

MANEJO DE ÁGUA E DOSES DE NITROGÊNIO NA PRODUÇÃO DE MASSA SECA EM ARROZ IRRIGADO

GESTIÓN DE LAS DOSIS DE AGUA Y NITRÓGENO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTA SECA EN ARROZ DE RIEGO

MANAGEMENT OF WATER AND NITROGEN DOSES IN THE PRODUCTION OF DRY PASTA IN IRRIGATED RICE

Vairton Radmann *
vairtonradmann@ufam.edu.br

Matheus Costa Nogueira *
matheusc.nogueira@gmail.com

Bruno Campos Mantovanelli *
bruno.mantovanelli@ufam.edu.br

Matheus Mendonça Leite *
mendocamatheusleite@gmail.com

Márcio Freire das Chagas *
marciofreirechagas@gmail.com

Patrícia Silva *
silvap.2019@gmail.com

* Universidade Federal do Amazonas, Humaitá/AM, Brasil

Resumo

A escassez e o elevado custo para conduzir a água até a lavoura de arroz irrigado, podem tornar a lavoura arrozeira impraticável financeiramente. No entanto, a presença da lâmina de água no arroz irrigado é fundamental no controle da amplitude térmica, aumento na disponibilidade de nutrientes e controle de ervas daninhas. O nitrogênio é considerado o elemento de maior exigência da cultura, em doses inadequadas, pode contribuir de forma negativa no arroz, como: aumento de doenças, grãos quebrados, diminuição no rendimento. Desde modo, foi realizado o presente estudo para avaliar o número de perfilhos e massa seca da parte aérea do arroz, submetido à diferentes manejos de água e doses de nitrogênio. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 4 com 3 repetições. Os fatores foram com manejo de água com três níveis: alagado, saturado e capacidade de campo, e doses de nitrogênio com quatro níveis: 0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Os dados foram submetidos ao teste F para a análise de variância. Quando significativos foi aplicado o teste de médias Tukey a 5% de probabilidade. Para as doses de nitrogênio em cada manejo, foi realizada a análise de regressão. O aumento das doses de nitrogênio proporciona o aumento do número de perfilhos. O manejo saturado proporciona aumento no número de perfilhos. O aumento das doses de nitrogênio proporciona aumento de massa seca da parte aérea no manejo saturado. A maior massa seca da parte aérea ocorre no manejo saturado na dose de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

PALAVRAS CHAVE: Lâmina de água. Irrigação. Rendimento.

Resumen

La escasez y el alto costo del transporte de agua al campo de arroz de regadío pueden hacer que el cultivo de arroz no sea viable desde el punto de vista financiero. Sin embargo, la

presencia de profundidad de agua en el arroz de regadío es fundamental para controlar la amplitud térmica, aumentar la disponibilidad de nutrientes y controlar las malas hierbas. El nitrógeno es considerado el elemento más demandante del cultivo, en dosis inadecuadas puede contribuir negativamente al arroz, tales como: aumento de enfermedades, rotura de granos, disminución del rendimiento. Por lo tanto, el presente estudio se realizó para evaluar el número de macollos y la masa seca de la parte aérea del arroz, sometido a diferentes manejos de agua y dosis de nitrógeno. El experimento se llevó a cabo en un diseño de bloques al azar, en un esquema factorial 3 x 4 con 3 repeticiones. Los factores fueron el manejo del agua con tres niveles: inundada, saturada y capacidad de campo, y las tasas de nitrógeno con cuatro niveles: 0, 50, 100 y 150 kg ha⁻¹ de nitrógeno. Los datos se sometieron a la prueba F para análisis de varianza. Cuando fue significativo, se aplicó la prueba de promedio de Tukey al 5% de probabilidad. Para las dosis de nitrógeno en cada manejo se realizó análisis de regresión. El aumento de las dosis de nitrógeno aumenta el número de macollos. El manejo saturado proporciona un aumento en el número de macollos. El aumento de las dosis de nitrógeno proporciona un aumento de la masa seca de los brotes en manejo saturado. La mayor masa seca de la parte aérea se da en el manejo saturado a razón de 150 kg ha⁻¹ de nitrógeno.

PALABRAS CLAVE: Profundidad del agua. Riego. Rendimiento.

Abstract

The scarcity and high cost of transporting water to the irrigated rice field can make rice farming financially impractical. However, the presence of water depth in irrigated rice is fundamental in controlling the thermal amplitude, increasing the availability of nutrients and controlling weeds. Nitrogen is considered the most demanding element of the crop, in inadequate doses, it can contribute negatively to rice, such as: increase in diseases, broken grains, decrease in yield. Therefore, the present study was carried out to evaluate the number of tillers and dry mass of the aerial part of rice, submitted to different water management and nitrogen doses. The experiment was carried out in a randomized block design, in a 3 x 4 factorial scheme with 3 replications. The factors were water management with three levels: flooded, saturated and field capacity, and nitrogen rates with four levels: 0, 50, 100 and 150 kg ha⁻¹ of nitrogen. Data were submitted to the F test for analysis of variance. When significant, the Tukey average test was applied at 5% probability. For nitrogen doses in each management, regression analysis was performed. The increase in nitrogen doses increases the number of tillers. Saturated management provides an increase in the number of tillers. The increase in nitrogen doses provides an increase in shoot dry mass in saturated management. The highest dry mass of the aerial part occurs in the saturated management at the rate of 150 kg ha⁻¹ of nitrogen.

KEYWORDS: Water depth. Irrigation. Yield.

1. Introdução

Entre um dos cultivos mais antigo do mundo, está o cultivo do arroz (*Oryza sativa* L.), enquanto a sua origem é meio duvidosa, sabemos que a cultura acompanhou as civilizações tanto pelo seu valor proteico, mas como também virou parte de suas culturas (ROSOLEM, 2015).

O arroz é uma das principais fontes de energia, proteínas e lipídeos para o consumo humano (KENNEDY e BURLINGAME, 2003). Neste cultivo, sabemos que em torno de 75% da produção do

arroz é oriunda de cultivo irrigado (FAO, 2015). Desde modo, sabemos que a produção do arroz é em grande escala devido da sua importância ao consumo humano e principalmente em países subdesenvolvido, pois possui um baixo custo, assim sendo um dos principais alimentos para o consumo humano no Brasil (MARION FILHO e EINLOFT, 2008). Globalmente, os sistemas de cultivo de arroz alimentam mais de 50% da população global e estão principalmente em monocultivo, particularmente na Ásia que concentra 80% da área colhida de arroz (CHAUHAN et al., 2017). Na atualidade, o consumo de arroz no Brasil é em torno de 25kg por pessoa/ano, ou seja, é um dos cereais de grande importância na alimentação humana (CONAB, 2015).

Atualmente na Região Norte, a avaliação é que a área plantada seja em torno de 76,7 mil hectares. Atualmente a produção está estimada em 213 mil toneladas em sistema de sequeiro (CONAB, 2022). Em sistema irrigado, apenas Roraima, Tocantins e Pará contabilizam proporções no levantamento, com área cultivada de 112,2 mil há e estimativa de produtividade em 669,9 mil toneladas (CONAB, 2022).

Geralmente no Amazonas, o plantio em várzea é iniciado em agosto, setembro e outubro, e a colheita em dezembro e janeiro. Desde modo, podemos observar a grande importância das técnicas de cultivos entre os tipos irrigados e de sequeiros, já que são atividades que se aplicam dos recursos naturais, dentre estes, a água, pois é um bem natural de todos, aonde existem registros de alguns relatos de problemas com água através de técnicas mal executada (FOLEY et al., 2005). Como podemos observar o cultivo de arroz no sistema de terras altas, sem irrigação é ainda bastante utilizado, mesmo sabendo que a planta pode sofrer estresse hídrico e assim consequentemente diminuir a produtividade da cultura, porém este é um problema que pode ser solucionado através de irrigações (STONE e SILVEIRA, 2004). Geralmente, usando práticas tradicionais, o arroz normalmente recebe três a cinco vezes mais água de irrigação quando comparado ao milho, soja e algodão (MASSEY et al., 2017).

Contudo este não é o único problema da cultura, já que o nitrogênio (N) é um elemento essencial, ou seja, é macronutriente limitante para a cultura de arroz e é exigido em altas quantidades (FAGERIA et al., 2014). No entanto este elemento possui baixo efeito, pois existem muitas perdas por lixiviação, volatilização e desnitrificação (KLUTHCOUSKI et al., 2006). Desde modo são utilizadas algumas técnicas para aumentar a eficiência destas aplicações de fertilidade. Atualmente, a uma grande necessidade de produzir alimentos em uma maior quantidade e com uma melhor qualidade, e estes são uma das dificuldades encontradas, mas mesmo assim podemos perceber que o aumento das produtividades vem aumentando de acordo com o desenvolvimento tecnológico e as técnicas aplicadas.

Deste modo, o objetivo deste estudo, foi avaliar o número de perfilhos e massa seca da parte aérea do arroz, submetido à diferentes manejos de água e doses de nitrogênio.

2. Materiais e métodos

O estudo foi conduzido no município de Humaitá, sul do Amazonas, em casa de vegetação do Instituto de Educação Agricultura e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas. A altitude média é de 90 metros. O clima da região é do tipo Am, segundo Köppen, isto porque a precipitação anual varia de 2250 a 2750 mm, com estação seca de pequena duração (mês de julho). A temperatura média anual varia de 24°C a 26°C, a umidade relativa do ar, bastante elevada, varia de 85 a 90%.

Os solos foram coletados no município de Humaitá-AM, as amostras de solo foram formadas pela camada superficial (0-20 cm) de solo oriundo de campo natural da fazenda experimental da UFAM. Após a amostragem, as amostras foram encaminhadas ao campus do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente – IEAA da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, onde foram secos, destorroados e peneirados em peneira 4mm.

O experimento consistiu em um delineamento em blocos casualizados. Os tratamentos foram constituídos de um design fatorial 3 x 4, combinando três manejos de irrigação (alagado, saturado e

capacidade de campo) e quatro doses de nitrogênio 0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ por hectare. Foi utilizada a cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.) SCS 117.

Após os resultados das características químicas, foram realizados os cálculos para obtenção das doses de calcário e foram determinados valores de 10,91 g/vaso de calcário. O calcário foi aplicado individualmente em cada vaso, misturado uniformemente aos 6,0 kg de solo, o calcário aplicado, apresenta PRNT de 90%. Em seguida as amostras de solos ficaram em um período de incubação de 30 dias para que ocorresse as reações entre o solo e o calcário, assim aumentando o pH do solo.

A semeadura do arroz foi realizada no dia 20 de março de 2019, as sementes estavam pré-germinadas, a aplicação da adubação de base de NPK foi efetuada dois dias antes da semeadura do arroz, foram utilizados 0,13 g/vaso de ureia (Nitrogênio); 3,0 g/vaso de superfosfato simples (Fósforo), este valor de P é o valor total da adubação de base e de cobertura realizada em uma única vez; 0,35 g/vaso de KCl (Potássio), estes, foram diluídos em água para que fosse misturado uniformemente ao solo dos vasos, além disso, foram adicionados 1,0 g/vaso de FTE BR12 (micronutrientes), definida através dos resultados da análise do solo e da interpretação das tabelas de recomendação de adubação para o cerrado brasileiro de Sousa e Lobato (2004). No entanto, as adubações nitrogenadas foram realizadas em cobertura conforme os níveis estabelecidos. As doses estabelecidas foram divididas em duas aplicações, sendo 50% no estágio de perfilhamento que foi realizada em 10 de abril de 2019, os outros 50% no estágio de iniciação da panícula que foi realizada no dia 09 de maio de 2019. As formas de aplicação foram as mesmas na primeira e a na segunda dose de N cobertura, foi realizado a lanço sobre uma lâmina de água não circulante e logo após realizado a irrigação conforme cada tipo de manejo de água necessitava.

A aplicação dos tratamentos quanto ao manejo de água teve o início 7 dias após a emergência das plantas de arroz, com a aplicação de uma lâmina de água de 5 cm mantida constante do início dos tratamentos até o final do experimento por meio de irrigações diárias com água não tratada no tratamento solo alagado. No tratamento solo saturado a irrigação foi efetuada em quantidade suficiente para manter o solo saturado, sendo esta realizada até o início da formação de uma fina (3mm) lâmina de água na superfície do solo. No tratamento solo na capacidade de campo será mantido o teor de água correspondente à capacidade de campo determinado pela quantidade de 300 ml de água (70% da capacidade de campo).

Foram semeadas manualmente 12 sementes em cada unidade experimental. Depois da emergência, o solo foi mantido a 18% de umidade gravimétrica até a aplicação dos tratamentos de manejo de água. No momento de aplicação dos tratamentos, foi feito o desbaste das plantas para a manutenção de 8 plantas de arroz por vaso.

Após 15 dias do o início do alagamento, foi realizado um segundo desbaste, permanecendo 4 plantas de arroz. No estágio de iniciação da panícula foi efetuado o corte de 2 plantas por vaso para determinar a massa seca da parte aérea (MSPA), e as 2 plantas restantes permaneceram até a maturação dos grãos para a colheita. As variáveis coletadas foram: número de plantas por unidade experimental; número de perfilhos por planta; massa seca da parte aérea (MSPA) por unidade experimental. A coleta da parte aérea de 2 plantas foi realizada no dia 22/05/2019 após a semeadura com o corte rente ao solo, secas em estufa a 60°C de temperatura, até peso constante para determinar a massa seca da parte aérea (MSPA). O número de perfilhos foi efetuado pela contagem de perfilhos em cada vaso na mesma data que a MSPA.

A análise estatística executada através do Software estatístico Sistema para Análises Estatísticas SISVAR – (Ferreira, 2011). Foram aplicados o teste de F para a análise de variância. O desdobramento das interações foi realizado quando o teste F foi significativo. Foram realizadas análises de regressão e selecionadas as que melhor se ajustaram aos dados.

3. Resultados e discussão

Detectou-se efeito significativo em tipos de manejo, doses de N por ha⁻¹, interação entre os tipos de manejo de irrigação e doses de N Kg.ha⁻¹ (Tabela 1). A interação entre manejos e doses de nitrogênios, em relação a número de perfilho (NP), não houve interação significativas entre os manejos de água e as doses de N. Contudo, na matéria seca da parte aérea (MSPA), houve interação entre os manejos de água e doses de N.

Tabela 1: Valores de F (ANOVA), e suas respectivas significâncias, obtidas da análise de variação para a produção de massa seca da parte aérea (MSPA) e número de perfilho (NP), em função do tipo de manejo e doses de N por ha⁻¹.

Fonte de Variação	G.L	QM	
		NP	MSPA
Manejo de água	2	43,00*	89,85*
Doses de N	3	60,07*	91,17*
Manejo de água x Doses de N	6	8,96ns	11,40*
Bloco	2	31,58	18,28*
Resíduo	22	10,4	12,32
CV(%)	-	26,88	16,1

* = Significativo ao teste f; ns = não significativo 5% de probabilidade; NP = Número de perfilho; MSPA = Massa Seca da Parte Aérea.

Ao analisar os efeitos de manejos de água, observa-se que, o manejo de água menos eficiente em produção de número de perfilho (NP), foi o manejo de água alagado (Tabela 2). Este efeito, pode ser em função da altura da lâmina de água que pode influenciar no desenvolvimento da cultura do arroz, isto na fase inicial de irrigação até o início da formação da panícula, em virtude de que as gemas responsáveis pelo desenvolvimento de folhas, perfilhos e panículas permanecem sob a água, isto devido à elevação da temperatura da água de irrigação, que altera a temperatura do solo, dificultando a quantidade de água absorvida pela planta (STRECK et al., 2009). Assim o manejo de água alagado, sendo diferentemente estatisticamente do manejo de água saturado e igual à capacidade de campo.

Tabela 2: Efeito dos diferentes tipos de manejos de água sobre número de perfilho (NP); teste de tukey 5%.

Manejo de água	NP
Alagado	9,83 b
Capacidade de Campo	12,83 ab
Saturado	13,33 a

Observa-se que a carência de nitrogênio pode limitar o número de perfilhos e massa seca da parte aérea, assim como a baixa produção de biomassa (MALAVOLTA, 1981), como podemos observar na dose 0 Kg.ha⁻¹ de N (Tabela 3). Isto pois, o N é o elemento que mais limita o crescimento vegetal e sua baixa disponibilidade está ligado diretamente na redução da divisão e expansão celular das plantas, da área foliar e por sua vez a fotossíntese (Chapin, 1980). Assim podemos observar que as doses de N a partir de 50 Kg.ha⁻¹ até 150 Kg.ha⁻¹, não apresentam diferenças significativas em questão de números de perfilhos (Tabela 3).

Tabela 3. Efeito das diferentes doses de N (Kg.ha⁻¹) sobre NP.

Doses de N	NP
0	9,22 b
50	10,44 ab
100	13,66 a
150	14,66 a

Ao analisar os efeitos de manejos de água levando em consideração a interação com os tipos de doses de N Kg.ha⁻¹. O manejo de água que produziu a maior quantidade de matéria seca da parte aérea (MSPA), foi o manejo de água saturado (Tabela 4), esta produção de MSPA obtida está relacionada diretamente com os números de perfilhamentos, pois este é um estágio da cultura, aonde poderá influenciar diretamente no peso da MSPA. Contudo, esta capacidade de perfilhamento depende de alguns fatores como da temperatura do solo, disponibilidade de nitrogênio no solo e da altura da lâmina de água de irrigação. Deste modo, para maximizar o aproveitamento do nitrogênio aplicado em cobertura, sabendo da instabilidade da ureia ao ser aplicada no solo foi definidos métodos para a incorporação de N, através da diluição da ureia em água para se obter uma melhor distribuição no vaso, devido as doses de nitrogênios serem em pequenas quantidades e assim aumentando as probabilidades para que as plantas absorvessem maiores quantidades de nitrogênios e assim adquirindo uma menor perda de nitrogênio. Contudo, o manejo de água capacidade de campo não demonstrou diferença significativa quando comparado a quantidade de MSPA produzida pelo manejo saturado na (Tabela 4).

Tabela 4: Interação entre os fatores fator 1 e 2, na matéria seca da parte aérea (MSPA) em gramas.

Manejo de água	doses de N			
	0	50	100	150
Alagado	14,38 aA	19,89 aA	19,61 aA	21,07 bA
Saturado	21,38 aAB	20,43 aB	25,15 aAB	29,00 aA
Capacidade de campo	19,91 aA	19,06 aA	25,57 aA	26,22 abA

Teste de tukey 5%; Letra maiúscula: na linha; Letra minúscula: na coluna.

Observa-se que não existe diferença significativas entre manejos alagado e na capacidade de campo, porém o manejo saturado obteve diferenças significativas dentro do próprio manejo e também na interação entre manejo saturado e alagado nas doses de 150 Kg.ha⁻¹ (Tabela 4). Isto conseqüentemente é decorrente das diferentes doses de nitrogênios no próprio manejo e devido o desenvolvimento do número de perfilho não ter sido bem desenvolvidos, e assim a MSPA sendo influenciada pelo o número de perfilho.

O crescimento das plantas é considerado uma variável, em que se pode observar o quanto as plantas são sensíveis a adubação nitrogenada, assim, quanto maiores as dosagens, conseqüentemente, maior o desenvolvimento das partes vegetativas das plantas (MANIKANDAN e SUBRAMANIAN, 2016). No entanto, quando observamos o manejo alagado, esses resultados obtidos, apresentaram menor produção de MSPA no manejo de água alagado, devido a inundação continua durante todo o ciclo, assim favorecendo as perdas de nitrogênios. Através, por meio de volatilização, desnitrificação, isto ocorre devido aos meios de aplicação de N em solos com lâminas de água que favorecem estas perdas (BURESH, 2008).

Em vista disso, podemos observar na Figura 1, a regressão sobre os efeitos das diferentes doses de nitrogênios em número de perfilhos (NP), submetidos a diferentes manejos de água observa-se que o

manejo de água saturado obteve melhores valores de número de perfilhos na dose de 150 Kg.ha⁻¹ de N e assim sendo superiores aos outros tipos de manejos de água, nesta mesma dose de nitrogênio. Mesmo este manejo de água saturado submetidos a dosagens inferiores (0 Kg.ha⁻¹, 50 Kg.ha⁻¹, 100 Kg.ha⁻¹) aos de 150 Kg.ha⁻¹ de N, ter obtido valores de número de perfilho semelhante, ou inferiores aos manejo de água de capacidade de campo e alagado.

A ação do N na planta acaba influenciando diretamente sobre a biomassa do arroz, nos estádios de máximos perfilhamento (FALLAH, 2011). Assim tendo uma grande importância para cultura, contudo, este nutriente possui uma grande instabilidade em solos alagados, isto é, possui um aproveitamento baixo, pois pode obter perdas de até 70% desde elemento através das reações de oxirredução, ou seja, através de volatilização de amônia na cultura do arroz irrigado (BURESH et al., 2008).

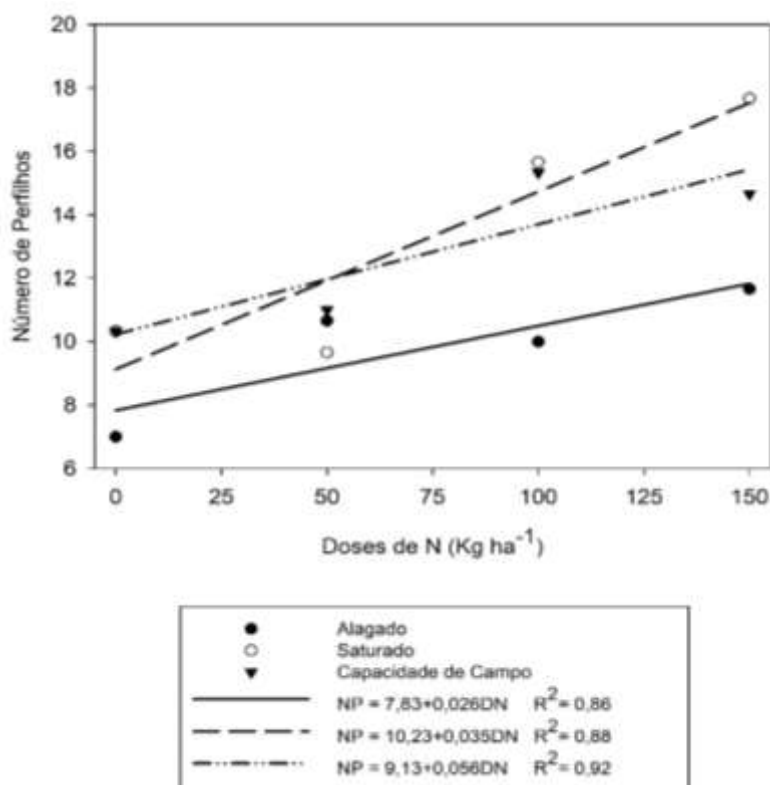


Figura 1. Efeitos das diferentes doses de nitrogênio em número de perfilhos (NP), submetidos a diferentes manejos de água.

Observa-se que de acordo com a dose 50 Kg.ha⁻¹ de N, foi o valor que a produção de MSPA entre os manejos que mais se aproximaram, porém ao comparar em relação a dose 0 Kg.ha⁻¹ de N, apenas o manejo alagado obteve maiores valores. No entanto, quando observamos as demais aplicações de N (100 Kg.ha⁻¹, 150 Kg.ha⁻¹), conseguimos observar que a produção da MSPA dos manejos capacidade de campo e saturado continuaram a aumentar (Figura 2). Jordão et al. (2017) estudando desempenho agrônômico de cultivares de arroz de terras altas no município de Humaitá, Amazonas, verificaram que os cultivares BRSGO Serra Dourada, BRS Sertaneja, BRS Pepita e BRS Tropical podem ser considerados promissores para região, devido ao bom desempenho produtivo nas condições de cultivo.

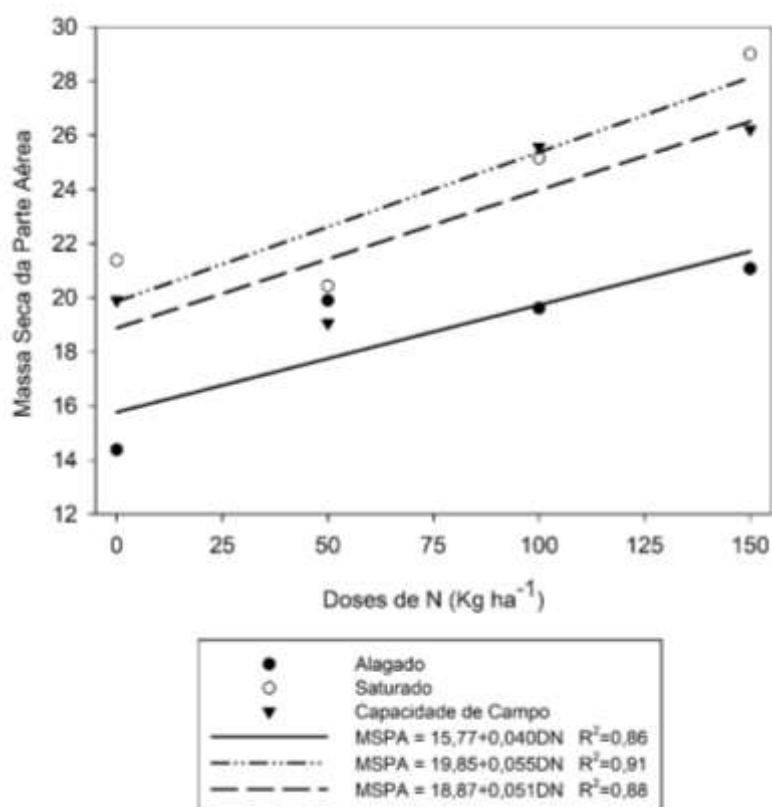


Figura 2. Efeitos das diferentes doses de nitrogênio na massa seca da parte aérea (MSPA), submetidos a diferentes manejos de água.

4. Conclusão

O aumento das doses de nitrogênio proporciona o aumento do número de perfilhos. O manejo saturado proporciona aumento no número de perfilhos.

O aumento das doses de nitrogênio proporciona aumento de massa seca da parte aérea no manejo saturado. A maior massa seca da parte aérea ocorre no manejo saturado na dose de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Referências

BURESH, R.; J.; REDDY, K. R.; KESSEL, C. V. **Nitrogen transformations in submerged soils**. In: Nitrogen in Agricultural System; 1^o ed. Boca Raton: CRC Press, 2008. p. 254 – 308.

CHAPIN, F.S. III The nutrition of wild plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**. 1980 11: 233-260.

CHAUHAN, B.S.; JABRAN, K.; MAHAJAN, G. Rice Production Worldwide, Rice Production Worldwide. **Springer International Publishing**. 2017. 252p. Doi: 10.1007/978-3-319-47516-5.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento (Brasil). **A cultura do arroz**. Brasília: Conab, 2015, 45p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento (Brasil). **Boletim 9 - Acompanhamento da safra brasileira de grãos (2021/2022)** – Brasília: Conab, 2022.

- FAGERIA, N. K.; MOREIRA, A.; MORAES, L. A. C.; MORAES, M. F. Nitrogen uptake and use efficiency in upland rice under two nitrogen sources. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. 2014 Dez 45 (4): 461-469. Doi: 10.1080/00103624.2013.861907.
- FALLAH, A. Interactive effects of nitrogen and irrigation methods on the growth and yield of rice in Amol area. **International Journal of Agriculture and Crop Sciences**. 2011 Ago 3 (3):111-113.
- FAO/FAOSTAT: **Irrigation areas sheet**. 2015
http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/irrs/readPdf.html?f=BRAIRR_eng.pdf.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFPA)**, 2011.
- FOLEY, J. A.; DE FRIES, R.; ASNER, G. P.; BARFORD, C.; BONAN, G.; CARPENTER, S.R.; CHAPIN, F. S.; COE, M.T.; DAILY, G. C.; GIBBS, H. K.; HELKOWSKI, J. H.; HOLLOWAY, T.; HOWARD, E. A.; KUCHARIK, C. J.; MONFREDA, C.; PATZ, J.A.; PRENTICE, I. C.; RAMANKUTTY, N.; SNYDER, P. K. **Global consequences of land use**. Science. 2005 Jan 309 (1): 570-574. Doi: 10.1126/science.1111772.
- JORDÃO, H.W.C.; RADMAN, V.; CAMPOS, M.C.C.; SILVA, D.M.P.; MANTOVANELLI, B.C. Desempenho agrônomo de cultivares de arroz de terras altas no município de Humaitá, **Amazonas. Revista de Ciências Agrárias**, v. 60, n. 4, p. 307-314, out./dez. 2017.
<http://dx.doi.org/10.4322/rca.2464>
- KENNEDY, G.; BURLINGAME, B. Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. **Food Chemistry**. 2003 Abr 80 (4): 589-596. Doi: 10.1016/S0308-8146(02)00507-1.
- KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, F. R. A. **Manejo antecipado do nitrogênio nas principais culturas anuais**. Piracicaba: Potafós, 2006. 24 p. (Encarte Técnico Informações Agronômicas, (113).
- MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do arroz de sequeiro**. 3a. ed. São Paulo, Ultrafertil, 1981.
- MANIKANDAN, A.; SUBRAMANIAN, K. S. Evaluation of zolite based nitrogen nono-fertilizers on maize growth, yield and quality on Inceptisols and Alfisols. **International Journal of Plant & Soil**. 2016 Dez 9 (4): 1-9. Doi: 10.9734/IJPSS/2016/22103.
- MARION FILHO, P. J.; EINLOFT, N. E. **A competitividade do arroz irrigado brasileiro no Mercosul**. Organizações Rurais & Agroindustriais. 2008 Set 10 (1): 11-22.
- MASSEY, J. H.; STILES, M.; EPTING, J.; POWERS, S.; KELLY, D. B.; BOWLING, T.; JANES, L.; PENNINGTON, D. Long-term measurement of agronomic crop irrigation in the Mississippi Delta portion of the Lower Mississippi River Valley. **Irrigation Science**. 2017 Dez 35 (4): 297–313. Doi: /10.1007/s00271-017-0543-y.
- ROSOLEM, C. A. **Alimentando o mundo e o Brasil**. Planeta Arroz: São Paulo, 2015.
- SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.
- STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. **Arroz irrigado por aspersão**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, 2004. 6 p. (Circular Técnica, 64).

STRECK, N. A.; SCHWANTES, A. P.; OLIVEIRA, F.B.; MEZZOMO, F. F.; MARTINI L. F.; AVILA, L. A de; MARCHESAN; E. **Temperatura do solo e desenvolvimento da planta de arroz em diferentes manejos de irrigação por inundação.** in: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6 Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: Palotti, 2009. p. 68-71.

Recebido em: 06/07/2022

Aceito em: 12/04/2023

Endereço para correspondência:

Nome: Bruno Campos Mantovanelli

Email: brunomantovanelli21@gmail.com



Esta obra está licenciada sob uma [Licença Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)