

MÉTODOS DE APLICAÇÃO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA EM ARROZ IRRIGADO

Autores: Ériko dos Santos Silveira¹; Matheus Marchezan Bauer²; Murilo Costa de Oliveira³;
Thauhana Cássia Gasparotto Kuhn⁴; Mariano Peter⁵

Palavras-chave: linha, lanço, distribuição, operacionalidade, eficiência

Introdução

O arroz (*Oryza sativa* L.) é o segundo cereal mais cultivado no mundo e o Rio Grande do Sul é responsável por aproximadamente 70% da produção brasileira deste grão. Na safra 2024/25, a produtividade do estado foi de 8.558 kg ha⁻¹, conforme dados divulgados pela Secretaria da Agricultura (2025).

A produtividade da cultura do arroz depende tanto do seu potencial genético, quanto de fatores ambientais, como a disponibilidade de água e a incidência de radiação solar (FIDELIS *et al.*, 2012), além da presença de nutrientes essenciais no solo. Entre os macronutrientes, o fósforo (P) é frequentemente identificado como um dos principais limitantes ao rendimento das culturas, devido à sua baixa mobilidade e forte retenção no solo (FIDELIS *et al.*, 2012).

De forma geral, as plantas necessitam de suprimento contínuo de P para completar seu ciclo de desenvolvimento, sendo esse nutriente essencial, especialmente para o arroz, cuja deficiência pode comprometer o desenvolvimento radicular, a altura da planta, o perfilhamento e, consequentemente, a produtividade de grãos (FAGERIA, 1982). A limitação na disponibilidade de P no início do estádio vegetativo pode restringir o crescimento da planta, afetando negativamente seu desempenho produtivo em estádios mais avançados (TANGUILIG *et al.*, 1987). Quando o solo é incapaz de suprir adequadamente a demanda nutricional da cultura, a adubação torna-se uma prática indispensável. No caso do P, além de fornecer a quantidade necessária do nutriente, a adubação deve considerar a forma de aplicação, de modo a otimizar sua disponibilidade para as plantas e favorecer sua localização em relação ao sistema radicular, garantindo maior eficiência de absorção (ANGHINONI; BARBER, 1980).

A adubação fosfatada pode ser realizada por meio da distribuição a lanço ou em linha de semeadura. A distribuição a lanço costuma ser utilizada quando se busca agilidade nas operações de cultivo (VALADÃO *et al.*, 2020) em doses superiores a 100 kg ha⁻¹ ou solos com bons índices de P (SOUZA; LOBATO, 2004). Esse método de aplicação distribui o nutriente na área como um todo, tendo maior interação com as partículas sólidas do solo, como óxidos de ferro (Fe) e alumínio (Al), de forma que parte do que é aplicado fica retido e indisponível para as plantas (SANTOS; GATIBONI; KAMINSKI, 2008). Já a adubação em linha de semeadura aproveita a operação de semeadura e disponibiliza o nutriente no sulco em que está a semente. Desta forma, o P fica disponível próximo às raízes das plantas (FREILING; TUCHER; SCHMIDHALTER, 2022), aumentando a eficiência do uso do nutriente e beneficiando o arranque inicial da lavoura.

Ao ser realizada juntamente com o plantio, elimina-se a necessidade de uma operação separada de distribuição a lanço, o que reduz o consumo de combustível, o desgaste de máquinas e, principalmente, o tempo dedicado à implantação da lavoura. Portanto, integrar a adubação fosfatada à linha de plantio representa uma estratégia que alia eficiência agronômica e racionalização operacional (SANTOS, 2025).

1 Graduando em agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS, eriko.silveira2001@gmail.com

2 Engenheiro agrônomo, Porteira Adentro Consultoria Agrícola, matheusbauer@porteiraadentro.com

3 Engenheiro agrônomo, Porteira Adentro Consultoria Agrícola, murilo@porteiraadentro.com

4 Graduanda em agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, thauhanakuhn@gmail.com

5 Engenheiro agrônomo, Porteira Adentro Consultoria Agrícola, marianopeter@porteiraadentro.com

A partir disso, o objetivo deste trabalho foi testar diferentes métodos de aplicação da adubação fosfatada, comparando eficiência da aplicação em linha e a lanço, com diferentes doses de P e o impacto sobre a produtividade de grãos do arroz irrigado.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na safra 2024/25 em duas estações experimentais de arroz irrigado do Grupo Porteira Adentro (G.P.A.), nos municípios de Mostardas/RS (13% de argila e 27,9 mg/dm³ de P) e Pelotas/RS (20,6% de argila e 20,3 mg/dm³ de P). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com parcelas distribuídas em um arranjo trifatorial 2x5x2 (2 métodos de distribuição x 5 doses de P₂O₅ x 2 locais de avaliação). Nos dois locais foram alocadas as parcelas com os dois métodos de distribuição (na linha e à lanço) variando em função da dose de P₂O₅ (0, 46, 69, 92 e 115 kg ha⁻¹). Cada parcela contou com quatro repetições. A cultivar utilizada foi a IRGA 424 RI.

As unidades experimentais foram compostas por nove linhas de semeadura, espaçadas 0,17 m com 10 m de comprimento, totalizando 15,3 m² de área. As semeaduras foram realizadas por uma semeadora de parcelas em linha modelo Semina 3, na primeira quinzena de outubro de 2024.

Para a adubação de cobertura foram aplicados 171 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), utilizando como fonte a ureia (45% de N), distribuído à lanço e em três momentos: 3/5 no estádio V3-V4, 1/5 no perfilhamento pleno e 1/5 no estádio R0, de acordo com a escala de Counce *et al.* (2000). A inundação do solo ocorreu após a primeira aplicação de ureia em cobertura. As demais práticas agrícolas foram realizadas de acordo com o que consta no Manual de Recomendações Técnicas da Pesquisa para a Cultura do Arroz Irrigado no Sul do Brasil (SOSBAI, 2022).

Para a produtividade de grãos foram colhidas, com auxílio de uma colhedora de parcelas, as seis linhas centrais de cada unidade experimental para a obtenção dos dados de produtividade, totalizando 10,2 m² de área amostrada. A colheita foi realizada quando os grãos se encontravam entre 16 e 20% de umidade. Após colhidos, os grãos foram secos e limpos até atingirem 13% de umidade.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F. Quando significativos, realizou-se a comparação de média dos tratamentos a partir do Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade apenas para os fatores qualitativos. As análises de regressão para dose não são apresentadas em função do espaço. As análises foram realizadas no programa estatístico Sisvar.

Resultados e Discussão

Dentre os locais estudados, o experimento de Mostardas demonstrou maior resposta em produtividade de grãos quando comparado ao experimento de Pelotas (Tabela 1). É possível inferir que se deve às diferentes concentrações de P no solo das duas estações experimentais. Isso ocorreu pois em Pelotas o solo é considerado como de teor médio, enquanto para Mostardas o teor de P enquadra-se como baixo, de acordo com o Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2016). Essa diferença pode explicar a variação da resposta ao uso do elemento P em relação ao incremento produtivo, corroborando com Rakkar e Labarge (2024), que afirmam que a capacidade de resposta produtiva das culturas à adubação fosfatada está diretamente relacionada à concentração inicial de P no solo, manifestando-se superior em ambientes com baixos teores e podendo ser insignificante em solos com elevada disponibilidade do nutriente.

Tabela 1 – Produtividade de grãos do arroz (kg ha^{-1}) das cinco doses de P (0, 46, 69, 96 e 115 kg ha^{-1} de P_2O_5) nos dois locais estudados (Pelotas e Mostardas), independente de método de distribuição.

	Pelotas	Mostardas
0	10.035 B	12.050 A
46	10.795 B	12.925 A
69	11.095 B	14.325 A
96	10.670 B	14.615 A
115	11.025 B	13.800 A
Média	10.725 B	13.545 A
CV (%)	4,63%	

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na comparação entre colunas e maiúsculas na comparação entre linhas, não diferem, entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Ns= Não significativo.

Já para os métodos de distribuição do adubo comparados aos locais de avaliação encontrou-se superioridade média de 15,8 sacos ha^{-1} nos tratamentos que utilizaram a distribuição do P na linha, no momento da semeadura (Tabela 2). Para Mostardas essa diferença interagiu significativamente, enquanto Pelotas, mesmo com certa diferenciação em números absolutos, não ocorreu interação significativa. Percebe-se claramente a maior resposta do ambiente de Mostardas, visto que foi mais responsável tanto em produtividade, quanto ao método de adubação empregado. Resultados como esse concordam com os encontrados por Sanusan *et al.*, (2009) no arroz de sequeiro, Barbosa *et al.*, (2015) na cultura da soja e Alam *et al.*, (2018) no milho. Além disso, as concentrações foram distribuídas de melhor forma nos perfis do solo em profundidade quando comparados à adubação fosfatada realizada a lanço, que limitou-se apenas à camada subsuperficial do solo. Com o aumento da dose a lanço há a redução do P próximo às raízes, e uma maior interação do nutriente presente no adubo com as partículas sólidas do solo, tornando-se indisponível para as plantas (VALADÃO *et al.*, 2020), o que pode justificar a menor produtividade quando se fez uso desse sistema de aplicação.

Tabela 2 – Produtividade de grãos do arroz (kg ha^{-1}) dos dois métodos de aplicação da adubação fosfatada (em linha ou a lanço) nos dois locais observados (Pelotas e Mostardas), independente da dose de fósforo.

	Pelotas	Mostardas
Linha	10.890 ns	14.170 a
Lanço	10.555	12.920 b
Média	10.725 B	13.545 A
CV (%)	4,63%	
Diferença Linha x Lanço	335	1.250

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na comparação entre colunas e maiúsculas na comparação entre linhas, não diferem, entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Ns= Não significativo.

Conclusões

Além dos benefícios indiretos, há maior eficiência da adubação fosfatada realizada em linha de semeadura em solos com baixo teor de fósforo, independente da dose utilizada. À medida que o solo apresenta incremento nos teores do elemento, as diferenças tornam-se menores, em relação a produtividade de grãos.

Agradecimentos

Agradecemos à empresa Porteira Adentro Consultoria Agropecuária pela oportunidade de desenvolver este estudo e aos clientes parceiros que disponibilizam suas áreas para pesquisa.

Referências

- ALAM, M.K. et al. **Banding of fertilizer improves phosphorus acquisition and yield of zero tillage maize by concentrating phosphorus in surface soil**. *Sustainability*, Basel, n. 9, v. 10, p. 1-24, 2018.
- ANGHINONI, I. e BARBER, S.A. **Phosphorus application rate and distribution in the soil and phosphorus uptake by corn**. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 44:1041-1044, 1980.
- BARBOSA, N.C. et al. **Vertical distribution of phosphorus in soil in function of modes of application**. *Biosci. J.*, Uberlândia, 2015. n.1, v.31, p.87-95.
- OUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. **A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development**. *Crop Science*, 2000. v.40, p. 436-443.
- CQFS RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo-Núcleo Regional Sul, 2016. 376p.
- FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P. **Avaliação de cultivares de arroz em função de sua tolerância ao baixo nível de fósforo disponível do solo**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. v.6, n.2, p.146-151, 1982.
- FIDELIS, R. R. et al. **Avaliação de genótipos de arroz irrigado de várzea sob diferentes adubações com fósforo**. *Revista Agrarian*. Dourados, v.5, n.18, p.319-324, 2012.
- FREILING, M.; TUCHER, S.V.; SCHMIDHALTER, U. **Factors influencing phosphorus placement and effects on yield and yield parameters: A meta-analysis**. *Soil & Tillage Research*, v. 216, 2022.
- RAKKAR, M.; LABARGE, G. **Soil Phosphorus and Crop Response to Phosphorus Fertilizer in Ohio**. Ohioline – Ohio State University Extension, Columbus, 2024. Disponível em: <https://ohioline.osu.edu/factsheet/anr-0146>. Acesso em: 12 jun. 2025.
- SANTOS, M. D. **Adubação de sistema: Uma estratégia interessante para o sistema plantio direto**. Disponível em: <https://maissoja.com.br/adubacao-de-sistema-uma-estrategia-interessante-para-o-sistema-plantio-direto>. Acesso em: 17 jun. 2025.
- SANTOS, R. D.; GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J. **Fatores que afetam a disponibilidade de fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob plantio direto**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n 2, p.576-586, 2008.
- SANUSAN, S. et al. **Rates and timing of phosphorus fertilizer on growth and yield of direct-seeded rice in rain-fed conditions**. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science*, v. 59, p. 491–499, 2009.
- SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA, PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E IRRIGAÇÃO. **Área plantada de arroz na Safra 2024/2025 deve ter crescimento de 5,3%**. Disponível em: <<https://www.agricultura.rs.gov.br/area-plantada-de-arroz-na-safra-2024-2025-deve-ter-crescimento-de-5-3>>. Acesso em: 11 jun. 2025.
- SOSBAI - SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Cachoeirinha, RS, 2022. p. 198.
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2^a ed. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.
- TANGUILIG, V.C. et al. **Water stress effects on leaf elongation, leaf water potential, transpiration, and nutrient uptake of rice, maize, and soybean**. *Plant and Soil*, v.103, n.2, p.155-168, 1987.
- VALADÃO, F. C. de A. et al. **Fontes e formas de aplicação da adubação fosfatada na cultura do girassol**. Nativa, Sinop, v. 8, n. 5, p. 650-657, set./out. 2020.