



Fontes de fósforo na adubação corretiva em arroz de terras altas em cultivo de primeiro ano

Anderson Lange¹, Débora Diel¹, Fernando F. Carvalho², Rogerio A. F. Machado¹, Marcio R. Zanuzo¹, Angélica da Silva¹ e Antonio C. Buchelt¹

¹Universidade Federal do Mato Grosso, Sinop, MT. E-mail: paranalange@hotmail.com (Autor correspondente).

²Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, MT.

Palavras-chave:

Oryza sativa L.
fosfatagem corretiva
gradual
áreas de abertura
região amazônica

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito de fontes de fósforo como adubação corretiva parcial e de manutenção na cultura do arroz de terras altas. O experimento foi desenvolvido no município de Alta Floresta/MT no ano agrícola 2007/08, utilizando o delineamento experimental de blocos ao acaso com cinco tratamentos (controle, superfosfato simples, superfosfato triplo, fosfato natural reativo de Arad e farinha de ossos), e quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes características: altura de planta, diâmetro do colmo, número de perfilho por metro, número de panículas, comprimento do entrenó, número de grãos por panícula, porcentagem de grãos cheios e chochos, massa de 100 grãos, rendimento dos grãos, rendimento de grãos inteiros e produtividade. A aplicação de fósforo influenciou a maioria das características morfológicas do arroz, exceto o diâmetro do colmo e comprimento do entrenó. Houve influência das fontes fosfatadas para o número de grãos por panícula e produtividade sendo que para as duas variáveis os tratamentos com superfosfato simples e superfosfato triplo foram superiores ao controle. O uso de superfosfato triplo proporcionou maior produtividade e o maior retorno econômico no primeiro ano de cultivo.

Key words:

Oryza sativa L.
gradual corrective
phosphating
open areas
amazon region

Match sources of manure in corrective land rice high in first year of culture

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of phosphorus sources as a partial corrective fertilization and maintenance in upland rice cultivation. The experiment was conducted in the municipality of Alta Floresta/MT in crop year 2007/08, using the experimental design of randomized blocks with five treatments (control, simple superphosphate, triple superphosphate, Arad reactive rock phosphate and bone meal), and four replications. The following characteristics were evaluated: plant height, stem diameter, tiller number per meter, panicle number per m², Internode length, number of grains per panicle, percentage of filled grains, voids, weight of 100 grains, return on beans, whole grain yield and productivity. Applying phosphorus influenced most of the morphological characteristics of the rice, except the stem diameter and length of the internode. There was influence of phosphate sources for the number of grains per panicle and productivity and that the two variables for the treatments with superphosphate and triple superphosphate were higher than the control. The use of triple superphosphate provided greater productivity and higher economic return in the first year of cultivation.

Introdução

Cultivado e consumido em todos os continentes, desempenhando papel estratégico tanto no aspecto econômico como social, o arroz destaca-se pela produção e área de cultivo. No Brasil, o arroz é a terceira cultura em quantidade de grãos produzidos, ficando atrás do milho e da soja. Cerca de um terço da produção de grãos de arroz origina-se de lavouras

cultivadas em terras altas, com destaque para a região do Cerrado brasileiro. Os solos dessa região, em sua maioria, apresentam baixo teor de fósforo (P) disponível, alto teor de alumínio (Al) trocável e apresentam baixo teor de cálcio (Ca) trocável (Goedert & Lobato, 1984).

O P com mais frequência e intensidade, é o macronutriente que influencia diretamente na produtividade de grãos, por apresentar baixa

disponibilidade e elevada fixação nos solos tropicais; o que resulta na utilização de grandes quantidades de adubos fosfatados (Sousa & Lobato, 2003). Fageria (1998) observou que se tratando de produção de arroz em terras altas, além do P limitar a produtividade, cuidados devem ser tomados com nitrogênio (N) e potássio (K), que estão logo após o P em parâmetros que limitam a produção final. Os gastos com a adubação fosfatada representam parte considerável do custo das lavouras e variam, dependendo da fonte de P utilizada e do prazo considerado para o retorno do investimento (Sousa et al., 2002).

A adubação fosfatada assume a particularidade de normalmente se aplicar uma quantidade maior do que aquela exigida pelas plantas, pois, torna-se necessário satisfazer a exigência do solo, saturando os componentes responsáveis pela fixação do P (Furtini Neto et al., 2001). As pesquisas têm demonstrado que praticamente todos os fertilizantes fosfatados tradicionais são agronomicamente semelhantes quando são aplicadas doses iguais e os métodos de aplicação são comparáveis. A aplicação adequada deve ser feita para assegurar a melhor disponibilidade do P. A escolha do fertilizante é, então definida, em função da eficiência, do preço e da preferência do agricultor (Instituto da Patassa & Fosfato, 1998).

Em muitas áreas, os corretivos da acidez do solo e os fertilizantes contendo P são aplicados sem critérios, ignorando-se os resultados da análise de solo ou às recomendações técnicas. Isso tem se intensificado com a abertura de áreas novas para produção de grãos. Tem se observado ainda o uso incorreto de fórmulas de fertilizantes, aplicadas em quantidades e em épocas inadequadas, que não levam em consideração os resultados das análises de solo associado à incorreta interpretação dos resultados analíticos (Santos et al., 2008).

As áreas que têm sido incorporadas nos últimos anos ao processo produtivo de grãos, na chamada expansão agrícola do norte do estado do Mato Grosso, consistem em sua maioria de pastagens degradadas. Estas são inicialmente cultivadas com o arroz no primeiro e/ou segundo ano e após esta

etapa inicia-se o cultivo da soja e o milho safrinha. A implantação de culturas nessas áreas requer uma atenção especial ao solo, que deve ser preparado com prévia calagem e adubação de correção, para a correta introdução da semeadura direta. Nesse caso, a dose de fósforo deve ser definida pela interpretação da análise do solo.

Em trabalho desenvolvido em vaso por Nakayama et al. (1998) com diferentes fontes fosfatadas, pode-se constatar que fosfatos solúveis em ácido cítrico 2 % (fosfato de Gafsa e termofosfato) e em solução neutra de citrato de amônio (multifosfato magnésiano) mostraram a mesma eficiência agrônômica na cultura do arroz que o superfosfato simples, das fontes testadas o único que mostrou eficiência agrônômica inferior foi o fosfato de Araxá.

Tendo em vista que fontes de fosfatos mais solúveis apresentam um custo mais elevado e as fontes de fósforo são escassas é importante testar a eficiências de fontes mais baratas ou que sejam obtidas de formas alternativas como no caso de reutilização de materiais.

Objetivou-se avaliar o efeito de fontes de fósforo como adubação corretiva parcial e de manutenção na cultura do arroz de terras altas.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido na fazenda Lago Azul, localizada no município de Alta Floresta – MT, no ano agrícola de 2007/2008. A precipitação média anual de 2.750 mm, concentrada nos meses de dezembro a fevereiro. O solo local é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico argiloso (EMBRAPA, 2006).

O experimento foi instalado em área de pastagem degradada, com 15 anos de uso, sem uso de fertilizantes ou corretivos prévios. Antes da instalação, uma análise do solo na camada 0-20 cm de profundidade foi realizada, em que se observou o pH (H₂O) = 5,1; P_{Melh} = 0,7 mg dm⁻³; K = 51 mg dm⁻³; Ca²⁺ = 0,6 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 0,7 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 0,7 cmol_c dm⁻³; H + Al = 5,8 cmol_c dm⁻³; CTC = 7,23 cmol_c dm⁻³; V⁰% = 20; MO = 25 g dm⁻³ e 500 g kg⁻¹ de

argila. No início do período chuvoso, em setembro de 2007, foram aplicadas $3,0 \text{ t ha}^{-1}$ de calcário dolomítico ($\text{CaO} = 28\%$, $\text{MgO} = 20\%$ e $\text{PRNT} = 94$) em área total, o qual foi incorporado com grade aradora, visando elevar a saturação de bases do solo a 60%.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com cinco tratamentos, que foram as fontes de fósforo para adubação corretiva parcial (controle, sem P corretiva; superfosfato triplo (42% P_2O_5); superfosfato simples (21% P_2O_5); fosfato natural reativo de Arad (33% P_2O_5) e farinha de ossos (18% P_2O_5) e quatro repetições na quantidade de 50 kg ha^{-1} de P_2O_5 , correspondendo a um quarto ($1/4$) da dose total corretiva. Realizou para todo o experimento uma adubação de manutenção, com 70 kg ha^{-1} de P_2O_5 (Sousa & Lobato, 2004), com super simples (21% P_2O_5). O tratamento controle recebeu apenas 70 kg ha^{-1} de P_2O_5 , via super simples. As parcelas apresentavam dimensão de $5 \times 5 \text{ m}$ e foram alocadas lado a lado, para facilitar incorporação. A área útil de cada parcela colhida para a produtividade foi de $2,5 \times 3,0 \text{ m}$.

A semeadura do arroz (cultivar CIRAD-141) foi realizada em 28 de novembro de 2007, com espaçamento de 35 cm entre linhas e densidade aproximada de 80 sementes por metro. A adubação de base foi 20 kg ha^{-1} de N (ureia - 45% de N) e 60 kg ha^{-1} de K_2O (cloreto de potássio - 60% de K_2O), segundo Sousa & Lobato (2004), para uma expectativa de rendimento de 5 toneladas por hectare. As adubações de cobertura foram realizadas no final do perfilhamento e na diferenciação floral, ambas com 30 kg ha^{-1} de N tendo como fonte ureia (44% de N). A precipitação pluviométrica entre os meses de novembro de 2007 a março de 2008 foi de 2710 mm (novembro = 316 mm; dezembro = 518 mm; janeiro = 683 mm; fevereiro = 736 mm e março = 457 mm).

Em 22 de março de 2008, na área útil de cada parcela ($2,5 \times 3,0 \text{ m}$) foi determinada a produtividade e também foram escolhidas aleatoriamente dez plantas e realizadas as seguintes avaliações altura de planta: a distância compreendida desde o colo da

planta até a inserção da última folha; comprimento do entrenó e diâmetro de colmo: mediu-se o comprimento e diâmetro de colmo entre o segundo e terceiro nó; número de grãos e porcentagem de grãos cheios e chochos por panícula: realizada em dez panículas, retiradas aleatoriamente em cada parcela; o número de panículas e de perfilhos por metro: somente perfilhos com mais de duas folhas; produtividade: colheram-se os grãos de cinco linhas de dois metros de cada parcela, que foram secos corrigindo-se a umidade para 13%; massa de 100 grãos: foram pesadas oito amostras aleatórias de 100 grãos; porcentagem de renda e de inteiros da produção: foram avaliadas 100 g de grãos em casca em cinco amostras dentro de cada parcela, as amostras foram processadas através do sistema engenho de prova durante 1 minuto e em seguida os grãos brunidos foram pesados e o valor encontrado foi considerado como rendimento de benefício. Posteriormente os grãos brunidos foram colocados no classificador Trieur e a separação dos grãos foi processada por 30 segundos, os grãos foram pesados, obtendo-se o rendimento de grãos inteiros.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade, utilizando-se o programa SISVAR 4.3.

Um estimativa simples da viabilidade econômica do uso das fontes de fósforo foi realizada. Para isto fez-se uma comparação dos custos da adubação utilizada em kg ha^{-1} junto e a produtividade em cada tratamento, em sacas (60 kg) por hectare, considerando valor da saca conforme qualidade dos grãos obtidos em cada tratamento (% de grãos inteiros). Os valores de mercado dos fertilizantes e das sementes foram obtidos em um revenda tradicional da região no mês de abril de 2009, após a colheita do experimento e o preço pago ao produtor de arroz (saca de 60 kg) foi obtido na sede da Conab de Alta Floresta (MT) em maio de 2009.

Resultados e Discussão

Analisando os resultados apresentados na Tabela 1, verifica-se que não houve efeito significativo das

fontes de fósforo no comprimento do entrenó e de planta, número de perfilhos e número de diâmetro de colmo do arroz. Entretanto, foram verificadas panículas. foram efeitos da adubação corretiva para altura

Tabela 1. Valores médios de altura de planta (AP), comprimento do entrenó (CN), diâmetro de colmo (DC), número de perfilhos por metro (NPE) e número de panículas (NPA) da cultivar CIRAD-141 submetida fontes de fósforo na adubação corretiva. Alta Floresta-MT, 2013.

Fontes de P	AP	CN	DC	NPE	NPA
	--- (cm) ---	----- (mm) -----		----- (m) -----	
Controle	86,4 b	21,8 a	4,28 a	84,2 c	44,7 b
Fosfato de Arad	90,0 ab	22,4 a	4,20 a	94,7 bc	48,7 ab
Farinha de ossos	93,6 a	21,7 a	4,38 a	113,2 ab	50,9 ab
Super simples	88,7 ab	21,4 a	4,66 a	98,7 bc	54,3 ab
Super triplo	88,3 ab	19,5 a	4,51 a	126,0 a	62,0 a
Medias	89,4	21,3	4,40	103,4	52,1
D.M.S (5%)	6,512	3,875	0,687	26,531	16,1
CV (%)	3,23	8,04	6,92	11,38	13,73

Obs.: Valores seguidos pelas mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Tratamentos: Controle (C-70 kg ha⁻¹ de P₂O₅), Fosfato de Arad (FA-120 kg ha⁻¹ de P₂O₅), Farinha de Ossos (FO-120 kg ha⁻¹ de P₂O₅), Superfosfato Simples (SS-120 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e Superfosfato Triplo (ST-120 kg ha⁻¹ de P₂O₅).

Observa-se que o uso de farinha de ossos (FO) resultou na maior média de altura de planta, superior estatisticamente ao controle (em aplicação de P₂O₅ corretiva), mas não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos. A farinha de ossos apresenta além do fósforo: cálcio (36,7 Ca), nitrogênio (mínimo 1,5% de N) e matéria orgânica (mínimo 6%), segundo Souza e Lobato (2004), que podem ter influenciada no valor superior apresentado neste parâmetro. Conforme Fageria (1992), o desenvolvimento da altura da planta é influenciado pela quantidade de P disponível. Um dos sintomas de estresse de P inclui diminuição na altura da planta. Isto indica que o fósforo orgânico presente na farinha de ossos é liberado em quantidade suficiente para atender o crescimento da planta. Por outro lado, as fontes e a presença de P estudadas não apresentaram efeito significativo no comprimento dos entrenós e no diâmetro do colmo. Guimarães et al. (2002) afirmam que essa variação é dependente da posição, tipo de caule, condições ambientais e do genótipo escolhido. Quanto ao número de perfilhos por metro, as fontes superfosfato triplo (ST) e FO

apresentaram valores significativamente maiores que o controle.

Para Fageria (1992), o perfilhamento, a altura de planta e desenvolvimento do sistema radicular são influenciados diretamente pela disponibilidade de P à planta. Segundo Guimarães et al. (2002), o início do perfilhamento independe do ambiente, mas o seu desenvolvimento é muito influenciado por fatores como disponibilidade de nutrientes no solo, radiação solar e temperatura. O P juntamente com o N, é necessário para o perfilhamento sendo a exigência da planta maior nos estádios iniciais (Barbosa Filho, 1987).

Para o número de panículas, o único tratamento que resultou em valores médios superiores ao controle foi o ST, porém as fontes quando comparadas entre si, não demonstraram diferença significativa. Estes resultados corroboram Fageria et al. (2003), que observaram que o P influencia o arroz no aumentando o número de panículas, promovendo a maturação dos grãos, o crescimento do sistema radicular e a qualidade dos grãos. Assim, a quantidade de perfilhos e número de panículas estão correlacionados, e quanto maior o número de

perfilhos produtivos, maior a quantidade de panículas. As duas características tiveram suas médias influenciadas pelas fontes de fósforo. Para Fageria et al. (1982), os principais fatores que influenciam o número de panículas por unidade de área são: a densidade de semeadura, adubação e forma de cultivo.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da avaliação dos componentes do rendimento e a produtividade. Observa-se que o uso de fontes de fertilizante fosfato na adubação corretiva resultou efeitos significativos nas características: número de grãos por panícula (NGP), produtividade de grãos (PG), porcentagem de grãos cheios (PCE) e

porcentagem e grãos chochos (PCO), enquanto que para as características massa de 100 grãos (M100g), porcentagem de rendimento de grãos (RG) e porcentagem de grãos inteiros (GI) não foram influenciada pelas fontes de fósforo. A adubação corretiva com SS e ST resultou em maior número de grãos por panícula. Uma provável explicação para este fato pode estar relacionada ao fato do SS e ST serem fontes de P solúvel, e portanto resultaria em uma maior disponibilidade do P no solo comparado com o FA e a FO. Um fato a se destacar é a presença de S no superfosfatos simples, que pode ter influenciado como elemento acompanhante.

Tabela 2. Valores médios de número de grãos por panícula (NGP), massa de 100 grãos (M100g) e produtividade de grãos (PG), porcentagem de grãos cheios (PCE), porcentagem de grãos “chochos” (PCO), porcentagem do rendimento de grãos (RG) e porcentagem de grãos inteiros (GI), para a cultivar CIRAD-141 submetidas a fontes de fósforo na adubação corretiva. Alta Floresta-MT, 2013.

Fontes de P	NGP	M100g (g)	PG (kg ha ⁻¹)	PCE (%)	PCO	RG	GI
C	70,0 b	2,56 a	3088 c	82,5 ab	17,5 ab	60,9 a	52,5 a
FA	90,7 ab	2,76 a	3699 bc	87,5 a	12,5 b	61,1 a	55,7 a
FO	101,5 ab	2,82 a	4530 abc	77,7 b	22,2 a	67,4 a	60,9 a
SS	130,5 a	2,85 a	5245 ab	90,2 a	9,7 b	69,9 a	63,7 a
ST	118,0 a	2,87 a	5876 a	83,7 ab	16,2 ab	71,0 a	66,5 a
Médias	102,1	2,77	4487	84,3	15,6	66,0	59,9
D.M.S (5%)	43,546	0,413	1734,78	8,587	8,587	12,768	15,384
CV (%)	18,91	6,60	17,15	4,52	24,34	8,57	11,40

Obs.: Valores seguidos pelas mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Tratamentos: Controle (C), Fosfato de Arad (FA), Farinha de Ossos (FO), Superfosfato Simples (SS) e Superfosfato Triplo (ST).

Barbosa Filho et al. (2004) afirmam que, conforme haja aumento na disponibilidade de fósforo e cálcio e elevação da porcentagem de saturação por bases, ocorrerá o aumento do número de grãos cheios por panícula e redução da porcentagem de grãos chochos, o que pode ser observado principalmente para o uso de SS, o qual além de fornecer P, fornece Ca, assim como o ST, porém ainda fornece enxofre (S). Entretanto, nota-se que a massa de 100 grãos não foi influenciada pelas fontes de P. Segundo Grant et al. (2001), a falta de P

afeta mais severamente o número total de grãos produzidos do que o tamanho dos grãos.

A produtividade do arroz foi influenciada pelas fontes de fósforo usadas na adubação corretiva gradual (Tabela 2). O uso de fosfatos mais solúveis e prontamente disponíveis, como SS e ST resultou em maiores produtividades quando comparados à ausência da adubação corretiva parcial, porém os dois não diferiram da FO e o SS não diferiu do FA. Já os tratamentos com FA e FO não diferiram estatisticamente do tratamento controle, apesar de os valores serem superiores numericamente. Rossi et al.

(1999) em estudo em casa de vegetação observaram melhor eficiência dos fertilizantes solúveis, comparados aos fosfatos naturais.

Para fontes com menor solubilidade em água, como o FA e a FO, o ideal é aplicá-los a lanço, incorporando-os ao solo, principalmente em pH baixo, pois este acelera o processo de solubilização desses fosfatos (Sousa & Lobato, 2003). De acordo com Malavolta et al. (1955), há maior eficiência da farinha de ossos no fornecimento de P para o milho e o arroz, cultivado em vasos, quando comparado aos fosfatos naturais de baixa solubilidade em ácidos fracos. Segundo Guimarães et al. (2002) a produtividade de arroz pode ser melhorada, com o aumento do número de panículas por unidade de área, aumento do número de grãos por panícula ou aumento da porcentagem de grãos cheios, os quais têm efeito na produtividade. Malavolta et al. (1955), verificaram maior eficiência da FO no fornecimento de P para o milho e o arroz, cultivado em vasos, ao comparar com fosfatos naturais de baixa solubilidade em ácidos fracos, o mesmo não ocorreu no presente trabalho, sendo que FA e FO não diferiram em relação a produtividade. A disponibilização do P às plantas depende das características do fertilizante, do tipo de solo no qual este é aplicado e da sua capacidade de extração pela planta (Carvallaro, 2006).

Na cultura do arroz, o rendimento de grãos inteiros torna-se mais importante que a produtividade em si, pois na comercialização é exigido um rendimento mínimo de inteiros (renda).

A porcentagem média de grãos cheios dos tratamentos com SS e fosfato de Arad (FA) foram superiores a do tratamento com FO e não diferiram dos demais. Nota-se que a maior porcentagem de grãos chochos foi observada no tratamento com FO, seguida do controle e o ST e diferiu estatisticamente dos tratamentos com SS e FA. Novais et al. (2007) citam que o P melhora a qualidade dos frutos e sementes, sendo vital à formação da semente, portanto o estresse de P influencia na maturação dos grãos. Fageria (2001) relata que 77% do P absorvido pela planta de arroz são translocados para os grãos.

Guimarães (2002) afirma que a esterilidade da espiguetas que resulta em grãos chochos é afetada

tanto na fase reprodutiva como na maturação e são influenciados pelas condições climáticas, níveis de nutrientes, incidência de doenças e pragas, entre outros fatores. Segundo Malavolta et al. (1997) o Ca presente nos fertilizantes fosfatados confere à planta maior resistência das paredes celulares, participa de vários compostos estruturais e aumenta a tolerância a toxidez de alumínio, enquanto o S atua diretamente na fotossíntese, respiração e síntese de proteínas e gorduras, fatores estes que podem ter favorecido o enchimento dos grãos.

O rendimento de inteiros significa a quantidade de grãos inteiros obtida após beneficiamento industrial e é um dos parâmetros mais importantes para determinar o valor de comercialização do arroz (Oliveira et al., 1998). Nota-se na Tabela 2 que não houve efeito das fontes de P no rendimento dos grãos, ou seja, não houve influência na qualidade de aproveitamento industrial dos grãos assim como para a porcentagem de grãos inteiros. Ressalta-se que para a cultivar CIRAD-141, é exigido um mínimo de 55% de grãos inteiros, e que todos tratamentos resultaram em rendimento de inteiros acima de 60%, com destaque para o SS e ST que atingiram uma porcentagem de inteiros 63,75% e 66,50%, o que resultaria numa melhor remuneração para o produtor que utilizar estas fontes de fertilizante fosfatado na adubação corretiva gradual no arroz de terras altas.

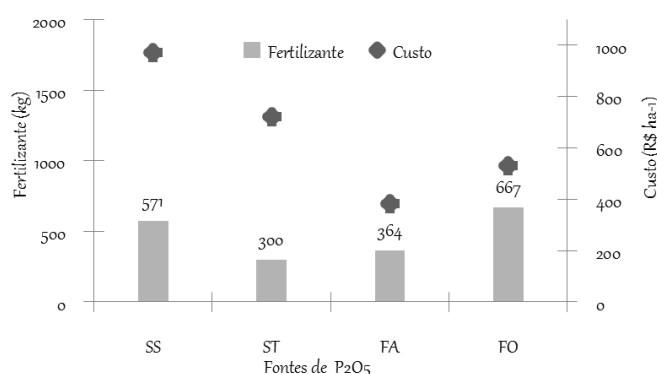
A viabilidade econômica em qualquer cultura é importante por garantir o sustento dos produtores e tornar atrativa a adoção de insumos e técnicas para o campo. A Tabela 3 demonstra os gastos com sementes, adubo nitrogenado e cloreto de potássio, os quais totalizaram R\$ 636,73 ha⁻¹, que foi considerado como custo de produção com fertilizantes.

Para o uso dos fertilizantes fosfatados foram necessários 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, deste modo, a Figura 1 mostra a quantidade das fontes de fosfato testadas e mostra de maneira comparativa os valores (comerciais locais no mês de Abril de 2009) gastos com os diferentes fertilizantes para a realização do presente trabalho.

Tabela 3. Valores gastos com sementes de arroz cultivar CIRAD 141, adubação nitrogenada e potássica

Produtos	Quantidade	Valor	Valor
	(kg ha ⁻¹)	(R\$ kg)	(R\$ ha ⁻¹)
Semente	60	1,70	102,00
Adubo Nitrogenado	177,7	1,50	266,55
Cloreto de Potássio	116,6	2,30	268,18
Total	-	-	636,73

Obs.: Valores comerciais na cidade de Alta Floresta/MT no mês de Abril, 2009.

**Figura 1.** Fertilizantes utilizados (kg ha⁻¹) e custo de fertilizantes fosfatados por hectare para aplicação de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no solo, baseado em valores comerciais da cidade de Alta Floresta/MT, no mês de abril de 2009.

O preço da saca, segundo a Conab de Alta Floresta em 15 de maio de 2009, era de R\$ 25,00 para grãos que atinjam acima de 55% de grãos

inteiros e de R\$ 21,00 para grãos que estejam abaixo de 55% de grãos inteiros. O tratamento controle por não ter atingido 55% de grãos inteiros teve seu preço de comercialização reduzido quando comparado aos outros tratamentos.

Observa-se que a escolha da fonte de P corresponde diretamente à viabilidade econômica da cultura. O tratamento com superfosfato triplo que apresentou o segundo maior custo, menor que o SS, devido ao preço fertilizante fosfatado, foi também o que apresentou a maior produtividade e o maior retorno líquido no primeiro ano, comparado ao controle, pois apresentou um retorno de R\$ 647,00 por hectare a mais (Tabela 4), além do evidente efeito residual do P no solo nos próximos anos. Destaca-se que a adubação com ST resultou em uma produtividade de 10 sacas (60 kg) a mais do que SS, o segundo tratamento mais produtivo, fato que contribui para a maior lucratividade do produtor. O SS que apresentou o maior custo de produção devido ao fertilizante fosfatado, não se traduziu em maior produtividade e nem em maior retorno econômico no primeiro ano, sendo apenas o terceiro. A farinha de ossos apresenta retorno intermediário no primeiro ano cultivado, todavia estudos regionais já mostraram que esta fonte apresenta excelente efeito residual quando usada na fertilização fosfatada corretiva para longo prazo (Caione et al., 2011).

Tabela 4. Produtividade em sacas (60 kg), valor de mercado obtido por saca (em reais), total bruto obtido a partir do número de sacas multiplicado pelo valor da saca, gastos com sementes e fertilizantes, total líquido obtido através da subtração do total bruto menos gastos, para a cultivar CIRAD-141 submetidas a fontes de fósforo

Fontes de P	Produtividade	Saca	Total bruto da	Custo de	Total
	(sacas ha ⁻¹)		produção	produção	líquido
			(R\$ ha ⁻¹)		
Controle	51,47	21,00	1080,87	636,73	444,14
Fosfato de Arad	61,65	25,00	1541,25	1018,51	522,74
Farinha de Ossos	75,49	25,00	1887,25	1170,01	717,24
Superfosfato Simples	87,42	25,00	2185,50	1608,11	577,39
Superfosfato Triplo	97,93	25,00	2448,25	1356,73	1091,52

Fica ainda evidente que investir em adubação fosfatada já no primeiro ano é um bom negócio, pois no tratamento controle, apesar do menor custo de produção, apresenta porcentagem de grãos inteiros inferior ao padrão exigido pelo mercado (55%) o que acarreta em menor retorno econômico para o produtor, além do efeito residual que o adubo fosfatado propiciará ao solo.

Conclusões

A adubação fosfatada corretiva gradual no sulco de plantio resulta em maiores produtividade e melhor qualidade dos grãos do arroz de terras em relação a sua omissão;

O uso de superfosfato triplo promove aumentos no número de perfilhos e panículas na cultura do arroz de terras altas;

A adubação corretiva com superfosfato triplo proporciona maior produtividade e maior lucratividade sendo mais viável economicamente.

Referências

- BARBOSA FILHO, M.P. **Nutrição e adubação do arroz: sequeiro e irrigado**. Piracicaba: Associação brasileira para pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 120p.
- BARBOSA FILHO, M.P.; Zimmermann, F.J.P.; Silva, O.F.S. Influência da escória silicatada na acidez do solo e na produtividade de grãos do arroz de terras altas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.2, p.323-331, 2004.
- CAIONE, G., LANGE, A., BENETT, C.G.S.; FERNANDES, F.M. Fontes de fósforo para adubação de cana-de-açúcar forrageira no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.1, p. 66-73, 2011.
- CAVALLARO, M.L.J. **Fertilizantes orgânicos e minerais como fontes de N e de P para produção de rúcula e tomate**. IAC: Campinas, 2006. 39f. Dissertação de mestrado.
- Companhia nacional de abastecimento - CONAB. Disponível em:
<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/ArrozSerieHist.xls>. Acesso: 15 Nov. 2008.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Centro nacional de pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI, 2006. 306p.
- FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P.; GARBER, M.J. Nível ótimo de nutrientes e densidade de plantio de arroz para experimentos em casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.9, p.1279 - 1284, 1982.
- FAGERIA, N.K. Nutrient use efficiency in crop production. In: **Maximizing crop yields**. New York: Marcel Dekker, 1992. p.125 - 163.
- FAGERIA, N. K. Manejo da calagem e adubação do arroz. In: BRESEGHELO, F.; STONE, L. F. (eds). **Tecnologia para o arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. p.67-78.
- FAGERIA, N.K. Resposta de arroz de terras altas, feijão, milho e soja à saturação por base em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.5, p.416 - 424, 2001.
- FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P.; STONE, L.F.; GUIMARÃES, C.M. **Nutrição de fósforo na produção de arroz de terras altas**. (Ed). In: Yamada, T.; Stipp, S.R. Simpósio sobre fósforo na agricultura brasileira. Piracicaba: Potafos, 2003. p.401 -418.
- FURTINI NETO, A.E.; VALE, F.R.; RESENDE, A.V.; GUIMARÃES, L.R.G.; GUEDES, G.A.A. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA, 2001. 252p.
- GOEDERT, W.J.; LOBATO, E. Avaliação agronômica de fosfatos em solos de cerrado. **R. Bras. Ci. Solo** 8:97-102, 1984.
- GRANT, C.A.; PLATEN, D.N.; TOMAZIEWICZ, D.J.; SHEPPARD, S.C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.95, 2001.
- GUIMARÃES, C.M.; FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P. Como a planta de arroz se desenvolve. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.99, 2002.
- Instituto da Patassa & Fosfato. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2.ed. Piracicaba: Associação brasileira para pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1998. 117 p.
- MALAVOLTA, E.; COURRY, T.; ARZOLLA, J.P.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. Aproveitamento de alguns adubos fosfatados pelo milho (*Zea mays*) e pelo arroz (*Oryza sativa*) em terra roxa misturada. **Revista de agricultura**, Piracicaba, v.30, p.185 - 197, 1955.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- NAKAYAMA, L. H. I.; CACERES, N. T.; ALCARDE, J. C.; MALAVOLTA, E. Eficiência relativa de fontes de fósforo de diferentes solubilidade na cultura do arroz. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 55 n. 2, 1998.
- NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.V.H.; BARROS, N. F. DE; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do Solo**. Sociedade brasileira de ciência do solo. Viçosa, 2007. p.91-132.

- OLIVEIRA, G.C.; ARF, O.; SÁ, M.E.; RODRIGUES, R.A.F.
Efeito de espaçamentos e densidades de semeadura sobre o desenvolvimento de cultivares de arroz de sequeiro irrigado por aspersão. II Componentes do rendimento de engenho. In: Reunião nacional de pesquisa de arroz. **Anais**. Goiânia: EMBRAPA, CNPAF, 1998. p. 49-52.
- ROSSI, C.; ANJOS, A.R.M.; CAMARGO, M.S.; WEBER, O.L.S.; IMHOFF, S. MALAVOLTA, E. Efeito residual de fertilizantes fosfatados para o arroz: avaliação do fósforo na planta e no solo por diferentes extratores. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, p.39-46, 1999.
- SANTOS, D.R.; GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v.38, n.2, mar-abr, 2008.
- SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E.; REIN, T.A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Ed). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2004. p.147-168.
- SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E., Calagem e adubação para culturas anuais e semiperenes. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Ed). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2004. p.283-316.