

**Doses e manejo de aplicação de nitrogênio para o cultivo de arroz com grãos para
culinária japonesa em várzea de Roraima**

**Dosage and nitrogen application management for rice growing with grains for japanese
cuisine in Roraima várzea**

**Dosis y manejo de la aplicación de nitrógeno para el cultivo de arroz con granos para la
cocina japonesa en las tierras bajas de Roraima**

Recebido: 02/10/2020 | Revisado: 10/10/2020 | Aceito: 20/10/2020 | Publicado: 23/10/2020

Maysa Mathias Alves Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8343-0038>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

agro.maysa@gmail.com

Antônio Carlos Centeno Cordeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8197-2439>

Embrapa Roraima, Brasil

antonio.cordeiro@embrapa.br

Oscar José Smiderle

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6692-1329>

Embrapa Roraima, Brasil

oscar.smiderle@embrapa.br

Roberto Dantas de Medeiros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5601-049X>

Embrapa Roraima, Brasil

roberto.medeiros@embrapa.br

Leandro Torres de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6970-2671>

Universidade Federal de Roraima, Brasil

souzalts@yahoo.com.br

Resumo

Perante a falta da recomendação específica de adubação nitrogenada e manejo de aplicação para a cultivar BRS 358 com tipo de grãos especial voltado para culinária japonesa.

Objetivou-se determinar a melhor dose e manejo de aplicação de nitrogênio em cobertura para a cultivar BRS 358, conduzida em várzea de Roraima que garanta maior eficiência agronômica e econômica. Desta forma, foi conduzido experimento em área de várzea de Roraima no município do Cantá, em Gleissolo Háptico tb distrófico. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcela subdividida (4x4), com quatro repetições, perfazendo 64 unidades amostrais. O fator doses foi alocado nas parcelas (50 kg ha⁻¹; 100 kg ha⁻¹; 150 kg ha⁻¹; 300 kg ha⁻¹) e o segundo fator manejos de aplicação do nitrogênio nas subparcelas: M1:50% na base e 50% aos 45 dias após a emergência (DAE); M2:100% aplicação aos 15 DAE; M3: 25% na base e 75% em cobertura divididos em ½ aos 15 e ½ aos 45 DAE; M4:25% na base; 25% aos 15 DAE; 25% aos 35 DAE e 25% aos 55 DAE. Foram avaliados os componentes de produção da cultura do arroz conforme a metodologia preconizada pelo Standard Evaluation System For Rice. Os resultados mostram influência da dose de nitrogênio e manejo de aplicação sobre os componentes de produção avaliados, onde as características foram altamente correlacionadas, refletindo em produtividade de máxima eficiência física de 6.245 kg ha⁻¹, máxima eficiência econômica de 6.193 kg ha⁻¹ com aplicação de 209 e 182 kg ha⁻¹ de ureia, respectivamente. Embora aplicação de 25% na base e 75% em cobertura divididos em ½ aos 15 e ½ aos 45 DAE (M3) ter promovido melhor desempenho dos componentes de produção, aplicação de N, 50% na base e 50% aos 45 DAE, promoveu maior incremento na produtividade de grãos em casca, sendo considerado o manejo mais promissor para cultivar BRS 358.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L.; Arroz irrigado; Grãos especiais; Eficiência econômica.

Abstract

In the absence of specific recommendation of nitrogen fertilization and application management for BRS 358 with special type of grain oriented Japanese cuisine. Objective was to determine the best dose and nitrogen application management in coverage for BRS 358, conducted in lowland Roraima that will provide greater agronomic and economic efficiency. Thus, it was an experiment conducted in Roraima lowland area in the municipality of Cornwall, in Gleysol Háptico tb dystrophic. The experimental design was a randomized block in split plot design (4x4), with four repetitions, totaling 64 sample units. The factor doses was allocated in the plots (50 kg ha⁻¹, 100 kg ha⁻¹, 150 kg ha⁻¹, 300 kg ha⁻¹) and the second factor managements of nitrogen application in the subplots: M1: 50% on base and 50% at 45 days after emergence (DAE); M2: 100% application at 15 DAE; M3: 25% at the base and 75% in coverage divided into ½ to 15 ½ and 45 DAE; M4: 25% base; 25% at 15 DAE; 25% at 35

DAE and 25% to 55 DAE. We evaluated the rice crop production components as the methodology recommended by the Standard Evaluation System For Rice. The results show the influence of the nitrogen dose and application management on yield components evaluated, where the features were highly correlated, resulting in maximum productivity physical efficiency of 6.245 kg ha⁻¹, maximum economic efficiency of 6.193 kg ha⁻¹ with Application of 209 to 182 kg ha⁻¹ of urea, respectively. Although application of 25% at the base and 75% in coverage divided into ½ to 15 ½ and 45 DAE (M3) have provided better performance of production components, application of N, 50% at the base and 50% at 45 DAE, promoted largest increase in grain yield in shell, being considered the most promising management for BRS 358.

Keywords: *Oryza sativa L.*; Irrigated rice; Special grains; Economic efficiency.

Resumen

En ausencia de una recomendación específica de fertilización con nitrógeno y manejo de la aplicación para BRS 358 con un tipo especial de cocina japonesa orientada a granos. El objetivo fue determinar el mejor manejo de dosis y aplicación de nitrógeno en cobertura para BRS 358, realizado en las tierras bajas de Roraima que brindará mayor eficiencia agronómica y económica. Así, se trató de un experimento realizado en la zona de las tierras bajas de Roraima en el municipio de Cornwall, en Gleysol Hápico tb distrófico. El diseño experimental fue un bloque al azar en diseño de parcela dividida (4x4), con cuatro repeticiones, totalizando 64 unidades de muestra. Las dosis de factor se asignaron en las parcelas (50 kg ha⁻¹, 100 kg ha⁻¹, 150 kg ha⁻¹, 300 kg ha⁻¹) y el manejo del segundo factor de aplicación de nitrógeno en las subparcelas: M1: 50% sobre base y 50% a los 45 días después de la emergencia (DAE); M2: aplicación del 100% a los 15 DAE; M3: 25% en la base y 75% en cobertura dividida en ½ a 15 ½ y 45 DAE; M4: base al 25%; 25% a los 15 DAE; 25% a los 35 DAE y 25% a los 55 DAE. Evaluamos los componentes de la producción de cultivos de arroz como la metodología recomendada por el Sistema de Evaluación Estándar para Arroz. Los resultados muestran la influencia de la dosis de nitrógeno y el manejo de la aplicación en los componentes del rendimiento evaluados, donde las características estuvieron altamente correlacionadas, resultando en una productividad máxima eficiencia física de 6.245 kg ha⁻¹, máxima eficiencia económica de 6.193 kg ha⁻¹ con Aplicación de 209 a 182 kg ha⁻¹ de urea, respectivamente. Aunque la aplicación del 25% en la base y el 75% en cobertura dividida en ½ a 15 ½ y 45 DAE (M3) han proporcionado un mejor desempeño de los componentes de producción, se promovió la aplicación de N, 50% en

la base y 50% a 45 DAE. mayor aumento en el rendimiento de grano con cáscara, siendo considerado el manejo más prometedor para BRS 358.

Palabras clave: *Oryza sativa* L.; Arroz de riego; Granos especiales; Eficiencia económica.

1. Introdução

O arroz é uma fonte importante de calorias e proteínas na dieta alimentar do brasileiro, contribuindo para melhoria da nutrição e qualidade de vida (Santos et al. 2006). Embora grande importância econômica e social do arroz branco comum, as cultivares de grãos especiais têm ganho espaço no mercado e nas pesquisas, devido seu valor agregado à comercialização e utilização em diversos pratos da culinária brasileira.

Desta forma, o desenvolvimento de cultivares de arroz com tipos de grãos especiais, como as de grãos catetos, aromáticos, vermelhos, pretos, arbóreos e japônicos de boa qualidade e adaptados as condições de cultivo no Brasil, constitui-se em grande oportunidade para o mercado rizicultor (Cordeiro, 1999; Fitzgerald et al., 2009; Pereira et al., 2009).

No Estado de Roraima o arroz irrigado é um dos produtos de maior importância no setor agrícola, com produção aproximada de 106.000 toneladas de arroz em casca, na safra 2011/2012, com área plantada de 19.800ha (Agrianual, 2013).

No entanto, a planta do arroz é bastante exigente em nutrientes, sendo o nitrogênio o segundo elemento mineral acumulado na planta em maior quantidade, participando de vários processos metabólicos, tais como, fotossíntese, respiração e proteínas (Lopes e Marengo, 2009).

Desta forma, segundo Medeiros et al. (2007) o cultivo do arroz em várzea no estado de Roraima é exigente em adubação nitrogenada, exigindo aplicação de doses elevadas, para que ocorra o desenvolvimento adequado da cultura, em termos de perfilhamento e produtividade de grãos.

A eficiência de resposta à adubação nitrogenada, estão relacionados a vários fatores, bem como, a interação do suprimento de N aos outros nutrientes no solo, pH, teor de água, época de aplicação, fontes de N, manejo de irrigação (Lopes e Marengo, 2009), podendo superestimar ou subestimar a resposta da cultura.

Sendo assim, através do sistema de irrigação a manutenção de uma lâmina de água contínua sobre o solo, garante a eficiência de resposta da planta, proporcionando maiores produtividades, qualidade de grãos (Freitas et al., 2007), e eficiência no controle de plantas daninhas, devido a barreira física formada pela lâmina de água (Zamberlan et al., 2014),

porém pode ocasionar maiores perdas por percolação lateral e ao longo do perfil do solo, tanto de nutrientes como agrotóxicos e acamamento (Scivittaro et al., 2004).

Cordeiro et al. (2010) concluíram que o sistema de cultivo do arroz com irrigação por inundação contínua proporcionou maior produtividade de grãos comparado a irrigação intermitente. Além disso, Santos (2008) ressalta que o sistema de irrigação contínua é o mais utilizado, além de aumentar a produtividade e melhorar a qualidade industrial dos grãos de arroz.

Segundo Artigianni et al. (2012) a irrigação contínua proporciona aumento na altura das plantas e produtividade de grãos, quando comparado ao sistema de sequeiro. Além disso, a associação entre doses de N e época de aplicação é outro fator que proporciona aumento na produtividade de arroz irrigado. Segundo Alvarez et al. (2002) a correlação entre doses de N e época de aplicação foi satisfatório, afirmando que 82% do N aplicado entre o final do perfilhamento e florescimento é absorvido pela cultura.

Segundo Marzari (2007), a aplicação de N na fase vegetativa contribui para a formação de perfilhos e, portanto, para o maior número de panículas. No entanto, Scivittaro e Machado (2004) concluem que a aplicação de N na fase reprodutiva proporciona maior eficiência de absorção devido ao melhor desenvolvimento radicular. Buzetti et al. (2006) concluíram que o aumento da dose, aumenta o comprimento das panículas, altura, produtividade e diminui a fertilidade de espiguetas.

Consequente, Camargo et al. (2008) concluem que a aplicação de nitrogênio nos estádios que antecedem o emborrachamento, contribui para a formação do número de panículas por m², aumenta o aparato fotossintético, e conseqüentemente estimula o maior acúmulo de fotoassimilados, tendo como reflexo maiores produtividades.

Diante da falta de estudos sobre a relação dose e manejo de aplicação do adubo nitrogenado, objetivou-se determinar o melhor manejo de aplicação e qual dose de nitrogênio, influenciam na produtividade, componentes de produção e máxima eficiência econômica do arroz BRS 358, cultivado em várzea por inundação contínua.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido em dezembro de 2013 a abril de 2014 em área irrigada por inundação contínua, em solo classificado como Gleissolo Háplico Tb Distrófico (EMBRAPA, 2006), localizada na Fazenda Santa Cecília, município de Cantá, estado de Roraima, utilizando a cultivar BRS 358 que apresenta grãos destinados à culinária japonesa e

que foi registrada em 2014 pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) como recomendada para cultivo em Roraima, Goiás, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Tocantins.

As coordenadas geográficas locais de referência são 2° 48'29" N de latitude e 60° 39'19" W de longitude e 61 m de altitude. O clima da região é classificado por Köppen como Aw, com precipitação média anual de 1.600 mm e com os meses mais secos concentrados entre dezembro e março com 10% da precipitação anual, onde a vegetação primária ocorrente na região é de savana.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcela subdividida (4x4), com quatro repetições, perfazendo 64 unidades amostrais. O primeiro fator em estudo alocado nas parcelas foram as doses (50 kg ha⁻¹; 100 kg ha⁻¹; 150 kg ha⁻¹; 300 kg ha⁻¹ de N) e o segundo fator foram os manejos de aplicação do nitrogênio (subparcelas): M1:50% na base e 50% aos 45 dias após a emergência (DAE); M2:100% aplicação aos 15 DAE; M3: 25% na base e 75% em cobertura divididos em ½ aos 15 e ½ aos 45 DAE; M4:25% na base; 25% aos 15 DAE; 25% aos 35 DAE e 25% aos 55 DAE.

Cada parcela experimental constou de oito linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,25 m entre si, com área útil correspondendo às seis linhas centrais, descartando 0,50 m das extremidades.

Os resultados da análise química e granulométrica das amostras de solo coletadas na área experimental, na camada de 0,0 a 0,2 m de profundidade, revelaram as seguintes características: pH =5,1; MO =30,92; P= 12,12 mg dm⁻³; K =0,21 cmolc dm⁻³; Mg = 0,38 cmolc dm⁻³; Ca= 1,25 cmolc dm⁻³; silte = 468,6 g kg⁻¹; areia = 278,5 g kg⁻¹; argila= 252,9 g kg⁻¹. As análises químicas e granulométricas de solo foram realizadas de acordo com o manual e métodos de análise do solo da Embrapa (2006).

O solo foi preparado quando estava seco, através de uma aração com grade aradora, duas gradagens niveladoras, seguido da construção das taipas. A adubação de base na semeadura foi de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Superfosfato Simples com, 20% de P₂O₅) e 90 kg ha⁻¹ de K₂O (Cloreto de Potássio, com 60% de K₂O).

A cultivar de arroz em estudo foi a BRS 358, com grãos destinados a culinária japonesa, a planta apresenta porte baixo, com altura média de 86 cm, florescimento aos 82 dias, produtividade média 6.843 kg.ha⁻¹, grãos com baixo teor de amilose, rendimento de beneficiamento acima de 60%, bem como, resistência ao acamamento e resistência moderada à brusone na folha, mancha parda, escaldadura da folha e mancha dos grãos.

A semeadura foi em linhas, onde as operações de abertura de sulcos, distribuição das sementes e fechamento dos sulcos foram realizadas manualmente. Em sequência das operações a adubação nitrogenada foi aplicada de acordo com as doses e manejo de aplicação das mesmas, utilizando como fonte o N na forma de ureia, 45% de N. O sistema de irrigação empregado foi o de inundação contínua, com lâmina de água iniciada aos 15 dias após a emergência das plântulas e interrompida aos 20 dias após o completo florescimento.

O controle de plantas daninhas foi realizado em pré-emergência e após a semeadura, aplicando-se o equivalente a dose de 1,0 kg de i.a. ha de Oxidiazolona, pulverização via solo com umidade próxima à saturação, conforme recomendado por Cordeiro e Medeiros (2010), realizando também aplicações preventivas para patógenos e insetos-praga.

A coleta de dados referentes à floração média (50%), altura de planta (cm), percentagem de grãos cheios por panícula, número de espiguetas/panícula, massa de mil grãos, número de grãos cheios, número de panículas, fertilidade dos perfilhos, comprimento das panículas (cm), acamamento, doenças (escalas visuais de notas) e produtividade de grãos (kg ha^{-1}), foram realizadas conforme a metodologia preconizada pelo Standard Evaluation System For Rice (IRRI, 1996), da seguinte forma:

Análise Estatística

Para comparação dos resultados foram realizados testes de homocedasticidade e normalidade pelo software ASSISTAT (Silva, 2009), em seguida os resultados foram submetidos as análises de variância individual, onde nas variáveis que apresentaram efeito significativo pelo teste F, realizaram-se análises de regressão polinomial e linear, utilizando-se o programa estatístico SISVAR e aplicado o teste Scott-Knott (Ferreira, 2011).

Máxima eficiência Física e Econômica

A máxima eficiência física foi realizada por meio da derivação das equações de regressão, com base nos resultados observados, ou seja, aquelas onde houve resposta em aumento de produtividade, em função das doses crescentes de nitrogênio.

Enquanto que a máxima eficiência econômica, foi calculada por meio das equações de regressão respectivas, quando estas são igualadas ao quociente preço do kg da ureia/preço do kg do arroz em casca, considerando-se que o preço tanto do arroz, corresponde no caso de grãos especiais à relação de 2:1 em comparação com arroz de grãos comuns.

Desta forma, quando a equação é igualada ao quociente preço do kg de N/preço do kg de arroz com casca, considerando-se que o preço do grão corresponde à relação de 2:1, em comparação ao arroz comum, utilizou-se os valores de R\$ 6,02 para o quilo de N e R\$ 1,60 para o arroz especial, já que o quilo do arroz branco é de R\$ 0,80.

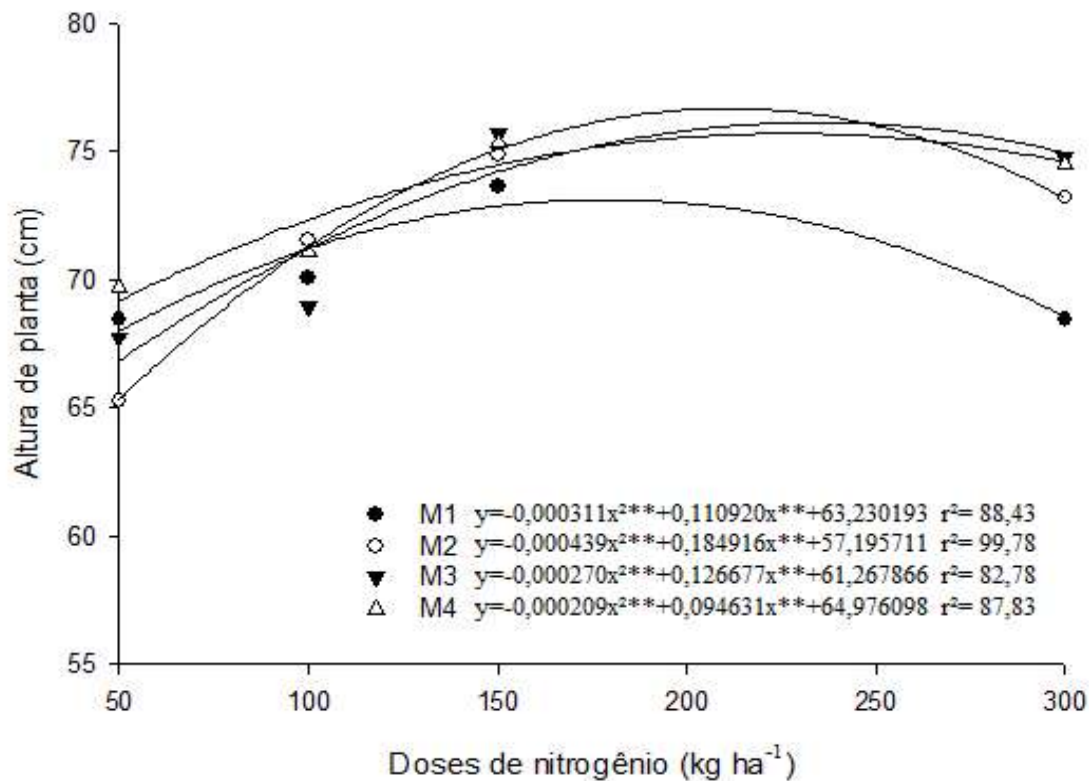
Foram, ainda, estimadas as inter-relações entre as características avaliadas por meio do Coeficiente de Correlação de Pearson em níveis de 1 e 5% de probabilidade pelo teste t, utilizando o software GENES (Cruz, 2006).

3. Resultados e Discussão

Altura de Plantas

Diante os resultados, observou-se que as doses de nitrogênio promoveram aumento na altura das plantas, nos diferentes manejos de aplicação (Figura 1), ajustando-se ao modelo de regressão quadrática, entretanto, para avaliação do grau de acamamento, todos os tratamentos tiveram nota 1, ou seja, até 5% de plantas acamadas na época da colheita.

Figura 1. Altura média de plantas do arroz cv. BRS 358, conduzido em várzea de Roraima, em função de doses de N, em quatro manejos de aplicação: M1:50% na base e 50% aos 45 dias após a emergência (DAE); M2:100% aplicação aos 15 DAE; M3: 25% na base e 75% em cobertura divididos em ½ aos 15 e ½ aos 45 DAE; M4:25% na base; 25% aos 15 DAE; 25% aos 35 DAE e 25% aos 55 DAE.



Fonte: Autores.

A ausência de acamamento em função do incremento das doses de N é devido a Cv. BRS 358 ser uma planta de porte baixo, desta forma, o incremento das doses em função dos manejos de aplicação promoveu altura de plantas variando de 65 – 75 cm, porém esta variável é inerente a característica fenológica e genética da cultivar em estudo.

Sendo assim, observou-se similaridade no comportamento dos modelos de regressão ajustados para os manejos M1, M2, M3 e M4, com o incremento das doses de nitrogênio. Sendo que ao aplicar 100% de N aos 15 DAE (M2) e 25% de N na base e 75% em cobertura divididos em ½ aos 15 e ½ aos 45 DAE (M3), respectivamente, houve maior incremento vegetativo em relação aos outros manejos de aplicação.

Estudos realizados por Hernandes et al. (2010), avaliando cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg de N ha⁻¹) e duas épocas de aplicação (semeadura ou perfilhamento), observaram tendência quadrática na altura das plantas em função das doses crescentes de N.

Embora as plantas tenham apresentado alturas menores, devido o arquétipo fenológico da cultivar em estudo, os dados corroboram com os resultados encontrados na pesquisa de Fabre et al. (2011) estudando épocas de aplicação de nitrogênio, para a cultivar BRS Jaçanã, com altura média de 100 cm, constataram incremento na altura de plantas quando aplicado 100% aos 15 DAE e em duas aplicações com 50% na base e 50 aos 45 DAE.

Além disso, o ambiente também influencia na eficiência de absorção do nitrogênio, desta forma, o ajuste quadrático no comportamento da variável dependente, em função das doses, pode ser atribuído a presença da lâmina contínua de água no solo, que promove à eficiência de resposta da planta a aplicação de N, garantindo desenvolvimento uniforme, produtividade e qualidade de grãos (Freitas et al., 2007).

Segundo Artigianni et al. (2012), o sistema de irrigação contínua proporciona aumento na altura das plantas e produtividade de grãos, quando comparado ao sistema de sequeiro. A associação entre sistema de irrigação e adubação nitrogenada, aumenta a eficiência de absorção pela planta, promovendo maior desenvolvimento vegetativo.

No entanto, Mauad et al. (2003) verificaram redução na altura de planta, quando a dose de N foi incrementada. Entretanto, Buzetti et al. (2006) em estudo com arroz irrigado e doses N, observaram aumento na altura das plantas em função das doses crescentes de N.

Desta forma, os resultados encontrados corroboram com as pesquisas citadas anteriormente, já que em todos os manejos, verificou-se aumento na altura das plantas em função das doses crescentes de N.

Pela derivação das equações de regressão, que ajustaram-se aos modelos quadráticos foram obtidos os valores máximos de resposta ao incremento de doses de N de 234 kg, para altura de planta de 76,66 cm, e 210 kg, para altura de planta de 76,12 cm, respectivamente, nos manejos M3 e M2. Fabre et al. (2011), avaliando adubação nitrogenada, em doses crescentes, também observaram que as doses de nitrogênio promoveram aumento na altura das plantas, nas diferentes épocas de aplicação de N.

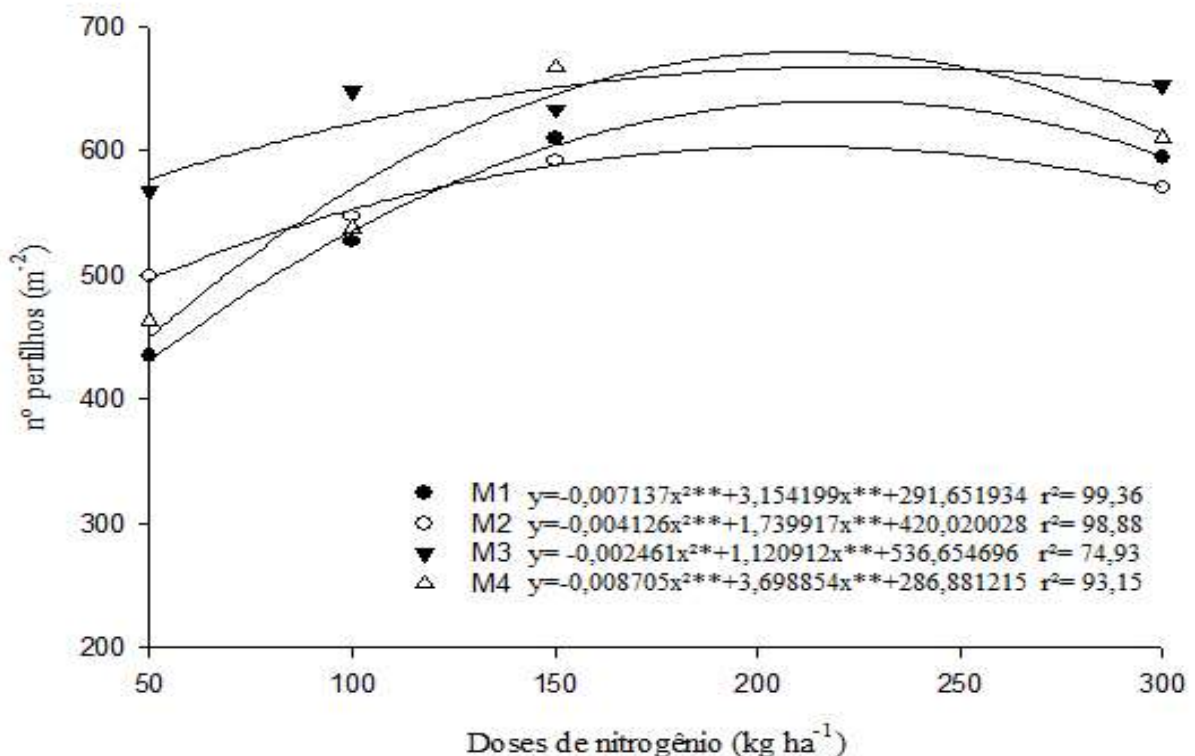
Mesmo com a variação observada nos pontos máximos, em função das doses de N, para os quatro manejos, a altura média das plantas não apresentou variação expressiva que promovesse decréscimo no desempenho da cultura, bem como, a altura é um fator inerente às características genéticas e biológicas da cultivar em estudo, sendo considerada adequada para a cultivar BRS 358.

As alturas de plantas encontradas para a cultivar BRS 358, em estudo, corroboram com os resultados obtidos por Cordeiro et al. (2010), avaliando linhagens de arroz irrigado com tipo de grãos para a culinária japonesa, nas condições de cultivo de Roraima, onde foram observadas médias na altura de planta variando de 75 a 85cm, sendo que a linhagem CNAi 9912 e BRS Bojuru, apresentaram altura de 63 e 64 cm.

Número de perfilhos (m^{-2})

Para a variável número de perfilhos m^{-2} (Figura 2), em função das doses de N, nos diferentes manejos de aplicação, obteve-se ajuste do modelo de regressão quadrática, à 1 e 5%.

Figura 2. Número médio de perfilhos m^{-2} de plantas do arroz cv. BRS 358, conduzido em várzea de Roraima, em função de doses de N, em quatro manejos de aplicação: M1:50% na base e 50% aos 45 dias após a emergência (DAE); M2:100% aplicação aos 15 DAE; M3: 25% na base e 75% em cobertura divididos em $\frac{1}{2}$ aos 15 e $\frac{1}{2}$ aos 45 DAE; M4:25% na base; 25% aos 15 DAE; 25% aos 35 DAE e 25% aos 55 DAE.



Fonte: Autores.

Nos manejos M3 e M4, o número de perfilhos m^{-2} aumentou com o incremento de doses de nitrogênio, até 227 $kg\ ha^{-1}$, e 229 $kg\ ha^{-1}$ de N, com máximas de 664; 643 perfilhos m^{-2} , respectivamente. Quanto ao efeito das doses de N Lopes et al. (2013), também constataram ajuste dos resultados à equação quadrática, obtendo-se o número máximo de perfilhos m^{-2} quando aplicado 198 $kg\ ha^{-1}$.

Por outro lado, no manejo M2, observou-se tendência crescente, seguido de queda, similar aos manejos anteriores, porém este manejo promoveu menor produção de perfilhos m^{-2} , atingindo o máximo de 210 $kg\ ha^{-1}$ de N, com 603 perfilhos m^{-2} .

Os resultados vão de encontro aos observados por Lopes et al. (2013), onde constataram que a antecipação em 100% da adubação nitrogenada, é interessante por aumentar o perfilhamento da cultura.

Sendo assim, como o N contribui para o maior perfilhamento da cultura, observa-se que o déficit de N nas fases de maior necessidade fisiológica da planta, promoveram menor desempenho da cultura, devido o parcelamento da aplicação em função dos manejos de aplicação de N.

Segundo Fageria et al. (2011) e Nascente et al. (2011), o déficit ou excesso de N é um dos fatores que afetam diretamente o desenvolvimento e desempenho da planta, podendo comprometer a produtividade, afetando a fotossíntese e produção de fotoassimilados que serão translocados para os órgãos responsáveis pela produtividade.

No entanto, quando o nitrogênio foi aplicado 50% na base e 50% aos 45 dias após a emergência (M1), observou-se comportamento crescente na curva, em função das doses de N, com tendência de queda, na dose de 220 $kg\ ha^{-1}$, atingindo a máxima de 640 perfilhos m^{-2} .

Número de Panículas (m^{-2})

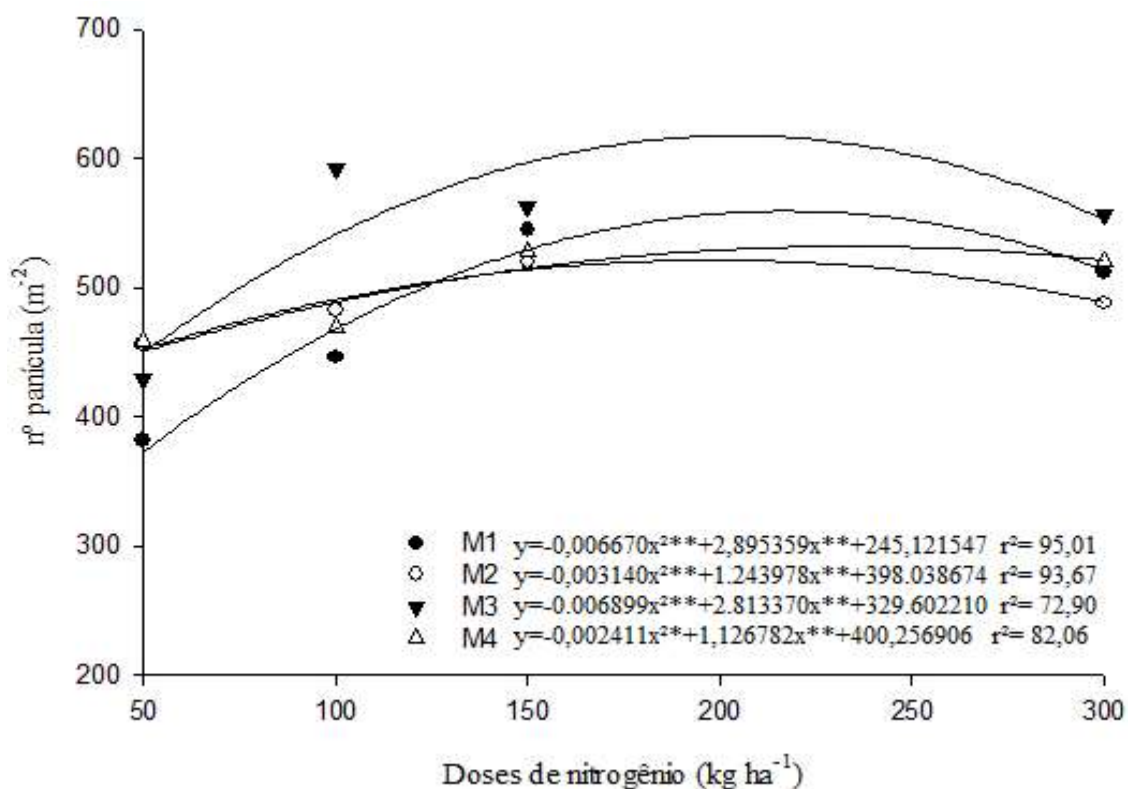
Os manejos M1 e M3(Figura 3), em função das doses de N, ajustaram-se ao modelo quadrático, apresentando comportamento crescente, com tendência de queda. Embora, o M1 tenha apresentado maior coeficiente de determinação, no ajuste da projeção da curva, quando aplicado 25% de N na base e 75% em cobertura divididos em $\frac{1}{2}$ aos 15 e $\frac{1}{2}$ aos 45 DAE (M3), o número de panículas m^{-2} foi superior aos demais manejos, com o incremento das doses de nitrogênio, até 203,89 $kg\ ha^{-1}$ de N, resultando na máxima de 616 panículas m^{-2} .

Os resultados encontrados nesta pesquisa corroboram com os encontrados por Fageria et al. (2007), avaliando 12 genótipos e doses de nitrogênio variando de 0 à 200 $kg\ ha^{-1}$,

observaram número médio de panículas, variando de 408 a 516 panículas m^{-2} , além disso o número de panículas foi altamente correlacionado à produtividade do arroz.

No entanto, o número de panículas para o M3, está correlacionado ao número de perfilhos por m^{-2} (Figura 2), pois dentro do mesmo manejo, observou-se tendência crescente com o incremento da dose de N, ou seja, com o aumento do número de perfilhos, existe maior probabilidade de aumentar o número de panículas, consequentemente, proporciona maiores produtividades.

Figura 3. Número médio de panículas m^{-2} do arroz cv. BRS 358, conduzido em várzea de Roraima, em função de doses de N, em quatro manejos de aplicação: M1:50% na base e 50% aos 45 dias após a emergência (DAE); M2:100% aplicação aos 15 DAE; M3: 25% na base e 75% em cobertura divididos em $\frac{1}{2}$ aos 15 e $\frac{1}{2}$ aos 45 DAE; M4:25% na base; 25% aos 15 DAE; 25% aos 35 DAE e 25% aos 55 DAE.



Fonte: Autores.

Em estudos realizados por Mateus et al. (2006), na caracterização da fase crítica para a suplementação do nitrogênio em arroz irrigado, foi possível estabelecer relação direta entre o número de panículas e o número de perfilhos m^{-2} , demonstrando que a maior disponibilidade

de N nos estádios reprodutivos propiciou melhor utilização do nutriente para formação de panículas, com reflexos positivos sobre a produtividade de grãos.

No entanto, segundo Camargo et al. (2008) a aplicação de nitrogênio nos estádios que antecedem o emborrachamento – fase que antecede a última aplicação do M3 aos 45 DAE – promovem maior desenvolvimento vegetativo, aumenta o aparato fotossintético, conseqüentemente, estimula o maior acúmulo de fotoassimilados, contribuindo para a formação do número de panículas m^{-2} .

Em contrapartida, os manejos M2 e M4 (Figura 3), apresentaram número de panículas similares, onde os mesmos, variaram minimamente dentro dos manejos adotados, apresentando produção máxima de 521 panículas $^{-1}$, na dose de 198 $kg\ ha^{-1}$ quando aplicado 100% do nitrogênio aos 15 DAE(M2) e máxima de 531 panículas $^{-1}$, na dose de 233 $kg\ ha^{-1}$, quando aplicado 25% na base; 25% aos 15 DAE; 25% aos 35 DAE e 25% aos 55 DAE.

Embora haja semelhança na produção de panículas m^{-2} nos manejos M2 e M4, os manejos diferiram entre si em relação a quantidade de operações realizadas para aplicar as mesmas quantias de adubo, sendo possível reduzir os gastos com operação e adubação, apenas modificando o manejo de aplicação do N.

Além disso, o M3 em relação ao M2, aumentou o número de panícula m^{-2} , de 521 panículas $^{-1}$, para 616 panículas $^{-1}$, utilizando em média à mesma quantidade de adubo, porém modificando o manejo de aplicação. Segundo Fageria et al. (2007), o número de panículas é característica da cultivar, mas pode ser aumentado com aplicação adequada de N.

Segundo Marzari (2007), a aplicação de N na fase vegetativa contribui para a formação de perfilhos e portanto para o maior número de panículas. Desta forma, ao avaliar o incremento no número de panículas m^{-2} em função das doses crescentes de N, de modo geral, a dose de 233 $kg\ ha^{-1}$ quando comparada às demais, promoveu maior incremento no número de panículas que as outras doses em estudo.

Número de espiguetas/panícula $^{-1}$ x número de grãos cheios panícula $^{-1}$

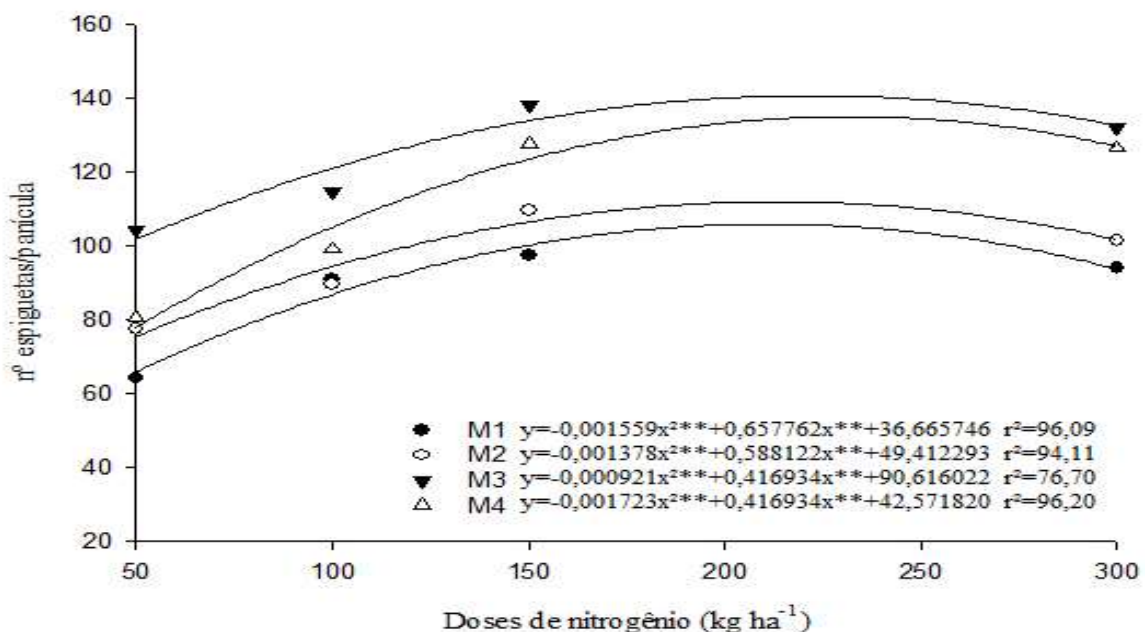
As doses de nitrogênio promoveram aumento no número de espiguetas/panícula (Figura 4), nos diferentes manejos, pois, quando aplicado apenas 50 $kg\ ha^{-1}$ de N, o número de espiguetas/panícula, de modo geral, foi menor em relação às médias obtidas com o incremento das doses.

Com doses mais elevadas, houve aumento no número de espiguetas panícula⁻¹, no entanto, foi detectado tendência de queda na inclinação das curvas, para os manejos em função das doses de N, respectivamente.

No entanto, analisando a posição do intercepto das curvas de crescimento, constatou-se tendência crescente no número de espiguetas/panícula quando aplicado 25% na base e 75% em cobertura divididos em ½ aos 15 e ½ aos 45 DAE (M3), na dose de 226 kg ha⁻¹, e menor, quando aplicado 50% na base e 50% aos 45 DAE (M1), com média geral de 86,6 grãos/panícula.

Segundo Santos et al. (2006) o número de espiguetas é definido na diferenciação do primórdio da panícula, delongando até a fase de emborrachamento – fase que coincide com a aplicação de N no manejo M3 – embora este componente seja dependente de outros fatores como, comprimento e número de ramificações da ráquis, densidade de semeadura, disponibilidade hídrica, dentre outros, nesta fase a planta encontra-se sensível a doses crescentes de N (Fageria et al., 2011).

Figura 4. Número médio de espiguetas/ panícula do arroz cv. BRS 358, conduzido em várzea de Roraima, em função de doses de N, em quatro manejos de aplicação: M1:50% na base e 50% aos 45 dias após a emergência (DAE); M2:100% aplicação aos 15 DAE; M3: 25% na base e 75% em cobertura divididos em ½ aos 15 e ½ aos 45 DAE; M4:25% na base; 25% aos 15 DAE; 25% aos 35 DAE e 25% aos 55 DAE.



Fonte: Autores:

Boldieri et al. (2010), observaram acréscimo no número espiguetas em todas as cultivares em estudo, em função das doses crescentes de N aplicados em cobertura na fase de diferenciação da panícula.

Desta forma, pela derivação da equação de regressão, que ajustou-se ao modelo quadrático (Figura 4; M3), foi obtido o valor máximo de resposta ao incremento de 226 kg ha⁻¹, para produção de 137 espiguetas panícula⁻¹. Segundo Mateus et al. (2006) a adubação na época da diferenciação do primórdio da panícula, independentemente da adubação, resultou em maior produção de espiguetas.

Consequente, diante o ajuste das curvas de regressão, observasse que o incremento nas doses promoveu, maiores quantidades de panícula m⁻² no M3 (Figura 2), podendo assim influenciar positivamente a quantidade de espiguetas por panícula, já que estes componentes de produção são dependentes um do outro.

Por outro lado, mesmo que o M1 tenha promovido acréscimo na quantidade de panículas (Figura 3), quando comparado aos manejos M2 e M4, para a variável número de espiguetas panícula⁻¹, verificou-se desempenho superior ao M1. Este resultado pode ser devido ao comprimento das panículas, já que panículas maiores permitem que haja mais espaço para a formação de espiguetas/panícula, conseqüentemente maiores quantidades de grãos.

De acordo com Hernandez et al. (2010), foi constatado correlação positiva entre o número de panículas m⁻² e número de espiguetas por panícula, que aumentaram com o incremento das doses de N até 128 kg ha⁻¹ e 172 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. Ressaltando, que o número de espiguetas panícula⁻¹ é depende da translocação de carboidratos, que é influenciado por fatores genéticos e ambientais.

Embora os manejos tenham apresentado diferenças estatísticas, é possível observar relação crescente na produção do número de espiguetas/panícula em função das doses, independente do manejo adotado, constatando correlação direta entre estas variáveis (Figura 4).

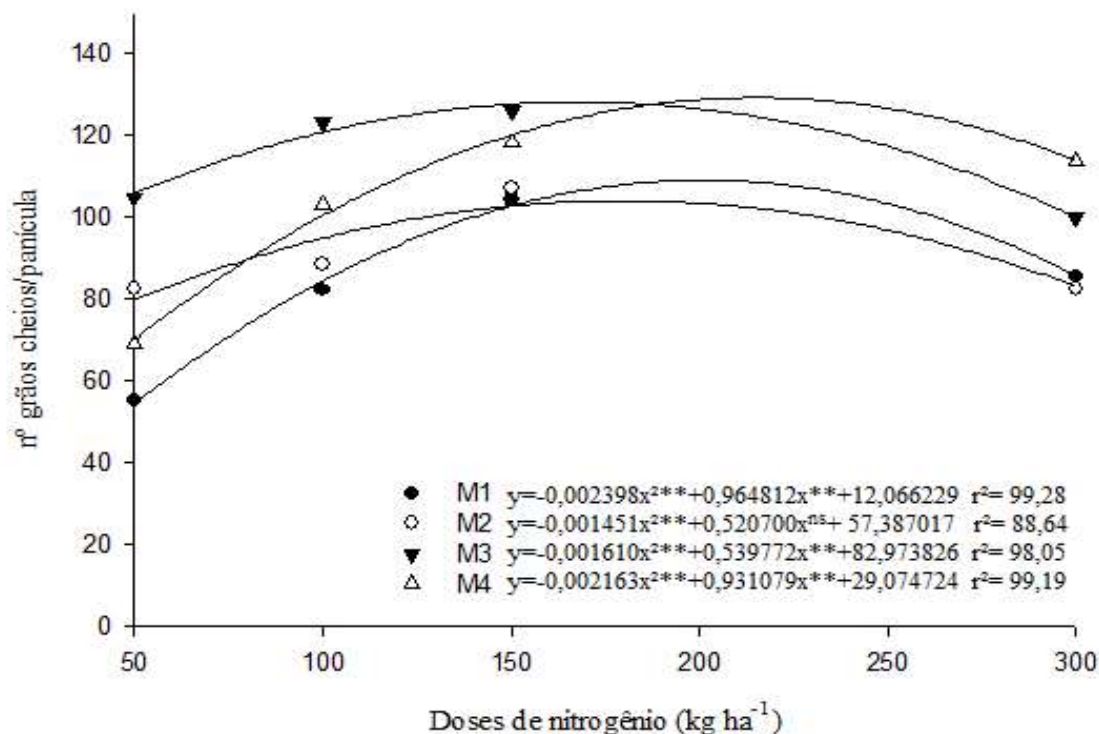
Sendo assim, esta relação crescente é devido ao aumento do N na solução do solo, favorecendo maior assimilação do nutriente, devido a partição de N na planta, influenciando os processos metabólicos, divisão celular, e conseqüentemente maior quantidade de espiguetas por panícula, podendo ainda, aumentar significativamente o número de grãos cheios.

Diante os resultados, observou-se que as doses de nitrogênio promoveram aumento no número de grãos cheios/panícula, nos diferentes manejos de aplicação (Figura 5), ajustando-se ao modelo de regressão quadrática.

Para todos os manejos em estudo foi observado comportamento crescente para o intercepto, em função das doses, detectando ainda, tendência de queda na inclinação da curva, após às doses de máxima, independente do manejo adotado.

Desta forma, quando aplicado 25% na base e 75% em cobertura divididos em ½ aos 15 e ½ aos 45 DAE (M3), verificou-se que o número de grãos cheios/panícula (Figura 5) promoveu comportamento crescente até a dose de 172 kg ha⁻¹ de N, alcançando máxima de 121 grãos panícula⁻¹, após observa-se tendência decrescente na inclinação da curva.

Figura 5. Número médio de grãos cheios panícula⁻¹ do arroz cv. BRS 358, conduzido em várzea de Roraima, em função de doses de N, em quatro manejos de aplicação: M1:50% na base e 50% aos 45 dias após a emergência (DAE); M2:100% aplicação aos 15 DAE; M3: 25% na base e 75% em cobertura divididos em ½ aos 15 e ½ aos 45 DAE; M4:25% na base; 25% aos 15 DAE; 25% aos 35 DAE e 25% aos 55 DAE.



Fonte: Autores.

Resultados corroboram com as pesquisas realizadas por Boldieri et al. (2010), onde concluíram que a adubação crescente de N, promoveu maior número de grãos cheios por panícula para a cultivar IAC 202. Hernandez et al. (2010) observaram aumento no número de grãos cheios panícula⁻¹, com aumento das doses de N até 172 kg ha⁻¹ em arroz comum.

No entanto, quando realizada aplicação de 50% na base e 50% aos 45 (M1), observou-se menor produção de grãos para a dose de 201 kg ha⁻¹, com máxima de 109,0 grãos, seguido da aplicação de 100% aos 15 DAE (M2), que promoveu incremento similar ao M1, porém aplicou-se 179 kg ha⁻¹, com máxima de 104 grãos cheios, conseguinte, observou-se tendência decrescente na inclinação da curva, para ambos os manejos.

Os resultados encontrados por Fabre et al. (2011), diferem dos encontrados para a cultivar BRS 358, onde observaram aumento no número de grãos até 167,9 kg ha⁻¹ de N, alcançando 70,7 grãos panícula⁻¹, quando aplicado N ½ na semeadura e ½ aos 45 DAE. Buzetti et al. (2006) avaliaram o efeito de quatro doses de N aplicadas em cobertura, e também observaram aumento do número de grãos por panícula.

Os resultados encontrados para a cv. BRS 358, demonstram que no manejo de aplicação de N, parcelado em duas vezes (M1), ou, quando aplicado 100% aos 15 DAE, não promoveram o melhor desempenho da cultura, enquanto que ao parcelar a adubação de acordo com os manejos M3 e M4, ocorre maior incremento na produção de grãos cheios.

Além disso, os resultados encontrados, apresentam alto índice de correlação (Tabela 4) com a variável número de espiguetas/panículas, já que a produção de grãos é altamente dependente da produção de espiguetas, estrutura onde os grãos serão formados.

No entanto, observou-se que o número de grãos panícula⁻¹, em função dos manejos de aplicação (Figura 5), para os manejos M3 e M4, também apresentaram tendência de queda nas doses 167 kg ha⁻¹ e 215 kg ha⁻¹, com máximas de 128 e 129 grãos panícula⁻¹, respectivamente.

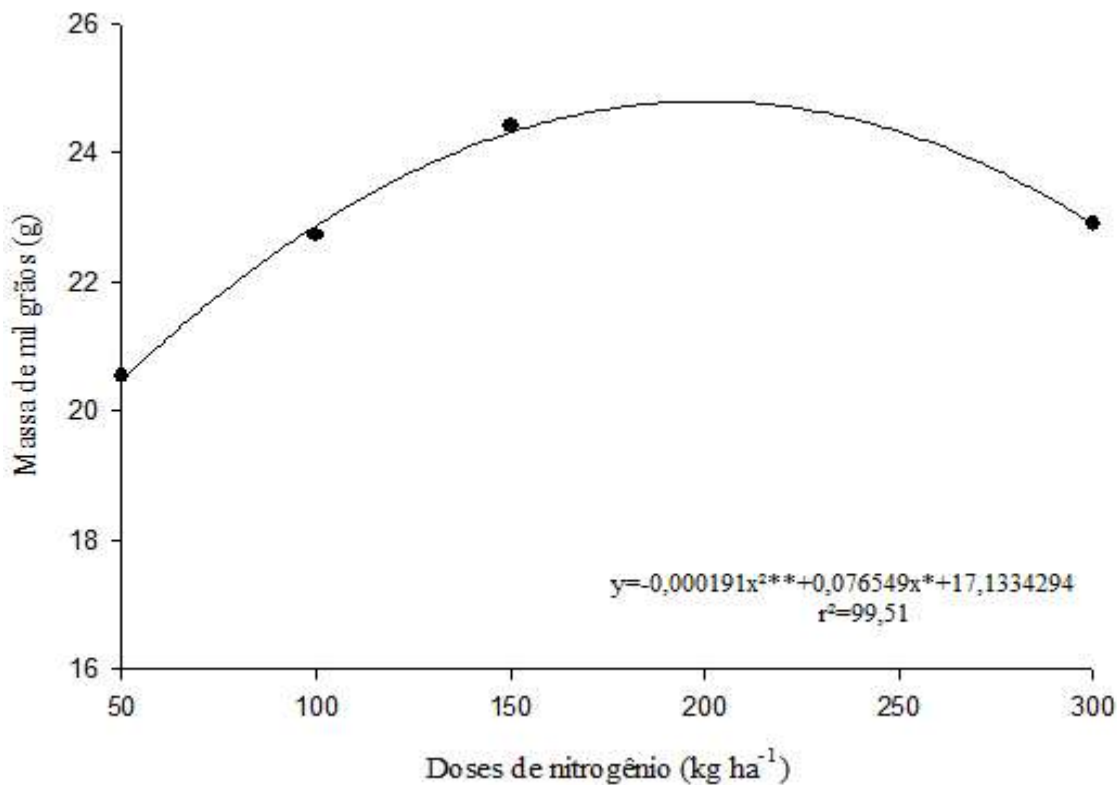
Além disso, observa-se que a aplicação de 25% na base e 75% em cobertura divididos em ½ aos 15 e ½ aos 45 DAE (M3), promoveu incremento médio similar ao M4, no entanto, do ponto de vista técnico, voltado para a praticidade no campo, talvez seja mais viável o manejo M3, em relação ao manejo M4, além de reduzir os danos ambientais. Segundo Boldieri et al. (2010) a adubação nitrogenada deve ser realizada de forma a minimizar os riscos de poluição ambiental e maximizar o retorno econômico.

Embora tenha-se observado maior número de grãos cheios nestes manejos, não apenas a quantidade de grãos é importante, como a massa destes grãos, pois grãos mais pesados, proporcionam maiores produtividades em kg ha⁻¹, independentemente da quantidade de grãos panícula⁻¹.

Massa de mil grãos

Diante os resultados obtidos na análise de variância, não observou significância para interação das doses de N x manejo de aplicação, sobre a massa de mil grãos (Figura 6). Isto significa que os fatores avaliados são independentes, devendo, por isso, serem estudados isoladamente. Entretanto, o fator em estudo, doses de nitrogênio, apresentou significância a 1%, ajustando-se ao modelo quadrático.

Figura 6. Efeito das doses de nitrogênio (kg ha^{-1}) sobre a massa de mil grãos com casca do arroz cv. BRS 358, conduzido em várzea de Roraima.



Fonte: Autores.

Na análise de regressão, observou-se que a massa de mil grãos apresentou ajuste quadrático na curva de projeção, com tendência crescente em função das doses, até a dose 200 kg de N, com máxima de 24,79 g. Por conseguinte, foi detectado tendência de queda na massa de mil grãos em função das doses crescentes de nitrogênio aplicado.

Estudos realizados por Hernandez et al. (2010); Smiderle et al. (2011); Marzari et al. (2005) dentre outros, não encontraram diferenças significativas para épocas de aplicação do

nitrogênio para variável massa de 1000 grãos. Por conseguinte Buzetti et al. (2006) verificaram redução da massa de 100 grãos com o aumento da dose de N. No entanto, Freitas et al. (2001) encontraram maior massa de 1000 grãos quando os genótipos de arroz irrigado foram cultivados em condições de alta dose de N.

Segundo Boldieri et al. (2010), os resultados aparentemente contraditórios entre as pesquisas relatadas, é decorrente da característica ser dependente da densidade do grão, bem como, o baixo índice de fertilidade da espiguetta pode responder de forma diferenciada à adubação nitrogenada influenciando a massa unitária do grão. Além disso, a massa de 1000 grãos é uma característica varietal estável, dependente do tamanho da casca (Fornasieri Filho e Fornasieri, 2006).

Embora contradição, o déficit ou excesso de N afeta a produção de fotoassimilados que serão translocados para os órgãos responsáveis pela produtividade, ou seja, existe uma relação direta do nitrogênio na formação, translocação de carboidratos e enchimento dos grãos presentes na panícula (Fageria et al., 2011, Nascente et al., 2011).

Desta forma, observa-se que até o ponto de máxima, as doses de nitrogênio promoveram aumento crescente na massa de grãos, com máxima de 24,79 g, no entanto, o excesso de N, promoveu a redução deste mesmo componente. A redução do enchimento dos grãos, pode ser explicada pelo consumo de luxo da planta, onde a planta prioriza outros componentes de produção (altura e número de perfilhos), redistribuindo os fotoassimilados para maiores formações de panículas, conseguinte, reduz a massa específica do grão. Resultando em maiores produções de grãos por área, devido seu maior perfilhamento, porém menor enchimento de grão, influenciando a quantidade e massa dos grãos.

Meira et al. (2005) estudaram a resposta das cultivares IAC 201 e IAC 202 as doses de nitrogênio (0, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹), e observaram que as doses de N exerceram importante papel na formação dos grãos por panícula. Além disso, estudos realizados por Mateus et al. (2006), observaram aumento na massa de 1000 grãos, quando aplicado 50 kg ha⁻¹ no perfilhamento e 50 kg ha⁻¹ na diferenciação do primórdio da panícula, com massa de 30,2g, e ao aplicar 100 kg ha⁻¹ no perfilhamento, observou-se massa de 32,2 g.

Embora não haja interação, o resultado pode ser explicado pela presença da lâmina contínua de água no solo, devido ao sistema de irrigação adotado, que propicia maior eficiência de utilização e absorção do nitrogênio, promovendo assim, melhor desempenho da cultura. Rodrigues et al. (2004) avaliaram o uso de três lâminas de irrigação nas cultivares Maravilha e Confiança sob sistema plantio direto e concluíram que o uso da irrigação proporcionou aumento na altura de plantas, massa de 100 grãos, produtividade de grãos e

rendimento de benefício. Moura (2011) concluiu que a disponibilidade hídrica pelo uso da irrigação proporcionou aumento na massa de grãos.

Produtividade

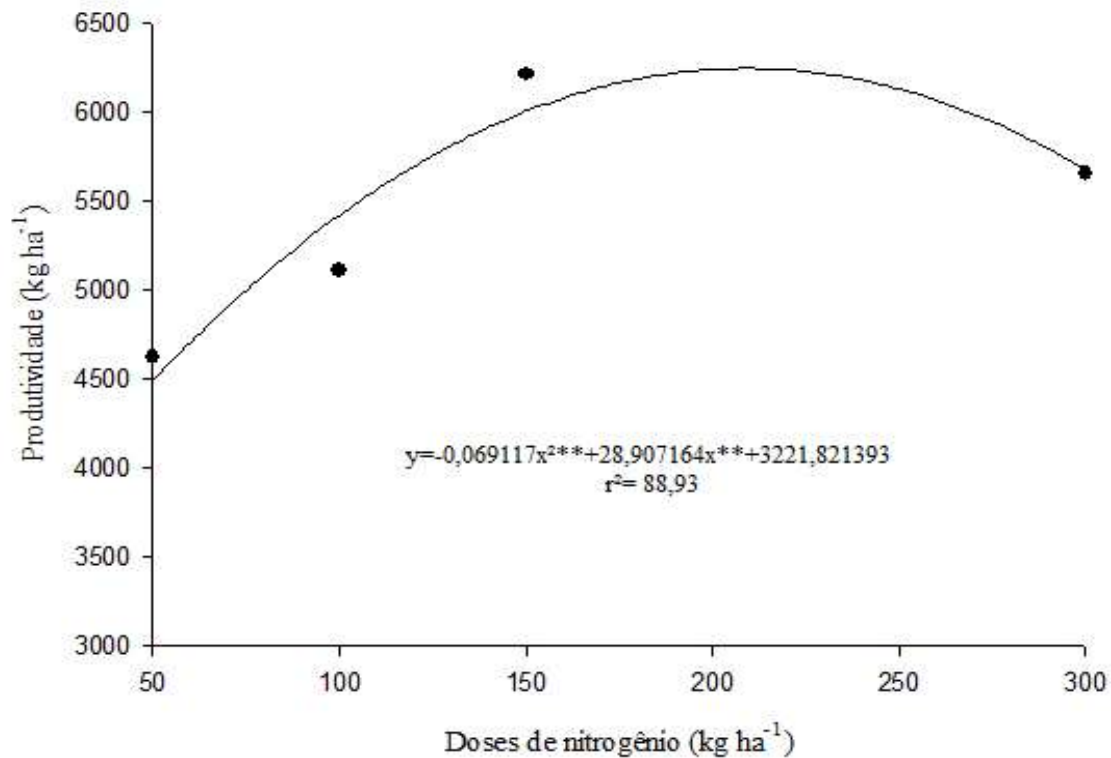
Diante os resultados obtidos na análise de variância, não foi detectado efeito significativo para interação das doses de N x manejo de aplicação, sobre a produtividade de grãos de arroz em casca. No entanto, foram observadas respostas significativas, com relação a dose e ao manejo de aplicação.

Desta forma, para as estimativas das médias para produtividade de grãos, em função das doses de N (Figura 7), verifica-se comportamento crescente na produtividade de grãos, em função das doses, até aplicação de 209 kg ha⁻¹, com máxima de 6.245 kg ha⁻¹ de grãos, após a curva apresentou tendência de queda na produtividade de grãos em casca.

De acordo com Freitas et al. (2007), avaliando à resposta três cultivares de arroz irrigado à adubação nitrogenada, constataram que existe diferenças quanto a resposta da planta para a produtividade de grãos. Neves et al. (2004) observaram efeito significativo na produtividade em função das doses crescentes de N, avaliando as cultivares Carajás e IAC 202, além disso, Arf et al. (2005) constatou aumento de 24,7% e 34,8% na produtividade de grãos, em função das doses de N.

Quando aplicado 300 kg ha⁻¹ observou-se que a produtividade apresentou tendência de queda, com produção média de 5.652,66 kg ha⁻¹. Estudos realizados por Mauad et al. (2003) verificaram que aplicação de altas doses de N não refletiram em aumento na produtividade de grãos, mas sim, na redução, pois estimularam maior perfilhamento, formação de novas folhas, causando autossombreamento, condições favoráveis à doenças, acamamento e queda na produtividade.

Figura 7. Efeito de doses de nitrogênio (kg ha^{-1}) sobre a produtividade de grãos com casca do arroz cv. BRS 358, conduzido em várzea de Roraima.



Fonte: Autores.

No entanto, quando observado as médias da produtividade de grãos (Tabela 3), em função dos manejos de aplicação de N, detectou-se que à aplicação de 50% de N na base e 50% aos 45 DAE (M1), promoveu aumento significativo na produtividade média geral, com produtividade de $5.955,52 \text{ kg ha}^{-1}$ grãos.

Tabela 3. Média da produtividade de grãos em casca, em função dos manejos de aplicação de nitrogênio para o arroz japonico BRS 358 cultivado em sistema de irrigação contínua.

Manejos de Aplicação	Produtividade (kg ha ⁻¹)
M1	5955,52 A
M2	5009,72 B
M3	5159,72 B
M4	5467,01 B
Média	5397,99
C.V. %	10,13

Médias seguidas da mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott- Knott, à 5%. M1:50% na base e 50% aos 45 dias após a emergência (DAE); M2:100% aplicação aos 15 DAE; M3: 25% na base e 75% em cobertura divididos em ½ aos 15 e ½ aos 45 DAE; M4:25% na base; 25% aos 15 DAE; 25% aos 35 DAE e 25% aos 55 DAE
Fonte: Autores.

Desta forma, mesmo que a aplicação de N 25% na base e 75% em cobertura divididos em ½ aos 15 e ½ aos 45 DAE (M3) tenha promovido melhor desempenho vegetativo dos componentes de produção em função das doses crescentes de N, verifica-se que o manejo M3 não promoveu aumento na produtividade de grãos em casca.

Cornélio et al. (2007) em cultivo de arroz em terras altas, concluíram que a aplicação próxima à diferenciação do primórdio floral, proporciona maiores produtividades. Artigiani et al. (2012) concluíram que aplicação de nitrogênio no perfilhamento e outra na diferenciação do primórdio floral, proporcionou maiores produtividades.

A produtividade de arroz em casca para a cultivar BRS 358, corroboram encontradas por Arf et al. (2005), ressaltando que a adubação nitrogenada na semeadura e na fase vegetativa proporciona maior perfilhamento, e maior produtividade de grãos. Consequente, Marzari (2007), conclui que a aplicação de N na fase vegetativa contribui para a formação de perfilhos e portanto para o maior número de panículas.

No entanto, os outros manejos em estudo M2, M3 e M4 não apresentaram diferenças estatísticas em suas médias pelo teste de Scott-Knott à 5%, com produtividades médias 5.009,72; 5.159,72 e 5.467 kg de grãos em casca, respectivamente.

Máxima eficiência econômica

Por conseguinte, aos cálculos realizados, a dose de máxima eficiência econômica foi de 182 kg ha⁻¹ de N, com produtividade de 6.193 kg ha⁻¹ de arroz em casca para a cultivar

BRS 358. Embora a produtividade observada na máxima eficiência física seja maior, o incremento de aproximadamente 30 kg de N para aumentar a produtividade de 6.193 para 6.245 não é considerado satisfatório.

Desta forma, observa-se um consumo de luxo em função do incremento de N, demonstrando que quanto maior a dose de N, maior a produtividade de grãos em casca. Sendo assim, para a Cv. BRS 358 a aplicação de aproximadamente 182 kg ha⁻¹ de N é suficiente para promover o melhor desenvolvimento e produtividade de grãos em casca.

Embora não haja interação entre manejo de aplicação e doses de nitrogênio sobre a produtividade, verifica-se na Tabela 1 que o manejo de aplicação M1 promoveu produtividade próxima ao ponto de máxima, podendo assim, conciliar a dose de máxima eficiência econômica aplicado mediante o estabelecido no M1. Contudo os dados corroboram aos encontrados por Freitas et al. (2007) avaliando doses de nitrogênio (0, 90, 180 e 270 kg ha⁻¹) constataram dose de máxima eficiência econômica de 218 kg ureia com produtividade de 6.790 kg ha⁻¹ para cultivar IAC 101

Além disso, o produtor de arroz no estado de Roraima permanece em vantagem ao produzir arroz com grãos especiais, pois o preço da semente do arroz especial é o mesmo preço do arroz comum, embora varie substancialmente o preço de acordo com o mercado, a comercialização do arroz em casca tem a proporção de 2:1 ao arroz comum, bem como, na comercialização do arroz polido o preço do arroz especial triplica.

Correlação entre as variáveis analisadas

As variáveis em estudo foram altamente correlacionadas pelo teste de Pearson à 1 e 5%, cujo os resultados podem ser consultados na Tabela 4.

Tabela 4. Correlação linear entre as variáveis altura de plantas (ALT), número de perfilhos (NPE), número de grãos cheios (NGC), massa de mil grãos (M1000), número de espiguetas por panícula (NEP), número de panículas por metro quadrado (NPAN) e produtividade grãos com casca (PROD).

	ALT	NPE	NGC	M1000	NEP	NPAN
NPE	0,51**	-				
NGC	0,40**	0,76**	-			
M1000	0,43**	0,39**	0,32*	-		
NEP	0,57**	0,83**	0,81**	0,38**	-	
NPAN	0,44**	0,77**	0,68**	0,38**	0,67**	-
PROD	0,36**	0,29*	0,21 ^{NS}	0,41**	0,27*	0,35**

** e * Correlação significativa a 1% e 5% (Pearson).

Fonte: Autores.

Verifica-se que aplicação de N 25% na base e 75% em cobertura divididos em ½ aos 15 e ½ aos 45 DAE (M3) promoveu o melhor desenvolvimento vegetativo da cultura, incrementando todos os componentes de produção, em especial o número de perfilhos m⁻².

Sendo assim, com aumento do número de perfilhos m⁻² e constante desenvolvimento vegetativo, verificou-se influência direta no aumento de número de panículas m⁻², devido a relação direta entre estes componentes de produção, já que o aumento do aparato fotossintético, aumenta a produção e acúmulo de fotoassimilados, promovendo incremento no número de panículas.

O maior acúmulo de fotoassimilados pela planta, aumentou à estrutura de formação dos grãos (espiguetas) que apresentou alta correlação com o número de grãos cheios por panícula, porém, o aumento do número de grãos cheios, não correlacionou-se com a produtividade de grãos. Entretanto, observa-se que a massa de mil grãos foi altamente correlacionada a produtividade, sendo que a maior produtividade só foi obtida com aplicação de 50% de N na base e 50% aos 45 DAE (M1), desta forma, verifica-se que não importa a quantidade de grãos produzidos na panícula, e sim, a massa destes grãos, pois influenciam diretamente na produtividade em kg ha⁻¹.

Desta forma, mesmo que o manejo M3 promova maior desenvolvimento vegetativo, incremento no número de espiguetas por panícula (Figura 4) e número de grãos cheios (Figura 5), a redução da produtividade final é devido ao enchimento desuniforme dos grãos, reduzindo a massa de 1000 grãos, e, conseqüentemente redução na produtividade de grãos em casca por hectare.

Entretanto, a aplicação de 50% de N na base e aos 45 DAE (M1), não investiu tanto em desenvolvimento vegetativo e número de espiguetas por panícula, promovendo maior translocação dos fotoassimilados para o enchimento de grãos, refletindo em maior produtividade por hectare em relação aos demais manejos.

4. Conclusões

1. A aplicação de 50% na base e 50% aos 45 dias após emergência (M1) promove maior produtividade de grãos em casca.
2. A cultivar BRS 358 produz 6.245 kg ha⁻¹ de grãos em casca, com aplicação de 209 kg ha⁻¹, a dose de máxima eficiência econômica foi de 181,92 kg ha⁻¹, com produtividade de 6.193 kg ha⁻¹ grãos.
3. Os componentes de produção número de perfilhos, altura, número de panículas, número de espiguetas, massa de 1000 grãos e produtividade são altamente correlacionados.

Referências

Agriannual. (2013). Anuário da Agricultura Brasileira, 16 ed. São Paulo, AgraFNT.

Alvarez, A. C. C.; Arf, O.; Pereira, J. C. R; & Buzetti, S. (2002). Comportamento de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado por aspersão em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio em cobertura. In: Congresso da Cadeia Produtiva de Arroz, 1.; Reunião Nacional de Pesquisa de Arroz, 7., 2002, Florianópolis. Anais... Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 526-529.

Araújo, J. L. (2005). Atividade da redutase do nitrato sobre o crescimento e produção de grãos de arroz. 76 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Arf, O., da Gama, J. C. H. A., da Silva, M. G., de Sá, M. E., Rodrigues, R. A. F., & Buzetti, S. (2005). Manejo do solo e época de aplicação de nitrogênio na produção de arroz de terras altas. *Maringá*, 27(2), 215-223.

Artigiani, A.C.C.A; Crusciol, C.A.C.; Orivaldo Arf, O.; Alvarez, R.C.F; & Nascente, A.S. (2010). Produtividade e qualidade industrial do arroz de terras altas em função da disponibilidade hídrica e adubação. *Agropec. Trop.*, Goiânia, 42 (3), 340-349

Boldieri, F. M.; Cazetta, D. A.; & Fornasieri Filho, D. (2010). Adubação nitrogenada em cultivares de arroz de terras altas. *Revista Ceres*, Viçosa, 57(3), 421- 428.

Buzetti0, S.; Bazanini, G.C.; Freitas, J.G.; & Androtii, M. et al. (2006). Resposta de cultivares de arroz a doses de nitrogênio e do regulador de crescimento cloreto de cloromequat. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 41(12), 1731-1737.

Camargo, E.R. et al. (2008). Effect of nitrogen and fungicide application at booting stage on irrigated rice crop performance. *Bragantia*, Campinas, 67 (1), 153-159.

Cordeiro, A. C. C. & Medeiros, R. D. de. (2010). BRS Jaçanã e BRS Tropical: cultivares de arroz irrigado para o sistema de produção de arroz em várzea de Roraima. *Revista Agro@ambiente On line*, 4, 67-73.

Cordeiro, A. C. C. (1999). Melhoramento genético para tipos alternativos de grãos de arroz. Lavras: UFLA, 1999. 52p. (Projeto apresentado para Exame de qualificação de Curso de Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).

Cornélio, V. M. O; Reis, M. S; Soares, A. A; Soares, P. C; & Oliveira, J. A. (2007). Efeito de doses e épocas de aplicação de nitrogênio na incidência de doenças, produção e qualidade sanitária das sementes de arroz. *Ciência Agrotecnica*, 31(1), 47 -52.

Cruz, C. D. (2006). Programa Genes - Estatística Experimental e Matrizes. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 1, 285.

Fabre, D. V. O.; Cordeiro, A. C. C.; Ferreira, G. B.; Vilarinho, A. A. & Medeiros, R. D. (2011). Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em arroz de várzea. *Pesq Agropecuária Tropical*, Goiânia, 41(1), 29-38.

Fageria, N. K.; Moreira, A.; & Coelho, A. M. (2011). Yield and yield components of upland rice as influenced by nitrogen sources. *Journal of Plant Nutrition*, London, v. 34(3),361-370.

Fageria, N. K.; Santos, A. B. dos; & Cutrim, V. A. (2007). Produtividade de arroz irrigado e eficiência de uso do nitrogênio influenciadas pela fertilização nitrogenada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42(7), 1029-1034.

Farinelli, R.; Penariol, F.G.; Fornasieri Filho, D.; & Bordin, L. (2004). Características agronômicas de arroz de terras altas sob plantio direto e adubação nitrogenada e potássica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 28(3), 447-454.

Ferreira, D. F. (2010). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, 35(6), 1042.

Fitzgerald, M. A.; Sackville-Hamilton, N. R.; Calingacion, M. N.; Verhoeven, H. A.; & Butardo V. Jr. (2008). Is there a second gene for fragrance in rice? *Plant Biotechnology Journal*, Oxford, 6 (4), 416- 423.

Fornasieri Filho, D.; & Fornasieri, J. L. (2006). Manual da cultura do arroz. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 589 p.

Freitas, J. G.; Azzini, L. E.; Cantarella, H.; Bastos, C. R.; Castro, L. H. M.; Gallo, P. B.; & Felício, J. C. (2001). Resposta de cultivares de arroz irrigado ao nitrogênio. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, 58(3), 573-579.

Freitas, J. G. et al. (2007). Produtividade de cultivares de arroz irrigado resultante da aplicação de doses de nitrogênio. *Bragantia*, Campinas, 66(2), 317-325.

Hernandes, A., Buzetti, S., Andreotti, M., Arf, O., & de Sá, M. E. (2010). Doses, Fontes e Épocas de aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 34 (2), 307-312.

Irri- (1996). International Rice Research Institute. Standard evaluation system for rice. Manila: INGER/Genetic Resources Center, 1996. 52p.

Lopes, N. F.; & Marenco, R. A. (2009). Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. 3 ed. Viçosa, Editora UFV, 2009. 486 p.

Lopes, R. A., Buzetti, S., Teixeira Filho, M. C. M., Benett, C. G. S., & Arf, M. V. (2013). Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em arroz de terras altas cultivado em sistema de semeadura direta. *Revista Caatinga*, 26(4), 79-87.

Marzari, V. Enio Marchezan, E.; Silva, L. S. da S.; Villa, S. C. C.; Santos, F. M. dos S.; & Teló, G. M. (2007). População de plantas, doses de nitrogênio e a aplicação de fungicida na produção de arroz irrigado. I. Características agronômicas. *Ciência Rural*, Santa Maria, 37(2).

Mateus, G. P.; Feltran, J. C.; & Crusciol, C. A. C. (2006). Épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do arroz inundado 92006). *Científica*, Jaboticabal, 34(2), 144-149.

Maud, M.; Crusciol, C.A.C.; Grassi Filho, H.; & Corrêa, J.C. (2003). Nitrogen and silicon fertilization of upland rice. *Scientia Agricola*, 60(7), 761-765.

Medeiros, R. D. de; Cordeiro, A. C. C.; Mourão Júnior, M.; Morais, O. P. de; Rangel, P. H. N.; & Medeiros Filho, R. D. de. (2007). Resposta de cultivares de arroz irrigado a níveis de nitrogênio aplicados em cobertura no Estado de Roraima. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 6.; reunião da cultura do arroz irrigado, 27., 2007, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: Orium, 2007a. p. 617-618.

Meira, F.A.; Buzetti, S.; Freitas, J.G.; Arf, O.; & Sá, M.E. de. (2005). Resposta de dois cultivares de arroz à adubação nitrogenada e tratamento foliar com fungicidas. *Acta Scientiarum*, 27, 91-95.

Moura, R.S. (2011). Lâminas de água, inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e doses de nitrogênio em arroz terras altas. 2011. 59 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira.

Nascente, A. S. *Kluthcouski, J.; Rabelo, R. R.; Oliveira, P.; Cobucci, T.; & Crusciol, C. A. c.*(2011). Produtividade do arroz de terras altas em função do manejo do solo e da época de aplicação de nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, 41(1), 60-65.

Neves, M.B.; Buzetti, S.; Arf, O.; & Sá, M.E. de. (2004). Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em dois cultivares de arroz com irrigação suplementar. *Acta Scientiarum*, 26, 429-435.

Pereira, J. A.; Bassinello, P. Z.; Cutrim, V. A.; & Ribeir, V. Q. (2009). Comparação entre características agronômicas, culinárias e nutricionais em variedades de arroz branco e vermelho. *Revista Caatinga*, 22(1), 243-248.

Rodrigues, R. A. F.; Soratto, R. P.; & Arf, O. (2004). Manejo de água em arroz de terras altas no sistema de plantio direto, usando o tanque Classe A. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 24(3), 546-556.

Santos, A. B. dos; Stone, L. F.; & Vieira, N. R. de A. (Eds.). (2006). *A cultura do arroz no Brasil*. 2. ed. rev. ampl. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006.

Santos, A.B. dos; & Rabelo, R.R. (2008). *Informações Técnicas para a Cultura do Arroz Irrigado no Estado do Tocantins*. Santo Antônio de Goiás. Embrapa Arroz e Feijão, 136. (Documentos/ Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 16789644; 218). 1ª edição

Scivittaro, W. B.; & Machado, M.O. (2004). 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, F. de A. S. e.; & Azevedo, C. A. V. de. (2009). Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: *World Congress on Computers in Agriculture*, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

Smiderle, O. J.; & Dias, C. T. S. (2011). Época de colheita e armazenamento de sementes de arroz produzidas no cerrado de Roraima. *Revista Agro@mbiente On-line*, 5(1), 12-17.

Zamberlan, J.F.; Jandrey, K.N.; Aline Alves da Silva, A. A.; & Desbessel, C. G. (2014). Manejo da irrigação por inundação contínua e seu efeito no controle de plantas invasoras em arroz irrigado. 3º Fórum Internacional Ecoinovar Santa Maria/RS – 3 a 4 de Setembro de 2014.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Maysa Mathias Alves Pereira – 40%

Antônio Carlos Centeno Cordeiro – 20%

Oscar José Smiderle – 20%

Roberto Dantas de Medeiros – 10%

Leandro Torres de Souza – 10%