



Efeito do termofosfato em cobertura nos componentes de produção e produtividade de cultivares de arroz

Raissa SANAGIOTTO¹, Thiago Araújo dos SANTOS^{2*}, Marcos Giovane Pedroza de ABREU¹, Alan Antônio MIOTTI¹, Hugo Mota Ferreira LEITE², Alisson Nunes da SILVA¹

¹Centro Universitário São Lucas, Ji-Paraná, RO, Brasil.

²Universidade Federal do Acre, Cruzeiro do Sul, AC, Brasil.

*E-mail: thiagosantosac96@outlook.com

(ORCID: 0000-0002-7219-8904; 0000-0002-8673-5205; 0000-0002-5483-2721; 0000-0002-3561-9829; 0000-0002-7524-0127; 0000-0001-8854-1853)

Recebido em 29/06/2021; Aceito em 07/04/2022; Publicado em 03/06/2022.

RESUMO: O arroz (*Oryza sativa*) é um cereal que apresenta elevada importância socioeconômica sendo uma das principais fontes de energia da população brasileira. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta de cultivares de arroz à adubação em cobertura com termofosfato, em sistema de plantio direto. O experimento foi conduzido no município de Ji-Paraná - RO. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em parcelas subdivididas (2 x 5), com quatro repetições, totalizando 40 unidades experimentais. As parcelas foram compostas por duas cultivares de arroz (ANA 5015 e BRS A501 CL) e as subparcelas as doses de P em cobertura (70, 140, 210 kg ha⁻¹) e uma testemunha sem adubação fosfatada. O fertilizante utilizado foi o termofosfato Nutrisolo SP. O P influenciou no número de panículas (NP), número de espiguetas por panícula (NE), nota de acamamento (NA), número de grãos cheios (NGC) e na produtividade (PRO). A cultivar ANA 5015 foi mais responsiva a adubação fosfatada em cobertura por termofosfato. As variáveis NGC, NPA e EFI apresentaram correlação positiva na PRO em ambas as cultivares. Apesar de não ser uma prática utilizada corriqueiramente nos plantios agrícolas, a aplicação de P em cobertura demonstrou ser efetiva e bastante eficiente para a nutrição nas cultivares aqui testadas.

Palavras-chave: adubação; fósforo; *Oryza sativa*; plantio direto.

Effect of thermophosphate in coverage on production and productivity components of rice cultivars

ABSTRACT: Rice (*Oryza sativa*) is a cereal that has high socioeconomic importance and is one of the main sources of energy for the Brazilian population. The objective of this work was to evaluate the response of rice cultivars to fertilization in coverage with thermophosphate, in a no-tillage system. The experiment was conducted in the city of Ji-Paraná - RO. The experimental design was randomized blocks in split plots (2 x 5), with four replications, totaling 40 experimental units. The plots were composed of two rice cultivars (ANA 5015 and BRS A501 CL) and the subplots the doses of P on covered (70, 140, 210 kg ha⁻¹) and a control without phosphate fertilization. The fertilizer used was the thermophosphate Nutrisolo SP. The P influenced the panicle number (NP), spikelet number (NE), lodging grade (LD), number of full grains (NFG) and yield (PRO). Cultivar ANA 5015 was more responsive to phosphate fertilization in thermophosphate coverage. The variables NFG, NPA and PE showed a positive correlation in PRO in both cultivars. Despite not being a common practice used in agricultural, the application of P in coverage proved to be effective and very efficient for nutrition in the cultivars tested here.

Keywords: fertilization; phosphorus; *Oryza sativa*; no-tillage.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do arroz (*Oryza sativa*), dentre os cultivos anuais no Brasil, apresenta elevada importância econômica e social (ZANIN et al., 2019) sendo uma das principais fonte de energia alimentar. Segundo Lange et al. (2016) dos grãos produzidos no Brasil, cerca de 62% são destinados para alimentação direta da população.

Segundo a Food and Agriculture Organization – FAO (2020) a produção brasileira de arroz em casca no ano safra de 2018 foi de 11.749.192 t, totalizando uma área cultivada de 1.861.313 ha. Na safra 2019/20, de acordo com a Companhia Nacional De Abastecimento – Conab (2020), o

estado de Rondônia produziu cerca de 139,5 mil toneladas de arroz, o que corresponde ao incremento de 1,5% em relação à safra 2018/19.

A ausência de fósforo (P) limita a produção das culturas, o elemento desempenha um importante papel na fase inicial, devido a intensa atividade meristemática, em virtude do desenvolvimento do sistema radicular e do perfilhamento, além de ser essencial para a divisão celular. P também é importante na cultura do arroz principalmente na fase de formação de panículas, onde o elemento auxilia no aumento desta variável, assim refletindo no aumento da produtividade (FAGERIA; BARBOSA FILHO, 2006). Desta forma, a

aplicação deste elemento torna-se essencial para obtenção de altos rendimentos da cultura (DENG et al., 2020). Em geral, os solos tropicais, apresentam baixos teores naturais deste elemento, o que significa a necessidade de constantes adubações com elevados teores de P para garantir a produtividade das culturas.

Segundo De Bauw et al. (2019), a ausência de P reduz a altura e o número de perfilho das plantas de arroz. Já Reis et al. (2018), observaram resposta na nutrição das plantas, como perfilhamento, produção e produtividade de grãos com a utilização de P em solos de baixa fertilidade. Outros estudos também comprovam efeitos positivos com a adubação de P na cultura do arroz (OO et al., 2020).

Uma alternativa econômica para fornecimento do P que se pode encontrar no mercado é o termofosfato. De acordo com a Agência Embrapa de Informação Tecnológica – AGEITEC (2015), os termofosfatos além de serem excelentes fontes de fósforo, fornecem outros nutrientes como Mg e Si. Esses fertilizantes apresentam baixa solubilidade em água e são solúveis em ácido cítrico. Logo, com a acidez da solução do solo há uma liberação gradativa do fosfato, por tanto podem ser mais eficientes agronomicamente, pois implica em uma menor fixação de P aos colóides do solo e maior disponibilidade do nutriente para cultura ao longo do tempo (PROCHNOW, 2006).

A adubação com termofosfato tem mostrado resultados promissores em diversas culturas, como, por exemplo, cana-de-açúcar (SANTOS et al., 2012) e milho (SOUZA et al., 2011). No entanto, não existem pesquisas avaliando utilização dessa fonte fosfatada em cultivares de arroz. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta de cultivares de arroz à adubação em cobertura com termofosfato, em sistema de plantio direto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no município de Ji-Paraná, estado de Rondônia, na área experimental do Parque tecnológico Vandeci Rack, localizado nas coordenadas geográficas 10° 57' 30.31"S e 61° 54' 20.29"W, com altitude de 153 m. Segundo a classificação de Koppen, o estado de Rondônia possui clima do tipo Aw – Clima Tropical úmido, com médias anuais de temperatura em torno de 24°C e 26°C e precipitação de 2200 a 2500 mm/ano (ALVARES et al., 2014). A Figura 1 apresenta as principais ocorrências meteorológicas durante a condução do experimento.

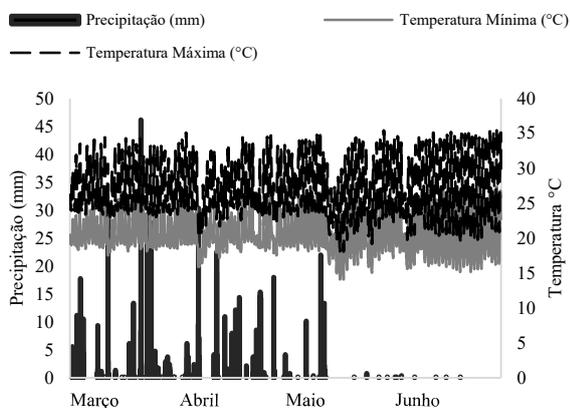


Figura 1. Precipitação (mm) e temperaturas máxima e mínima (°C) registradas durante a condução do experimento. Ji-Paraná, RO. Figure 1. Precipitation (mm) and maximum and minimum temperatures (°C) recorded during the experiment. Ji-Paraná, RO.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo com horizonte B eluvial (ADAMY, 2010). Há pelo menos três anos a área vem sendo cultivada em sucessão de culturas com arroz e soja, respectivamente, em sistema de plantio direto, ficando em pousio durante um ano até a implantação do experimento em 2019. A Tabela 1 apresenta a análise química do solo antes da implantação do experimento.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados em parcela subdividida, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelas cultivares de arroz (ANA 5015 e BRS A501 CL), e as subparcelas por quatro doses de P (0, 70, 140, 210 kg ha⁻¹), disponibilizado a partir do fertilizante termofosfato Nutrisolo SP, aplicado de forma parcelada, sendo a primeira aplicação sete dias após o plantio (DAP) e a segunda aos 40 DAP. O fertilizante Nutrisolo SP apresenta em sua composição 14% de P, 1% de Mg, 3% de S e 14% de Ca. Cada unidade experimental foi composta por seis linhas de 2 metros de comprimento espaçadas por 0,25 m, com densidade de semeadura de 60 sementes por metro linear.

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental, na profundidade de 0 a 20 cm. Ji-Paraná/RO (2019). Table 1. Chemical analysis of the soil in the experimental area, at a depth of 0 to 20 cm. Ji-Paraná/RO (2019).

Atributo químico	Argissolo Vermelho Amarelo
pH (H ₂ O)	6,48
pH (CaCl ₂)	5,95
P (mg dm ⁻³)	3,82
K (cmol _c .cm ⁻³)	0,35
Ca ⁺² (cmol _c .cm ⁻³)	2,80
Mg ⁺² (cmol _c .cm ⁻³)	1,00
Al ⁺³ (cmol _c .cm ⁻³)	0,00
H ⁺ +Al ⁺³ (cmol _c .cm ⁻³)	5,19
SB (cmol _c .cm ⁻³)	4,15
CTC (cmol _c .cm ⁻³)	9,34
V (%)	44,43

H⁺+Al⁺³ – acidez potencial, SB – soma de bases, CTC – capacidade de troca catiônica, V – saturação por bases.

O experimento foi conduzido no período de março a junho de 2019. Na adubação de semeadura, foram distribuídos no sulco 250 kg ha⁻¹ do formulado 08-28-16, correspondendo a 20 kg ha⁻¹ de N, 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O. As sementes de arroz foram tratadas com inseticida Cruiser® 350 FS (300ml/100 kg de sementes), fungicida Vitavax®-Thiram 200 SC (250ml/100 kg de sementes) e com fertilizantes minerais Booster (extrato de algas + 2,3% de Mo + 3,5% de Zn) e Maxi Zinc (100% de Zn).

O manejo das plantas daninhas foi realizado com a aplicação do herbicida Kifix® (70 g ha⁻¹) em pós-emergência da cultura do arroz aos 11 e 26 dias. Para o controle de doenças foram utilizados os fungicidas Aproach® Prima (400 ml ha⁻¹), Bim® 750 BR (300 g ha⁻¹) e Nativo® (1 l ha⁻¹) e para o controle de pragas o Engeo Pleno™ S (200 ml ha⁻¹).

A adubação de cobertura foi realizada 50 dias após a emergência das plantas, utilizando-se 250 kg ha⁻¹ do formulado 20-00-20, correspondendo a 50 kg ha⁻¹ de N e 50 kg ha⁻¹ de K₂O.

Para sanar quaisquer déficits hídricos, o fornecimento de água ocorreu por meio do sistema de irrigação localizada do tipo gotejamento, com uma linha de irrigação por fileira de plantas, sendo ligado diariamente no período da manhã.

A colheita das cultivares BRS A501 CL e ANA 5015 ocorreram aos 90 e 100 dias após a semeadura, respectivamente, com o auxílio de uma faca cutelo, sendo o corte rente à base do solo. Os componentes avaliados foram altura de planta (ALT), número de panículas por m² (NPA), número de espiguetas por panícula (NES), nota de acamamento (NA), número de grãos cheios por panícula (NGC), número de grãos por m² (NGR), massa de 100 grãos (M100), produtividade (PRO), eficiência produtiva (EFI), calculada conforme a equação 1:

$$EFI (\%) = \frac{PRO}{MSPA} \times 100 \quad (01)$$

em que: EFI = eficiência produtiva (%); PRO = produtividade de grãos (kg ha⁻¹); MSPA = massa seca parte área das cultivares (g).

A nota de acamamento foi determinada no período de maturação dos grãos através da seguinte escala de notas: 0 = ausência de plantas acamadas; 1 = até 5%; 2 = 5 a 25%; 3 = 25 a 50%; 4 = 50 a 75 e 5 = 75 a 100% de plantas acamadas. A produtividade e a massa de 100 grãos foram corrigidas para 13 % de umidade.

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste “F” a 5% de significância. Para comparação de médias

das cultivares foi usado o teste de LSD (<0,05) e para as doses de P foi realizada análise de regressão polinomial. Para a análise das relações entre os componentes de rendimentos das cultivares de arroz utilizou-se o coeficiente de correlação linear de Pearson.

3. RESULTADOS

De acordo com o quadro da análise de variância foi possível observar que as doses de P e a interação cultivar × dose de P afetaram significativamente apenas o NP e a PRO, ao nível de significância de (p < 0,001, p < 0,01, p < 0,05) (Tabela 2). O NE e o NGC foram afetados tanto pelas cultivares quanto pelas doses de P. Com exceção da ALT, NP e NA, todas as variáveis foram afetadas significativamente pelos cultivares, o que demonstra elevada divergência entre os genótipos.

Os efeitos no NP foram variados para as duas cultivares em relação ao aumento das doses de P, em que ambas apresentaram respostas quadráticas aos tratamentos (Figura 2). A cultivar BRS A501 foi mais sensível, apresentando redução do NP a partir de doses de P acima de 49 kg ha⁻¹ (Figura 2). Já a cultivar ANA 5015 só obteve redução a partir de doses maiores que 171 kg ha⁻¹ (Figura 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para altura de planta (ALT), número de panícula (NP), número de espiguetas (NE), nota de acamamento (NA), número de grãos cheios (NGC), massa de 100 grãos (M100), produtividade (PRO) e eficiência produtiva (EF) em função de doses de P e cultivares de arroz.

Table 2. Analysis of variance summary for plant height (ALT), panicle number (NP), spikelet number (NE), lodging grade (NA), number of full grains (NGC), 100 grain mass (M100), yield (PRO) and efficiency yield (EF) as a function of P doses and rice cultivars.

FV	GL	Quadrado médio							
		ALT m	NP n° m ²	NE n° panícula ⁻¹	NA n° panícula ⁻¹	NGC g	M100 kg ha ⁻¹	PRO %	EF
Bloco	3	0,007*	141,8 ^{ns}	58,8 ^{ns}	0,79 ^{ns}	22,4 ^{ns}	0,06 ^{ns}	5569,5 ^{ns}	1225,8 ^{ns}
Cultivar (C)	1	0,003 ^{ns}	465,1 ^{ns}	5191***	2,00 ^{ns}	9775,1**	0,71***	7489,2**	18102,2***
Erro (a)	3	0,0004	116,3	14,9	1,00	115,9	0,06	6380,74	541,4
Doses de P (D)	3	0,002 ^{ns}	1452,9**	732,2**	2,38*	427,8*	0,01 ^{ns}	3800,3*	1469,0 ^{ns}
C x D	3	0,0006 ^{ns}	3890,5***	91,7 ^{ns}	0,25 ^{ns}	30,6 ^{ns}	0,04 ^{ns}	3596,79*	905,0 ^{ns}
Erro (b)	18	0,001	268,3	94,9	0,64	107,7	0,02	8387,33	987,9
Total	31								
Média Geral		1,28	275,81	101,12	4,19	83,14	2,83	6427,99	94,20
CV (C)		1,5	3,9	3,8	23,9	13	8,8	12,4	24,7
CV (D)		3,4	5,9	9,6	19,2	12,5	5,5	14,2	33,4

FV – Fonte de variação, GL – Grau de liberdade, CV – Coeficiente de variação. *Significativo pelo teste F a 5%; ** Significativo pelo teste F a 1%; *** Significativo pelo teste F a 0,1%; ^{ns} = não significativo.

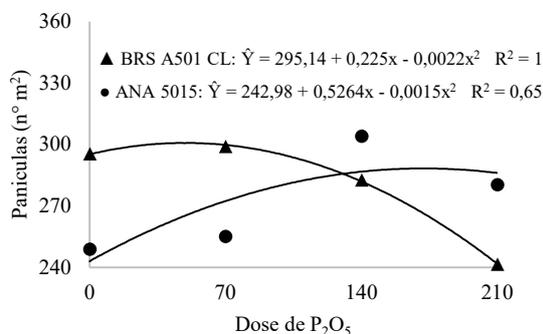


Figura 2. Efeitos de doses de P₂O₅ sobre o número de panículas por m² de cultivares de arroz.

Figure 2. Effects of P₂O₅ doses on the number of panicles per m² of rice cultivars.

O NE das cultivares ANA 5015 e BRS A501 foi influenciado significativamente pelos tratamentos, não

apresentando interação entre os fatores (Tabela 2). No geral, observou-se que com doses mais elevadas houve incremento nesta variável, no entanto, houve tendência de queda em função das doses de P, o que demonstra resposta quadrática da cultura (Figura 3). O maior NE constatada nesse trabalho foi com a aplicação de 124,6 kg ha⁻¹ de P₂O₅, com 109 espiguetas por panícula.

Quanto ao NGC a cultura apresentou resposta quadrática à aplicação de P (Figura 4). A dose de 170 kg ha⁻¹ de P₂O₅ promoveu a máxima produção de grãos cheios da cultura, que foi de 88,8 grãos por panícula.

Quanto a nota de acamamento no geral as cultivares apresentaram máxima suscetibilidade ao acamamento na dose de 117,97 kg ha⁻¹, com cerca de 40 a 75 % de plantas acamadas (Figura 5). De acordo com o teste F o fator cultivar foi significativo para o NES, NGC, M100 e EF. A cultivar ANA 5015 apresentou-se superior em todas as variáveis com incremento de 28,8 % no NE, 53% no NGC, 11,5 na M100 e 67,5% na EF em relação a BRS A501 (Tabela 3).

Na PRO, as médias obtidas pela cultivar BRS A501 quando submetida as doses de P não ajustaram a nenhum modelo de regressão (Figura 6). Quanto à cultivar ANA 5015 as médias de produtividade foram superiores às encontradas na BRS A501, ajustando-se ao modelo quadrático. Esta cultivar, além de se mostrar altamente produtiva, apresentou-se responsiva as doses de P em cobertura. A máxima PRO obtida pela cultivar ANA 5015 foi na dose de 140 kg ha⁻¹ de P₂O₅ com cerca de 9060 kg ha⁻¹ de grãos, isso corresponde a um incremento de 45,4% em relação a testemunha sem aplicação de P.

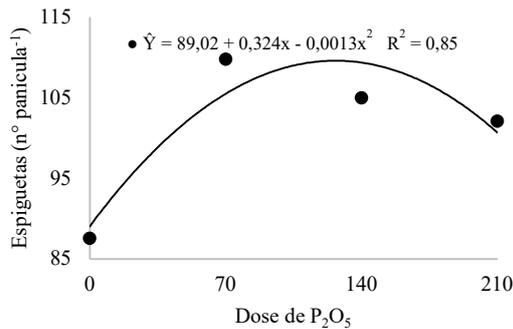


Figura 3. Interferência dos fatores isolados doses de P (a) e cultivar (b) sobre o número de espiguetas de arroz.

Figure 3. Interference of isolated factors doses of P (a) and cultivar (b) on the number of rice spikelets.

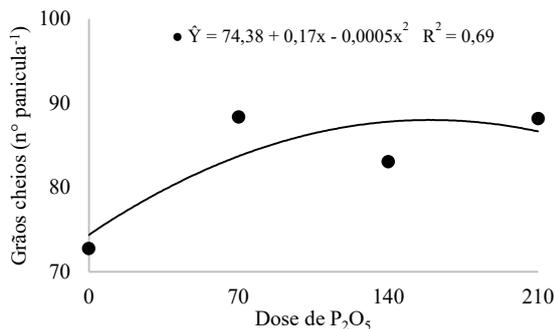


Figura 4. Interferência dos fatores isolados doses de P (a) e cultivar (b) sobre o número de grãos cheios de arroz.

Figure 4. Interference of isolated factors doses of P (a) and cultivar (b) on the number of full grains rice.

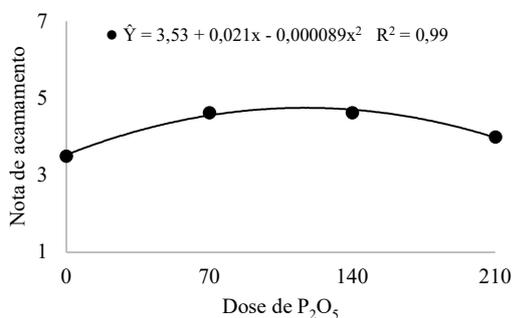


Figura 5. Nota de acamamento de cultivares de arroz submetidos a aplicação de termofosfato em cobertura em Ji-Paraná – RO.

Figure 5. Lodging note of rice cultivars submitted to application of thermophosphate in top dressing in Ji-Paraná – RO.

Analisando-se as correlações entre as variáveis morfológicas e produtivas, observou-se que as variáveis que apresentaram importância significativa na produtividade variaram para cada cultivar. A PRO da cultivar ANA 5015

apresentou correlação positiva significativa com três das sete variáveis avaliadas, com coeficientes entre 0,51 (PRO x NES) e 0,75 (PRO x NPA) (Tabela 4). Já para cultivar BRS A501, duas das variáveis influenciaram significativamente no incremento da PRO com estimativas entre 0,81 (PRO x NGR) e 0,82 (PRO x EFI) (Tabela 4).

Tabela 3. Interferência dos fatores isolados cultivar sobre o número de espiguetas (NE), número de grãos cheios (NGC), massa de 100 grãos (M100) e eficiência produtiva (EFI) em Ji-Paraná – RO.

Table 3. Interference of the isolated factors cultivar on the number of spikelets (NES), number of full grains (GCH), weight of 100 grains (M100) and productive efficiency (EFI) in Ji-Paraná – RO.

Cultivar	NE	NGC	M100	EF
ANA 5015	113,9 a	100,6 a	2,9 a	117,9 a
BRS A501 CL	88,4 b	65,7 b	2,6 b	70,4 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de LSD a 5% de probabilidade.

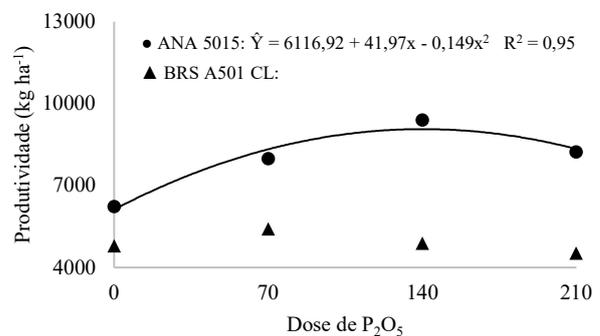


Figura 6. produtividade de cultivares de arroz submetido a aplicação de termofosfato em cobertura em Ji-Paraná – RO.

Figure 6. yield of rice cultivars subjected to application of thermophosphate in topdressing in Ji-Paraná – RO.

4. DISCUSSÃO

Em estudos realizados por Reis et al. (2018), avaliando a densidade de panículas por m² em arroz irrigado submetido às doses de P₂O₅ (30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹), estes também evidenciaram tendência quadrática da variedade com o aumento da dose. Ye et al. (2019) observaram que plantas de arroz quando submetidas a doses crescentes de P tendem a apresentar incremento de até 29% no número de panículas.

Já Fageria et al. (2015), estudando duas fontes de fósforo (fosfato monoamônio e fosfato monoamônio revestido com polímero) e quatro doses de P (0, 25, 50, 100 e 200 kg ha⁻¹) em arroz de terras altas, não evidenciaram incremento no número de panículas com o aumento nas doses de independe da fonte utilizada.

Em relação ao número de NES, Deng et al. (2020) verificaram que baixas concentrações de P causam redução nesta variável e consequentemente reduz a produtividade de grãos. Além de apresentar importância significativa no número de espiguetas da cultura, o P influencia positivamente na fertilidade destas (YOSEF, 2013).

Para o NGC, Barberena et al. (2011), também encontraram resposta quadrática da cultura em função de doses de P e obtiveram máxima produção de grãos cheios (107,49 número de grãos cheios panicula) na dose de 212,95 kg ha⁻¹ de P₂O₅. O aumento no NGC também foram evidenciados por Dissanayaka et al. (2018), em dois genótipos de arroz.

Tabela 4. Coeficiente de correlação de Pearson entre altura de planta (ALT), número de panícula (NPA), número de espiguetas (NES), nota de acamamento (NA), número de grãos (NGR), eficiência produtiva (EFI), massa de 100 grãos (M100) e produtividade (PRO) de cultivares de arroz submetidos a aplicação de termofosfato em cobertura em Ji-Paraná – RO.

Table 4. Pearson's correlation coefficient between plant height (ALT), panicle number (NPA), spikelet number (NES), lodging grade (NA), number of grains (NGR), yield efficiency (EFI), mass of 100 grains (M100) and yield (PRO) of rice cultivars submitted to application of thermophosphate in topdressing in Ji-Paraná – RO.

Variáveis	ALT	NPA	NES	NA	NGR	EFI	M100	PRO
ANA 5015								
PRO	0,14	0,75***	0,51*	0,2	0,49	0,73**	0,01	1
M100	-0,59*	-0,2	-0,48	0,03	-0,26	-0,003	1	
EFI	0,12	0,53	0,39	0,26	0,37	1		
NGR	0,59	-0,1	0,84***	-0,005	1			
NA	-0,29	0,26	0,15	1				
NES	0,6	0,15	1					
NPA	-0,04	1						
ALT	1							
BRS A501 CL								
PRO	-0,21	0,45	0,27	0,15	0,81***	0,82***	0,38	1
M100	-0,25	-0,34	-0,45	-0,38	0,36	0,2	1	
EFI	-0,24	0,43	0,42	0,28	0,66**	1		
NGR	0,03	-0,06	0,42	0,18	1			
NA	0,14	0,18	0,72**	1				
NES	0,06	0,18	1					
NPA	-0,25	1						
ALT	1							

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste T; ** significativo a 1% pelo teste T e *** significativo a 0,1% pelo teste T.

A importância do P no processo de formação de colheita, como evidenciado pelos resultados NPA, NES e NGC pode estar ligado diretamente a sua função na aceleração da formação de raízes, podendo supor que a aplicação em cobertura realizada com termofosfato tenha estimulado o crescimento radicular e conseqüentemente a exploração de um volume maior de solo, assim como, devido a capacidade do fósforo de aumentar o perfilhamento, resultando em maior pegamento de florada (MALAVOLTA, 2006).

Em relação à NA, Lange et al. (2016) explicam que a altura de planta pode influenciar na suscetibilidade das plantas ao acamamento. No entanto, essa variável não foi suficiente para explicar as elevadas taxas de acamamento evidenciadas neste trabalho uma vez que os tratamentos não influenciaram na altura das plantas de arroz. Portanto, as elevadas taxas de acamamento encontradas podem estar relacionadas a ocorrência de chuvas e ventos severos que ocorreram durante a maturação de grãos da cultura.

Analisando as cultivares independente das doses de P, a ANA 5015 apresentou-se superior nas variáveis NES, GCH, M100 e EFI. Para a M100, Fidelis et al. (2016) explica que é uma característica expressa diferentemente em cada genótipo, em que, elevadas massas de grãos está diretamente relacionado à produtividade de cada cultivar. Portanto, o incremento nesta variável com a cultivar ANA 5015 refletiu na produtividade e eficiência produtiva da cultura.

Para produtividade apenas a cultivar ANA 5015 adequou-se ao modelo de regressão, e apresentou máxima produtividade na dose de 140 kg ha⁻¹ de P₂O₅ com cerca de 9060 kg ha⁻¹ de grãos, o que corresponde a 45,4 % de incremento quando comparado a testemunha sem P. Hirwa (2018), constatou aumento significativo de 56% na produtividade de grãos com a dose de 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Já Gutz at al. (2019) avaliando doses de P e densidade de semeadura em arroz irrigado não contataram influência do P na produtividade de grãos.

Segundo Deng et al. (2020), o fósforo apresenta fundamental importância na produção do arroz, que quando

este nutriente se apresenta sob baixas concentrações no solo, pode influenciar significativamente na produção da cultura. De acordo com Amanullah et al. (2020), avaliando a resposta de três genótipos de arroz a adubação de fósforo e zinco, doses crescentes de P aumentam o rendimento de grãos, no entanto essa resposta depende para cada genótipo. O que justifica os resultados obtidos com a cultivar BRS A501.

Quanto as correlações, Lange et al. (2018), verificaram que a produtividade em arroz de terras altas apresenta correlação de elevada magnitude com o número de panícula, número de grãos, percentagem de grãos cheios e número de perfilhos. Neste trabalho a massa de 100G não influenciou de forma significativa em ambas as cultivares na produtividade de grãos. Esse resultado diverge dos encontrados por Rocha et al. (2020), que verificaram correlação de (0,98) entre as variáveis.

De forma geral, a cultivar ANA 5015 foi mais responsiva a adubação fosfatada em cobertura por termofosfato do que a cultivar BRS A501 CL. Apesar de não ser uma prática utilizada corriqueiramente nos plantios agrícolas, a aplicação de P₂O₅ em cobertura demonstrou ser efetiva e bastante eficiente para a nutrição nas cultivares aqui testadas, principalmente na cultivar ANA 5015 onde a aplicação da fonte em cobertura elevou sua produtividade muito acima da média desta cultivar, que é, em média, de 5 toneladas por hectare (AGRONORTE, 2021). A utilização de termofosfato aplicado a lanço também já demonstrou resultados benéficos com aumento de produtividade na cultura do milho chegou a se igualar à adubação realizada em sulco de plantio (RESENDE et al., 2006).

5. CONCLUSÕES

A aplicação de termofosfato em cobertura influencia positivamente nos componentes de produção cultivares de arroz testadas. A adubação fosfatada na semeadura somado com a aplicação em cobertura com o termofosfato é eficiente para a nutrição da cultura do arroz sobretudo para cultivar ANA 5001.

A eficiência produtiva apresentou correlação significativa com a produtividade em ambas as cultivares.

6. AGRADECIMENTOS

Rack indústria e comércio de alimentos Ltda. (RICAL) pelo apoio logístico e disponibilização de insumos.

7. REFERÊNCIAS

- ADAMY, A. **Geodiversidade do estado de Rondônia**. Porto Velho: SPRM, 2010. 300p.
- AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA (AGEITEC). **Árvore do Conhecimento – Cana-de-açúcar**. Adubação Mineral. 2015. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/canadacucar/arvore/CONTAG01_38_711200516717.html>. Acesso em: 19 ago 2020.
- AGRONORTE. **Arroz**. Sinop: AGRONORTE. Disponível em: <<http://www.agronorte.com.br/br/Produtos/ARROZ>>. Acesso em: 03 jun 2021.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- AMANULLAH, I.; ALKAHTANI, J.; ELSHIKH, M. S.; ALWAHIBI, M. S.; MUHAMMAD, A.; IMRAN; KHALID, S. Phosphorus and Zinc Fertilization Improve Productivity and Profitability of Rice Cultivars under Rice-Wheat System. **Agronomy**, v. 10, n. 8, e1085, 2020. <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy10081085>
- BARBERENA, D. S.; MEDEIROS, R. D.; BARBOSA, G. F. Desenvolvimento e produtividade de arroz irrigado em resposta a diferentes doses de fósforo e potássio, em várzea de primeiro ano, no estado de Roraima. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 3, p. 462-470, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000300004>
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). **Portal de Informações Agropecuárias - Observatório Agrícola**. Brasília-DF: Companhia Nacional de Abastecimento. 2020. Disponível em: <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/>>. Acesso em 17 ago 2020.
- DE BAUW, P.; VANDAMME, E.; SENTHILKUMAR, K.; LUPEMBE, A.; SMOLDERS, E.; MERCKX, R. Combining phosphorus placement and water saving technologies enhances rice production in phosphorus-deficient lowlands. **Field Crops Research**, v. 236, p. 177-189, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2019.03.021>
- DENG, Y.; MEN, C.; QIAO, S.; WANG, W.; GU, J.; LIU, L.; ZHANG, Z.; ZHANG, H.; WANG, Z.; YANG, J. Tolerance to low phosphorus in rice varieties is conferred by regulation of root growth. **The Crop Journal**, v. 8, n. 4, p. 534-547, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cj.2020.01.002>
- DISSANAYAKA, D. M. S. B.; NISHIDA, S.; TAWARAYA, K.; WASAKI, J. Organ-specific allocation pattern of acquired phosphorus and dry matter in two rice genotypes with contrasting tolerance to phosphorus deficiency. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 64, n. 3, p. 282-290, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00380768.2018.1436941>
- FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. **Identificação e correção de deficiências nutricionais na cultura do arroz**. Santo Antônio de Goiás, GO. Embrapa, 2006.
- FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B.; CARVALHO, M. C. S. Agronomic Evaluation of Phosphorus Sources Applied to Upland and Lowland Rice. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 46, n. 9, p. 1097-1111, 2015. <http://dx.doi.org/10.1080/00103624.2015.1018526>
- FIDELIS, R. R.; TONELLO, L. P.; VELOSO, D. A.; SANTOS, V. B.; BARROS, H. B. Comportamento de cultivares de arroz em condições de baixo nível tecnológico. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 9, n. 2, p. 7-17, 2016. <http://dx.doi.org/10.5935/PAET.V9.N02.01>
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Crops. Cow peas, dry**. FAOSTAT. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>>. Acesso em 17 ago 2020.
- GUTZ, T.; CUNHA, G.; OLESCOWICZ, D.; BACHMANN, G.; HARTHMANN, O. E. L.; GUERRA, N.; NETO, A. M. de O. Resposta do arroz irrigado ao fornecimento de fósforo e densidade de semeadura em sistema pré-germinado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 3, e6631, 2019. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v14i3a6631>
- HIRWA, H. Effect of P fertilizers use on rice (*Oryza sativa*) productivity in Southern Province of Rwanda, Rwasave marshland. **Journal of Agriculture and Research**, v. 4, n. 9, p. 23-35, 2018.
- LANGE, A.; ISERNHAGEN, E. C. C.; FIGUEIREDO, A. H.; MACHADO, R. A. F.; ZANUZO, M. R.; CAVALLI, C. Doses de fosfatagem corretiva em arroz de terras altas em cultivo de primeiro ano. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 14, n. 1, p. 60-66, 2016.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- OO, A. Z.; TSUJIMOTO, Y.; RAKOTOARISOA, N. M.; KAWAMURA, K.; NISHIGAKI, T. P-dipping of rice seedlings increases applied P use efficiency in high P-fixing soils. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, e11919, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-020-68977-1>
- PROCHNOW, L. I.; QUISPE, J. F. S.; FRANCISCO, E. A. B.; BRAGA, G. Effectiveness of phosphate fertilizers of different water solubilities in relation to soil phosphorus adsorption. **Scientia Agricola**, v. 63, n.4, p. 333-340, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162006000400004>
- REIS, A. F. B.; NASCENTE, A. S.; ALMEIDA, R. E. M.; CHAGAS JÚNIOR, A. F. Growth and nutrient contents in lowland rice due to phosphorus and potassium fertilization. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 2, p. 98-108, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632018v48s0666>
- RESENDE, A. V. de; FURTINI NETO, A. E.; ALVES, V. M. C.; MUNIZ, J. A.; CURTI, N.; FAQUIN, V.; KIMPORA, D. I.; SANTOS, J. Z. L.; CARNEIRO, L. F. Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da região do Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 3, p. 453-466, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832006000300007>

- ROCHA, G.; MENEZES, B. R. S.; BRAZ, L. A.; LIMA, R. H. P.; ROMEIRO, R. J. C.; MOREIRA, L. B. Características morfoagronômicas na colheita principal e na soca e análise de trilha em tipos especiais de arroz. **Revista Cultura Agronômica**, v. 29, n. 1, p. 38-49, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.32929/2446-8355.2020v29n1p38-49>
- SANTOS, G. A.; SOUZA, B. T. X.; KORNDÖRFER, G. H. Lucratividade em função do uso e índice de eficiência agronômica de fertilizantes fosfatados aplicados em pré-plantio de cana-de-açúcar. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 6, p. 846-851, 2012.
- SOUZA, C. H. E.; MACHADO, V. J.; PRADA NETO, I.; BENEDETTI, T. C.; LANA, R. M. Q. Extratores para Fósforo Disponível em Latossolos e Eficiência de Fontes Fosfatadas para Milho Cultivado em Vaso. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 10, n. 1, p. 38-46, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v10n1p38-46>
- YE, T.; LI, Y.; ZHANG, J.; HOU, W.; ZHOU, W.; LU, J.; XING, Y.; LI, X. Nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization affects the flowering time of rice (*Oryza sativa* L.). **Global Ecology and Conservation**, v. 20, p. e00753, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00753>
- YOSEF, T.S. Effect of Nitrogen and Phosphorus fertilizer on spikelet structure and yield in rice (*Oryza sativa* L.). **International Journal of Agriculture and Crop Sciences**, v. 5, n. 11, p. 1204-1208, 2013.
- ZANIN, V.; BACCHI, M. R. P.; ALMEIDA, A. T. C. A demanda domiciliar por arroz no Brasil: abordagem por meio do sistema Quads em 2008/2009. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, n. 2, p. 234-252, 2019.