3. Resultados e Discussão.....	64
5.4. Conclusões.....	69
5.5 Referências Bibliográficas.....	69
6. Considerações finais.....	73
7. Referências Bibliográficas.....	74

1. Introdução Geral

O arroz (*Oryza sativa* L.) está entre os cereais mais produzidos e consumidos, juntamente com o milho e o trigo, se destacam pela sua importância na alimentação humana. Sua produção no mundo ocupa uma área de 161 milhões de hectares que corresponde a uma produção de 756,5 milhões de toneladas do grão em casca (REUNIÃO TÉCNICA..., 2018). No Brasil, o Rio Grande do Sul é o principal estado produtor de arroz, utilizando o sistema irrigado por inundação onde são cultivados cerca de um milhão de hectares de arroz, com produtividade média superior a 7000 kg ha⁻¹ de grãos.

A qualidade de grãos e sementes de arroz irrigado é um dos fatores mais importantes para comercialização do produto, assim como, a utilização da semente para o estabelecimento da lavoura e a mesma está relacionada com a população de plantas, o manejo do nitrogênio e a ocorrência de doenças, entre outras práticas de cultivo do arroz (MARZARI *et al.* 2007).

Nos últimos anos aumentou as pesquisas relativas às características dos solos e adubação de arroz irrigado na Região Sul do Brasil buscando informações sobre a resposta da cultura a fontes, doses e épocas de aplicação de nitrogênio, fósforo, potássio e de alguns micronutrientes (LEITE *et al.*, 2011). O nitrogênio é um macronutriente primário, essencial para as plantas, por participar da síntese de proteínas, aminoácidos e de precursores importantes no metabolismo das plantas (SOUZA *et al.*, 2010).

O baixo aproveitamento dos fertilizantes nitrogenados pela cultura do arroz em solos alagados está associado, entre outros fatores, a desnitrificação, processo de redução do nitrato presente na matéria orgânica através da ação de microorganismos anaeróbios, cuja velocidade deste depende da presença de material orgânico de fácil decomposição, do tipo de microorganismo, do pH do solo e da temperatura (VAHL & SOUZA, 2004).

O tipo de planta e as condições climáticas são os fatores mais importantes que influenciam no estabelecimento dos níveis de adubação nitrogenada, havendo forte interação entre os fatores e o N quanto ao aproveitamento da radiação fotossinteticamente ativa (VAHL, 2004).

Em quantidade adequada no tecido, o nitrogênio aumenta a área foliar, torna mais eficiente de interceptação da radiação solar e a taxa fotossintética, aumentando o número de perfilhos, número de panículas, número de grãos e tamanho dos grãos, refletindo em aumento de produtividade de arroz (SMIDERLE *et al.*, 2011). A obtenção de grãos inteiros no beneficiamento também é conferida à adubação nitrogenada sabendo-se pouco sobre a ocorrência de defeitos e alterações em outros componentes dos grãos (SILVA *et al.*, 2013).

De acordo com Tilmann & Miranda (2006), vigor é conjunto de propriedades da semente que define o nível de desempenho da mesma ou do lote na germinação e emergência de plântulas, no entanto, a influência do vigor da semente na fase de planta necessita de esclarecimentos. Os fatores ambientais responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento das culturas influenciam o vigor, assim como, fatores específicos como grau de fertilidade do solo possam vir a determinar influencias mais definidas com relação ao desempenho de sementes (COSTA *et al.*, 1983).

A emergência de plântulas e o estabelecimento das culturas à campo é afetado de forma direta pelo vigor, podendo ainda influenciar o desempenho de plantas e aspectos como taxa e uniformidade de germinação de sementes, emergência, crescimento de plântulas no laboratório e no campo, habilidade de emergência de plântulas em condições ambientais desfavoráveis, além de vigor de sementes poder afetar crescimento e rendimento (SCHUCH *et al.* 1999).

O desenvolvimento de cultivares e de práticas de manejo das culturas que favoreçam a o uso eficiente do nitrogênio visando aumentar os rendimentos de grãos, são de grande interesse devido ao aumento dos custos dos fertilizantes nitrogenados (SCHUCH *et al.* 1999). Portanto há necessidade de pesquisas sobre a extensão dos efeitos do vigor sobre o desempenho de plantas e eficiência de utilização do nitrogênio.

2. Revisão Bibliográfica

O arroz irrigado necessita de apoio contínuo da pesquisa através da aplicação de novas tecnologias buscando melhorar a expressão do potencial produtivo aumentando a rentabilidade e a qualidade (LEITE *et al.*, 2011).

Assim como a maioria das culturas, o arroz tem como o nitrogênio e o potássio os nutrientes mais absorvidos, sendo que depois do K, o N é o nutriente mineral que a planta mais acumula (SMIDERLE *et al.*, 2011). A matéria seca do arroz contém de 2 a 4% de nitrogênio (BARBOSA FILHO, 1987).

Em níveis adequados o nitrogênio promove aumento da área foliar, proporcionando melhor eficiência na interceptação da radiação solar e na taxa fotossintética e, conseqüentemente, aumento da produtividade de grãos devido o mesmo ser componente estrutural essencial da molécula de clorofila (BUZETTI *et al.*, 2006).

A maior exigência da cultura em nitrogênio para produção de grãos é na fase reprodutiva no início da diferenciação da panícula (VAHL, 2004). As formas de absorção de N pelas plantas são preferencialmente através do amônio (NH_4^+) e o nitrato (NO_3^-), assim como, compostos nitrogenados simples como a uréia e ácidos orgânicos, embora pouco encontrados na forma livre no solo (BISSANI *et al.* 2008). Os microorganismos transformam o N orgânico, disponível no solo proveniente da decomposição e da mineralização da matéria orgânica, nas formas absorvidas pela planta (SCIVITARRO & MACHADO, 2004).

Devido à adubação nitrogenada influenciar a quantidade de proteínas presentes nas sementes, alguns trabalhos estudam a sua influencia sobre a qualidade fisiológica (FAVARATO *et al.* 2011, CRUSCIOL *et al.* 2003, PRANDO *et al.* 2012).

Condições adversas de clima, solo e planta influenciam a baixa eficiência nutricional sendo necessário conhecer o efeito destes na absorção e na utilização de nutrientes pela planta (FAGERIA, 1998). Em solo de várzea a eficiência de recuperação de N está em torno de 40% pelo arroz irrigado (FAGERIA *et al.*, 2003).

Souza *et al.* (2010) com o objetivo de estudar os efeitos da calagem e da adubação nitrogenada sobre a produção e qualidade fisiológica das sementes de três cultivares de arroz concluíram que a calagem e a adubação nitrogenada não influenciaram na produtividade e na qualidade fisiológica das sementes das cultivares avaliadas.

Em trigo, o aumento das doses de N proporcionou maior vigor às sementes, maior teor de nitrogênio e reduziu a lixiviação de potássio das sementes (FAVARATO *et al.*, 2011). Em sementes de feijão as doses de nitrogênio não influenciaram sobre a germinação e vigor de sementes e produtividade, no entanto, o fornecimento da dose de 25 kg/ha de N na semeadura, proporcionou aumento dos valores dos componentes de produção e adubação nitrogenada em cobertura aumentou o tamanho das sementes (CRUSCIOL *et al.*, 2003). Prando *et al.* (2012) avaliaram as formas de ureia e doses de nitrogênio em cobertura sobre a qualidade fisiológica de sementes de trigo verificando que não alteram a qualidade fisiológica das sementes de diferentes genótipos de trigo.

A produtividade de grãos está diretamente relacionada com a adubação nitrogenada devido N ser componente da clorofila aumentando a área foliar da planta, a eficiência de interceptação da radiação solar taxa fotossintética (FAGERIA *et al.*, 2003).

A dose de N para adubação na cultura do arroz irrigado é recomendada com base no teor de matéria orgânica presente no solo e a expectativa de resposta à adubação (média, alta, muito alta), podendo variar de 70 a 150 kg de N por hectare (REUNIÃO TÉCNICA..., 2018). No entanto, entre outros fatores que influenciam a resposta a adubação nitrogenada está a escolha da cultivar, sendo que, cultivares do tipo moderno, as mais utilizadas atualmente, apresentam capacidade de resposta a N superior devido serem de porte mais baixo e mais perfilhadoras.

Freitas *et al.* (2008), com o objetivo de avaliar o rendimento de grãos e a eficiência técnica, econômica e agrônômica do N aplicado em cobertura de arroz irrigado, semeado no mês de dezembro no Estado do Rio Grande do Sul determinaram que o rendimento de grãos e a resposta à adubação nitrogenada em cobertura foram menores na época tardia em relação à preferencial; as

doses de máxima eficiência técnica e econômica diminuíram com o atraso da época de semeadura, e a eficiência agrônômica do N aplicado em cobertura diminuiu com esse atraso e com o incremento da dose; o número de panículas m^{-2} foi um dos componentes de rendimento mais limitante da obtenção de elevado rendimento de grãos em semeadura tardia, por não responder à adubação nitrogenada em cobertura.

A utilização de quantidade adequada de adubação nitrogenada, na fase apropriada, pode aumentar a eficiência de recuperação de nitrogênio (FABRE *et al.*, 2011). Schuch *et al.* (1999) determinaram que na cultivar de aveia preta EMBRAPA 29 a utilização de sementes de baixo vigor associada a presença de adubação nitrogenada reduziu o rendimento biológico, índice de área foliar e o acúmulo de nitrogênio na antese. Também observaram que na presença de adubação com N aumentou o acúmulo de nitrogênio nos tecidos vegetativos e nas sementes, assim como, a remobilização de N para as sementes.

Costa *et al.* (1983) constataram que diferentes níveis de adubação nitrogenada em arroz irrigado não condicionaram aumento no conteúdo de proteínas nas sementes. Assim como ocorre com outros nutrientes, como por exemplo, aplicação de boro na forma de borato de sódio na dosagem de 10 Kg ha^{-1} , nos diferentes estádios de crescimento, não influencia o rendimento de grãos, os componentes do rendimento, nem a qualidade fisiológica das sementes de arroz irrigado, cultivar IRGA 422 CL (LEITE *et al.*, 2011).

Observa-se que doses de adubação nitrogenada em arroz influencia também a ocorrência de doenças como observado por Lenz *et al.* (2009), que determinaram que as cultivares apresentaram maior suscetibilidade à *Rhizoctonia solani* na medida em que se aumentou a dose de N.

Kolchinski & Schuch (2003), avaliaram os efeitos da adubação nitrogenada em diferentes épocas e doses de aplicação sobre atributos de desempenho industrial e na qualidade fisiológica de sementes em aveia branca concluíram que as disponibilizações de N não afetaram o rendimento industrial e a qualidade fisiológica das sementes. Já o incremento, nas doses de adubação nitrogenada reduziu o peso do hectolitro, elevou a concentração de proteína nas cariopses e a produção de proteína (KOLCHINSKI & SCHUCH, 2004). Ainda em aveia branca, Kolchinski & Schuch (2002) determinaram que

as épocas de aplicação de N não afetaram o rendimento de grãos, a acumulação de N nos grãos, a remobilização e eficiência remobilização do N, e eficiência de uso de N. Quanto as cultivares utilizadas, UFRGS 19 e UPF 18 apresentaram maior potencial de resposta à adubação nitrogenada para produção de MS e acúmulo de N no florescimento, remobilização do N e eficiência da fertilização nitrogenada do que os cultivares CTC 5 e UFRGS 15 (KOLCHINSKI & SCHUCH, 2003).

Schuch *et al.* (2000) determinaram que em aveia preta, as diferenças no vigor de sementes não afetam o rendimento de grãos e os componentes do rendimento; plantas provenientes de sementes de menor vigor são mais eficientes na alocação do rendimento biológico; ocorrem diferenças genotípicas na resposta ao vigor das sementes para algumas características ligadas a eficiência no uso de nitrogênio. De acordo com os autores, diferenças no vigor das sementes e na população de plantas não afetam o rendimento biológico, a qualidade fisiológica das sementes produzidas, a remobilização, a eficiência de remobilização, a eficiência de utilização e a concentração de nitrogênio nos tecidos na maturação, em aveia preta.

Abreu *et al.* (2002), analisaram o crescimento a campo e a utilização de nitrogênio em diferentes populações de uma cultivar de aveia branca, determinando que o teor de nitrogênio nos grãos reduz linearmente com a redução na população de plantas enquanto que na parte vegetativa não é influenciado. Conforme os autores, a acumulação de nitrogênio nos grãos não apresenta influência das populações consideradas enquanto que a acumulação na parte vegetativa e acumulação total de nitrogênio na parte aérea aumentam linearmente em função de acréscimo na população de plantas.

Conforme Scivittaro & Gomes (2006), o baixo aproveitamento de adubação nitrogenada em arroz irrigado é devido às diversas formas de N utilizadas além das reações e processos complexos no qual está envolvido, tornando a situação preocupante devido à baixa eficiência das adubações nitrogenadas limitando a produtividade e aumentando o custo de produção, podendo ainda ocasionar problemas de poluição ambiental.

Passos *et al.* (2015), com o objetivo de identificar a eficiência do uso do nitrogênio de cultivares de arroz em solos de várzea tropical determinaram que

existe variabilidade genética entre as cultivares avaliadas com relação a altura de plantas, número de panículas por m², número de dias para maturação, índice de clorofilas a e b e total, massa de 100 grãos e produtividade de grãos.

O efeito de doses de adubação nitrogenada foi avaliado sobre o rendimento do beneficiamento, incidência de grãos gessados e barriga branca, teores de proteína e de amilose nos grãos polidos da variedade de arroz irrigado IRGA 422 CL por Silva *et al.* (2013). Os autores concluíram que as doses em cobertura de adubação nitrogenada influenciaram positivamente o rendimento de grãos inteiros e negativamente a percentagem de grãos quebrados, positivamente o teor de proteína e negativamente o teor de amilose, nos grãos polidos da variedade de arroz irrigado IRGA 422 CL.

São muitos os trabalhos que relatam sobre a importância do N no rendimento de grãos, no maior do número de afixos e de panículas do arroz (LOPES *et al.*, 1996; FAGERIA, 2007). Farinelli *et al.* (2004) citam que a adubação nitrogenada promove aumento no número de espiguetas, massa de grãos o número de panículas m⁻², número de grãos panícula⁻¹. Guimarães e Stone (2003) constataram aumento de produtividade de arroz com doses de N variando de 68 a 100 kg/ha, dependendo do modo de aplicação e do sistema de rotação de culturas. Contudo, para a aplicação de nitrogênio que visa obter melhores respostas, deve-se considerar práticas de manejo mais adequadas e o uso de cultivares mais eficientes na absorção e utilização de N (FIDELIS *et al.*, 2011).

O acúmulo de matéria seca no arroz aumenta um pouco até o perfilhamento, intensificando-se a partir de então até o florescimento, podendo os grãos corresponder à metade do peso de matéria seca acumulada no final do ciclo, e cerca de 60 % do nitrogênio absorvido é encontrados nos grãos (BARBOSA FILHO, 1987).

De acordo com Ferraz (1987), a capacidade produtiva de uma planta de arroz depende da eficiência fotossintética e da velocidade com que os fotossintatos são alocados para as espiguetas.

Alvarez *et al.* (2005) com o objetivo de avaliar o acúmulo de matéria seca, marcha de absorção de nitrogênio e índice de colheita de cultivares de arroz de terras altas com diferentes tipos de plantas verificaram que independentemente

da cultivar, cerca de 82% do N-total foi absorvido no período entre o estágio de ativo perfilhamento e o de florescimento. A marcha de absorção pode ser afetada pelo clima, cultivares e pelo sistema de cultivo (BARBOSA FILHO, 1987).

3. Capítulo 1 - Desempenho fisiológico e produtivo de arroz irrigado em função da qualidade de sementes e doses de nitrogênio

Resumo

Objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho fisiológico e produtivo e a influência dos níveis de adubação nitrogenada na produção de arroz irrigado em função da qualidade de sementes utilizadas. Foram avaliadas duas cultivares de arroz irrigado, BRS Pampeira e IRGA 424 CL, das quais os tratamentos foram compostos por nível alto e baixo de qualidade de sementes e cinco doses de adubação nitrogenada, (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹) na safra 2016/17. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições no esquema fatorial 2x5 (níveis de qualidade de sementes x doses de N). Os dados foram submetidos à análise de variância e os efeitos das interações pelo teste F a 5% de probabilidade. Quando F foi significativo, para o fator qualitativo utilizou-se o teste de Tukey a 5% e regressão polinomial para o fator quantitativo. A análise de variância não detectou interações entre qualidade de sementes e doses de N em nenhuma das variáveis analisadas. O máximo rendimento de grãos ocorre na dose 112 kg de N ha⁻¹ para a cultivar IRGA 424 CL e na dose 76 kg de N ha⁻¹ para a cultivar BRS Pampeira, sendo que doses superiores reduzem o rendimento.

Palavra-chave: *Oryza sativa* L., adubação nitrogenada, produtividade.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the physiological and productive performance of the influence of nitrogen fertilization levels on irrigated rice production as a function of seed quality. Two cultivars of irrigated rice, BRS Pampeira and IRGA 424 CL were evaluated, of which the treatments were composed by high and low level of seed quality and five doses of nitrogen fertilization (0, 60, 120, 180 and 240 kg ha⁻¹) in the 2016/17 harvest. The experimental design was a randomized block design with four replicates in the 2x5 factorial scheme (seed quality levels vs. N rates). The data were submitted to analysis of variance and the effects of the interactions by the F test at 5% probability. When F was significant, the Tukey test at 5% and polynomial regression for the quantitative factor were used for the qualitative factor. The analysis of variance did not detect interactions between seed quality and N doses in any of the analyzed variables. Maximum grain yield occurs at 112 kg N ha⁻¹ for IRGA 424 CL and 76 kg N ha⁻¹ for BRS Pampeira, and higher doses reduce yield.

Key words: *Oryza sativa* L., nitrogen fertilization, productivity.

3.1 Introdução

A disponibilidade de nutrientes na formação de sementes relacionadas ao nitrogênio apresenta grande efeito sobre este processo, produtividade e qualidade fisiológica das sementes produzidas por ser decisivo na síntese de ácidos nucleicos e proteínas (PESKE *et al.*, 2006).

O nitrogênio é componente da clorofila e seus efeitos fisiológicos nas plantas, como o aumento dos componentes de rendimento e na produtividade, ocorre devido à maior eficiência fotossintética (FIDELIS *et al.*, 2011). As clorofilas são os pigmentos naturais fotossintéticos, de coloração verde, presentes nas plantas e ocorrem nos cloroplastos das folhas, sua quantidade varia de acordo com a espécie (STREIT *et al.*, 2005). De acordo com Peng *et al.* (1993) a intensidade da coloração verde das folhas se correlaciona com o teor de clorofila e o de N na folha de arroz, entre outras culturas.

Em quantidade adequada no tecido, o nitrogênio aumenta a área foliar, torna mais eficiente de interceptação da radiação solar e a taxa fotossintética, aumentando o número de perfilhos, número de panículas, número de grãos e tamanho dos grãos, refletindo em aumento de produtividade de arroz (SMIDERLE *et al.*, 2011).

No entanto, entre outros fatores que influenciam a resposta a adubação nitrogenada está a escolha da cultivar, sendo que, cultivares pertencentes ao grupo “moderno-filipino”, devido a sua arquitetura de plantas geralmente respondem a doses mais altas de nitrogênio (TERRES *et al.*, 1998). Estas cultivares são mais utilizadas atualmente no Brasil, apresentam capacidade de resposta a N superior devido serem de porte mais baixo e mais perfilhadoras.

A desuniformidade de emergência reflete em atraso no estabelecimento de plantas comprometendo o desempenho da cultura em desenvolvimento, interferindo na qualidade do produto e nas características da planta relacionadas à eficiência da colheita, portanto, o desempenho das sementes a campo pode provocar efeitos sobre a produção final (PESKE *et al.*, 2006).

De acordo com Krzyzanowski *et al.* (2018) sementes de alta qualidade resultam em alto desempenho de plântulas gerando plantas fortes e vigorosas que se desenvolvem bem mesmo em diferentes condições edafoclimáticas.

Em arroz irrigado, as plantas originadas de sementes de alto vigor apresentam desempenho superior em relação às originadas de sementes de baixo vigor para os parâmetros matéria seca de plantas, área foliar, altura, número de perfilhos, panículas por planta e rendimento biológico, independentemente do sistema de distribuição das plantas ao longo da linha de semeadura (MELO *et al.*, 2006). Este desempenho também pode estar associado a um aumento na eficiência de uso dos nutrientes e do índice de colheita (I.C.), que representa a capacidade produtiva da planta de arroz definida pela eficiência do transporte de fotoassimilados para o grão (PARANHOS *et al.*, 1991).

Portanto, o objetivo com este trabalho foi avaliar o desempenho fisiológico e produtivo sob a influência de níveis de adubação nitrogenada na produção de arroz irrigado em função da qualidade de sementes utilizadas em duas cultivares.

3.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido na safra 2016/17 na área experimental da Estação Experimental de Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, no Município de Capão do Leão-RS, 31°52' 00" de latitude sul e 52° 21' 24" longitude oeste. O sistema de cultivo utilizado foi convencional sobre um Planossolo Háplico, classe textural 4,0; 17% de argila, 1,6% de M.O; 19 e 43,0 mg dm⁻³ de P e K, respectivamente; CTC igual a 3,1 e pH em água de 5,2.

Foram utilizadas duas cultivares de arroz irrigado BRS Pampeira e IRGA 424 CL. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições no esquema fatorial 2x5 composto por dois níveis de qualidade de sementes e cinco níveis de adubação nitrogenada aplicados em cobertura (0, 60, 120, 180 e 240 kg de N ha⁻¹). A qualidade dos lotes foi determinada pelos seguintes testes de vigor: tríplice teste e teste de frio, conforme apresentado na Tabela 1, conforme Amaral *et al.* (1995) para o tríplice teste e Barros *et al.* (1999) para o teste de frio.

Os lotes de sementes foram obtidos de produtores de sementes da região do Município de Pelotas cadastrados junto a Comissão de Sementes e Mudas

do Estado do Rio Grande do Sul-CESM/RS, safra 2016/17. Todos os lotes foram tratados com o fungicida registrado para cultura do arroz, Maxim XL, na dose equivalente a dose de bula, de 200 ml de produto comercial para 100 Kg de sementes.

As cultivares utilizadas são recomendadas para cultivo no Rio Grande do Sul, sendo caracterizadas conforme REUNIÃO TÉCNICA...(2016) como segue:

BRS Pampeira - Possui ciclo biológico de 133 dias da emergência à maturação, sendo classificada como cultivar de ciclo médio para o RS. Apresenta estatura de 95 cm. As plantas são do tipo moderno, de alta capacidade de perfilhamento e folhas pilosas. Os grãos são longo-fino, do tipo “agulhinha”, com rendimento de inteiros superior a 62%, baixa incidência de centro-branco e textura solta e macia após a cocção. Destaca-se quanto à produtividade de grãos com potencial acima de 10 ton/ha, tolerância ao acamamento e resistência à doenças. Apresenta excelente qualidade de grãos no que tange às características industriais e culinárias.

IRGA 424 CL - Esta cultivar, registrada como IRGA 424RI, é essencialmente derivada da IRGA 424. Apresenta resistência aos herbicidas Only® e Kifix®, sendo uma alternativa de manejo para o controle do arroz daninho. É de ciclo médio com alto potencial de produtividade dos grãos, é resistente à brusone na folha e na panícula, sendo uma excelente alternativa de cultivo em áreas com histórico de ocorrência de arroz daninho e incidência de brusone. Além disso, é resistente à toxidez por excesso de ferro no solo.

Para o triplice teste utilizou-se caixas de gerbox contendo 200 mL de solo, o qual foi umedecido com 60 mL de água destilada, sendo posteriormente semeadas 40 sementes de arroz, cobertas com 100 mL de solo e adicionado 30 mL de água destilada. Em seguida as caixas foram levadas ao germinador a 30°C, sendo que o percentual de plantas emergidas em 72h expressa o vigor (AMARAL *et al.*, 1995). O Teste de frio realizado conforme descrito por Barros *et al.* (1999), sendo distribuídas 4 subamostras de 50 sementes em substrato de papel de germinação previamente umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos de papel foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos em câmara BOD por sete dias à temperatura de 10 °C. Após este período, os rolos foram transferidos para o

germinador, e mantidos nas mesmas condições do teste de germinação, sendo realizada a contagem de plântulas normais após sete dias.

Tabela 1 – Caracterização dos lotes de sementes de duas cultivares de arroz irrigado através do vigor pelo tríplice teste (%) e teste de frio (%). Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, RS, 2016.

Cultivares	Níveis de qualidade	Tríplice teste (%)	Teste de frio (%)
IRGA 424 CL	Alta	94	72
IRGA 424 CL	Baixa	83	63
BRS Pampeira	Alta	94	70
BRS Pampeira	Baixa	68	59

A semeadura foi realizada em 26/11/2016, utilizando semeadora de parcelas composta de 9 linhas de 5 m espaçadas de 0,2 m entre si. As práticas de manejo da cultura foram realizadas de acordo com as Recomendações Técnicas para o Cultivo de Arroz Irrigado no Sul do Brasil, (REUNIÃO TÉCNICA..., 2016).

Como adubação de base foi aplicada uma dose equivalente a 260 kg ha⁻¹ da fórmula 5-25-25. A fonte de nitrogênio em cobertura utilizada foi uréia, aplicando-se a metade da dose imediatamente antes da entrada de água de inundação, no estágio V3-V4, e a outra metade por ocasião do início da diferenciação da panícula (IDP).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância sendo os efeitos dos tratamentos e interações, avaliados pelo teste F a 5% de probabilidade. Quando F foi significativo utilizou-se o teste de Tukey a 5% para o fator qualitativo e regressão polinomial para o fator quantitativo utilizando-se o software Winstat 1.0.

As determinações foram realizadas por ocasião do início da diferenciação da panícula (IDP), do florescimento e da maturação, segundo Counce *et al.* (2000).

Por ocasião do início da diferenciação da panícula foi determinada a estatura de plantas, matéria seca da parte aérea (MSPA) e índice de clorofila Falker (ICF). A estatura de plantas foi determinada com o auxílio de uma régua graduada colocada na superfície do solo na base da planta, medindo-se a altura até o ápice da folha mais alta, sendo avaliadas 10 plantas escolhidas ao acaso. Para a determinação da matéria seca da parte aérea foram marcados 2m em uma linha da área útil de cada parcela, onde as plantas presente foram cortadas rente ao solo e o material foi submetido à secagem em estufa a 55°C por 72 horas e pesadas em balança de precisão. A análise do Índice de Clorofila Falker foi realizada com um medidor portátil marca Falker, ClorofiLOG® modelo CFL1030 (FALKER, 2008). Foi avaliado o terço médio da última folha com o anel visível do colmo principal. Nesta avaliação considerou-se o índice de clorofila total que é dada pela soma das clorofilas *a* e *b*. A clorofila *a* é o pigmento utilizado para realizar a fase fotoquímica da fotossíntese, enquanto que os demais pigmentos são considerados pigmentos acessórios por auxiliarem na absorção de luz e na transferência da energia radiante para os centros de reação no processo fotossintético (TAIZ & ZIEGER, 2013).

No período de florescimento foram realizadas as mesmas determinações executadas no início da diferenciação da panícula, com o diferencial de que a estatura de plantas foi determinada até a extremidade superior da panícula mais alta, e a determinação do índice de clorofila Falker foi executado no terço médio da folha bandeira do colmo principal. Nessa época foi determinado também o índice vegetativo (NDVI). As medições da reflectância do dossel vegetativo foram realizadas com sensor óptico ativo Greenseeker®, quando as parcelas atingiram o pleno florescimento, sendo estimado o Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI – Normalized Difference Vegetation Index) que pode variar de 0.00 a 0.99 (TRIMBLE, 2019). As leituras foram realizadas com o equipamento posicionado paralelamente às linhas da cultura, com 0,6 a 0,8 m acima do dossel, sendo avaliadas as linhas centrais das parcelas.

Por ocasião da maturação foram coletadas todas as plantas presentes em dois metros em uma linha da área útil das parcelas para a determinação da

matéria seca da parte aérea, sendo considerados neste trabalho a matéria seca da parte aérea de toda a planta, com exceção das sementes, que foram pesados separadamente os componentes sementes e material vegetativo para obtenção do índice de colheita. O índice de colheita (IC) foi calculado pela fórmula: $IC = \text{rendimento de grãos} / \text{rendimento de biomassa} \times 100$ (PEREIRA & MACHADO, 1987). O número de panículas por m^{-2} foi determinado pela contagem das panículas presentes nesses dois metros de linha e transformado em metros quadrados. Para a determinação do número de sementes por panícula foram coletadas ao acaso 20 panículas em cada parcela e contado o número de sementes. Para o peso de 1000 sementes foi utilizado um contador digital de sementes e pesagem de uma amostra de 1000 sementes pertencentes a área útil da parcela, com o uso de balança digital de precisão. O rendimento de grãos foi determinado pela colheita da área útil das parcelas, representada por cinco linhas de quatro metros de comprimento, em um total de quatro metros quadrados. Os valores foram transformados em $kg\ ha^{-1}$ e corrigidos para 13%.

3.3 Resultados e Discussão

A análise de variância não detectou interações entre qualidade de sementes e doses de N para nenhuma das variáveis analisadas. A qualidade de sementes utilizadas na semeadura, fator qualidade de sementes, não afetou nenhum parâmetro avaliado, com exceção do número de panículas por metro quadrado da cultivar IRGA 424 CL, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Número de panículas m^{-2} , número de grãos por panícula, peso de 1000 sementes (g) e rendimento de grãos ($Kg\ ha^{-1}$) em cultivares de arroz irrigado, em função da qualidade das sementes na média de cinco níveis de nitrogênio aplicados em cobertura, safra 2016/2017, UFPEL, Capão do Leão.

Cultivares	Qualidade de sementes	Nº de panículas m^{-2}	Nº de grãos por panícula	Peso de 1000 sementes (g)	Rendimento de grãos ($Kg\ ha^{-1}$)
IRGA 424	Alta	652 a	100 a	25 a	7454 a
CL	Baixa	621 b	104 a	26 a	7619 a

CV (%)	-	7,31	10,19	9,43	7,78
BRS	Alta	596 a	102 a	27 a	7838 a
Pampeira	Baixa	613 a	99 a	28 a	7650 a
CV (%)	-	8,34	8,34	6,06	7,78

Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Por ocasião das avaliações realizadas no período de início da diferenciação da panícula, já havia sido aplicado 50% da dose de nitrogênio de cada tratamento, uma vez que a primeira parcela foi aplicada na entrada da água, ocorrida no início do perfilhamento. Neste período o incremento da adubação nitrogenada na estatura de plantas aumentou linearmente na medida em que aumentou a dose de N, assim como na clorofila total, Figura 1.

Resultados semelhantes foram observados por Fabre *et al.* (2011) observaram que as doses de nitrogênio promoveram aumento na altura das plantas, assim como, Lopes *et al.* (2013) verificaram que altura de plantas aumentou na medida em que se aumentou as doses de N em arroz.

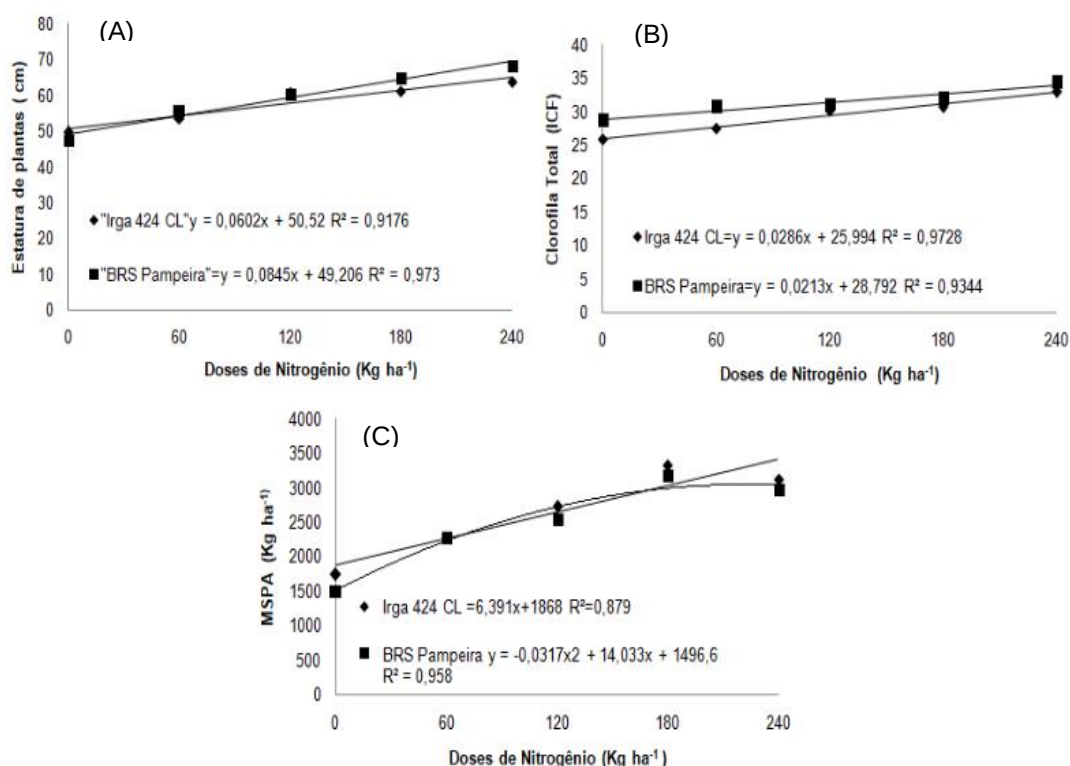


Figura 1. Estatura de plantas (cm) (A); clorofila total (ICF) (B) matéria seca da parte aérea (MSPA) (Kg ha^{-1}) (C) de cultivares de arroz irrigado no início da diferenciação da panícula em função da dose de N, no Município de Capão do Leão-RS, safra 2016/2017.

Em trabalho realizado por Lopes *et al.* (2015), foi observada uma resposta linear crescente no índice de clorofila total em função do aumento das doses de adubação nitrogenada em arroz. De acordo com os autores a o aumento dos teores de clorofila total é justificada pela presença do nitrogênio na estrutura da clorofila, sendo que, conforme se aumenta a adubação nitrogenada aumenta-se a síntese de clorofila na planta.

A variável matéria seca da parte aérea no início da diferenciação da panícula, aumenta linearmente para cultivar IRGA 424 CL e para a cultivar BRS Pampeira é crescente até a dose equivalente a $221 \text{ kg de N ha}^{-1}$. Scivittaro & Gomes (2006) relatam que a produção de matéria seca pelas plantas de arroz foi influenciada pelo manejo da adubação nitrogenada, onde o manejo de N que proporcionou maior produção de matéria seca foi aquele em que foi aplicado um terço da dose do nutriente no início do perfilhamento e o restante, na diferenciação da panícula.

Neste período a planta encontra-se no final do período vegetativo passando para o período reprodutivo. Nos primeiros 30-40 dias iniciais de desenvolvimento da planta de arroz a produção de matéria seca é lenta resultando em menos de 3% do total produzido em todo seu ciclo, sendo que a quantidade de matéria seca varia em função da cultivar utilizada e de fatores ambientais, seguindo um padrão semelhante de acúmulo em quase todos os materiais de arroz (ALVAREZ *et al.*, 2005), justificando a necessidade de disponibilizar nitrogênio no início do perfilhamento.

A utilização de sementes de alta qualidade na média das doses de nitrogênio testadas, resultou em maior número de panículas por unidade de área em comparação com sementes de baixa qualidade para a cultivar IRGA 424 CL (Tabela 2). Para ambas as cultivares não houve significância estatística dos fatores em estudo para a variável peso de mil sementes.

BRAZ & ROSSETO (2010) avaliaram o acúmulo de nutrientes e o rendimento de óleo dos aquênios em plantas de girassol produzidas sob a influência do vigor dos aquênios e da densidade de semeadura. Verificaram

que não houve efeito do vigor dos aquênios e da densidade de semeadura no rendimento de óleo dos aquênios, no índice de colheita e no acúmulo de nutrientes nos aquênios.

Marzari *et al.* (2005) observaram que no início do perfilhamento e 15 dias após a primeira aplicação de N em cobertura, houve maior produção de matéria seca nos tratamentos que receberam a maior quantidade de ureia na semeadura e na primeira aplicação, consequência da maior disponibilidade de N na fase vegetativa inicial da cultura proporcionada pela adubação.

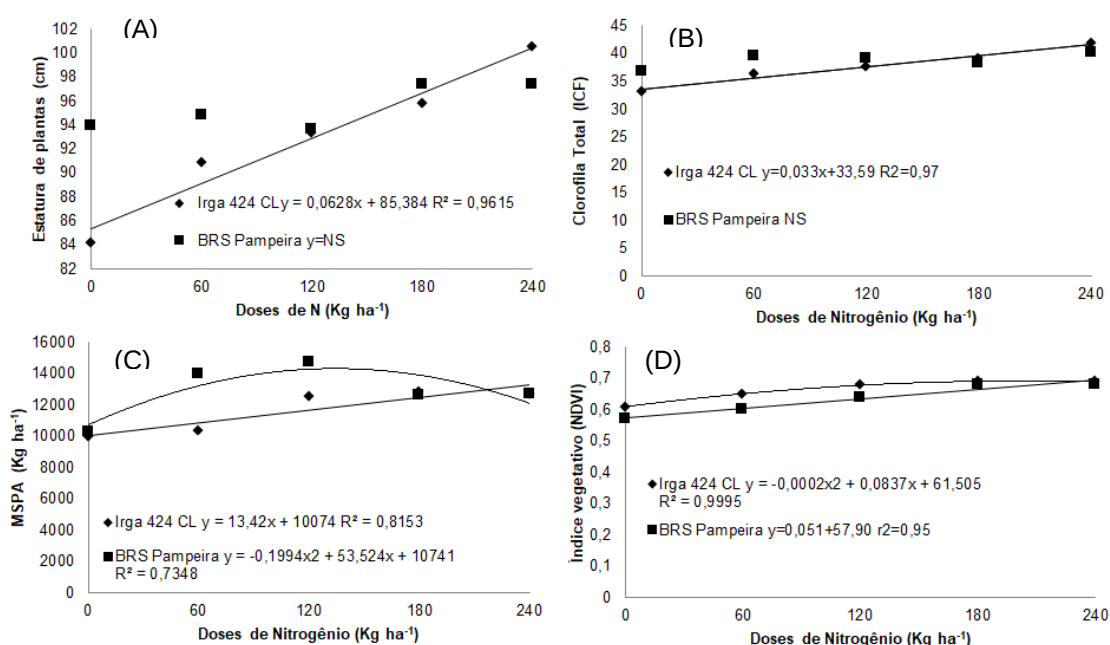


Figura 2. Estatura de plantas (cm) (A); clorofila total (ICF) (B); matéria seca da parte aérea (MSPA) (Kg ha⁻¹) (C); índice vegetativo (NDVI) (D) de cultivares de arroz irrigado na floração em função da dose de N, no Município de Capão do Leão-RS, safra 2016/2017.

A estatura de plantas no florescimento foi afetada apenas para a cultivar IRGA 424 CL observando-se aumento linear da estatura de plantas conforme o incremento na adubação nitrogenada. Depois do lento crescimento no estágio de plântula, o arroz aumenta sua altura rapidamente até a floração, quando encerra o crescimento vertical (FERNÁNDEZ *et al.*, 1985).

Também neste período o acúmulo de matéria seca da parte aérea foi crescente até a dose de 134 kg de N ha⁻¹ para BRS Pampeira reduzindo nas

doses superiores. Já para IRGA 424 CL a matéria seca da parte aérea aumentou linearmente com o acréscimo nas doses utilizadas. Neste trabalho a máxima dose de N testada não proporcionou acamamento em nenhuma das cultivares avaliadas.

O índice de clorofila total foi crescente para IRGA 424 CL com o acréscimo na dose de nitrogênio, assim como no período de início da diferenciação da panícula. Na floração, no entanto, a variação na dose de nitrogênio não afetou o índice de clorofila para a cultivar BRS Pampeira. Passos *et al.* (2015) verificaram que o ambiente com maior teor de N resultou em aumento significativo nos teores médios de CA (clorofila a), CB (clorofila b), CA+CB (Clorofila Total) em genótipos de arroz. Scivittaro *et al.* (2012) observaram os valores médios de índice relativo de clorofila (IRC) na folha foram maiores na avaliação realizada na floração, relativamente àquela feita no final da fase de perfilhamento (V8), de forma semelhante ao que ocorreu nesse trabalho, embora a avaliação nesse caso tenha ocorrido no início da diferenciação da panícula – IDP.

Conforme Backes (2010) o índice vegetativo consiste numa relação entre as medidas espectrais de duas bandas, a do infravermelho próximo e a do vermelho e está associado à vegetação vigorosa. Desta forma, o uso deste recurso permite avaliar a necessidade nutricional do ciclo da cultura além de aferir o efeito da adubação realizada. Neste sentido, é possível verificar na figura 2 que a resposta do índice de vegetação ao incremento da adubação nitrogenada no período de floração foi crescente até a dose equivalente a 209 kg de N ha⁻¹ para a cultivar IRGA 424 e linear crescente para a cultivar BRS Pampeira. A avaliação realizada neste momento nos permite fazer uma relação sobre o efeito da adubação no desenvolvimento da planta. Segundo Kerbauy (2008), o N tem efeito no vigor das plantas, favorecendo o crescimento da parte aérea.

As determinações realizadas no período da maturação (Figura 4) demonstram que ambas cultivares apresentaram acréscimo na matéria seca da parte aérea com o aumento da dose de nitrogênio. Para a cultivar IRGA 424 CL o máximo acúmulo ocorreu na dose de 238 Kg de N ha⁻¹, sendo que BRS Pampeira apresentou maior acúmulo, superior a 12.966 Kg ha⁻¹, na dose de

177 Kg de N ha⁻¹. Em experimento realizado por Freitas *et al.* (2008), o rendimento de massa seca da parte aérea na colheita também aumentou de forma quadrática com o incremento da densidade de semeadura e doses de N aplicado em cobertura em duas épocas de semeadura, tendo avaliando épocas de semeadura (preferencial e tardia), densidade de semeadura (50, 100, 150 e 200 Kg ha⁻¹) e doses de N (sem N, 60,120,e 180 Kg ha⁻¹).

Segundo Marzari *et al.* (2005), a variação da matéria seca na planta tem sido relacionada à quantidade de N aplicada no arroz, refletindo maior disponibilidade do nutriente. No entanto, a transformação dessa maior quantidade de matéria seca em rendimento de grãos nem sempre é correspondente. Este tipo de resposta pode estar relacionado com a diminuição da capacidade de utilização da radiação solar promovida pelo auto-sombreamento das folhas e aumento da suscetibilidade a doenças fúngicas (SCIVITTARO & MACHADO, 2004).

Quanto aos componentes de rendimento, constata-se que o número de panículas por m² foi crescente até a dose de 121 de Kg de N ha⁻¹ para IRGA 424 CL, com intensa redução após essa dose. Para a cultivar BRS Pampeira não ocorreu variação nesse parâmetro com a variação na dose de nitrogênio. O número de grãos por panícula foi crescente até a dose de 139 Kg de N ha⁻¹ para a cultivar IRGA 424 CL, decrescendo após. Já para a cultivar BRS Pampeira ocorreu acréscimo linear para esse parâmetro ao longo de todo o intervalo avaliado. O peso de 1000 sementes (Figura 3) não foi afetado pela variação na dose de nitrogênio em nenhuma das cultivares avaliadas. Mauad *et al.* (2003) e Stone & Silva (1998), também encontraram maior número de panículas por m² quando os genótipos de arroz irrigado foram submetidas ao incremento da adubação nitrogenada. Souza *et al.* (2010), no entanto, constataram que as doses de nitrogênio não afetaram o número de panículas por metro quadrado, número de grãos cheios por panícula, fertilidade das espiguetas, massa de 100 sementes e produtividade de sementes.

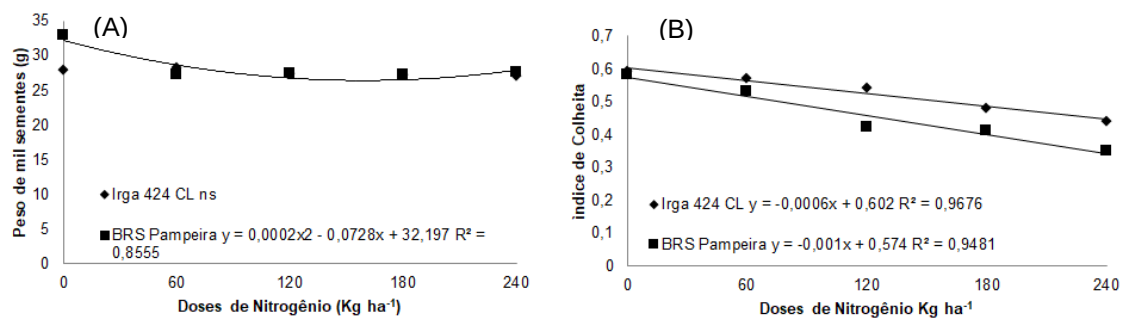


Figura 3. Peso de mil sementes (g) (A) e índice de colheita (B) de cultivares de arroz irrigado em função da dose de N aplicada em cobertura, no Município de Capão do Leão-RS, safra 2016/2017.

Verifica-se que o índice de colheita (Figura 3) decresceu com o incremento da adubação nitrogenada para ambas as cultivares, devido a adubação nitrogenada influenciar mais acentuadamente o crescimento vegetativo, justificando o decréscimo no IC. A eficiência do transporte de fotoassimilados para o grão é dada pela relação massa seca dos grãos/massa seca total da planta definida como índice de colheita (I.C.), (PARANHOS *et al.* 1991)

O rendimento de grãos aumentou até a dose de 76 kg de N ha⁻¹ para a cultivar BRS Pampeira e até a dose de 112 kg de N ha⁻¹ para a cultivar IRGA 424 CL, reduzindo em doses superiores (Figura 4). Na dose de maior resposta, a cultivar BRS Pampeira apresentou rendimento de grãos superior a 10.000 Kg ha⁻¹ enquanto que a IRGA 424 CL apresentou valores acima de 8.000 Kg ha⁻¹. Conforme Fageria *et al.* (2007) o rendimento de grãos aumentou de forma quadrática, em relação às doses de N aplicadas. Diversos autores reconhecem a importância do nitrogênio afirmando, no entanto, que altas doses promovem à formação de maior número de perfilhos e folhas, ocasionando sombreamento, acamamento e causando desequilíbrio nutricional e por consequência maior suscetibilidade a doenças e menor rendimento de grãos (MALAVOLTA & FORNASIERI FILHO, 1983; BARBOSA FILHO, 1987).

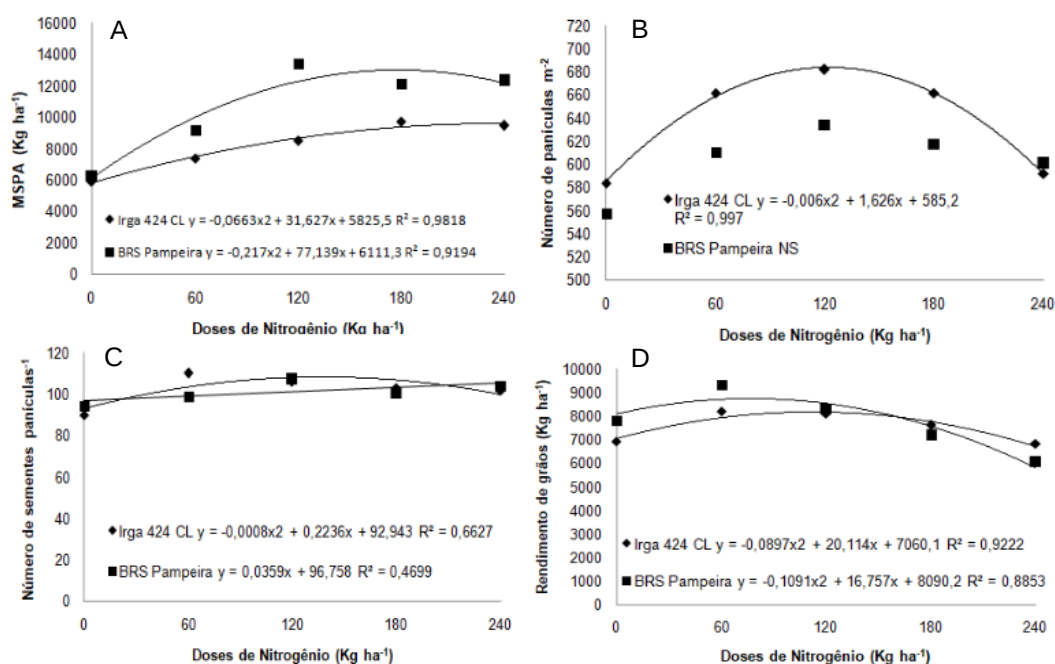


Figura 4. Matéria seca da parte aérea (MSPA) (Kg ha⁻¹) (A), número de panículas m⁻² (B), número de sementes por panículas (C) e rendimento de grãos Kg ha⁻¹ (D) de cultivares de arroz irrigado em função da dose de N aplicada em cobertura, no Município de Capão do Leão-RS, safra 2016/2017.

3.4 Conclusões

Não ocorre interação entre qualidade de sementes e doses de N para nenhuma das variáveis analisadas;

A qualidade das sementes utilizadas para a semeadura não afeta nenhuma variável em observação, com exceção do número de panículas por metro quadrado da cultivar IRGA 424 CL;

O máximo rendimento de grãos ocorre na dose 112 kg de N ha⁻¹ para a cultivar IRGA 424 CL e na dose 76 kg de N ha⁻¹ para a cultivar BRS Pampeira, sendo que doses superiores reduzem o rendimento;

Estatura de plantas, matéria seca, teor de clorofila nas folhas, índice vegetativo e número de grãos por panícula aumentam com o acréscimo na dose de nitrogênio, enquanto que o índice de colheita reduz sob essas condições.

3.5 Referências Bibliográficas

ALVAREZ, R.C.F.; CRUSCIOL, C.A.C.; RODRIGUES, J.D.; ALVAREZ, A.C.C. Marcha de absorção de nitrogênio de cultivares de arroz de terras altas com diferentes tipos de plantas. **Científica**, v.34, p.162-169, 2005.

AMARAL, A.S.; PESKE, S.T.; LABBÉ, L.M.B.; PIEROBOM, C.R. Avaliação da qualidade de sementes de arroz pelo tríplice teste. **Lavoura Arrozeira**, v.48, n.421, p.3-7, 1995.

BACKES, K. S. **Variações do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) do sensor modis associadas a variáveis climáticas para o Estado do Rio Grande do Sul**. 2010.63f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, UFSM, 2010.

BARBOSA FILHO, M. P. **Nutrição e adubação do arroz (sequeiro e irrigado)**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, (POTAFOS. Boletim Técnico, 9).120 p.1987.

BARROS, S.R.B.; DIAS, M.C.L.L.; CICERO, S.M.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.5.1–5.15.

BRAZ, M. R. S.; ROSSETTO, C. A. V. Acúmulo de nutrientes e rendimento de óleo em plantas de girassol influenciados pelo vigor dos aquênios e pela densidade de semeadura. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, suplemento 1, p. 1193-1204, 2010.

COUNCE, P.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v.40, n.2, p. 436-443, 2000.

FABRE, D. V. O., CORDEIRO, A. C .C, FERREIRA, G. B., VILARINHO, A. A., & MEDEIROS, R. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em arroz de várzea. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41,n.1, p.29-38, 2011.

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.

FALKER Automação Agrícola LTDA. (2008). Medidor eletrônico do teor de clorofila ClorofiLOG 1030 (33p).

FENÁNDEZ, F.; VERGARA, B. S.; YAPIT, N.; GARCIA, O. Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz. In: TASCÓN, J.E.; GARCIA, D. E. (Ed.). **Arroz: investigación y producción**. Cali: CIAT, p. 83-101, 1985.

FIDELIS, R. R., RODRIGUES, A. M., SILVA, G. F., BARROS, H. B., PINTO, L. C., AGUIAR, R. W. S., & FIDELIS, R. R.. Eficiência do uso de nitrogênio em genótipos de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical** v.42, 124-128, 2012.

FIDELIS, R.R.; ROTILI, E.A.; SANTOS, M.M.; BARROS, H.B.; MELO, A.V.; DOTTO, M. Eficiência no uso de nitrogênio em cultivares de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p.622-626, 2011.

FREITAS, T. F. S. de; SILVA, P. R. F. da; MARIOT, C. H. P.; MENEZES, V. G.; ANGHINONI, I.; BREDEMEIER, C.; VIEIRA, V. M. Produtividade de arroz irrigado e eficiência da adubação nitrogenada influenciadas pela época da semeadura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2397-2405, 2008.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 431p.,2008.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B; HENNING, A. A. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura**. Embrapa Soja-Circular Técnica (136), 2018.

LEITE, R. F. C.; SCHUCH, L. O. B.; AMARAL, A. dos S.; TAVARES, L. C. Rendimento e qualidade de sementes de arroz irrigado em função da adubação com boro. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.4, 2011.

LOPES, M.B.S., SOUSA, S.A., NASCIMENTO, I.R., FIDELIS, R.R.. Resposta de cultivares de arroz á adubação nitrogenada em solos arenosos de várzea tropical. **Revista Verde**. v. 8, p. 86 - 92., 2013.

LOPES, M. B. S.; OLIVEIRA, T. C.; RAMOS, D. P.; TONELLO, L. P.; ALEXANDRINO, C. M. S.; FIDELIS, R. R. Nitrogen doses in rice grown in a tropical low land. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n.4, p. 404-411, 2015.

MALAVOLTA, E.; FORNASIERI FILHO, D. Nutrição mineral da cultura do arroz. In: FERREIRA, M. E.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. (Ed.). **Cultura do arroz de sequeiro: fatores afetando a produtividade**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato / Instituto Internacional da Potassa, 1983. p. 95-140.

MARZARI, V.;MARCHEZAN, E.; DA SILVA, L. S.; RANNO, S. K.; DOS SANTOS, F. M.; CAMARGO, E. R. Épocas de aplicação do fertilizante nitrogenado no sistema convencional de semeadura de arroz irrigado. **Revista Ciência Rural**, v.35 n. 5, set-out, 2005.

MAUAD, M.; GRASSI FILHO, H.; CRUSCIOL, C.A.C.; CORRÊA, J.C. Teores de silício no solo e na planta de arroz de terras altas com diferentes doses de adubação silicatada e nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.27, n.5, p.867-873, 2003.

MELO, P.T.B.S.; SCHUCH, L.O.B.; ASSIS, F.N.; CONCENÇO, G. Individual behavior of rice plants from different physiological quality seeds in rice populations. **Brazilian Seed Journal**, v.28, n.2, p.84-94, 2006.

PARANHOS, J. T.; MARCHEZAN, E.; DUTRA, L. M. Rendimento de grãos, índice de colheita e componentes do rendimento de três cultivares de arroz irrigado. **Ciência Rural**, v. 21, p. 169–177, 1991.

PASSOS, N. G. dos; SOUZA, S. A. de; LOPES, M. B. S.; VARAVALLO, M. A.; OLIVEIRA, T. C. de; FIDELIS, R. R. Eficiência no uso de nitrogênio em genótipos de arroz em solos de várzea tropical do Estado do Tocantins. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 9, n. 1, p. 8-16, 2015.

PENG, S.; GÁRCIA, F.V.; LAZA, R.C. & CASSMAN, K.G. Adjustment for specific leaf weight improves chlorophyll meter's estimate of rice leaf nitrogen concentration. **Agron. J.** v. 85, p. 987-990, 1993.

PEREIRA, A.R., MACHADO, E.C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas: Instituto Agronômico, 1987. 33 p. (Boletim Técnico, 114).

PESKE, S. T.; LUCCA FILHO, O. A.; BARROS, A. C. S. A. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 2ªed. Pelotas: Ed. Universitária/UFPEL, 2006. 470p.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 30., 2014, Bento Gonçalves. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2014. 192p.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 31., 2016, Bento Gonçalves. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas: SOSBAI, 2016. 200p.

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N. DE; MAIA, M. DE S. M. Vigor de sementes e adubação nitrogenada em aveia-preta (*Avena strigosas* chreb.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 2, p.127-134, 1999.

SCIVITTARO, W. B. & GOMES, A. da S. Manejo da água e do nitrogênio em arroz irrigado. **Comunicado Técnico**, n. 149. 2006. 8 p.

SCIVITTARO, W. B.; PARFITT, J. M. B.; SILVA, P. S.; SILVEIRA, A. D. Manejo da adubação Nitrogenada para o Arroz Irrigado por aspersão, **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 177**, Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, Dezembro, 2012.

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

SMIDERLE, O. J.; CHANG, M. T.; FERREIRA, G. B.; CORDEIRO, A. C.C. Qualidade de sementes de arroz BRS jaçanã em função de aplicações de nitrogênio. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, v. 9, n. 1, p. 79-86, 2011.

STONE, L.F. & SILVA, J.G. Resposta do arroz de sequeiro à profundidade de aração, adubação nitrogenada e condições hídricas do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, p.891-897, 1998.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. H. As clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 748-755, 2005.

SOUZA, L. C. D. de , SÁ, M. E. de ; MARTINS, H. S. D.; ABRANTES, F. L.; SILVA, M. P. DA ; ARRUDA, N. Produtividade e qualidade de sementes de arroz em resposta a doses de calcário e nitrogênio. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, p. 27, 2010.

TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre : Artmed, 2013. p.918.

TERRES, A.L.; GALLI, J.; FAGUNDES, P.R.R.; MACHADO, M.O.; MAGALHÃES JR., A.M. DE; MARTINS, J.F.; NUNES, C.D.M.; FRANCO, D.F.; AZAMBUJA, I.H.V. **Arroz irrigado no Rio Grande do Sul: generalidades e cultivares**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1998. 58p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 14).

TRIMBLE. Sistema Green Seeker. In: <https://www.trimble.com.br/Agriculture/gs-handheld.aspx>. Acesso em: 26 jan. 2019.

TUNES, L.M., L.C. TAVARES & A.C.S.A. BARROS. 2012. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de arroz. **Revista de Ciências Agrárias**, v.35, n.1, p.120-127.

VAHL, L. C. Nutrição de plantas de arroz irrigado. In: PESKE, S. T.; SCHUCH, L. O. B.; BARROS, A. C. S.A. **Produção de Arroz Irrigado**. 2004, p. 153-202.

4. Capítulo 2 - Qualidade fisiológica de sementes e qualidade de grãos de arroz irrigado em função da qualidade das sementes utilizadas na semeadura e da adubação nitrogenada

Resumo

Objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade de sementes e grãos sob a influência de níveis de adubação nitrogenada na produção de arroz irrigado em função da qualidade de sementes utilizadas. Foram avaliadas duas cultivares de arroz irrigado, BRS Pampeira e IRGA 424 CL, sendo os tratamentos compostos por nível alto e baixo de qualidade de sementes e cinco doses de adubação nitrogenada, (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹) na safra 2016/17. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições no esquema fatorial 2x5 (níveis de qualidade de sementes x doses de N). Os dados foram submetidos à análise de variância e os efeitos de tratamentos e das interações avaliados pelo teste F a 5% de probabilidade. Quando F foi significativo, para o fator qualitativo utilizou-se o teste de Tukey a 5% e regressão polinomial para o fator quantitativo. Não houve significância estatística para nenhum dos fatores na qualidade industrial de grãos, assim como, não houve efeito da qualidade de sementes sobre a qualidade de grãos e sementes da progênie. A adubação nitrogenada influencia o grau de opacidade dos grãos de arroz e qualidade fisiológica de sementes da cultivar IRGA 424 CL.

Palavra-chave: *Oryza sativa* L., adubação nitrogenada, vigor de sementes rendimento industrial de grãos.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the quality of seeds and grains, the influence of nitrogen fertilization levels on irrigated rice production as a function of seed quality. Two cultivars of irrigated rice, BRS Pampeira and IRGA 424 CL were evaluated, of which the treatments were composed by high and low level of seed quality and five doses of nitrogen fertilization (0, 60, 120, 180 and 240 kg ha⁻¹) in the 2016/17 harvest. The experimental design was a randomized block design with four replicates in the 2x5 factorial scheme (seed quality levels vs. N rates). The data were submitted to analysis of variance and the effects of the interactions by the F test at 5% probability. When F was significant, the Tukey test at 5% and polynomial regression for the quantitative factor were used for the qualitative factor. There was no statistical significance for any of the factors in the industrial quality of grains, nor was there any effect of seed quality on the quality of grains and seeds of progeny in this study. Nitrogen fertilization influences the degree of opacity of rice grains and physiological quality of seeds of cultivar IRGA 424 RI.

Key words: *Oryza sativa* L., nitrogen fertilization, seed vigor, industrial grain yield

4.1 Introdução

O arroz está entre os principais cereais utilizados na alimentação humana sendo consumido como alimento básico para mais de três bilhões de pessoas. Noventa por cento do cereal produzido mundialmente é originado de países asiáticos onde o consumo de arroz chega a 78 kg/pessoa/ano, enquanto que no Brasil o consumo médio é de 32 kg/pessoa/ano (REUNIÃO TÉCNICA..., 2018). Devido à importância deste alimento para população é que se faz necessário a implementação de novas ferramentas visando a melhoria de qualidade e produtividade de grãos e sementes.

A qualidade de grãos e sementes de arroz irrigado é um fator de suma importância para a comercialização do produto e utilização das sementes para a implantação das lavouras (MARZARI *et al.*, 2007). Plantas bem nutridas produzem sementes maiores e mais pesadas, principalmente quando os nutrientes são fornecidos adequadamente no momento de maior acúmulo de matéria seca (MARCOS FILHO, 2005).

As práticas de manejo, envolvendo doses de nitrogênio (N), na cultura de arroz irrigado estão diretamente relacionadas com a qualidade e com defeitos dos grãos, sendo esses fatores importantes no momento da comercialização (ALVES *et al.*, 2012).

Da mesma forma o nitrogênio, por participar de diversos processos fisiológicos das plantas, entre eles a produção de clorofila e a síntese de proteínas, pode influenciar a qualidade de sementes. As proteínas são componentes básicos das células e apresentam duas funções principais nas sementes como substância de reservas e são catalisadoras de reações químicas (BORTOLOTTI *et al.*, 2008).

A recomendação de que os campos de produção sejam instalados em terrenos mais férteis justifica-se pela obtenção de sementes de arroz de alta qualidade, que depende também do vigor de seus ascendentes, sendo que áreas onde ocorrem desuniformidade na fertilidade propiciam crescimento e maturação desuniformes, podendo, com isso, prejudicar a formação e o desenvolvimento das sementes (VIEIRA *et al.*, 2003).

Na agricultura, o fator de grande importância para a obtenção de bons resultados é a qualidade fisiológica das sementes caracterizada pelo alto poder germinativo e bom vigor (FRANCO *et al.*, 2013). A deterioração de sementes por altas temperaturas provoca a diminuição do teor e da síntese de proteínas que juntamente com a desnaturação, diminui a habilidade de desempenhar suas funções (MARCOS FILHO, 2005).

Carvalho & Nakagawa (2012) informam que os trabalhos que relacionam a adubação na produção de sementes e qualidade fisiológica das mesmas ou com a produção posterior são poucos e os resultados nem sempre são concordantes. Da mesma forma, Marcos Filho (2005) afirma que a pesquisa ainda não elucidou a relação entre a nutrição da planta-mãe e o desempenho das sementes, embora a considere existente.

A valorização do arroz depende principalmente da qualidade dos grãos, sendo baseada na qualidade industrial e comercial que resulta do rendimento de grãos inteiros após o beneficiamento e a translucidez desses (SOFIATTI *et al.*, 2006). O percentual dos grãos inteiros é um dos principais itens para o valor de comercialização de grãos de arroz (MARCHEZAN *et al.*, 1993).

Na comercialização do arroz é necessário considerar as exigências específicas do mercado quanto à qualidade física dos grãos expressa por renda no benefício, rendimento de inteiros, aspecto e dimensões dos grãos (MINGOTTE *et al.*, 2012).

Quanto à qualidade culinária e industrial, o mercado brasileiro apresenta preferência por grãos longos, bom aspecto físico depois de polido, soltos, macios e secos após o cozimento (AMARAL, 2004). Quanto ao aspecto físico aparente, deseja-se grãos translúcidos e sem presença significativa de manchas brancas. O gessamento é um processo que acarreta indesejável opacidade dos grãos, devido ao arranjo entre os grânulos de amido e proteína e se desenvolve sob condições adversas de clima e de cultivo, tais como, colheita dos grãos imaturos, picadas de percevejos associadas à inoculação de fungos, doenças (brusone e mancha parda), altas temperaturas após a floração, deficiências nutricionais e hídricas (MARCHEZAN *et al.*, 1992; SOFIATTI *et al.*, 2006).

De acordo com Castro (1999), no Brasil, vem crescendo gradativamente a demanda por qualidade e a preferência do consumidor de arroz está voltada para cultivares de grão agulhinha, com aspecto translúcido, baixo índice de defeitos e de grãos quebrados e comportamento de cocção adequado. Ainda de acordo com o autor, a qualidade dos alimentos é considerada sobre os seguintes pontos de vista: nutricional, adaptação ao processamento e/ou transformação industrial, características para consumo direto e de comercialização.

Conforme Franco *et al.* (2011), o rendimento de grãos inteiros está relacionado com o tamanho e forma dos grãos, sendo influenciado pelas condições ambientais na colheita e nos processos de pós colheita. No entanto, de acordo com o autor a qualidade física dos grãos de arroz obtidos também é resultado dos efeitos do ambiente no período de sua formação, do genótipo e das práticas de manejo empregadas durante o desenvolvimento.

Na classificação oficial dos grãos quanto à qualidade comercial conforme a Instrução Normativa nº 6 MAPA, de 16 de fevereiro de 2009 e a Instrução Normativa nº 2 MAPA, de 6 de fevereiro de 2012 para o arroz em, subgrupo natural, são considerados defeitos grãos ardidos, picados ou manchados, gessados, verdes, rajados e amarelos (BRASIL, 2009; 2012). No entanto, grãos que apresentam pequenos pontos de gessamento reduzem o valor comercial do mesmo (SOFIATTI *et al.*, 2006). Conforme Castro (1999), para a comercialização, é mais relevante a aparência dos grãos beneficiados. Dessa forma, as condições de cultivo e manejo da adubação nitrogenada pode influenciar a qualidade comercial dos grãos de arroz.

Objetivou-se com este trabalho avaliar a influência da qualidade das sementes utilizadas para a implantação do cultivo e de níveis de adubação nitrogenada sobre a qualidade de sementes e grãos, na cultura do arroz irrigado.

4.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido na safra 2016/17 na área experimental da Estação Experimental de Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, no Município de Capão do Leão-RS, 31°52' 00" de latitude sul e 52° 21' 24"

longitude oeste. O sistema de cultivo utilizado foi convencional sobre um Planossolo Háptico, classe textural 4,0; 17% de argila, 1,6% de M.O; 19 e 43,0 mg dm⁻³ de P e K, respectivamente; CTC igual a 3,1 e pH em água de 5,2.

Foram utilizadas duas cultivares de arroz irrigado BRS Pampeira e IRGA 424 CL. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições no esquema fatorial 2x5 composto por dois níveis de qualidade de sementes e cinco níveis de adubação nitrogenada aplicados em cobertura (0, 60, 120, 180 e 240 kg de N ha⁻¹). A qualidade dos lotes foi determinada pelos seguintes testes de vigor: tríplice teste e teste de frio, conforme apresentado na Tabela 1, conforme, Amaral *et al.*(1995) para o tríplice teste e Barros *et al.* (1999) para o teste de frio.

Os lotes de sementes foram obtidos de produtores de sementes da região do Município de Pelotas cadastrados junto a Comissão de Sementes e Mudas do Estado do Rio Grande do Sul-CESM/RS, safra 2016/17. Todos os lotes foram tratados com o fungicida registrado para cultura do arroz, Maxim XL, na dose equivalente a dose de bula, de 200 ml de produto comercial para 100 Kg de sementes.

As cultivares utilizadas são recomendadas para cultivo no Rio Grande do Sul, sendo caracterizadas conforme Reunião Técnica...(2018), como segue:

BRS Pampeira - Possui ciclo biológico de 133 dias da emergência à maturação, sendo classificada como cultivar de ciclo médio para o RS. Apresenta estatura de 95 cm. As plantas são do tipo moderno, de alta capacidade de perfilhamento e folhas pilosas. Os grãos são longo-fino, do tipo “agulhinha”, com rendimento de inteiros superior a 62%, baixa incidência de centro-branco e textura solta e macia após a cocção. Destaca-se quanto à produtividade de grãos com potencial acima de 10 ton/ha, tolerância ao acamamento e resistência à doenças. Apresenta excelente qualidade de grãos no que tange às características industriais e culinárias.

IRGA 424 CL - Esta cultivar, registrada como IRGA 424 CL, é essencialmente derivada da IRGA 424. Apresenta resistência aos herbicidas Only® e Kifix®, sendo uma alternativa de manejo para o controle do arroz daninho. É de ciclo médio com alto potencial de produtividade dos grãos, é resistente à brusone na folha e na panícula, sendo uma excelente alternativa

de cultivo em áreas com histórico de ocorrência de arroz daninho e incidência de brusone. Além disso, é resistente à toxidez por excesso de ferro no solo.

Para o tríplice teste utilizou-se caixas de gerbox contendo 200 mL de solo, o qual foi umedecido com 60 mL de água destilada, posteriormente semeadas 40 sementes de arroz, cobertas com 100 mL de solo e adicionado 30 mL de água destilada. Em seguida as caixas foram levadas ao germinador a 30°C, o percentual de plantas emergidas em 72h expressa o vigor (AMARAL *et al.*, 1995). O Teste de frio foi realizado conforme descrito por Barros *et al.* (1999), sendo distribuídas 4 subamostras de 50 sementes em substrato de papel de germinação previamente umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos de papel foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos em câmara BOD por sete dias à temperatura de 10 °C. Após este período, os rolos foram transferidos para o germinador, e mantidos nas mesmas condições do teste de germinação, sendo realizada a contagem de plântulas normais após sete dias.

Tabela 1 – Caracterização dos lotes de sementes de duas cultivares de arroz irrigado através do vigor pelo tríplice teste (%) e teste de frio (%). Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, RS, 2016.

Cultivares	Níveis de qualidade	Tríplice teste (%)	Teste de frio (%)
IRGA 424 CL	Alta	94	72
IRGA 424 CL	Baixa	83	63
BRS Pampeira	Alta	94	70
BRS Pampeira	Baixa	68	59

A semeadura foi realizada em 26/11/2016, utilizando semeadora de parcelas composta de 9 linhas de 5 m espaçadas de 0,2 m entre si. As práticas de manejo da cultura realizadas de acordo com as Recomendações Técnicas para o Cultivo de Arroz Irrigado no Sul do Brasil, (REUNIÃO TÉCNICA..., 2016).

Como adubação de base foi aplicada uma dose equivalente a 260 kg ha⁻¹ da fórmula 5-25-25. A fonte de nitrogênio em cobertura utilizada foi uréia, aplicando-se a metade da dose imediatamente antes da entrada de água de inundação e a outra metade por ocasião do início da diferenciação da panícula (IDP).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância sendo os efeitos dos tratamentos e interações, avaliados pelo teste F a 5% de probabilidade. Quando F foi significativo utilizou-se o teste de Tukey a 5% para o fator qualitativo e regressão polinomial para o fator quantitativo utilizando-se o software Winstat 1.0.

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pela germinação e primeira contagem de germinação, conforme a metodologia descrita na Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e pelos testes de envelhecimento acelerado e teste de frio. Para o teste de germinação foram utilizadas 4 subamostras de 50 sementes, obtidas de cada unidade experimental, e distribuídas em substrato de papel de germinação previamente umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco (BRASIL, 2009). Os rolos foram mantidos em germinador à temperatura de 25 ± 2 °C. As contagens foram realizadas aos 5 e 14 dias após a semeadura (BRASIL, 2009). A primeira contagem da germinação foi realizada juntamente com o teste de germinação, sendo realizada a contagem ao cinco dias após a semeadura. Para a avaliação de vigor das sementes foi utilizado o teste de envelhecimento acelerado, onde as sementes foram expostas a condições de alta temperatura (41 °C) e alta umidade relativa, utilizando o “método de gerbox”, onde as sementes de cada parcela foram distribuídas uniformemente em telas de alumínio adaptadas em caixa plásticas contendo 40 mL de água. Em seguida, estes foram colocados em câmara BOD por um período de 120 horas, após o qual foi efetuado o teste de germinação (MARCOS FILHO, 1999). Também como um teste de vigor foi utilizado o teste de frio conforme descrito por Barros *et al.* (1999), sendo distribuídas 4 subamostras de 50 sementes em substrato de papel de germinação previamente umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos de papel foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos em câmara BOD

por sete dias à temperatura de 10 °C. Após este período, os rolos foram transferidos para o germinador, e mantidos nas mesmas condições do teste de germinação, sendo realizada a contagem de plântulas normais após sete dias.

A qualidade industrial de grãos foi determinada através da renda total do benefício, rendimento de grãos inteiros e rendimento de grãos quebrados. Os parâmetros de qualidade industrial foram determinados utilizando amostras de 100 g com 13% de umidade, que foram submetidas ao engenho de provas. As amostras de arroz em casca foram processadas em um engenho de prova SUZUKI, modelo MT, por um minuto. Em seguida, os grãos brunidos polidos foram pesados e o valor encontrado foi considerado como rendimento de benefício, com os dados expressos em porcentagem. Posteriormente, os grãos brunidos foram colocados no “trieur” número dois e a separação dos grãos foi processada por trinta segundos. Os grãos que permaneceram no “trieur” foram pesados, e as frações resultantes foram pesadas separadamente obtendo-se o rendimento de grãos inteiros e de grãos quebrados, conforme a Instrução Normativa 06, de 16 de fevereiro de 2009, ambos expressos em porcentagem.

A qualidade comercial dos grãos foi determinada através da avaliação do grau de opacidade dos grãos, sendo o mesmo classificado em três frações de ocorrência de área opaca na superfície dos grãos: menor que 1/3 de área opaca, entre 1/3-2/3 e maior que 2/3 de área opaca. Para tanto, amostras de 105 g foram descascadas e polidas no engenho de prova, e a avaliação realizada com as amostras entre 8 e 9 % de farelo. A classificação do grau de opacidade foi realizada visualmente através da separação manual dos grãos, utilizando a fração de renda total do benefício.

4.3 Resultados e discussão

A qualidade fisiológica das sementes utilizadas para implantação do cultivo não afetou a qualidade fisiológica das sementes colhidas para nenhuma das cultivares avaliadas.

Também não ocorreu efeito da aplicação de diferentes níveis de nitrogênio sobre a qualidade fisiológica de sementes da progênie da cultivar BRS Pampeira (Figura 1). No mesmo sentido, Marzari *et al.* (2007) constataram

que a germinação e o vigor das sementes de arroz, através do teste de primeira contagem de germinação e teste de frio, também não foram influenciadas pelas doses de nitrogênio utilizadas (0, 40, 80, 120, 160 kg ha⁻¹ de N). Assim como, Souza *et al.* (2010) observaram que a adubação nitrogenada (0, 40 e 80 kg ha⁻¹) e a calagem não influenciaram na produtividade e na qualidade fisiológica das sementes das cultivares de arroz, IAC 202, Confiança e Maravilha) avaliadas através da germinação, primeira contagem da germinação e índice de velocidade de germinação-IVG, envelhecimento acelerado e emergência em solo.

A cultivar IRGA 424 CL, no entanto, apresentou variação na qualidade fisiológica de sementes em função das doses de adubação nitrogenada aplicada. A primeira contagem da germinação e o teste de frio decrescem linearmente com o aumento das doses de nitrogênio, demonstrando influência negativa da adubação nitrogenada sobre estas variáveis. Já a germinação e o envelhecimento acelerado apresentaram acréscimo no desempenho até as doses 87 kg de N por hectare e 103 kg de N por hectare, respectivamente, sofrendo decréscimo a partir dessas doses. Neste sentido, Fidelis *et al.* (2010) verificaram que a qualidade fisiológica das sementes, avaliadas pelo teste padrão de germinação, primeira contagem das sementes, envelhecimento acelerado e tetrazólio, das cultivares Caiapó, Conai, Bonança, Sertaneja, Primavera e Curinga de arroz avaliadas é influenciada pela dose de N. Na ocasião foi simulando condição de estresse de nitrogênio (20 kg ha⁻¹) e outro simulando condições ideais (120 kg ha⁻¹), na forma de ureia.

O nitrogênio como componente das moléculas de aminoácidos essenciais formadores de proteínas, é diretamente responsável pelo aumento do teor de proteínas nos grãos (BARBOSA FILHO *et al.*, 2001). Assim como, a adubação nitrogenada pode interferir no conteúdo de proteína das sementes, podendo afetar sua qualidade, uma vez que as proteínas de reserva são hidrolisadas durante a germinação, para suprir o nitrogênio, enxofre e esqueletos de carbono, necessários ao eixo embrionário e a plântula durante as fases iniciais de desenvolvimento (PRADO *et al.*, 2004). Portanto, a redução da quantidade de proteína na semente pode ocasionar-lhe deterioração mais rápida. De acordo com Barbosa *et al.* (2016) altos níveis de N disponível para o

cultivo de trigo não possuem relação direta e positiva com incremento na qualidade de sementes, avaliando germinação, primeira contagem de germinação e emergência de plântulas. Os autores apresentam como justificativa a possibilidade de que altas doses de N podem proporcionar desbalanço nutricional, ou seja, a grande quantidade de nitrogênio absorvido afeta de forma negativa a absorção de outros íons minerais. Também para Imolesi *et al.* (2001) objetivando verificar o efeito da adubação nitrogenada, aplicada durante a produção das sementes de milho, sobre a qualidade fisiológica das sementes avaliada por meio de envelhecimento acelerado, de frio, condutividade elétrica, emergência em canteiro e velocidade de emergência, constataram que em alguns materiais, o aumento da adubação nitrogenada propicia uma redução no vigor das sementes e aumento do número de plântulas anormais. Hao *et al.* (2007) também relataram que o fertilizante N diminuiu o conteúdo de micronutrientes quando as aplicações de N foram superiores a 160 kg de N ha⁻¹ em arroz. Zimmer (2011) afirma que para que o nitrogênio absorvido pelas plantas possa ser incorporado nas proteínas ele precisa primeriramente ser incorporado como aminoácido, sendo que a ordem dos aminoácidos que compoem a proteína é que define a função da mesma. Além disso, este autor afirma a síntese e a deposição dessas proteínas estão sujeitas a uma regulação espacial e temporal, sendo que, em cada espécie, podem aparecer em diferentes estádios do desenvolvimento e que a deposição das proteínas de reserva das sementes ocorre principalmente próxima a maturidade fisiológica.

De acordo com Barbosa *et al.* (2016), a qualidade fisiológica das sementes de trigo é afetada de forma negativa conforme se incrementa a dose de nitrogênio em cobertura, devido ao desbalanço nutricional e acamamento das plantas, o que gerou problemas no crescimento e desenvolvimento do vegetal como um todo e também das sementes.

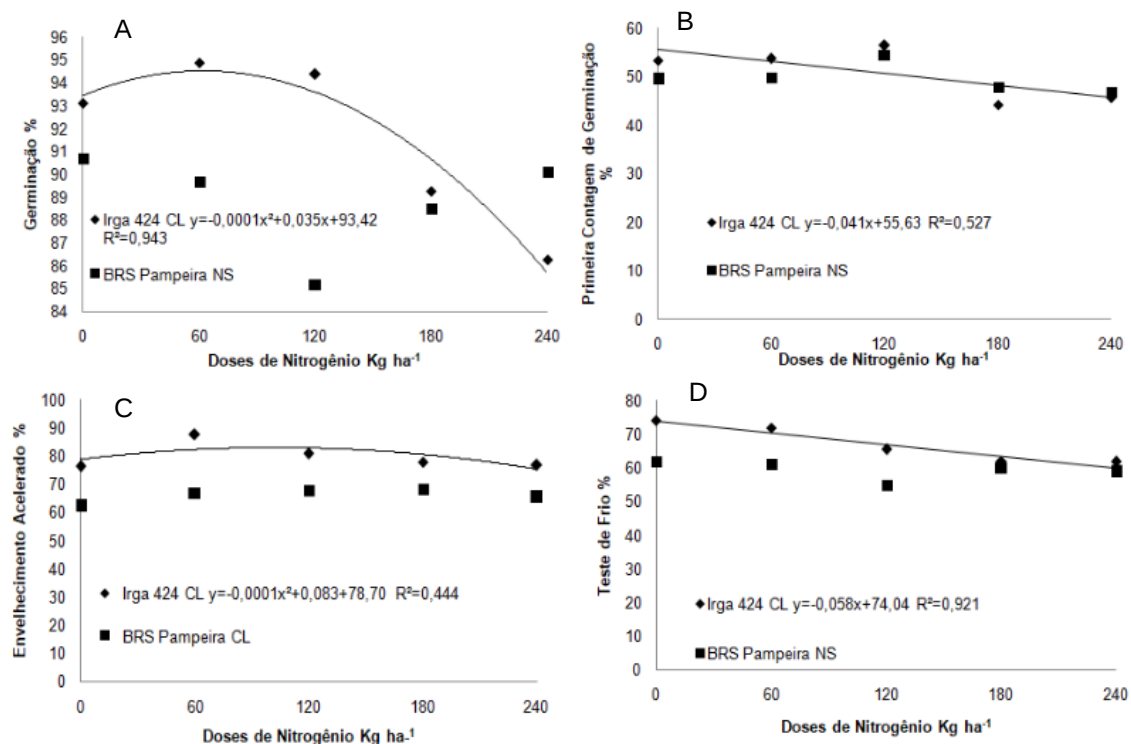


Figura 1. Germinação (%) (A); primeira contagem de germinação (%) (B); envelhecimento acelerado (%) (C); teste de frio (%) (D) de cultivares de arroz irrigado em função da dose de N, no Município de Capão do Leão-RS, safra 2016/2017.

Quanto aos resultados sobre a qualidade industrial, a renda do benefício, o rendimento de grãos inteiros e o rendimento de grãos quebrados não foram afetados pela qualidade das sementes utilizadas para a semeadura e nem pela variação da dose de adubação nitrogenada, em nenhuma cultivar. Resultado semelhante foi obtido por Höfs *et al.* (2004) onde o rendimento de grãos inteiros não foi afetado pelo nível de qualidade fisiológica das sementes utilizadas para a semeadura. Também Marzari *et al.* (2007) observaram que o rendimento de grãos inteiros não foi influenciado pelas doses de nitrogênio utilizadas. Alves *et al.* (2012) avaliando rendimento e grãos gessados de arroz, constataram que a dose do fertilizante nitrogenado aplicado em cobertura não alterou o rendimento industrial, os aspectos visuais e a classe dos grãos avaliados. Artigiani *et al.* (2012) não verificou efeito das doses de nitrogênio sobre a renda do benefício, em condições irrigadas. Alguns trabalhos relatam o efeito positivo da adubação nitrogenada sobre qualidade industrial dos grãos

de arroz. De acordo com Mingotte *et al.* (2012) a adubação nitrogenada influencia positivamente no rendimento de grãos inteiros, com destaque para IAC 25 e BRS Colosso. No mesmo sentido, Borrel *et al.* (1999) relatam um aumento na percentagem de grãos inteiros com a elevação das doses de nitrogênio.

Para a qualidade comercial dos grãos, constata-se que o grau de opacidade maior que 2/3 do grão não foi afetada nem pela qualidade das sementes utilizadas na semeadura nem pela variação da dose de nitrogênio, em nenhuma das cultivares. Já o grau de opacidade menor que 1/3 dos grãos e grau de opacidade entre 1/3 e 2/3 dos grãos foram influenciadas pela adubação nitrogenada para ambas as cultivares, não sendo afetados, no entanto, pela qualidade das sementes utilizadas na semeadura. O grau de opacidade menor que 1/3 reduziu linearmente com o acréscimo na dose de nitrogênio, tendo ocorrido os melhores resultados quanto ao aspecto dos grãos na dose máxima de nitrogênio. Já o grau de opacidade entre 1/3 e 2/3 dos grãos reduziu mais intensamente com o acréscimo nas doses mais baixas de nitrogênio reduzindo o efeito nas doses mais elevadas (Figura 2). O menor grau de opacidade entre 1/3 e 2/3 do grão ocorreu nas doses 190 kg de N ha⁻¹ e 194 kg de N ha⁻¹ para os cultivares IRGA 424 CL e BRS Pampeira, respectivamente, voltando a aumentar a partir dessa dose. As cultivares apresentaram comportamento diferenciado para essas duas variáveis em função da variação na dose de nitrogênio. De maneira geral, o acréscimo na dose de nitrogênio proporcionou melhoria na qualidade comercial dos grãos. No entanto, Silva *et al.* (2013) não encontraram relação entre as doses de nitrogênio aplicadas no cultivo e a ocorrência de grãos gessados + barriga branca em grãos de arroz irrigado. Oliveira *et al.* (2019) avaliaram os efeitos da adubação com nitrogênio em cobertura e silicatos, bem como da utilização de fungicidas, sobre a ocorrência de brusone nas panículas, renda do benefício e os grãos inteiros, vítreos e gessados, em cultivar de arroz sensível `doença e irrigado por inundação. Verificaram aumento da severidade de brusone nas panículas, redução do percentual de grãos inteiros e vítreos, e aumento de grãos gessados e área gessada, nas doses acima de 60 Kg de N ha⁻¹ sem

fungicidas. Ainda neste trabalho, a área gessada foi afetada pelas doses de N e K, bem como pelas aplicações de fungicidas.

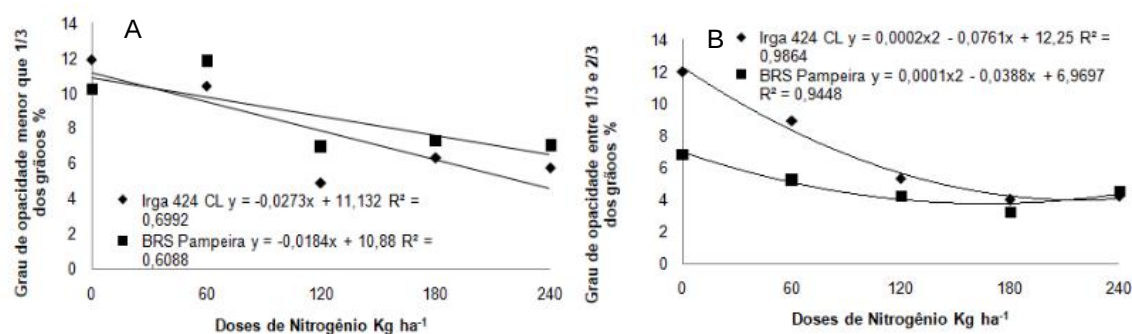


Figura 2. Grau de opacidade menor que 1/3 dos grãos (%) (A) e grau de opacidade entre 1/3 e 2/3 dos grãos (%) (B) de cultivares de arroz irrigado em função da dose de nitrogênio N, no Município de Capão do Leão-RS, safra 2016/2017.

Zhou *et al.* (2015) avaliaram a fertilização com doses de N em 351 cultivares de arroz do grupo Indica, e observaram que o percentual de centro branco diminuiu com o aumento de doses de N devido ao maior acúmulo de proteínas e amido nos grãos. Assim como, Vinhas *et al.* (2013) verificaram relação direta entre as doses de N aplicadas no cultivo e a ocorrência de grãos gessados + barriga branca nas cultivares AVAXI CL e INOV CL, sendo que em ambos os materiais a quantidade de grãos gessados + barriga branca diminuiu com o aumento da dose de N aplicada. Por outro lado, observando-se as relações de adubação com qualidade de sementes e rendimento, a aplicação de borato de sódio na dosagem de 10 Kg ha⁻¹, nos diferentes estádios de crescimento, não provocou esterilidade, não influenciou o rendimento de grãos, os componentes do rendimento, nem a qualidade fisiológica das sementes de arroz irrigado, na cultivar IRGA 422 CL (LEITE *et al.*, 2011).

4.4 Conclusões

A qualidade fisiológica das sementes utilizadas na semeadura não afeta a qualidade fisiológica das sementes nem a qualidade industrial e comercial dos grãos de arroz irrigado;

A qualidade fisiológica das sementes tende a reduzir com o acréscimo na dose de adubação nitrogenada na cultivar IRGA 424 CL, não afetando a cultivar BRS Pampeira;

A aplicação de nitrogênio não afeta a qualidade industrial dos grãos;

O acréscimo na dose de nitrogênio tende a reduzir o grau de opacidade dos grãos de arroz irrigado.

4.5 Referências Bibliográficas

ALVES, K. D., CALDAS, P.P. de C., EIFERT, E. da C., DOS SANTOS, A. B. **Doses de nitrogênio na qualidade de grãos de arroz irrigado.** In: SEMINÁRIO JOVENS TALENTOS, 6º, 2012, Santo Antônio de Goiás. Resumos apresentados. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2012.

AMARAL, A. dos S. Proteção e manejo de cultivares de arroz irrigado. In: PESKE, S. T.; SCHUCH, L. O. B.; BARROS, A. C. S.A. **Produção de Arroz Irrigado.** 2004, p. 433-443.

AMARAL, A.S.; PESKE, S.T.; LABBÉ, L.M.B.; PIEROBOM, C.R. Avaliação da qualidade de sementes de arroz pelo tríplice teste. **Lavoura Arrozeira**, v.48, n.421, p.3-7, 1995.

ARTIGIANI, A. C. C. A., CRUSCIOL, C. A. C., ARF, O., ALVAREZ, R. C. F., & NASCENTE, A. S. Produtividade e qualidade industrial do arroz de terras altas em função da disponibilidade hídrica e adubação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n.3, p.40-349, 2012.

BARBOSA, A. P.; MOREIRA SILVA, A.F.; ALBRECHT, L.P.; ALBRECHT, A.J.P.; ÁVILA, M.R. Doses de Nitrogênio em cobertura na produtividade e qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Magistra**, Cruz das Almas – BA, v. 28, n.2, p.710-719, 2016.

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F. da. **Aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 8 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 49).

BARROS, S.R.B.; DIAS, M.C.L.L.; CICERO, S.M.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: ABRATES, 1999. p.5.1–5.15.

BORTOLOTTO, R. P.; DE MENEZES, N. L.; GARCIA, D. C.; MATTIONI, N. M.. Tecnologia de sementes e fibras teor de proteína e qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.513-520, 2008.

BORREL, A.C. *et al.* Grain quality of flooded rice is affected by season, nitrogen rate, and plant type. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.50, n.8, p.1399-1408, 1999.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 06, de 16 de fevereiro de 2009**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 fev. 2009. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 02, de 07 de fevereiro de 2012**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 07 fev. 2012. Seção 1.

CASTRO, E. da M. de; VIEIRA, N. R. de A.; RABELO, R. R.; SILVA, S.A. da. **Qualidade de grãos em arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 30p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica 34).

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 588p.

FRANCO, D. F., DE MAGALHÃES JÚNIOR A. M., COSTA, C. J., DA SILVA, M. G. **Colheita, secagem, beneficiamento e tratamento de sementes de arroz**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013. 31 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 1516- 8840, 371).

FRANCO, D. F.; CORREIA, L. A. V.; MAGALHÃES JR., A. M, de M.; ZONTA, E. P.; BAZINELLO, P. Z.; SILVA, M. G. da; KRÜGER, F. de O. Qualidade do grão formado no colmo principal e nos perfilhos de plantas de arroz (*Oryza sativa*, L.) em função de diferentes arranjos de distribuição de plantas no solo. **Revista Brasileira Agrociência**. v.17, n.1-4, p.78-84, 2011.

FIDELIS, R. R. *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas a estresse de nitrogênio. Physiological quality of rice seeds submitted to nitrogen stress. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 4, 2010.

FIDELIS, R.R., RODRIGUES, A.M., SILVA, G.F., BARROS, H.B., PINTO, L.C., AGUIAR, W.S. Eficiência do uso de nitrogênio em genótipos de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v.42, p.124-128, 2011.

FIDELIS, R. R., RODRIGUES, A. M., SILVA, G. F., BARROS, H. B., PINTO, L. C., AGUIAR, R. W. S., & FIDELIS, R. R. Eficiência do uso de nitrogênio em genótipos de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v.42, p.124-128, 2012.

HAO, H.L.; WEI, Y. Z.; YANG, X. E.; FENG, Y.; WU, C. Y. Effects of different nitrogen fertilizer levels on Fe, Mn, Cu and Zn concentrations in shoot and grain quality in rice (*Oryza sativa*). **Rice Science**. v.14, p.289–294, 2007.

HÖFS, A.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T., BARROS, A. C. S.A. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 26, n. 2, p. 54-62, 2004.

IMOLESI, A.S.; VON PINHO, E.V. de R.; VON PINHO, R.G.; VIEIRA, M. das G. G. C.; CORRÊA, R.S.B.. Influência da adubação nitrogenada na qualidade fisiológica das sementes de milho. **Rev.Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.5, p. 1119-1126, 2001.

LEITE, R. F. C.; SCHUCH, L. O. B.; AMARAL, A. dos S.; TAVARES, L. C. Rendimento e qualidade de sementes de arroz irrigado em função da adubação com boro. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.4, 2011.

MARCHEZAN, E.; GODOY, O. P.; FILHO, J. M. Relações entre época de semeadura, de colheita e rendimento de grãos inteiros de cultivares de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 7, p. 843-848, 1993.

MARCHESAN, E.; DARIO, G.J.A.; TORRES, S. Ocorrência de grãos gessados em três cultivares de arroz. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, SP. v.49, n.1, p.87-91, 1992.

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

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: Krzyzanowski, F.C., Vieira e R.D (Eds.) - **Vigor de sementes: Conceitos e testes**. Londrina, ABRATES, capítulo 3, 1999, p. 3-24.

MARZARI, V.; MARCHESAN, E.; DA SILVA, L. S.; VILLA, S.C.C.; DOS SANTOS, F. M.; TELÓ, G.M. População de plantas, dose de nitrogênio e aplicação de fungicida na produção de arroz irrigado. II. Qualidade de grãos e sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.4, p.936-941, 2007.

MINGOTTE, F. L. C.; HANASHIRO, R.K.; FORNASIERI FILHO, D. Características físico-químicas do grão de cultivares de arroz em função da adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, p. 2605-2618, 2012.

OLIVEIRA, L.M.; MARCHESAN, E.; DAVID, R. DE; WERLE, I. S.; ARAMBURU, B. B.; DONATO, G.; SILVA, A. L. DA; COSTA, I. F. D. DA. Occurrence of rice blast and grain quality of irrigated rice fertilized with nitrogen and silicates. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 54, 2019.

PRADO, R. M. Estado nutricional da semente repercute na sua qualidade. *Seed News*. Pelotas, v. 8, n. 4, p. 18- 21, 2004.

PRANDO, A. M.; ZUCARELI, C.; FRONZA, V.; OLIVEIRA, E. A. de P.; PANOFF, B. Formas de ureia e doses de nitrogênio em cobertura na qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 2, p. 272 - 279, 2012.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 30., 2014, Bento Gonçalves. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2014. 189p.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 31., 2016, Bento Gonçalves. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas: SOSBAI, 2016. 200p.

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

SILVA, L.P.DA; ALVES, B.M.; DA SILVA, L. S.; POCOJESKI, E.; KAMINSKI, T.A.; ROBERTO, B. S. Adubação nitrogenada sobre rendimento industrial e composição dos grãos de arroz irrigado. **Ciência Rural**. vol.43, n.6, p.1128-1133. 2013.

SOUZA, L. C. D. de , SÁ, M. E. de ; MARTINS, H. S. D.; ABRANTES, F. L.; SILVA, M. P. DA ; ARRUDA, N. Produtividade e qualidade de sementes de arroz em resposta a doses de calcário e nitrogênio. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, p. 27, 2010.

SOFIATTI, V.; SCHUCH, L. O. B.; PINTO, J. F.; CARGNIN, A.; LEITZKE, L. N.; HOLBIG, L. S. Efeitos de regulador de crescimento, controle de doenças e densidade de semeadura na qualidade industrial de grãos de arroz. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 418-423, 2006.

TUNES, L.M., L.C. TAVARES & A.C.S.A. BARROS. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de arroz. **Revista de Ciências Agrárias**, v.35, n.1, p.120-127, 2012.

VAHL, L. C. Nutrição de plantas de arroz irrigado. In: PESKE, S. T.; SCHUCH, L. O. B.; BARROS, A. C. S.A. **Produção de Arroz Irrigado**.2004, p. 153-202.

VIEIRA, A.R.;OLIVEIRA, J. A.; VIEIRA, T.. G. C.. Produtividade e qualidade de sementes de arroz produzidas sob inundação em diferentes classes de solo de várzea. **Ciência Agrotécnica**, v.27, n.3, p.578–584, 2003.

VINHAS, M. R.; SANTOS, V.F.;MACHADO, M. M.; PARISOTTO,E. **Influência da adubação nitrogenada na qualidade industrial dos grãos de arroz**

irrigado. In: <http://cbai2013.web2265.uni5.net/cdonline/docs/trab-4510-593.pdf>. Acesso em: 24/04/2020.

ZHOU, L.; LIANG, S.; PONCE, K.; MARUNDON, S.; YE, G.; ZHAO, X. Factors affecting head rice yield and chalkiness in *indica* rice. **Field Crops Research**, v.172, p.1-10, 2015.

ZIMMER, P. D. Fundamentos da qualidade de sementes. **Curso de especialização *lato sensu* por tutoria a distância ciências e tecnologias de sementes – ABEAS/UFPeI**. 2011. 65 p.

5. Capítulo 3 - Eficiência de uso do nitrogênio de cultivares de arroz irrigado em função da qualidade de sementes e adubação nitrogenada

Resumo

Objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência de uso do nitrogênio em função da qualidade de sementes e adubação nitrogenada na produção de arroz irrigado. Foram avaliadas duas cultivares de arroz irrigado, BRS Pampeira e IRGA 424 CL, das quais os tratamentos foram compostos por nível alto e baixo de qualidade de sementes e cinco doses de adubação nitrogenada, (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹) na safra 2016/17. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições no esquema fatorial 2x5 (níveis de qualidade de sementes x doses de N). As variáveis analisadas foram os componentes envolvidos na eficiência do uso do nitrogênio de acordo com a metodologia descrita por Moll *et al.*(1982). Os dados foram submetidos à análise de variância e os efeitos dos tratamentos e das interações avaliados pelo teste F a 5% de probabilidade. Quando F foi significativo, para o fator qualitativo utilizou-se o teste de Tukey a 5% e regressão polinomial para o fator quantitativo. A utilização de sementes com diferentes níveis de qualidade não afetou o teor de N na planta nem a eficiência de uso do nitrogênio. As eficiências de absorção e de utilização do nitrogênio diminuíram com o incremento da adubação nitrogenada.

Palavra-chave: *Oryza sativa* L., eficiência, nitrogênio.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the efficiency of nitrogen use as a function of seed quality and nitrogen fertilization in the production of irrigated rice. Two irrigated rice cultivars were evaluated, BRS Pampeira and IRGA 424 CL, of which the treatments consisted of high and low level of seed quality and five doses of nitrogen fertilization, (0, 60, 120, 180 and 240 kg ha⁻¹) in the 2016/17 harvest. The experimental design was a randomized block with four replications in a 2x5 factorial scheme (levels of seed quality x doses of N). The variables analyzed were the components involved in the efficiency of nitrogen use according to the methodology described by Moll *et al.* (1982). The data were submitted to analysis of variance and the effects of treatments and interactions evaluated by the F test at 5% probability. When F was significant, the Tukey test at 5% was used for the qualitative factor and polynomial regression for the quantitative factor. The use of seeds with different levels of quality did not affect the nitrogen content of the plant and the efficiency of nitrogen use. The efficiency of nitrogen absorption and utilization decreased with the increase of nitrogen fertilization.

Keyword: *Oryza sativa* L., efficiency, nitrogen.

5.1 Introdução

A preocupação com a otimização da eficiência de uso de nutrientes pelas plantas tem sido estudada a muito tempo, visando reduzir os custos de produção, evitar a degradação dos recursos ambientais e aumentar o rendimento das culturas (KOLSCHINSKI & SCHUCH, 2002).

Na cultura do arroz, o nitrogênio é o nutriente mais importante para a produtividade, com as maiores respostas à adubação, no entanto, a eficiência agrônômica do nitrogênio, representada pela capacidade de promover aumento de produtividade por unidade de nutriente adicionado ao solo, é bastante variável em razão da interação de fatores que determinam seu aproveitamento pela cultura (SCIVITTARO *et al.*, 2018).

A eficiência de recuperação de N, que é a quantidade de nutriente acumulado nos tecidos por unidade de nutriente aplicado, pode ser aumentada com a adoção de práticas de manejo apropriadas, como o uso de dose adequada e aplicação na época apropriada, de acordo com resultados de pesquisa e com a necessidade da cultura (FAGERIA *et al.*, 2003). No mesmo sentido, Fidelis *et al.* (2011) afirma que para se obter respostas positivas à aplicação de nitrogênio, deve-se levar em consideração práticas de manejo apropriadas e o uso de cultivares mais eficientes na absorção e utilização de N.

A baixa eficiência nutricional está relacionada com condições adversas de clima, solo e planta, de acordo com Anghinoni & Carlos (2019), existindo dois principais fatores para o manejo da adubação nitrogenada em arroz irrigado, que são as perdas do nutriente para o ambiente e a resposta da cultura ao manejo utilizado. Em média, a eficiência de recuperação de nitrogênio é de 50%, de fósforo de 10% e de potássio de 40% pelas culturas anuais, considerada muito baixa (BALIGAR & BENNETT, 1986). A eficiência de uso do nitrogênio com relação a resposta do arroz irrigado à adubação nitrogenada em cobertura depende da época de semeadura, sendo que a menor resposta se dá em semeaduras tardias, após 10 de novembro no RS (MENEZES, 2012).

Também é importante a determinação da absorção e do acúmulo de nitrogênio nas diferentes fases de desenvolvimento da planta, pois permite

verificar as épocas em que o nutriente é mais exigido e verificar como se dá sua distribuição nas diferentes partes da planta (ALVAREZ *et al.* 2005). A disponibilidade de nitrogênio deve atender a necessidade do arroz principalmente nos estádios de desenvolvimento em que são definidos os componentes de rendimento (MENEZES, 2012).

Conforme Fageria *et al.* (2007), a eficiência de recuperação de N pelo arroz inundado está em torno de 40% em solo em várzea sendo que as principais razões para a ocorrência de deficiência de em solos de várzea são as perdas pelos processos de volatilização, lixiviação, desnitrificação e erosão, além de baixas doses de aplicação e diminuição do teor de matéria orgânica em consequência dos cultivos sucessivos.

Na literatura, existem várias formas de definição de eficiência de utilização de nutrientes. Contudo os componentes mais comuns da eficiência são absorção e utilização de nutrientes, sendo que, em solo com baixa fertilidade, a eficiência de utilização é mais importante em comparação com a eficiência de absorção na produção de grãos, enquanto que em solo de alta fertilidade, ambas as eficiências são importantes na produção das culturas (FAGERIA, 1998).

De acordo com Malavolta & Fornasieri Filho (1983) a eficiência de utilização de nutrientes está relacionada com a capacidade da planta e pode ser definida pela relação entre o peso de grãos produzidos e a quantidade de nutrientes absorvida durante o ciclo.

Moll *et al.* (1982), propuseram diversos índices para avaliar a eficiência dos processos de absorção até à translocação de N para os grãos na cultura do milho. Entre eles está a eficiência no uso de N que é definida pela razão entre a produtividade de grãos ou peso de parte aérea da planta seca por unidade de N disponível no solo. Sendo esta composta pela eficiência na absorção de N, que é a capacidade da planta em absorver N, e pela eficiência na utilização de N, que é a capacidade interna da planta de produzir grãos ou matéria seca por unidade de nutriente absorvida (OLIVEIRA *et al.* 2013).

O uso de sementes de baixa qualidade influencia a redução na produtividade das culturas. O vigor das sementes modifica o desenvolvimento vegetativo e está frequentemente relacionado ao rendimento em culturas que

são colhidas no estágio vegetativo ou durante o início do desenvolvimento reprodutivo (CANTARELI *et al.*, 2015). Bagateli (2015) afirma que sementes de alto vigor proporcionam uma rápida e uniforme emergência de plântulas em campo, resultando em plantas que possuem um potencial produtivo mais elevado, seu trabalho constatou que o uso de sementes com níveis de vigor de 95% pode promover acréscimos superiores a 35% no rendimento de grãos de soja.

Em arroz irrigado, as plantas originadas de sementes de alto vigor apresentam desempenho superior em relação às originadas de sementes de baixo vigor para os parâmetros matéria seca de plantas, área foliar, altura, número de perfilhos, panículas por planta e rendimento biológico, independentemente do sistema de distribuição das plantas ao longo da linha de semeadura (MELO *et al.*, 2006). Este desempenho também pode estar associado a um aumento na eficiência de uso dos nutrientes e do índice de colheita (I.C.), que representa a capacidade produtiva da planta de arroz definida pela eficiência do transporte de fotoassimilados para o grão (PARANHOS *et al.*, 1991). Também Mielezrski *et al.* (2008) com o objetivo avaliar o efeito do vigor de sementes sobre características agrônomicas em plantas de arroz, híbrido Avaxi, cultivadas isoladamente, verificaram que sementes de alto vigor originam plantas com maior potencial fisiológico o que se reflete em maior crescimento e maior rendimento de grãos.

O objetivo com este trabalho foi avaliar a eficiência de uso do nitrogênio em função da qualidade de sementes e adubação nitrogenada na produção de arroz irrigado visando compreender melhor o efeito desses fatores na utilização de nitrogênio pela planta.

5.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido na safra 2016/17 na área experimental da Estação Experimental de Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, no Município de Capão do Leão-RS, 31°52' 00" de latitude sul e 52° 21' 24" longitude oeste. O sistema de cultivo utilizado foi convencional sobre um Planossolo Háplico, classe textural 4,0; 17% de argila, 1,6% de M.O; 19 e 43,0 mg dm⁻³ de P e K, respectivamente; CTC igual a 3,1 e pH em água de 5,2.

Foram utilizadas duas cultivares de arroz irrigado BRS Pampeira e a cultivar IRGA 424 CL. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições no esquema fatorial 2x5 composto por dois níveis de qualidade de sementes e cinco níveis de adubação nitrogenada aplicados em cobertura (0, 60, 120, 180 e 240 kg de N ha⁻¹). A qualidade dos lotes foi determinada pelos seguintes testes de vigor: tríplice teste e teste de frio, conforme apresentado na Tabela 1, conforme Amaral *et al.* (1995) para o tríplice teste e Barros *et al.* (1999) para o teste de frio.

Os lotes de sementes foram obtidos de produtores de sementes da região do Município de Pelotas cadastrados junto a Comissão de Sementes e Mudas do Estado do Rio Grande do Sul-CESM/RS, safra 2016/17. Todos os lotes foram tratados com o fungicida registrado para cultura do arroz, Maxim XL, na dose equivalente a dose de bula, de 200 ml de produto comercial para 100 Kg de sementes.

As cultivares utilizadas são recomendadas para cultivo no Rio Grande do Sul, sendo caracterizadas conforme Reunião Técnica, 2016, como segue:

BRS Pampeira - Possui ciclo biológico de 133 dias da emergência à maturação, sendo classificada como cultivar de ciclo médio para o RS. Apresenta estatura de 95 cm. As plantas são do tipo moderno, de alta capacidade de perfilhamento e folhas pilosas. Os grãos são longo-fino, do tipo “agulhinha”, com rendimento de inteiros superior a 62%, baixa incidência de centro-branco e textura solta e macia após a cocção. Destaca-se quanto à produtividade de grãos com potencial acima de 10 ton/ha, tolerância ao acamamento e resistência à doenças. Apresenta excelente qualidade de grãos no que tange às características industriais e culinárias.

IRGA 424 CL - Esta cultivar, registrada como IRGA 424RI, é essencialmente derivada da IRGA 424. Apresenta resistência aos herbicidas Only® e Kifix®, sendo uma alternativa de manejo para o controle do arroz daninho. É de ciclo médio com alto potencial de produtividade dos grãos, é resistente à brusone na folha e na panícula, sendo uma excelente alternativa de cultivo em áreas com histórico de ocorrência de arroz daninho e incidência de brusone. Além disso, é resistente à toxidez por excesso de ferro no solo.

Para o triplice teste utilizou-se caixas de gerbox contendo 200 mL de solo, o qual foi umedecido com 60 mL de água destilada, posteriormente semeadas 40 sementes de arroz, cobertas com 100 mL de solo e adicionado 30 mL de água destilada. Em seguida as caixas foram levadas ao germinador a 30°C, o percentual de plantas emergidas em 72h expressa o vigor (AMARAL *et al.*, 1995). O Teste de frio realizado conforme descrito por Barros *et al.* (1999), sendo distribuídas 4 subamostras de 50 sementes em substrato de papel de germinação previamente umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos de papel foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos em câmara BOD por sete dias à temperatura de 10 °C. Após este período, os rolos foram transferidos para o germinador, e mantidos nas mesmas condições do teste de germinação, sendo realizada a contagem de plântulas normais após sete dias.

Tabela 1 – Caracterização dos lotes de sementes de duas cultivares de arroz irrigado através do vigor pelo triplice teste (%) e teste de frio (%). Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, RS, 2016.

Cultivares	Níveis de qualidade	Tríplice teste (%)	Teste de frio (%)
IRGA 424 CL	Alta	94	72
IRGA 424 CL	Baixa	83	63
BRS Pampeira	Alta	94	70
BRS Pampeira	Baixa	68	59

A semeadura foi realizada em 26/11/2016, utilizando semeadora de parcelas composta de 9 linhas de 5 m espaçadas de 0,2 m entre si. As práticas de manejo da cultura realizadas de acordo com as Recomendações Técnicas para o Cultivo de Arroz Irrigado no Sul do Brasil, (REUNIÃO TÉCNICA..., 2014).

Como adubação de base foi aplicada uma dose equivalente a 260 kg ha⁻¹ da fórmula 5-25-25. A fonte de nitrogênio em cobertura utilizada foi uréia, aplicando-se a metade da dose imediatamente antes da entrada de água de

inundação, no estágio V3-V4, e a outra metade por ocasião do início da diferenciação da panícula (IDP).

Por ocasião do início da diferenciação da panícula – IDP (estádio R1) (COUNCE *et al.*, 2000) e da antese (estádio R4) foram coletadas todas as plantas presentes em um metro de uma linha dentro da área útil de cada parcela. Por ocasião da maturação (estádio R9) foram coletadas todas as plantas presentes em 2 metros em duas linhas localizadas dentro da área útil de cada parcela, que foram separadas nos componentes sementes e material vegetativo, e pesados separadamente para a determinação do acúmulo de matéria seca. Todo esse material vegetal foi submetido a secagem em estufa a 55°C por 72 horas e posterior pesagem. Esse material foi moído e utilizado para a determinação dos teores de nitrogênio no material vegetativo e nas sementes, através do método Micro-Kjeldahl (Association of Official Agricultural Chemists, 1965).

Para estimar a eficiência de uso do nitrogênio foi utilizada a metodologia descrita por Moll *et al.* (1982), a qual utiliza o acúmulo de matéria seca e o teor de nitrogênio nos tecidos. Com os valores de matéria seca e de nitrogênio determinados no início da diferenciação da panícula, na antese e na maturação (material vegetativo e reprodutivo), foram calculadas:

- N acumulado na planta até R1 (kg ha^{-1});
- N acumulado na planta até antese (kg ha^{-1});
- N acumulado na planta após antese (kg ha^{-1});
- N acumulado nas partes vegetativas, nos grãos e N total na planta na maturação (kg ha^{-1});
- Remobilização de N da parte vegetativa para os grãos (kg ha^{-1}) = N na parte vegetativa na maturação – N na antese;
- Eficiência de remobilização de N (%) = (remobilização de N/N acumulado na antese) x 100;
- Eficiência de uso do N ($\text{kg de sementes/ kg de N suprido}$) = Eficiência de absorção do N aplicado X Eficiência de utilização do N, onde:
 - Eficiência de absorção do N aplicado ($\text{kg de N na planta/kg de N suprido}$) = N total na planta na maturação/N suprido na adubação;

- Eficiência de utilização do N ($\text{kg de sementes/kg de N total na planta}$) = $\frac{\text{grãos produzidos}}{\text{N total na planta na maturação}}$.

Os dados experimentais foram submetidos análise de variância e os efeitos dos tratamentos foram avaliados pelo teste F. Os efeitos de nível de qualidade de sementes foram avaliados por comparação de médias, através do teste de Tukey, enquanto que os efeitos dos níveis de nitrogênio foram avaliados por análise de regressão. Todas as análises estatísticas foram realizadas ao nível de 5% de probabilidade.

5.3 Resultados e Discussão

Não houve interação de fatores qualidade de sementes e adubação nitrogenada para todas as variáveis relacionadas a eficiência de uso do nitrogênio. Também não ocorreu efeito de qualidade de sementes para nenhuma das variáveis analisadas. Nesse mesmo sentido, Schuch *et al.* (1999), com o objetivo de avaliar a interação do nível de nitrogênio com o vigor das sementes através da resposta biológica dos materiais, constataram que a concentração e o acúmulo de nitrogênio em tecidos vegetativos e em sementes, a remobilização do nitrogênio para as sementes e a eficiência de utilização do nitrogênio não foram afetados pelo nível de vigor das sementes de aveia preta utilizadas no plantio.

O teor de N acumulado é linear e crescente para IRGA 424 Cl até R1, (Figura 1-A), até a antese e após a antese na parte vegetativa da planta (Figura 1-B). Até R1 observa-se um incremento de 10%, até a antese 154% e após a antese 77% no acúmulo de N, na parte vegetativa da planta, em relação a testemunha, na máxima dose testada. Kolchinski & Schuch (2003) com o objetivo de avaliar o efeito de doses de nitrogênio sobre a produção de grãos e o comportamento de componentes envolvidos no uso eficiente do N em aveia branca (*Avena sativa* L.), constaram que o incremento nas doses de nitrogênio proporcionou acréscimos lineares no acúmulo de N no florescimento e de N total na maturação. O acúmulo de N para BRS Pampeira também é linear crescente e apresenta acúmulo de N de até 10% em relação a testemunha em R1.

Quanto ao acúmulo de N até a antese para BRS pampeira a derivada da equação demonstra que o máximo acúmulo de N por ha ocorreu na dose de 198 Kg de N ha⁻¹ com acréscimo de 152%, (Figura 1-B), e é linear e crescente após a antese com acréscimo de 123% em relação a ausência de aplicação de nitrogênio (Figura 1-C). De acordo com Barbosa Filho (1987) a marcha da absorção de nutrientes pode ser afetada pelo clima, pelas cultivares e pelo sistema de cultivo. Neste sentido, Anghinoni & Carlos (2019) afirmam que mesmo que a planta tenha absorvido o nitrogênio, ela não consegue metabolizá-lo em períodos de baixa radiação solar e baixa temperatura, sendo a eficiência de aproveitamento do fertilizante afetada pelas condições meteorológicas.

Conforme Malavolta e Fornasieri Filho (1983) no início do crescimento do arroz a planta exige principalmente nitrogênio e potássio. Medeiros & Malavolta (1980), afirmam que o teor máximo de nitrogênio no arroz ocorre no perfilhamento, no entanto devido ao melhoramento genético e ao desenvolvimento de tecnologias para o manejo adequado do cultivo de arroz, percebe-se neste trabalho que a planta continua acumulando N na fase de enchimento de grãos. Conforme Schivittaro & Machado (2004), o arroz absorve nitrogênio durante todo o ciclo, entretanto as exigências são maiores nas fases de perfilhamento e reprodutiva, sendo que, nesta última é que a planta apresenta maior eficiência de absorção de N para produção de grãos.

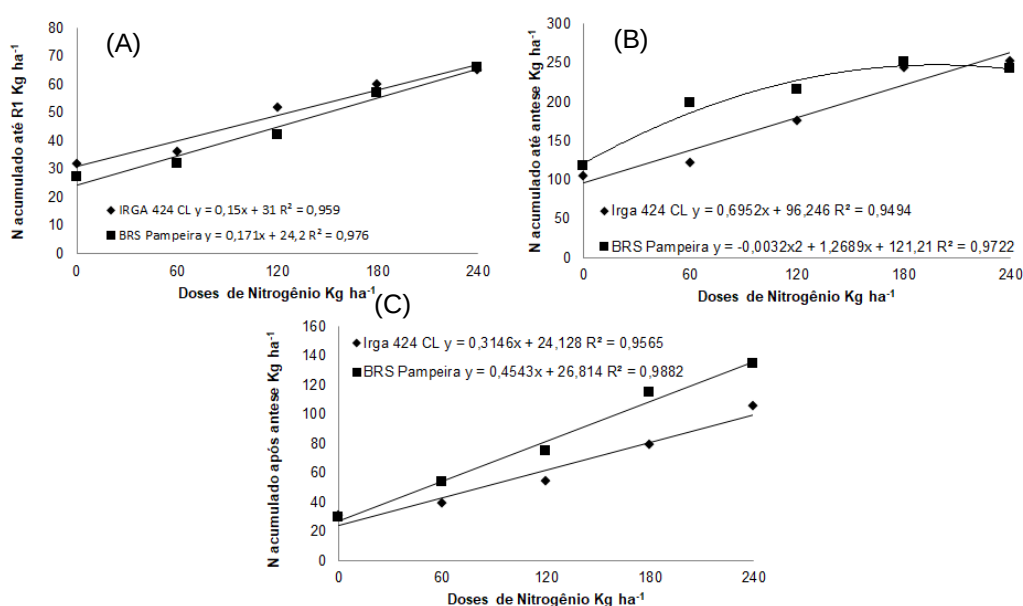


Figura 1. N acumulado até R1 (kg ha^{-1}) (A); N acumulado até a antese (kg ha^{-1}) (B) e N acumulado após a antese (kg ha^{-1}) (C), na parte vegetativa da planta, de cultivares de arroz irrigado em função da dose de N, no Município de Capão do Leão-RS, safra 2016/2017.

A adubação nitrogenada promoveu acréscimos no acúmulo de nitrogênio (Figura 2). Quanto ao acúmulo de N na parte vegetativa na maturação (estádio R9), (Figura 2-A), verifica-se aumento linear crescente para ambas as cultivares. Os acréscimos em relação a ausência de aplicação de nitrogênio foram de 23% para IRGA 424 CL e 30% para BRS Pampeira na máxima dose testada.

Para nitrogênio acumulado nas sementes, (Figura 2-B) constata-se que o máximo acúmulo ocorreu para a cultivar IRGA 424 CL na dose $152 \text{ Kg de N ha}^{-1}$ e para BRS Pampeira na dose de $127 \text{ Kg de N ha}^{-1}$, proporcionando acréscimos de 68 e 67% respectivamente.

Quanto ao nitrogênio total (sementes+palha), (Figura 2-C) verifica-se aumento linear crescente na medida em que há incremento nas doses de N. Os acréscimos em relação a ausência de aplicação de nitrogênio foram de 130% para IRGA 424 CL e 151% para BRS Pampeira na máxima dose testada. Resultado semelhante foi obtido por Schuch *et al.* (1999), onde constataram que houve grandes acréscimos no acúmulo de N na parte vegetativa aérea por ocasião da antese, e em partes vegetativas aéreas, sementes e na parte aérea total no momento da maturação.

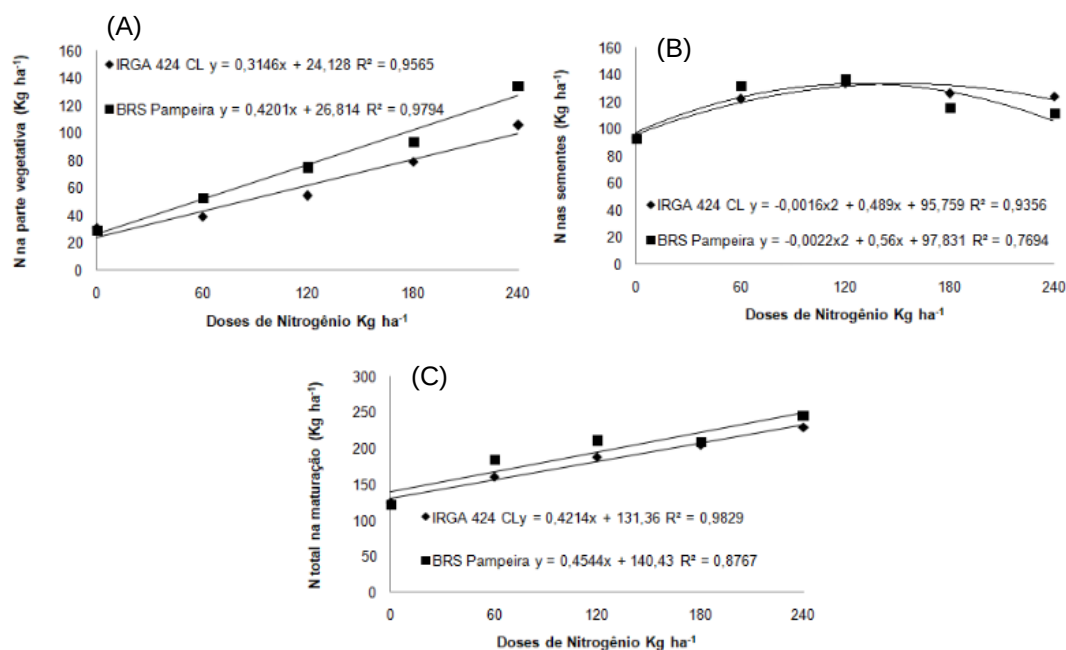


Figura 2. N acumulado na parte vegetativa na maturação (kg ha⁻¹) (A); N acumulado nas sementes (kg ha⁻¹) (B) e N total na planta na maturação (kg ha⁻¹) (C) de cultivares de arroz irrigado em função da dose de N, no Município de Capão do Leão-RS, safra 2016/2017.

A remobilização de N para as sementes foi linear crescente para IRGA 424 CL em função do acréscimo na dose de nitrogênio, não ocorrendo efeito para a cultivar BRS Pampeira (Figura 3-A). Em trabalho realizado por Kolchinski & Schuch (2003) quanto à remobilização de N dos tecidos vegetativos para os grãos, observaram que nos cultivares mais modernos de aveia branca houve aumentos lineares e maior potencial de resposta aos acréscimos nas doses de N. Já para a eficiência na remobilização do N, (Figura 3-B), a regressão não foi significativa para a cultivar IRGA 424 CL, enquanto que para BRS Pampeira decresceu linearmente com o aumento na adubação nitrogenada, indicando uma associação negativa com o acúmulo total de N na planta por ocasião do florescimento. Resultados similares foram observados por Nedel *et al.* (1997), enquanto que Schuch *et al.* (1999) não observaram efeito da adubação nitrogenada sobre a eficiência de remobilização de N em seu trabalho.

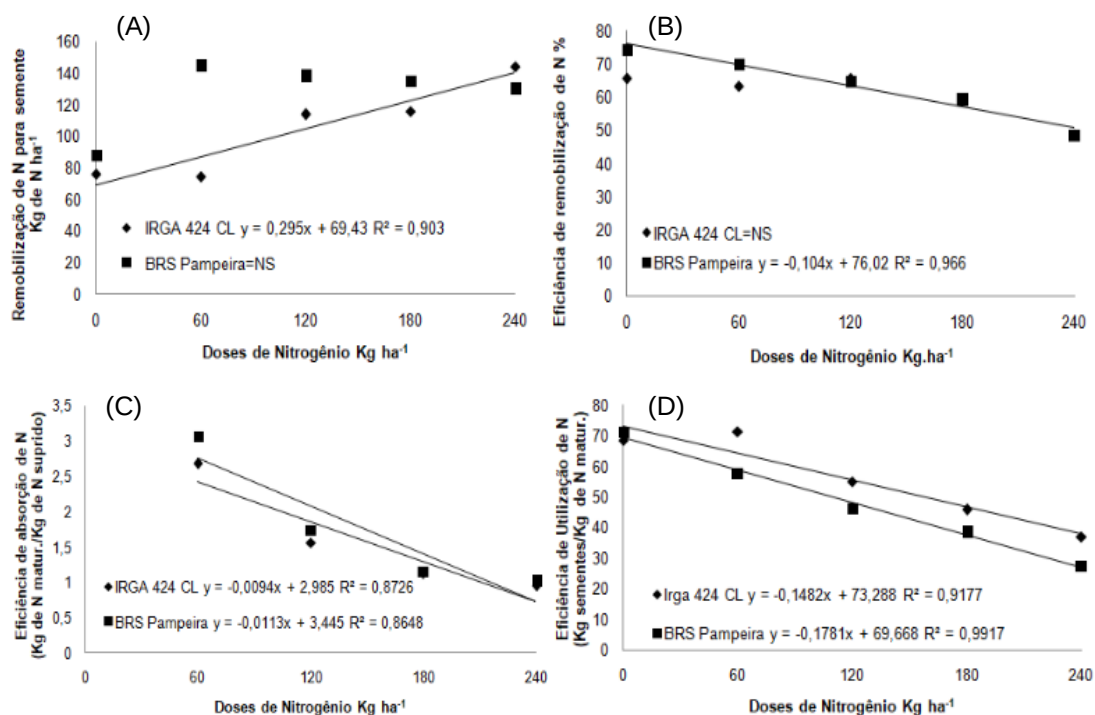


Figura 3. Remobilização de N para a semente (kg de N ha⁻¹) (A) eficiência de remobilização do N (%) (B); eficiência de absorção de N (Kg de N matur./Kg de N suprido) (C); eficiência de utilização do N (Kg de sementes/ Kg de N na maturação) (D); de cultivares de arroz irrigado em função da dose de N, no Município de Capão do Leão-RS, safra 2016/2017.

A eficiência de absorção de N, (Figura 3-C), decresce na medida em que aumentou o fornecimento de nitrogênio para ambas as cultivares. Resultado semelhante foi obtido por Kolchinski & Schuch (2003), onde o incremento na adubação nitrogenada reduziu significativamente a eficiência de absorção do N. Também Oliveira *et al.* (2016) ao avaliar a eficiência do uso de nitrogênio (N) e potássio (K) em pimentão cultivado em ambiente protegido, em função de diferentes manejos de fertirrigação verificou que a eficiência de absorção de N foi maior na menor dosagem de nutrientes avaliada.

A eficiência de utilização de N, (Figura 3-D), foi linear decrescente para ambas as cultivares com o aumento da adubação nitrogenada, Schuch *et al.* (1999) não observaram efeito da adubação nitrogenada sobre esta variável em seu trabalho. Por outro lado, Nedel *et al.* (1997) observaram que a eficiência de utilização de N em genótipos de cevada decresceu com o aumento nas doses de N aplicadas. Mesmo nas melhores condições a eficiência de aproveitamento do fertilizante nitrogenado é considerada baixa, em torno de 70%, sendo na maioria das vezes menor que 50% (ANGHINONI & CARLOS, 2019).

5.4 Conclusões

A utilização de sementes com diferentes níveis de qualidade não afetou o teor de N na planta a eficiência de uso do nitrogênio.

O teor de N nos tecidos é crescente para IRGA 424 CL até R1 e até a antese e para ambas as cultivares na maturação.

O acúmulo de N na parte vegetativa e total na maturação é crescente para ambas as cultivares com o aumento da dose de N. O máximo acúmulo de N nas sementes ocorreu para a cultivar IRGA 424 CL na dose 152 Kg de N ha⁻¹ e para BRS Pampeira na dose de 127 Kg de N ha⁻¹.

A eficiência de absorção e de utilização do nitrogênio de N diminuiu com o incremento da adubação nitrogenada.

5.5 Referências Bibliográficas

ALVAREZ, R.C.F.; CRUSCIOL, C.A.C.; RODRIGUES, J.D.; ALVAREZ, A.C.C. Marcha de absorção de nitrogênio de cultivares de arroz de terras altas com diferentes tipos de plantas. **Científica**, v.34, p.162-169, 2005.

AMARAL, A.S.; PESKE, S.T.; LABBÉ, L.M.B.; PIEROBOM, C.R. Avaliação da qualidade de sementes de arroz pelo tríplice teste. **Lavoura Arrozeira**, v.48, n.421, p.3-7, 1995.

ANGHINONI, I.; CALROS, F. S. **Manejo da adubação nitrogenada de cobertura no arroz irrigado no sul do Brasil**. Instituto Rio Grandense do Arroz-IRGA. Circular Técnica 001/jul/2019.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**.10. ed. Washington, DC, 1965.

BALIGAR, V.C.; BENNETT, O.L. NPK-fertilizer efficiency - a situation analysis for the tropics. **Fertilizer Research**, Dordrecht, v.10, p.147-164, 1986.

BAGATELI, J.R. **Desempenho produtivo da soja originada de lotes de sementes com diferentes níveis de vigor**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Pelotas, 2015, 34 f.

BARBOSA FILHO, M. P. **Nutrição e adubação do arroz (sequeiro e irrigado)**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1987. 120 p. (POTAFOS. Boletim Técnico, 9).

BARROS, S.R.B.; DIAS, M.C.L.L.; CICERO, S.M.; KRZYŻANOWSKI, F.C. Teste de frio. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.5.1–5.15.

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

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

COUNCE, P.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v.40, n.2, p. 436-443, 2000.

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.; STONE, L. F. Manejo do nitrogênio. In: FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. dos. **Manejo da fertilidade do solo para o arroz irrigado**, Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003, p.51-94.

FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.2, p.6-16, 1998.

FERREIRA, M. E.; YAMADA, T., MALAVOLTA, E.. **Cultura do Arroz de Sequeiro: fatores afetando a produtividade**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fósforo: Instituto Internacional da Potassa, 1983. 422p.

FIDELIS, R. R., RODRIGUES, A. M., SILVA, G. F., BARROS, H. B., PINTO, L. C., AGUIAR, R. W. S., & FIDELIS, R. R. (2012). Eficiência do uso de nitrogênio em genótipos de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, 124-128.

KOLCHINSKI, E. M. & SCHUCH, L.O.B.. Produtividade e utilização de nitrogênio em aveia em função de épocas de aplicação do nitrogênio. **R. Bras. Agrociência**, v. 8, n. 2, p. 117-121, 2002.

KOLCHINSKI, E. M. & SCHUCH, L.O.B. Eficiência no uso do nitrogênio por cultivares de aveia branca de acordo com a adubação nitrogenada. **R. Bras. Ci. Solo**, v.27, p.1033-1038, 2003.

MALAVOLTA, E.; FORNASIERI FILHO, D. Nutrição mineral da cultura do arroz. In: FERREIRA, M. E.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. (Ed.). **Cultura do arroz de sequeiro: fatores afetando a produtividade**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fósforo / Instituto Internacional da Potassa, 1983. p.95-140.

MELO, P. T.; SCHUCH, L. O.; ASSIS, F. N.; E CONCENÇÃO, G. Comportamento individual de plantas originadas de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica em populações de arroz irrigado. **Rev. Bras. Sementes**. V.28, n.2, p. 84 – 94, 2006.

MENEZES, V.G. **Projeto 10: estratégias de manejo para o aumento de produtividade e da sustentabilidade da lavoura de arroz irrigado no RS: avanços e novos desafios**. Cachoeirinha: IRGA, 2012. 104p.

MOLL, R. H.; KAMPRATH, E. J.; JACKSON, W. A. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, n. 3, p.562-64, 1982.

NEDEL, J.L.; ULLRICH, S.E. & PAN, W.L. Nitrogen use by standard height and semi-dwarf barley isotypes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.2, p.147-153, 1997.

OLIVEIRA, F. DE A.; DUARTE, S. N. DE MEDEIROS, J. F.; DE OLIVEIRA M. K. T.; DA SILVA, R. C. P.; SOUZA, M. S.. Eficiência da fertirrigação nitrogenada e potássica na produção de pimentão cultivado em ambiente protegido. **Rev. Cienc. Agrar.**, v. 59, n. 3, p. 293-301, 2016.

OLIVEIRA, L. R.; MIRANDA, G. V. LIMA, R. O.; FRITSCHÉ-NETO, R.; GALVÃO, J.C.C. Eficiência na absorção e utilização de nitrogênio e atividade enzimática em genótipos de milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 3, p. 614-621, 2013.

PARANHOS^a J.T.; MARCHEZAN^a E.; COSTA DUTRA^a L.M.. Rendimento de grãos, índice de colheita e componentes do rendimento de três cultivares de arroz irrigado. **Cienc. Rural**, v.21, n. 2., 1991.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 30., 2014, Bento Gonçalves. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2014. 192p.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 31., 2016, Bento Gonçalves. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas: SOSBAI, 2016. 200p.

SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N.; *et al.* Vigor das sementes e adubação nitrogenada em aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n.2, p.127-34, 1999.

SCIVITTARO, W. B; BARBATPARFITT, J.M.; JARDIM, T. M. ; TREPTOW, R.C.B.; DA SILVEIRA, C.M.; BETTIM, H.C.. **Adubação Nitrogenada e Potássica para Cultivares de Arroz Irrigado**. Circular técnica 197, Pelotas, RS, Dezembro, 2018.

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

TUNES, L.M., L.C. TAVARES & A.C.S.A. BARROS. 2012. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de arroz. **Revista de Ciências Agrárias**, v.35, n.1, p.120-127, 2012.

6. Considerações Finais

Neste trabalho a qualidade das sementes não afetou nenhuma das variáveis, com exceção do número de panículas por metro quadrado da cultivar IRGA 424 CL. O que sugere que, para a cultura do arroz, há a necessidade de maior estratificação do vigor de lotes sementes para verificar o possível efeito nas variáveis analisadas.

Também foi possível verificar que o máximo rendimento de grãos obtidos pelas cultivares analisadas está dentro da faixa de recomendação de adubação nitrogenada. Ocorrendo na dose 112 kg de N ha⁻¹ para a cultivar IRGA 424 CL e na dose 76 kg de N ha⁻¹ para a cultivar BRS Pampeira. No entanto verifica-se na prática que na maioria das vezes os agricultores utilizam doses superiores.

Fica evidente neste trabalho a influência da adubação nitrogenada nos parâmetros produtivos da cultura como: estatura de plantas, massa seca, teor de clorofila nas folhas, índice vegetativo e número de grãos por panícula que aumentam com o acréscimo na dose de nitrogênio. Demonstrando que o desempenho da cultura depende da utilização de doses adequadas de nitrogênio.

O trabalho também apresentou a relação negativa com o aumento da adubação nitrogenada e qualidade fisiológica das sementes, para cultivar IRGA 424 CL, tendendo a reduzir com o acréscimo na dose. O acúmulo de N nos tecidos é crescente para ambas as cultivares até R1 e na maturação. Verifica-se que embora haja acúmulo de nitrogênio nos tecidos nos estádios avaliados, nem sempre a conversão é positiva, como no caso da qualidade fisiológica de sementes, cultivar IRGA 424 CL e eficiência de absorção e de utilização do nitrogênio de N que diminuíram com o incremento da adubação nitrogenada.

7. Referências Bibliográficas

ABREU, G. T. de; SCHUCH, L. O. B.; MAIA, M. de S. M. Análise do crescimento e utilização de nitrogênio em aveia branca (*Avena sativa* L.) em função da população de plantas. **R. Bras. Agrociência**, v. 8, n. 2, p. 111-116, 2002.

ALVAREZ, R.C.F., CRUSCIOL, C.A.C., RODRIGUES, J.D., ALVAREZ, A.C.C. Marcha de absorção de nitrogênio de cultivares de arroz de terras altas com diferentes tipos de plantas. **Científica**. v. 34, n. 2, p.162-169,2006.

BARBOSA FILHO, M. P. **Nutrição e adubação do arroz (sequeiro e irrigado)**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 120 p. (POTAFOS. Boletim Técnico, 9).

BISSANI, C.A.; CAMARGO, F.A.O.; GAINELLO, C. & TEDESCO, M.J. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, 2008. 344p.

BUZETTI, S.; BAZANINI, G. C.; FREITAS, J. G.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SA, M. E.; MEIRA, F. A. Resposta de cultivares de arroz a doses de nitrogênio e do regulador de crescimento cloreto de clormequat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 12, p. 1731- 1737, 2006.

COSTA, N. P. da; GOMES, A. da S.; PESKE, S. T.; POPINIGIS, F.; ZONTA, E. P. Influência da adubação nitrogenada sobre o vigor e conteúdo de proteínas de sementes de quatro cultivares de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, v.5 n. 1, 1983.

CRUSCIOL, C. A. da C.; LIMA, E. D. ; ANDREOTTI, M.; NAKAGAWA, J.; LEMOS, L. B.; MARUBAYASHI, O. M. Efeito do nitrogênio sobre a qualidade fisiológica, produtividade e características de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 1, p.108-115, 2003.

FAGERIA, N. K. OTIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA NUTRICIONAL NA PRODUÇÃO DAS CULTURAS. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.2, p.6-16, 1998.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. Manejo do nitrogênio. In: FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. dos. **Manejo da fertilidade do solo para o arroz irrigado**, Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003, p.51-94.

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.

FARINELLI, R., PENARIOL, F. G., FORNASIERI FILHO, D. & BORDIN, L. Características agronômicas de arroz de terras altas sob plantio direto e adubação nitrogenada e potássica. **R. Bras. Ci. Solo**, v.28, p.447-454, 2004.

FAVARATO, L. F.; ROCHA, V. S.; ESPINDULA, M. C.; SOUZA, M. A. de; PAULA, G. de S. Adubação nitrogenada e qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Bragantia**, 2011.

FERRAZ, E.C. Ecofisiologia do arroz. In: CASTRO, P. R. C., FERREIRA, S. O., YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira da Pesquisa da Potassa e Fósforo. 1987. p.185-202.

FIDELIS, R.R.; ROTILI, E.A.; SANTOS, M.M.; BARROS, H.B.; MELO, A.V.; DOTTO, M. Eficiência no uso de nitrogênio em cultivares de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p.622-626, 2011.

FREITAS, T. F. S. de; SILVA, P. R. F. da; MARIOT, C. H. P.; MENEZES, V. G.; ANGHINONI, I.; BREDEMEIER, C.; VIEIRA, V. M. Produtividade de arroz irrigado e eficiência da adubação nitrogenada influenciadas pela época da semeadura. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 32, p. 2397-2405, 2008.

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F. Adubação nitrogenada do arroz de terras altas no sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 210-214, 2003.

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, n. 2, p. 379-383, 2004.

KOLCHINSKI, E. M. & SCHUCH, L. O. B. Atributos de desempenho industrial e qualidade de sementes em aveia branca em função da disponibilização da adubação Nitrogenada. **Ciência Rural**, v. 33, n. 3, p. 587-589, 2003.

KOLCHINSKI, E. M. & SCHUCH, L. O. B. Produtividade e utilização de nitrogênio em aveia em função de épocas de aplicação do nitrogênio. **R. bras. Agrociência**, v. 8, n. 2, p. 117-121, 2002.

LEITE, R. F. C.; SCHUCH, L. O. B.; AMARAL, A. dos S.; TAVARES, L. C. Rendimento e qualidade de sementes de arroz irrigado em função da adubação com boro. **Rev. Bras. Sementes**, v.33, n.4, 2011.

LENZ G., COSTA, I. F. D. , ARRUE, A. , KARKOW, D., ZEMOLIN, C. R., SILVA, T.M.B., CORADINI, C., STEFANELLO, M. S., MARQUES, L. N. Suscetibilidade de cultivares de arroz, sob diferentes doses de nitrogênio, à rhizoctonia solani. **Comunicação científica**. Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.76, n.4, p.707-710, 2009.

LOPES, S. I. G.; LOPES, M. S.; MACEDO, V. R. M. Curva de resposta à aplicação de nitrogênio para quatro genótipos de arroz irrigado. **Lavoura Arroeira**, Porto Alegre, v. 49, n. 425, p. 36, 1996.

MARZARI, V.; MARCHESAN, E.; DA SILVA, L. S.; VILLA, S.C.C.; DOS SANTOS, F. M.; TELÓ, G.M. População de plantas, dose de nitrogênio e aplicação de fungicida na produção de arroz irrigado. II. Qualidade de grãos e sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.4, p.936-941, 2007.

MIELEZRSKI, F. , SCHUCH, L.O.B. , PESKE, S. T. , PANOZZO, L. E. , CARVALHO, R. R. , ZUCHI, J. Desempenho em campo de plantas isoladas de arroz híbrido em função da qualidade fisiológica das sementes. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 30, nº 3, p. 139-144, 2008.

PASSOS, N. G. dos; SOUZA, S. A. de; LOPES, M. B. S.; VARAVALLO, M. A.; OLIVEIRA, T. C. de; FIDELIS, R. R. Eficiência no uso de nitrogênio em genótipos de arroz em solos de várzea tropical do Estado do Tocantins. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 9, n. 1, p. 8-16, 2015.

PRANDO, A. M.; ZUCARELI, C.; FRONZA, V.; OLIVEIRA, E. A. de P.; PANOFF, B. Formas de ureia e doses de nitrogênio em cobertura na qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 2, p. 272 - 279, 2012.

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

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 31., 2016, Bento Gonçalves. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas: SOSBAI, 2016. 200p.

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N. DE; MAIA, M. DE S. M. Vigor de sementes de populações de aveia preta: II. Desempenho e utilização de nitrogênio. **Sci. agric.**, v.57, n.1, 2000.

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N. DE; MAIA, M. DE S. M. Vigor de sementes e adubação nitrogenada em aveia-preta (*Avena strigosas* chreb.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 2, p.127-134, 1999.

SCIVITTARO, W. B. & GOMES, A. da S. Manejo da água e do nitrogênio em arroz irrigado. **Comunicado Técnico**, n. 149. 2006. 8 p.

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

SILVA, L. P. da; ALVES, B. M.; SILVA, L. de S.; POCOJESKI, E.; KAMINSKI, T. A.; ROBERTO, B. S. Adubação nitrogenada sobre rendimento industrial e composição dos grãos de arroz irrigado. **Ciência Rural**, 2013.

SMIDERLE, O. J.; CHANG, M. T.; FERREIRA, G. B.; CORDEIRO, A. C.C. Qualidade de sementes de arroz BRS jaçanã em função de aplicações de nitrogênio. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, v. 9, n. 1, p. 79-86, 2011.

SOUZA, L. C. D. de , SÁ, M. E. de ; MARTINS, H. S. D.; ABRANTES, F. L.; SILVA, M. P. DA ; ARRUDA, N. Produtividade e qualidade de sementes de arroz em resposta a doses de calcário e nitrogênio. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, p. 27, 2010.

SOUZA, L. C. D, DE. , SÁ, M. E. DE., MARTINS, H. S. D., ABRANTES, F. L. , SILVA, M. P. DA, ARRUDA, N. Produtividade e qualidade de sementes de arroz em resposta a doses de calcário e nitrogênio. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**. v. 4, n. 2, p. 27, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed., Artmed, 2013. 918 p.

TILMANN, M. A.A & MIRANDA, D. M. de. Análise de Sementes. In: **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 2ªed. Pelotas: Ed. Universitária/UFPEL, 2006. 470p.,p. 159-255.

VAHL, L.C.& SOUSA, R.O. Aspectos físico-químicos de solos alagados. In: Gomes A da S & Magalhães Junior AM de (Eds.). **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília, Embrapa. 2004. p.97-118.

VAHL, L. C. Nutrição de plantas de arroz irrigado. In: PESKE, S. T.; SCHUCH, L. O. B.; BARROS, A. C. S.A. **Produção de Arroz Irrigado**. 2004, p. 153-202.