REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/3fxxvm76
Pages: 1-24

PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE GRÃOS DE ARROZ HÍBRIDO IRRIGADO EM RESPOSTA A DOSES E MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGÊNADA

GRAIN YIELD AND QUALITY OF IRRIGATED HYBRID RICE IN RESPONSE TO NITROGEN RATES AND APPLICATION MANAGEMENT

PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE GRANOS DE ARROZ HÍBRIDO IRRIGADO EN FUNCIÓN DE DOSIS Y MANEJO DE NITRÓGENO

Eduardo Pauletto
Engenheiro agrônomo, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil
E-mail: eduardopauletto27@gmail.com

Guilherme Pivetta Vizzotto
Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil
E-mail: gui_vizzotto2@outlook.com

Régis Ruoso
Engenheiro Agrícola Universidade Federal de Santa Maria, Brasil
E-mail: regisruoso@hotmail.com

Matheus dos Santos Avozani
Graduando em agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil
E-mail: avozanimatheus4@gmail.com

Guilherme Bueno Cabreira
Graduando em agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil
E-mail: guilhermebuenocabreira@gmail.com

Robson Giacomeli
Dr. Engenharia Agrícola, professor Universidade Federal de Santa Maria, Brasil
E-mail: giacomeli.robson@ufsm.br

Juliano Dalcin Martins
Dr. Engenharia Agrícola, professor Universidade Federal de Santa Maria, Brasil
E-mail: juliano.martins@ufsm.br

Resumo

A produtividade do arroz irrigado é influenciada por diversos fatores, destacando-se o cultivar, as condições ambientais e a adubação nitrogenada, especialmente às doses e às épocas de aplicação. Este trabalho teve objetivo avaliar o desempenho do híbrido de arroz irrigado XP739MA em resposta a diferentes doses de nitrogênio e ao fracionamento da aplicação em distintos estádios de

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/3fxxvm76
Pages: 1-24

desenvolvimento. O experimento foi conduzido na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul, em área representativa das condições edafoclimática. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial 3×2×2, composto por três doses de nitrogênio (50, 100 e 150 kg ha^{-1}), dois níveis de fracionamento da dose (70–30% e 80–20%) e dois manejos de época de aplicação (V3–V8 e V3–R2). Foram avaliadas estatura de plantas, número de colmos m^{-2}, acamamento, produtividade de grãos e atributos de qualidade física dos grãos. Os resultados indicaram que estatura de plantas, número de colmos m^{-2} e produtividade de grãos foram influenciados apenas pelas doses de nitrogênio, sem efeito significativo do fracionamento ou da época de aplicação. Não foi observada ocorrência de acamamento durante a safra avaliada. A maior produtividade foi obtida com 150 kg N ha^{-1}, alcançando 13.747 kg ha^{-1}, enquanto a dose de máxima eficiência técnica foi estimada em 137 kg N ha^{-1}, correspondente à produtividade de 13.515 kg ha^{-1}. A qualidade física dos grãos foi influenciada pelas doses de nitrogênio, com melhoria nas variáveis grãos gessados, grãos inteiros e grãos quebrados. As doses de 100 e 150 kg N ha^{-1} reduziram a incidência de gessamento e de grãos quebrados com maior porcentual de inteiros. Conclui-se que o aumento das doses de nitrogênio favorece o desempenho agronômico e a qualidade de grãos do híbrido, sem influência significativa do fracionamento da adubação ou época de aplicação.

Palavras-chave: Arroz irrigado; adubação nitrogenada; produtividade de grãos; qualidade de grãos; manejo de nitrogênio.

Abstract

The productivity of irrigated rice is influenced by several factors, particularly cultivar, environmental conditions, and nitrogen fertilization, especially regarding application rates and timing. This study aimed to evaluate the performance of the irrigated rice hybrid XP739MA in response to different nitrogen rates and the splitting of nitrogen applications at distinct crop development stages. The experiment was conducted in the Central Depression region of Rio Grande do Sul, Brazil, in an area representative of the edaphoclimatic conditions of irrigated rice production. The experimental design was a randomized complete block with four replications in a 3×2×2 factorial arrangement, consisting of three nitrogen rates (50, 100, and 150 kg ha^{-1}), two nitrogen splitting levels (70–30% and 80–20%), and two application timing strategies (V3–V8 and V3–R2). The evaluated variables included plant height, number of stems m^{-2}, lodging, grain yield, and grain physical quality attributes. The results showed that plant height, number of stems m^{-2}, and grain yield were significantly affected only by nitrogen rates, with no significant influence of nitrogen splitting or application timing. No lodging was observed during the evaluated growing season. The highest grain yield was obtained with 150 kg N ha^{-1}, reaching 13,747 kg ha^{-1}, while the maximum technical efficiency dose was estimated at 137 kg N ha^{-1}, corresponding to a yield of 13,515 kg ha^{-1}. Grain physical quality was also influenced by nitrogen rates, particularly for chalky grains, whole grains, and broken grains. Nitrogen rates of 100 and 150 kg ha^{-1} reduced the incidence of chalkiness and broken grains and increased the percentage of whole grains. It is concluded that increasing nitrogen rates improves the agronomic performance and grain quality of the hybrid, with no significant effect of nitrogen splitting or application timing

Keywords: Irrigated rice; nitrogen fertilization; grain yield; grain quality; nitrogen management.

Resumen

A La productividad del arroz irrigado está influenciada por diversos factores, entre los cuales destacan el cultivar, las condiciones ambientales y la fertilización nitrogenada, especialmente en relación con las dosis y los momentos de aplicación. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el desempeño del híbrido de arroz irrigado XP 739 MA en respuesta a diferentes dosis de nitrógeno y al fraccionamiento de la aplicación en distintos estadios de desarrollo del cultivo. El experimento fue realizado en la región de la Depresión Central de Rio Grande do Sul, Brasil, en un área representativa de las condiciones edafoclimáticas del cultivo de arroz irrigado. El diseño experimental fue en bloques al azar, con cuatro repeticiones, en un arreglo factorial 3 × 2 × 2, compuesto por tres dosis de nitrógeno

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/3fxxvm76
Pages: 1-24

(50, 100 y 150 kg ha⁻¹), dos niveles de fraccionamiento de la dosis (70–30% y 80–20%) y dos manejos de época de aplicación (V3–V8 y V3–R2). Se evaluaron la altura de plantas, el número de tallos m⁻², el acame, el rendimiento de granos y los atributos de calidad física del grano. Los resultados indicaron que la altura de plantas, el número de tallos m⁻² y el rendimiento de granos fueron influenciados únicamente por las dosis de nitrógeno, sin efecto significativo del fraccionamiento ni de la época de aplicación. No se observó acame durante la campaña evaluada. El mayor rendimiento de granos se obtuvo con la dosis de 150 kg N ha⁻¹, alcanzando 13.747 kg ha⁻¹, mientras que la dosis de máxima eficiencia técnica fue estimada en 137 kg N ha⁻¹, correspondiente a un rendimiento de 13.515 kg ha⁻¹. La calidad física del grano fue influenciada por las dosis de nitrógeno, especialmente en las variables granos yesosos, granos enteros y granos quebrados. Las dosis de 100 y 150 kg N ha⁻¹ redujeron la incidencia de yesado y de granos quebrados, aumentando el porcentaje de granos enteros. Se concluye que el incremento de las dosis de nitrógeno mejora el desempeño agronómico y la calidad de grano del híbrido XP 739 MA, sin influencia significativa del fraccionamiento de la fertilización ni del momento de aplicación.

Palabras clave: Arroz irrigado; fertilización nitrogenada; rendimiento de grano; calidad de grano; manejo del nitrógeno.

1. Introdução

O arroz (Oryza sativa L.) é uma das principais culturas agrícolas do mundo, desempenhando papel fundamental na segurança alimentar global. Além de sua ampla importância nutricional, o cereal constitui a base alimentar de grande parcela da população e apresenta elevada relevância econômica, especialmente em países em desenvolvimento (SOSBAI, 2022; Magalhães Júnior, Gomes e Santos, 2004).

No Brasil, a cultura do arroz destaca-se pela sua importância socioeconômica, sendo o estado do Rio Grande do Sul responsável por aproximadamente 70% da produção nacional. O elevado desempenho produtivo observado na região está associado à adoção de tecnologias de manejo e ao avanço no melhoramento genético, que têm contribuído para o aumento da produtividade e da eficiência dos sistemas de produção (IRGA, 2024).

Apesar desses avanços, a manutenção de elevados níveis de produtividade depende do manejo adequado da cultura. A produtividade do arroz é influenciada por diversos fatores ambientais e de manejo, entre os quais se destacam elementos climáticos como temperatura, radiação solar, fotoperíodo e disponibilidade hídrica, além da nutrição mineral das plantas.

Entre esses fatores, a nutrição mineral exerce papel central, com destaque para o nitrogênio, considerado o nutriente mais limitante para a cultura. Esse elemento está diretamente relacionado ao crescimento vegetativo, ao perfilhamento

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/3fxxvm76
Pages: 1-24

e à formação dos componentes de rendimento (Wang et al., 2022). Entretanto, a dinâmica do nitrogênio no solo é complexa, devido à sua elevada mobilidade e às perdas por processos como lixiviação, volatilização e desnitrificação, o que reduz a eficiência de utilização do fertilizante aplicado (Zhang et al., 2015).

Nesse contexto, o manejo da adubação nitrogenada, especialmente quanto às doses, épocas de aplicação e estratégias de fracionamento, assume papel fundamental para maximizar a produtividade e reduzir impactos ambientais (Zhang et al., 2015). Além disso, diferentes genótipos de arroz podem apresentar respostas distintas à disponibilidade de nitrogênio (Marques Neto et al., 2023), o que reforça a necessidade de estudos específicos para híbridos comerciais, cujas características fisiológicas e produtivas podem diferir das cultivares convencionais (Fageria et al., 2008; Quiroga-Mosquera et al., 2025).

Apesar dos avanços no manejo da adubação nitrogenada em arroz irrigado, ainda são limitadas as informações sobre a resposta de híbridos a diferentes estratégias de aplicação de nitrogênio em condições edafoclimáticas do sul do Brasil. Dessa forma, estudos que integrem doses e manejos de aplicação são essenciais para o aprimoramento das recomendações técnicas.

Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho do híbrido de arroz irrigado XP 739 MA em resposta a diferentes doses de nitrogênio, associadas ao fracionamento da aplicação do nutriente em distintos estádios de desenvolvimento da cultura, com avaliação de características agronômicas e industriais.

2. Revisão da Literatura

O arroz (Oryza sativa L.) é uma espécie anual pertencente à família Poaceae, originária da Ásia e amplamente adaptada a ambientes aquáticos (Leal, 2023). Trata-se de uma das culturas agrícolas mais importantes do mundo, desempenhando papel fundamental na segurança alimentar global. Estima-se que o arroz constitua a base alimentar de mais de três bilhões de pessoas, sendo responsável por parcela significativa da ingestão energética e proteica da população mundial (SOSBAI, 2022; Magalhães Júnior, Gomes e Santos, 2004).

No cenário mundial, os principais países produtores são China, Índia,

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/3fxxvm76
Pages: 1-24

Bangladesh e Indonésia, enquanto na América o Brasil se destaca tanto na produção quanto no consumo do cereal (Oliveira Neto, 2015). No país, a cultura do arroz possui grande relevância econômica e social, especialmente na região Sul. O estado do Rio Grande do Sul é responsável por aproximadamente 70% da produção nacional, destacando-se pelo elevado nível tecnológico empregado no sistema produtivo e pelos avanços obtidos em programas de melhoramento genético e manejo da cultura (CONAB, 2023; IRGA, 2024).

O desempenho produtivo da cultura do arroz é fortemente influenciado pelas condições ambientais. Entre os fatores climáticos que afetam o crescimento e o desenvolvimento da cultura destacam-se temperatura, radiação solar e disponibilidade hídrica. A faixa de temperatura considerada ideal para o desenvolvimento do arroz situa-se entre 20 e 35 °C, sendo temperaturas próximas de 30 °C mais favoráveis durante a fase de floração. Temperaturas inferiores aos limites adequados podem causar esterilidade das espiguetas, especialmente durante a fase de microsporogênese, considerada um dos estádios mais sensíveis ao estresse térmico (SOSBAI, 2022; Squilassi, 2003).

A variabilidade genética presente na espécie possibilita o desenvolvimento contínuo de novas cultivares com maior potencial produtivo e melhor adaptação a diferentes ambientes de cultivo. Nesse contexto, programas de melhoramento genético têm priorizado características como aumento do potencial produtivo, tolerância a estresses abióticos e bióticos, resistência ao acamamento, elevado perfilhamento e melhoria da qualidade de grãos, (Singh; Solanki, 2024). Nesse sentido, o uso de cultivares melhoradas constitui uma das estratégias de maior impacto sobre a produtividade agrícola, uma vez que permite a expressão do potencial genético em diferentes condições de cultivo, contribuindo para maior eficiência no uso de insumos e sustentabilidade dos sistemas produtivos (Huang et al., 2025).

Entre as inovações tecnológicas que contribuíram para o aumento da produtividade da cultura destaca-se o desenvolvimento do arroz híbrido. Essa tecnologia baseia-se na exploração da heterose ou vigor híbrido, obtida a partir do cruzamento de linhagens geneticamente distintas, resultando em híbridos com maior

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/3fxxvm76
Pages: 1-24

potencial produtivo. Em comparação às cultivares convencionais, híbridos de arroz podem apresentar incrementos de produtividade entre 20% e 30% (Eberhardt, 2018; Ribas, 2016).

O vigor híbrido manifesta-se em diversas características morfológicas e fisiológicas, incluindo maior desenvolvimento do sistema radicular, maior capacidade de perfilhamento e maior número de panículas por unidade de área. Além disso, híbridos tendem a apresentar maior estabilidade produtiva e melhor adaptação a condições ambientais adversas, como estresses hídricos e térmicos (Wang; Lu, 2006). Essas características estão associadas à ampla base genética presente nos híbridos, que também contribui para maior eficiência fisiológica e maior resistência a doenças e insetos (Sartori et al., 2013).

Entre os fatores nutricionais que influenciam o desempenho produtivo do arroz, o nitrogênio destaca-se como o nutriente mais importante. A disponibilidade desse elemento no solo está diretamente relacionada ao crescimento das plantas, ao perfilhamento e à formação de panículas, influenciando significativamente os componentes de produtividade da cultura (Fageria; Slaton; Baligar, 2003).

O nitrogênio apresenta elevada mobilidade no solo e pode ocorrer em diferentes formas químicas, principalmente como amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-), sendo sua disponibilidade influenciada por processos biogeoquímicos como mineralização, nitrificação e desnitrificação (Giracca; Nunes, 2016; Gallo, 2017). Em sistemas agrícolas, a eficiência de uso do nitrogênio pode ser limitada por perdas decorrentes de volatilização, lixiviação e desnitrificação, o que reduz a fração do fertilizante efetivamente absorvida pelas plantas (Vieira, 2017).

A adubação nitrogenada exerce forte influência sobre o crescimento vegetativo e sobre os componentes de produtividade do arroz, promovendo aumento da área foliar, maior atividade fotossintética e incremento no número de perfilhos e panículas por unidade de área (Baêta dos Santos et al., 2017). Entretanto, aplicações excessivas de nitrogênio podem resultar em crescimento vegetativo exagerado e maior suscetibilidade ao acamamento, comprometendo a produtividade e a qualidade dos grãos (Wu et al., 2023).

Em sistemas de arroz irrigado, recomenda-se que a adubação nitrogenada

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/3fxxvm76
Pages: 1-24

seja realizada de forma parcelada, com aplicação inicial na semeadura ou nos estádios iniciais de desenvolvimento e complementação em cobertura durante o perfilhamento e a diferenciação da panícula, estratégia que contribui para aumentar a eficiência de uso do nutriente (SOSBAI, 2022).

Além dos fatores nutricionais, a presença de plantas daninhas pode comprometer significativamente o desempenho produtivo da cultura do arroz. A competição por recursos como luz, água e nutrientes pode causar perdas superiores a 80% na produtividade quando não são adotadas medidas de controle adequadas (Medeiros et al., 2011). Nesse contexto, o uso de herbicidas seletivos constitui uma das principais estratégias de manejo, incluindo compostos que atuam como inibidores da enzima acetil-CoA carboxilase (ACCase), responsáveis pela inibição da síntese de ácidos graxos e consequente interrupção do crescimento das plantas daninhas (Roman, 2005).

Entre os herbicidas utilizados no manejo de gramíneas daninhas em arroz irrigado destaca-se o quizalofop-p-etílico, cuja aplicação em estádios iniciais de desenvolvimento das plantas invasoras aumenta a eficiência de controle e reduz a competição com a cultura (Bertoldi, 2023).

Apesar dos avanços no manejo da adubação nitrogenada em arroz irrigado, ainda são limitadas as informações sobre a resposta de híbridos comerciais às diferentes doses e estratégias de fracionamento do nitrogênio em condições de cultivo do sul do Brasil.

3. Metodologia

O experimento foi conduzido em condições de campo durante a safra agrícola 2023/2024, em área de várzea sistematizada pertencente à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), localizada na região central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil (29°43' S; 53°43' W; altitude de 90 m). O solo do local é classificado como Planossolo Háplico Eutrófico (Santos et al., 2018). O clima da região é do tipo subtropical úmido (Cfa), segundo a classificação de Köppen, caracterizado por verões quentes, temperatura média do mês mais frio inferior a 18 °C e do mês mais quente superior a 22 °C, precipitação média anual de aproximadamente 1.686 mm, baixa ocorrência de geadas e ausência de estação seca definida (Alvares et al.,

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/3fxxvm76
Pages: 1-24

2013).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial 3 × 2 × 2. Os tratamentos constituíram de três doses de nitrogênio (50, 100 e 150 kg ha^{-1} de N), dois estádios fenológicos de aplicação da fração final do nutriente (R0 ou R2) e dois níveis de fracionamento da adubação nitrogenada, expressos em percentuais da dose total (70/30 e 80/20). As unidades experimentais apresentaram dimensões de 1,53 m de largura por 5 m de comprimento, totalizando área de 7,65 m^2, sendo constituída de nove linhas de semeadura espaçadas em 0,17 m. Entre as parcelas foi mantido espaçamento de 0,50 m como bordadura, sem barreiras físicas.

Antes da implantação do experimento, foi realizada a caracterização química do solo na camada de 0–20 cm de profundidade. O solo apresentou teor de matéria orgânica de 1,5% e textura com 21% de argila. Os teores de enxofre e boro foram de 13,6 e 0,73 mg dm^{-3}, respectivamente. O fósforo disponível (Mehlich^{-1}) foi classificado como muito alto (18,15 mg dm^{-3}), enquanto o potássio disponível (Mehlich^{-1}) foi considerado baixo (58 mg dm^{-3}). O pH em água foi de 6,35, a capacidade de troca de cátions (CTC) a pH 7,0 foi de 9,8 cmolc dm^{-3} e a saturação por bases atingiu 86%.

A área experimental encontrava-se previamente nivelada e corrigida quimicamente. Nos três ciclos de verão anteriores à instalação do experimento, foi cultivada soja em sucessão. Na entressafra de inverno imediatamente anterior ao experimento, foi implantada aveia preta, semeada no período outono/inverno na densidade de 90 kg ha^{-1} e dessecada aproximadamente 45 dias antes da semeadura do arroz.

O material genético utilizado foi o híbrido de arroz irrigado XP 739 MA, desenvolvido pela empresa RiceTec S.A., tolerante ao herbicida propaquizafop (Acert®), pertencente ao grupo dos inibidores da enzima ACCase, e com ciclo precoce de aproximado de 120 dias. A semeadura foi realizada em solo seco, no dia 07 de novembro de 2023, utilizando densidade de 45 kg ha^{-1} de sementes.

A adubação de base foi realizada conforme recomendações técnicas para expectativa de produtividade muito alta, de acordo com a Sociedade Sul-Brasileira

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/3fxxvm76
Pages: 1-24

de Arroz Irrigado (SOSBAI, 2022). Na linha de semeadura, foram aplicados 17 kg ha^{-1} de N, 68 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 68 kg ha^{-1} de K_2O, correspondentes a 340 kg ha^{-1} do formulado 05-20-20. A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada a lanço no estádio fenológico V3, conforme a escala proposta por Counce, Keisling e Mitchell (2000), respeitando as doses e fracionamentos definidos nos tratamentos, utilizando a ureia (45% de N) como fonte. Complementarmente, foi realizada adubação potássica com 50 kg ha^{-1} de K_2O, equivalente a 83 kg ha^{-1} de cloreto de potássio (KCl). Após a aplicação da adubação nitrogenada em cobertura, foi iniciada a irrigação por inundação permanente, a partir de 01 de dezembro de 2023, mantendo-se lâmina média de água de aproximadamente 10 cm.

Os tratos culturais seguiram as recomendações técnicas do Manual de Arroz Irrigado para a Região Sul (SOSBAI, 2022). O manejo de plantas daninhas foi iniciado no estádio S3 (ponto de agulha), em 13 de novembro de 2023, com aplicação de glifosato associado aos herbicidas pré-emergentes clomazone e penoxsulam. Posteriormente, no estádio V3 da cultura, foi realizada aplicação em pós-emergência do herbicida propaquizafop para controle de arroz daninho e outras gramíneas. O manejo fitossanitário foi realizado no estádio de emborrachamento (R2), em 20 de janeiro, com aplicação dos fungicidas triciclazol + tebuconazol para controle preventivo de brusone (Pyricularia oryzae) e picoxistrobina + ciproconazol visando o controle de doenças foliares como mancha parda (Bipolaris oryzae), mancha estreita (Cercospora janseana) e escaldadura (Gerlachia oryzae). Para o controle de insetos-praga foi utilizado o inseticida tiametoxam + lambda-cialotrina.

A drenagem da área experimental foi realizada em 20 de fevereiro de 2024, aproximadamente 15 dias antes da colheita, com o objetivo de viabilizar a colheita em solo seco e preservar a estrutura do solo. A colheita ocorreu em 07 de março de 2024, quando os grãos apresentavam teor de umidade entre 20% e 22%. Durante o ciclo da cultura, as condições climáticas foram influenciadas pelo fenômeno El Niño, caracterizado por maior frequência de precipitações, redução da radiação solar e temperaturas mais amenas, com precipitação acumulada de aproximadamente 680 mm entre novembro de 2023 e janeiro de 2024 e temperatura média de 23,65 °C ao longo do ciclo da cultura.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/3fxxvm76
Pages: 1-24

Foram avaliadas as seguintes variáveis: população inicial de plantas, determinada por contagem em um metro linear de cada parcela aos 15 dias após a emergência; estatura de plantas, mensurada com régua graduada no estádio fenológico R4; número de colmos, obtido pela contagem em dez plantas por parcela; e acamamento, avaliado visualmente por meio de escala ordinal variando de 0 a 5, correspondendo respectivamente às classes de 0%, 1–20%, 21–40%, 41–60%, 61–80% e 81–100% de plantas acamadas.

O rendimento de grãos foi determinado por meio da colheita manual da área útil das parcelas. Após a colheita, os grãos foram trilhados, limpos e pesados, sendo os valores corrigidos para umidade padrão de 13% e convertidos para kg ha^{-1}. A qualidade industrial dos grãos foi avaliada em 100 g de arroz em casca, submetidas ao beneficiamento em máquina testadora de arroz da marca Suzuki. Em seguida, as amostras foram analisadas em equipamento S-21, sendo determinadas as variáveis grãos inteiros, grãos quebrados, rendimento de beneficiamento, grãos vítreos, grãos opacos e grãos gessados, conforme critérios de classificação de qualidade de grãos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, à análise de regressão. As análises estatísticas foram realizadas utilizando os softwares SISVAR e Microsoft Excel, adotando-se nível de significância de 5% de probabilidade.

4. Resultados e Discussão

Os dados obtidos foram inicialmente submetidos à análise de variância (ANOVA), considerando o delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial 3×2×2, com avaliação dos efeitos principais (doses de nitrogênio, fracionamento e época de aplicação) e de suas interações, ao nível de 5% de probabilidade.

De modo geral, verificou-se efeito significativo das doses de nitrogênio para as principais variáveis agronômicas avaliadas, enquanto os fatores fracionamento e época de aplicação não apresentaram efeito significativo. As interações entre os fatores também não foram significativas para a maioria das variáveis analisadas.

Considerando a natureza quantitativa do fator “doses de nitrogênio”, a interpretação dos efeitos significativos identificados pela análise de variância (ANOVA) foi conduzida por meio de análise de regressão, permitindo descrever o

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/3fxxvm76
Pages: 1-24

comportamento funcional das variáveis em resposta ao incremento das doses aplicadas. As equações ajustadas e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) são apresentados nas figuras correspondentes, possibilitando a identificação de tendências, pontos de máxima eficiência técnica e padrões de resposta da cultura. Para os fatores qualitativos e interações não significativas, a interpretação foi realizada com base nos resultados da ANOVA, os quais indicaram ausência de efeito estatístico nas condições avaliadas.

Considerando os resultados da análise de variância (ANOVA), especialmente a ausência de interação significativa entre os fatores, foi realizada uma análise de poder estatístico (post hoc) com base no número de repetições (n = 4), no nível de significância (α = 0,05) e na variabilidade experimental observada.

O delineamento experimental apresentou poder adequado para detectar efeitos principais de magnitude moderada a elevada, sobretudo para variáveis produtivas. Para efeitos de interação, o poder foi inferior, conforme esperado em experimentos de campo, indicando que a ausência de interação significativa observada na ANOVA está associada à predominância do efeito das doses de nitrogênio nas condições avaliadas.

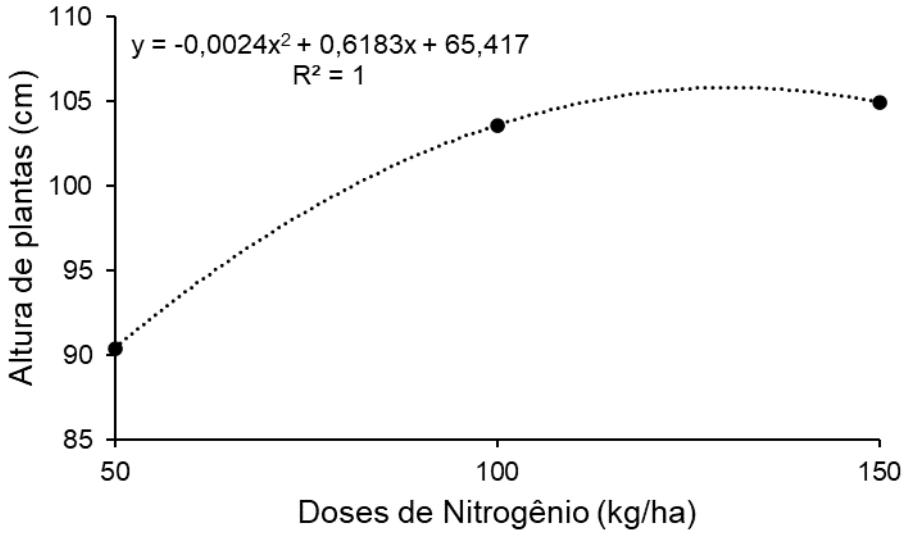
A população inicial de plantas não foi influenciada pelos tratamentos avaliados, apresentando média de 150 plantas m^{-2}, valor dentro da faixa recomendada para híbridos de arroz irrigado (SOSBAI, 2022), Assim, a uniformidade dessa variável, indica que o número de plantas não interferiu nos demais componentes avaliados, permitindo atribuir as diferenças observadas aos efeitos da adubação nitrogenada.

A altura de plantas foi significativamente influenciada pelas doses de nitrogênio, com ajuste ao modelo de regressão quadrática apresentado na Figura 1. O incremento das doses de nitrogênio resultou em aumento na estatura das plantas, com diferença significativa de 14,7 cm entre os tratamentos com doses de 50 e 150 kg N ha^{-1}. Em contrapartida, não foram observadas diferenças estatísticas associadas ao fracionamento da adubação nitrogenada ou às épocas de aplicação.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/3fxxvm76
Pages: 1-24

Figura 1 – Altura final de plantas de arroz em função das doses de nitrogênio.



Fonte: Autor

Embora o fracionamento da adubação nitrogenada possa aumentar a eficiência de uso do nutriente, ao sincronizar sua oferta com a demanda da cultura, esse efeito nem sempre se traduz em incrementos de produtividade, sendo dependente das condições ambientais, do sistema de manejo e do genótipo (Sajjad et al., 2025). Em sistemas irrigados, a aplicação concentrada em estádios iniciais pode ser suficiente para atender à demanda da cultura, reduzindo o efeito do parcelamento (Kongchum et al., 2024), o que explica a ausência de interação observada neste estudo.

O aumento da estatura das plantas em resposta à adubação nitrogenada pode elevar o risco de acamamento; contudo, esse fenômeno é influenciado por múltiplos fatores, como resistência do colmo e condições ambientais (Fonseca et al., 2007). No presente estudo, não foi observada ocorrência de acamamento, indicando bom desempenho estrutural do híbrido nas condições avaliadas, sem possibilidade de generalização para outros ambientes. Ressalta-se, contudo, que esses resultados não devem ser generalizados para outras cultivares ou condições ambientais. Adicionalmente, o incremento das doses de nitrogênio promoveu aumento no número de perfilhos e panículas, reforçando o papel desse nutriente no crescimento vegetativo e na definição da capacidade produtiva da cultura (Biswas et al., 2025).

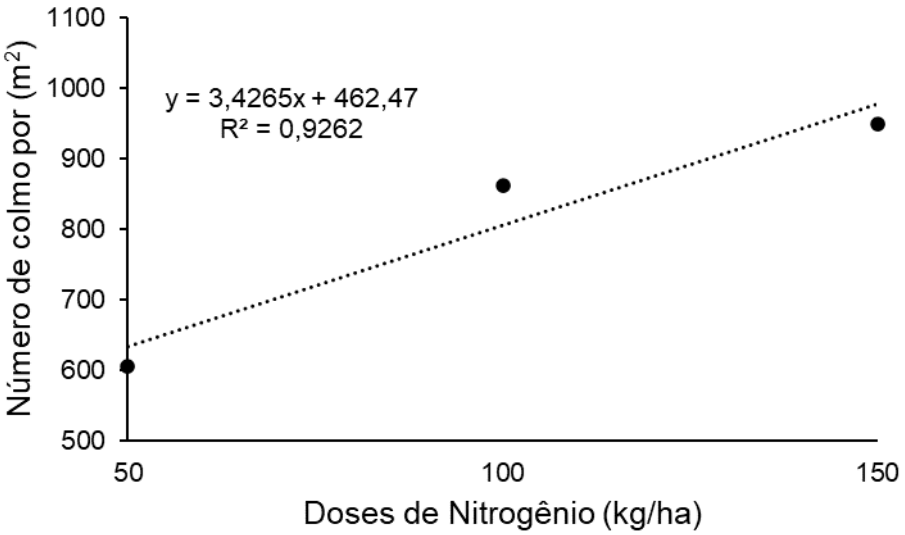
Para o número de colmos m^{-2} verificou-se efeito significativo das doses de

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/3fxxvm76
Pages: 1-24

nitrogênio, com ajuste a modelo de regressão linear com equação apresentada na Figura 2. O incremento da adubação nitrogenada, resultou em aumento no número de colmos por unidade de área, com diferença de 324,67 colmos m^{-2} entre os tratamentos com 50 e 150 kg N ha^{-1}. Entretanto, assim como, observado para altura de plantas, não foram identificadas diferenças significativas associadas às épocas de aplicação ou ao fracionamento da dose.

Figura 2 - Número de colmos de arroz em função de doses de nitrogênio.



Fonte: Autor

O aumento do número de colmos por área, possui grande relevância agronômica, pois está diretamente relacionado à formação de panículas m^{-2}, um dos principais componentes de produtividade. Nesse contexto, a disponibilidade adequada de nitrogênio, contribui para a manutenção da atividade fotossintética durante o período de enchimento de grãos. Segundo Ookawa et al. (2003), genótipos que mantêm maiores teores de nitrogênio nas folhas, apresentam maior taxa fotossintética nessa fase, favorecendo o rendimento final da cultura.

A absorção de nitrogênio varia conforme o estádio de desenvolvimento da planta. O período de maior demanda ocorre entre o perfilhamento e o início da fase reprodutiva (Silva et al., 2007). Durante o perfilhamento, o nitrogênio influencia diretamente a densidade de perfilhos (Tran et al., 2021) e, consequentemente, o número de panículas; já na fase de diferenciação da panícula, o suprimento

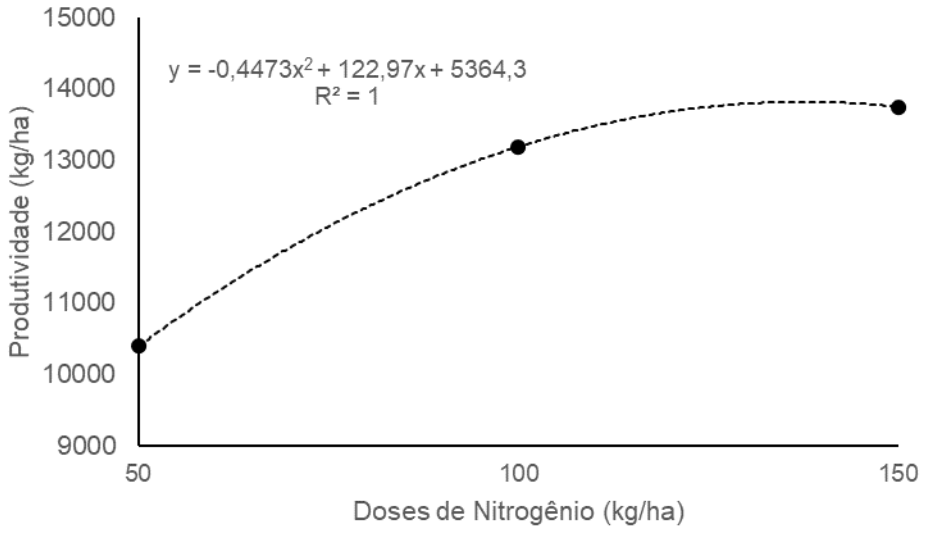
REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/3fxxvm76
Pages: 1-24

adequado desse nutriente contribui para o aumento do número de grãos por panícula.

A produtividade de grãos foi influenciada exclusivamente pelas doses de nitrogênio, não sendo observada interação significativa com o fracionamento da adubação, nem com as épocas de aplicação. E equação com ajuste ao modelo de regressão quadrática está apresentado na Figura 1. A maior produtividade foi obtida com a aplicação de 150 kg N ha^{-1}, atingindo 13.746,7 kg ha^{-1} (Figura 3).

Figura 3 - Produtividade de grãos de arroz em função das doses de nitrogênio.



Fonte: Autor

Esse resultado evidencia a relação direta entre a disponibilidade de nitrogênio e os componentes de rendimento da cultura, especialmente o número de colmos e panículas por unidade de área (Marzari et al., 2007). A aplicação de Nitrogênio aumenta, a produtividade do arroz inundado, independente das condições climáticas (Lima et al., 2020). Além disso, a resposta produtiva pode variar conforme condições ambientais, especialmente a radiação solar ao longo do ciclo da cultura.

Resultados recentes corroboram o comportamento, indicando aumento da produtividade do arroz com o incremento das doses de nitrogênio até níveis próximos ao ótimo agronômico, com posterior estabilização ou redução em doses excessivas (Ma et al., 2025; Biswas et al., 2025). Esse efeito está diretamente associado ao aumento dos componentes de rendimento, como número de perfilhos e panículas

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/3fxxvm76
Pages: 1-24

por unidade de área, os quais são fortemente dependentes da disponibilidade de nitrogênio no sistema (Mir et al., 2025). Além disso, a resposta produtiva pode variar conforme o genótipo e as condições ambientais, sendo frequentemente observada ausência de interação significativa entre estratégias de aplicação e produtividade, o que reforça a dose de nitrogênio como principal fator determinante (Zou et al., 2023).

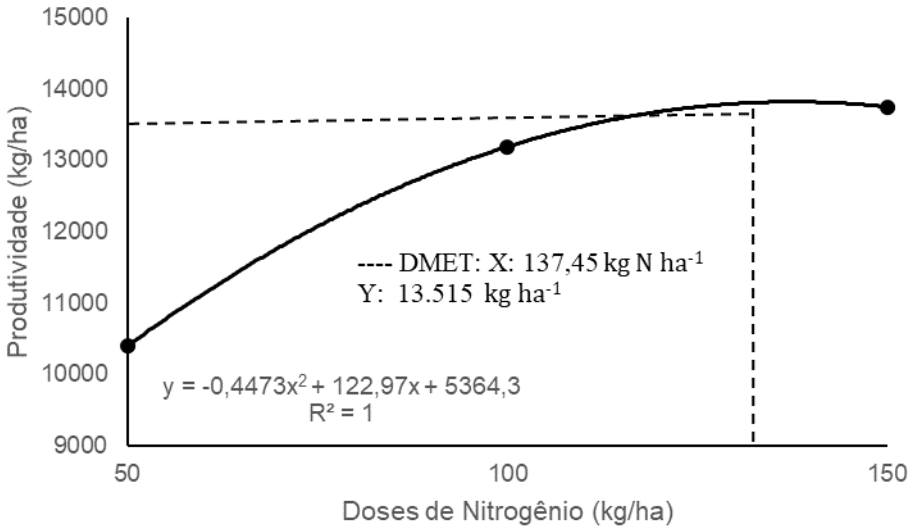
No presente experimento, a dose de máxima eficiência técnica (DMET) estimada neste experimento foi de 137,45 kg N ha^{-1}, resultando em produtividade estimada de 13.515 kg ha^{-1} (Figura 4). O nitrogênio representa um dos principais fatores limitantes da produtividade na cultura do arroz irrigado, além de constituir parcela significativa dos custos de produção (Engroff et al., 2020). Nesse contexto, a determinação de doses de máxima eficiência técnica ou econômica é fundamental para o manejo racional da adubação nitrogenada.

Resultados obtidosem condições semelhantes no Rio Grande do Sul corroboram a variabilidade da dose de máxima eficiência técnica em função do sistema de cultivo. Weinert et al. (2022) reportaram valores de 155,5 kg N ha^{-1} em em sucessão ao trevo persa e 181 kg N ha^{-1} em áreas de pousio, evidenciando que a presença de leguminosas pode reduzir a necessidade de adubação nitrogenada devido à fixação biológica de nitrogênio (Bortolini; Mittelmann; da Silva, 2012). Esses resultados reforçam que a DMET é dependente do histórico da área e da disponibilidade de nitrogênio no sistema, o que explica a proximidade dos valores observados neste estudo.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/3fxxvm76
Pages: 1-24

Figura 4 - Produtividade de grãos de arroz em função de doses de nitrogênio, com indicação da dose de máxima eficiência técnica (DMET).



Fonte: Autor

A eficiência econômica da adubação nitrogenada foi avaliada considerando a relação entre produtividade e dose aplicada, bem como a razão entre a receita gerada e o custo do fertilizante, integrando o conceito de eficiência de uso do nitrogênio (NUE). Observou-se redução progressiva da NUE com o aumento das doses, com valores de 207,0; 131,9 e 91,6 kg de arroz por kg de N para as doses de 50, 100 e 150 kg ha^{-1}, respectivamente, enquanto na dose de máxima eficiência técnica (DMET) a eficiência foi de 98,32 kg de arroz por kg de N. Esse comportamento evidencia o princípio dos retornos marginais decrescentes, no qual incrementos iniciais de nitrogênio resultam em maior conversão em produtividade, enquanto doses elevadas reduzem a eficiência do nutriente (Song et al., 2025; Chen et al., 2024).

Essa dinâmica está associada a limitações fisiológicas e ao aumento das perdas no sistema, como volatilização, lixiviação e desnitrificação, além do redirecionamento de assimilados para crescimento vegetativo em detrimento da formação de grãos em condições de elevada disponibilidade de nitrogênio (Marques Neto et al., 2023). Como consequência, a redução da NUE reflete diretamente na eficiência econômica do sistema. Considerando o preço do arroz (R$ 2,40 kg^{-1}) e o custo do nitrogênio (R$ 5,06 kg^{-1}), a receita por unidade investida decresceu com o

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/3fxxvm76
Pages: 1-24

aumento da dose, passando de R$ 98,6 para R$ 62,6 e R$ 42,2 nas doses de 50, 100 e 150 kg ha^{-1}, respectivamente.

Embora doses mais elevadas promovam maior produtividade absoluta, a menor eficiência de uso do nitrogênio implica redução do retorno econômico marginal, indicando que a dose de máxima eficiência técnica não coincide necessariamente com a máxima eficiência econômica (Xu et al., 2022). Assim, o manejo da adubação nitrogenada deve considerar simultaneamente produtividade, eficiência de uso do nutriente e retorno econômico, sendo que doses intermediárias tendem a proporcionar melhor equilíbrio entre desempenho agronômico e viabilidade econômica.

Em relação à qualidade física dos grãos (Tabela 1), não foram observadas diferenças estatísticas para as variáveis grãos vítreos, grãos opacos e rendimento de beneficiamento. Entretanto, as doses de nitrogênio influenciaram significativamente as variáveis grãos gessados, grãos inteiros e grãos quebrados.

A menor dose de nitrogênio (50 kg N ha^{-1}) resultou em menor qualidade física de grãos, caracterizada por maior percentual de grãos gessados e quebrados e menor porcentagem de grãos inteiros. As doses de 100 e 150 kg N ha^{-1} não diferiram entre si, mas promoveram redução da incidência de grãos gessados, aumento da porcentagem de grãos inteiros e diminuição da proporção de grãos quebrados.

Resultados semelhantes foram observados por Silva et al. (2013), que verificaram efeito positivo do aumento das doses de nitrogênio sobre o rendimento de grãos inteiros e redução na porcentagem de grãos quebrados. Da mesma forma, Lijie et al. (2015), ao avaliar 351 cultivares, verificaram redução na incidência de grãos gessados com o aumento da adubação nitrogenada, associada à maior deposição de proteínas e amido nos grãos.

A qualidade dos grãos constitui fator determinante para o valor comercial do arroz. Segundo Borrell et al. (1999), o manejo adequado da adubação nitrogenada pode influenciar diretamente as características industriais do produto. Nesse sentido, lotes com maior porcentagem de grãos inteiros e menor incidência de defeitos apresentam maior valorização no mercado (Canellas; Santos; Marchezan, 1997).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/3fxxvm76
Pages: 1-24

Tabela 1 – Qualidade de grãos de arroz nas distintas doses de nitrogênio em percentagem para GV (Grãos vítreos); GO (Grãos opacos); GG (Grãos gessados); GI (Grãos inteiros); GQ (Grãos quebrados); RB (Renda do beneficiamento) e RG (Rendimento de grãos).

NITROGÊNIO	GV	GO	GG	GI	GQ	RB	RG
(kg ha^{-1})	%	%	%	%	%	%	(kg ha^{-1})
50	62,27ns	26,51ns	11,77b	52,22b	13,85b	66,3ns	10.394b
100	62,74	27,88	9,37a	55,31a	11,22a	66,64	13.189a
150	63,70	27,17	9,12a	56,40a	10,44a	66,85	13.746a
Média	62,90	27,19	10,09	54,64	11,84	66,59	12.443a
CV%	2,65	4,15	7,71	1,44	7,6	0,7	6,52

Fonte: Autor

De forma geral, os resultados demonstram que o incremento das doses de nitrogênio promove efeitos consistentes sobre o desempenho agronômico do híbrido XP 739 MA, refletindo-se em aumentos significativos nos componentes de produtividade, especialmente no número de colmos por unidade de área, e em melhorias na qualidade física dos grãos. Esses efeitos estão diretamente associados ao papel do nitrogênio na regulação do perfilhamento, na manutenção da atividade fotossintética e na formação e enchimento de grãos, processos fundamentais para a determinação dos componentes de rendimento em arroz (Wang et al., 2022; Dou et al., 2024).

Adicionalmente, a resposta positiva da qualidade industrial dos grãos ao aumento das doses de nitrogênio, evidenciada pelo incremento na proporção de grãos inteiros e pela redução de grãos gessados e quebrados, reforça a importância do desse nutriente não apenas para a produtividade, mas também para a valorização comercial do produto. Esse comportamento está associado ao maior acúmulo de compostos nitrogenados e ao melhor enchimento dos grãos, favorecendo a deposição de amido e a integridade estrutural do endosperma, conforme relatado na literatura. Assim, o suprimento adequado de nitrogênio contribui simultaneamente para o rendimento e para a qualidade tecnológica do arroz (Zhou et al., 2022)

Entretanto, a interpretação dos resultados deve considerar limitações inerentes ao estudo, uma vez que o experimento foi conduzido em uma única safra e ambiente, o que restringe a extrapolação para diferentes condições edafoclimáticas e cenários de variabilidade climática, fatores que influenciam diretamente a eficiência de uso do

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/3fxxvm76
Pages: 1-24

nitrogênio e a resposta produtiva da cultura. Durante o período experimental, as condições climáticas foram influenciadas pelo fenômeno El Niño, caracterizado por maior frequência de precipitações e menor radiação solar, fatores que podem ter influenciado a resposta da cultura ao manejo da adubação nitrogenada.

Adicionalmente, a ausência de avaliações fisiológicas, como teor de nitrogênio foliar, limita a compreensão dos mecanismos de absorção, assimilação e remobilização do nutriente. Soma-se a isso o possível efeito do poder estatístico na detecção de interações fatoriais de menor magnitude, o que pode ter contribuído para a ausência de significância em algumas variáveis.

Dessa forma, recomenda-se a realização de estudos em múltiplos ambientes e safras, com a inclusão de indicadores fisiológicos e de eficiência de uso do nitrogênio, visando ampliar a robustez das inferências e aprimorar as recomendações de manejo da adubação nitrogenada na cultura do arroz irrigado.

5. Conclusão

As doses de nitrogênio influenciaram significativamente a estatura de plantas, o número de colmos m^{-2} e a produtividade de grãos do híbrido de arroz irrigado XP 739 MA, enquanto o fracionamento da adubação nitrogenada e as épocas de aplicação não apresentaram efeito significativo sobre essas variáveis.

Não foi observada ocorrência de acamamento nas parcelas experimentais durante a safra avaliada, indicando bom desempenho estrutural do híbrido nas condições de cultivo do experimento.

A dose de máxima eficiência técnica para a produção de grãos foi estimada em 137 kg N ha^{-1}, correspondendo à produtividade de 13.515 kg ha^{-1} de arroz em casca.

A qualidade física dos grãos foi influenciada pelas doses de nitrogênio para as variáveis grãos gessados, grãos inteiros e grãos quebrados. As doses de 100 e 150 kg N ha^{-1} proporcionaram melhoria na qualidade dos grãos, com redução da incidência de gessamento e de grãos quebrados e aumento da porcentagem de grãos inteiros, sem influência do fracionamento da adubação ou da época de aplicação.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/3fxxvm76
Pages: 1-24

Referências

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

BAÊTA DOS SANTOS, A. et al. Índices fisiológicos do arroz irrigado afetados pela inundação e fertilização nitrogenada. Revista Ceres, Viçosa, v. 64, n. 2, p. 122–131, mar./abr. 2017. DOI: 10.1590/0034-737X201764020003.

BERTOLDI, L. C. Controle de plantas daninhas infestantes do arroz irrigado com o quizalofope-p-etílico. 2023. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2023.

BISWAS, M. A. et al. Growth and yield response of irrigated rice to nitrogen fertilizer rates in Southern Bangladesh. Nova Geodesia, v. 5, n. 4, p. 533, 2025.

BORRELL, A. K. 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.

BORTOLINI, F.; MITTELMANN, A.; SILVA, J. L. S. BRS Resteveiro: nova cultivar de inverno para solos hidromórficos. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 8 p. (Comunicado Técnico).

CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A.; MARCHEZAN, E. Efeito de práticas de manejo sobre o rendimento de grãos e a qualidade industrial dos grãos em arroz irrigado. Ciência Rural, v. 27, n. 3, p. 375–379, 1997.

CHEN, G. et al. Optimizing rice yield, quality and nutrient use efficiency through combined application of nitrogen and potassium. Frontiers in Plant Science, v. 15, 1335744, 2024. DOI: 10.3389/fpls.2024.1335744.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Boletim da safra de grãos. Brasília, DF: Conab, 2023. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos
. Acesso em: 28 set. 2024.

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

DOU, Z. et al. Influence of nitrogen applications during grain-filling stage on rice (Oryza sativa L.) yield and grain quality under high temperature. Agronomy, v. 14, n. 1, 216, 2024. DOI: 10.3390/agronomy14010216.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/3fxxvm76
Pages: 1-24

EBERHARDT, P. E. R. Mistura de linhas polinizadoras com híbridos de arroz: produtividade e qualidade industrial. 2018. 50 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

ENGROFF, R. D. et al. Máxima eficiência técnica e econômica de nitrogênio em arroz irrigado em sistema de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ, 12., 2022. Anais... 2022.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; LI, Y. C. The role of nutrient efficient plants in improving crop yields in the twenty first century. Journal of Plant Nutrition, v. 31, n. 6, p. 1121–1157, 2008. DOI: 10.1080/01904160802116068.

FAGERIA, N. K.; SLATON, N. A.; BALIGAR, V. C. Nutrient management for improving lowland rice productivity and sustainability. Advances in Agronomy, v. 80, p. 63–152, 2003.

FONSECA, J. R. et al. Descrição morfológica, agronômica, fenológica e culinária de alguns tipos especiais de arroz (Oryza sativa L.). Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2007.

GALLO, L. A. O nitrogênio e o ciclo do nitrogênio. 2017. Disponível em: http://docentes.esalq.usp.br/luagallo/metnitrogenio.html
. Acesso em: 28 set. 2024.

GIRACCA, E. M. N.; NUNES, J. L. S. Nitrogênio. 2016. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nitrogenio_361444.html
. Acesso em: 28 set. 2024.

HUANG, D.; CHEN, R.; ZHANG, D. Field evaluation of nitrogen-use efficient rice varieties under varying fertilizer regimes. Bioscience Methods, v. 16, n. 6, p. 270–279, 2025.

IRGA – INSTITUTO RIO-GRANDENSE DO ARROZ. Colheita de arroz encerra no RS com 7,16 milhões de toneladas do grão. 2024. Disponível em: https://irga.rs.gov.br
. Acesso em: 28 set. 2024.

LEAL, A. M. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em arroz e soja na fronteira oeste do Rio Grande do Sul. 2023. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Pampa, Itaqui, 2023.

LIJIE, Z. et al. Factors affecting head rice yield and chalkiness in indica rice. Field Crops Research, v. 172, p. 1–10, 2015.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/3fxxvm76
Pages: 1-24

LIMA, G. G. et al. Yield and profitability of flooded rice genotypes in relation to nitrogen doses and phosphorus and potassium application. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 50, e64561, 2020.

MA, Y. et al. Rice yield and nitrogen use efficiency under climate change. Agronomy, v. 15, 677, 2025. DOI: 10.3390/agronomy15030677.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; GOMES, A. S.; SANTOS, A. B. Sistema de cultivo de arroz irrigado no Brasil. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004.

MARQUES NETO, G. C. et al. Understanding the dynamics of attributes of medium and short cycle rice cultivars under nitrogen effect. Ciência Rural, v. 53, e20210584, 2023.

MARZARI, V. et al. População de plantas, dose de nitrogênio e aplicação de fungicida na produção de arroz irrigado. Ciência Rural, v. 37, n. 2, p. 317–322, 2007.

MEDEIROS, R. D. et al. Manejo de plantas daninhas na cultura do arroz irrigado em Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2011.

MIR, M. S. et al. Optimizing irrigation and nitrogen levels to achieve sustainable rice productivity and profitability. Scientific Reports, v. 15, 6675, 2025. DOI: 10.1038/s41598-025-90464-8.

OLIVEIRA NETO, A. A. A cultura do arroz. Brasília, DF: Conab, 2015.

OOKAWA, T. et al. A comparison of the accumulation and partitioning of nitrogen in plants between two rice cultivars. Plant Production Science, v. 6, n. 3, p. 172–178, 2003.

QUIROGA-MOSQUERA, A. et al. Improving nitrogen use efficiency in rice by estimating leaf nitrogen content with near-infrared spectroscopy. Scientific Reports, v. 15, 43762, 2025. DOI: 10.1038/s41598-025-27389-9.

RIBAS, G. G. Melhora na simulação da produtividade de arroz no Rio Grande do Sul pela introdução de arroz híbrido no modelo Simularroz. 2016. 58 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

ROMAN, E. S. Como funcionam os herbicidas. Passo Fundo: Berthier, 2005.

SAJJAD, M. et al. The impact of split nitrogen fertilizer applications on the productivity and nitrogen use efficiency of rice. Nitrogen, v. 6, 2025. DOI:

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/3fxxvm76
Pages: 1-24

10.3390/nitrogen6010001.

SANTOS, H. G. et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SARTORI, G. M. S. et al. Rendimento de grãos e eficiência no uso de água de arroz irrigado em função da época de semeadura. Ciência Rural, v. 43, n. 3, p. 397–403, 2013.

SILVA, L. P. et al. Adubação nitrogenada sobre rendimento industrial e composição dos grãos de arroz irrigado. Ciência Rural, Santa Maria, v. 43, n. 6, p. 999–1005, 2013.

SILVA, L. S. et al. Resposta a doses de nitrogênio e avaliação do estado nutricional do arroz irrigado. Revista Brasileira de Agrociência, v. 13, n. 2, p. 143–149, 2007.

SINGH, Y.; SOLANKI, K. Recent advances in rice improvement: innovations and impacts on yield and sustainability. Agricultural Reviews, 2024. DOI: 10.18805/ag.R-276.

SONG, Y. et al. Nitrogen management in rice under crop rotation and nitrogen level adjustment. Rhizosphere, v. 33, 101038, 2025.

SOSBAI – SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. 32. ed. Restinga Seca, RS: Sosbai, 2022.

SQUILASSI, M. G. Interação de genótipos com ambientes. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003.

TRAN, V. D. et al. Effect of Gluconacetobacter diazotrophicus inoculation and reduced nitrogen fertilizer on yield and growth parameters of rice. Journal of Seed Science, v. 43, e202143029, 2021.

VIEIRA, R. F. Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2017. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br
. Acesso em: 28 set. 2024.

WANG, B. et al. Improving nitrogen use efficiency in rice for sustainable agriculture: strategies and future perspectives. Life, v. 12, n. 10, 1653, 2022. DOI: 10.3390/life12101653.

WANG, S.; LU, Z. Genetic diversity among parental lines of Indica hybrid rice (Oryza sativa L.) in China. Plant Breeding, v. 125, p. 606–612, 2006.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/3fxxvm76
Pages: 1-24

WEINERT, C. et al. Manejo do trevo persa e da adubação nitrogenada para o arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ, 12., 2022. Anais... 2022.

WU, M. et al. Influence of nitrogen application rate on stem lodging resistance rice under dry cultivation. Agronomy, v. 13, n. 2, 426, 2023. DOI: 10.3390/agronomy13020426.

XU, Z. et al. Melhoria simultânea do rendimento e da eficiência do uso de nitrogênio em sistema de cultivo duplo de arroz. European Journal of Agronomy, v. 137, 126513, 2022. DOI: 10.1016/j.eja.2022.126513.

ZHANG, X. et al. Managing nitrogen for sustainable development. Nature, v. 528, p. 51–59, 2015. DOI: 10.1038/nature15743.

ZHOU, T. Y. et al. Optimization of nitrogen fertilization improves rice quality by affecting starch properties. Journal of Integrative Agriculture, v. 21, n. 6, p. 1576–1592, 2022. DOI: 10.1016/S2095-3119(21)63678-X.

ZOU, Y. et al. Nitrogen fertilization application strategies improve yield of rice cultivars by regulating phytohormones. Scientific Reports, v. 13, 21803, 2023. DOI: 10.1038/s41598-023-48491-w.