

Produtividade do trigo submetido a diferentes fontes de fósforo

Wheat yield subjected to different phosphorus sources

LAYSA CRISTINA DE MELO SILVA

Discente de Agronomia (UNIPAM)

E-mail: lcmelos322@unipam.edu.br

MAURICIO ANTÔNIO DE OLIVEIRA COELHO

Professor orientador (UNIPAM)

E-mail: mauricioac@unipam.edu.br

Resumo: O trigo é um cereal que tem grande importância, sendo matéria-prima para diversos produtos. Um grande limitante na produtividade são as perdas de fósforo para o solo, demandando novas tecnologias para diminuir essa perda, como polímeros nos fertilizantes convencionais e organominerais. O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes fontes de fósforo na cultura do trigo. O experimento foi conduzido na casa de vegetação do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), no município de Patos de Minas, no estado de Minas Gerais. Foram utilizadas sementes da cultivar MGS-BRILHANTE. Os tratamentos foram definidos com quatro fontes de fertilizantes fosfatados, sendo eles MAP Convencional, MAP + Polímero, Policote e Organomineral 04-20-05, mais um tratamento adicional sem a aplicação de fertilizantes. Cada tratamento continha quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Foram avaliados altura de planta, massa seca de parte aérea e da raiz, eficiência agrônômica de fósforo foliar e índice SPAD. Foi submetido ao teste de Tukey para as médias. Obteve-se resultado satisfatório para as fontes em relação ao controle, o que colaborou para maior altura, massa seca aérea e da raiz; quando há adição do fertilizante, a cultura é responsiva a adubação. Portanto, concluiu-se que, em solos com níveis baixos de fósforo como o utilizado nesse experimento, há resultados satisfatórios quando se adiciona fósforo independentemente da fonte utilizada.

Palavras-chave: adubação; fertilizantes; eficiência.

Abstract: Wheat is a cereal crop of great importance, serving as raw material for various products. A major limiting factor in productivity is phosphorus losses to the soil, demanding new technologies to reduce this loss, such as polymers in conventional fertilizers and organominerals. The objective of this study was to evaluate different phosphorus sources in wheat cultivation. The experiment was conducted in the greenhouse of the University Center of Patos de Minas (UNIPAM), in the city of Patos de Minas, in the state of Minas Gerais. Seeds of the cultivar MGS-BRILHANTE were used. The treatments consisted of four sources of phosphate fertilizers: Conventional MAP, MAP + Polymer, Policote, and Organomineral 04-20-05, plus an additional treatment without fertilizer application. Each treatment had four replicates, totaling 20 experimental units. Plant height, shoot and root dry mass, phosphorus agronomic efficiency, and SPAD index were evaluated. The Tukey test was applied to the means. Satisfactory results were obtained for the sources compared to the control, which contributed to greater plant height, shoot and root dry mass; when fertilizer is added, the crop responds to fertilization. Therefore, it was

concluded that in soils with low phosphorus levels like those used in this experiment, satisfactory results are obtained when phosphorus is added regardless of the source used.

Key-words: fertilizing; fertilizers; efficiency.

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum sativum*, L.) é um cereal com importância relevante na alimentação da humanidade. É cultivado em todo o mundo, em diversos climas e geografias (Kolcheski, 2019). Sua relevância para a agricultura global está relacionada à sua inserção com várias cadeias produtivas, sendo matéria-prima no setor não só de alimentos, mas também de alimentação animal (De Mori; Ignaczak, 2011).

Segundo dados da CONAB (2022), a produção anual de trigo no Brasil na safra 2021/22 foi de 9.365,9 milhões de toneladas, mas ainda não é suficiente para atender as necessidades do país, que estão em média de 12.277,8 milhões de toneladas por ano, importando 6.300,0 milhões de toneladas (Mercado..., 2022). A safra atual, embora tenha sofrido condições climáticas adversas em algumas áreas produtoras, principalmente nos estados da Região Sul, é a maior já produzida.

Um dos fatores que limitam o aumento da produtividade do trigo no Brasil é a baixa eficiência dos fertilizantes fosfatados, levando a uma má nutrição da cultura (Silva *et al.*, 2012). O fósforo (P) é o nutriente que mais limita as culturas agrícolas, principalmente em ambientes de solo com alto intemperismo, que apresentam baixo teor de P disponível e uma alta acidez (Araújo, 2011).

Conforme Sousa e Lobato (2004), as concentrações de P nos solos brasileiros são muito baixos, sobretudo no cerrado. Isso acarreta uma alta capacidade de retenção do P na fase sólida do solo, formando compostos menos solúveis, sendo a principal restrição da produtividade, necessitando da aplicação de altas doses de fertilizantes fosfatados. O Brasil já é um importante importador de fertilizantes, principalmente pela escassez de matérias-primas minerais que formam a base da cadeia produtiva do setor (Dias; Lajolo, 2010).

Nos últimos anos, vem ocorrendo imenso crescimento em tecnologias que objetivam aumentar a eficiência da adubação fosfatada e a utilização de fertilizantes com liberação gradual ou controlada de nutrientes. A principal opção para diminuir os processos de perdas pelos colóides do solo é o uso de fertilizantes fosfatados revestidos por polímeros (Figueiredo *et al.*, 2012). Esses fertilizantes podem propiciar tanto o aumento da eficiência da adubação fosfatada quanto a redução dos custos de produção (Valderrama *et al.*, 2009). Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar diferentes fontes de fertilizantes na cultura do trigo.

2 METODOLOGIA

2.1 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO

O experimento foi instalado na casa de vegetação do UNIPAM, em Patos de Minas (MG), em novembro de 2023. O local apresenta as seguintes coordenadas

geográficas: 18°34' S (latitude Sul), 46°31' W (longitude Oeste) e 815 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen, apresenta clima tropical de altitude (Cwa), com precipitação média anual em torno de 1400 mm (Souza *et al.*, 2005), sendo a temperatura média anual igual a 21,1° C; a máxima anual, 27,8° C; e a mínima anual, 16,3° C, conforme dados da Estação Meteorológica de Sertãozinho (EPAMIG) no município de Patos de Minas (MG).

O delineamento utilizado foi em DBC (Delineamento de blocos ao acaso) com cinco tratamentos: quatro fontes de fertilizantes fosfatados (MAP Convencional, MAP + Polímero, Policote e Organomineral (04-20-05)), além do controle. As doses dos tratamentos foram recomendadas de acordo com a análise de solo mais o tratamento, totalizando 20 unidades experimentais. As fontes e doses utilizadas estão representadas na Tabela 1.

Tabela 1: Tratamentos utilizados no experimento “Produtividade do trigo submetido a diferentes fontes de fósforo”. Centro Universitário de Patos de Minas, UNIPAM. Patos de Minas, 2024.

Tratamento	Fonte	Dose (kg.ha ⁻¹)
T1	Controle	0
T2	MAP convencional	100
T3	MAP + Polímero	100
T4	Policote	100
T5	Organomineral 04-20-05	100

Fonte: dados da pesquisa, 2023.

A dose dos fertilizantes foi recomendada de acordo com a análise do solo utilizado, que está representada na Tabela 2.

Tabela 2. Análise química do solo da área coletada para implantação e condução do experimento “Produtividade do trigo submetido a diferentes fontes de fósforo”. Safra 2023/24. Centro Universitário de Patos de Minas, UNIPAM. Patos de Minas, 2024.

M.O	pH	P- Meh	P- Rem	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	CTC _T	V%
dag Kg ⁻¹	H ₂ O	mg dm ⁻³					cmolc dm ⁻³			%
1,07	4,72	0,47	1,59	0	0	0	0	4,60	7,77	40,83

Fonte: dados da pesquisa, 2023.

Para a adubação fosfatada, foram utilizados apenas os tratamentos utilizados e para adubação potássica na semeadura foram aplicados 50 kg ha⁻¹ de K₂O sob forma do fertilizante cloreto de potássio. Na adubação de cobertura foram utilizados 70 kg ha⁻¹ de K sob forma de cloreto de potássio e 70 kg ha⁻¹ de N sob forma de ureia, que foram aplicados no estágio V4.

Para as avaliações das partes vegetativas, foram coletadas todas as plantas por vaso do experimento, no estágio fenológico V8. Posteriormente, foram feitas as análises de altura de planta, massa seca e índice SPAD. Em relação aos equipamentos, foi utilizada uma fita métrica para a análise de altura, medindo desde a base do perfilho até o pedúnculo. O teor de clorofila foi medido por meio de um clorofilômetro do modelo SPAD-502.

Para a avaliação de massa seca, foram utilizadas as mesmas plantas para a análise das partes vegetativas, caule e folha, e inseridas em sacos de papéis para a secagem na estufa de ventilação controlada a 64° C até atingir massa constante. Após a secagem, as plantas foram pesadas em balança de precisão para obter os resultados da matéria seca de folha e caule. Para a determinação de massa seca de raízes, foi feito o mesmo processo das partes vegetativas.

Também foi feita a análise de fósforo foliar pelo método de Digestão Seca. O cálculo de índice de eficiência agrônômica de fósforo utilizado foi feito por meio da seguinte fórmula:

$$EAR (\%) = \frac{Y_{Fertilizante\ i} - Y_{Controle}}{Y_{Fertilizante\ padrão} - Y_{Controle}} \times 100$$

Em que:

EAR (%) = eficiência agrônômica relativa;

$Y_{Fertilizante\ i}$ = resposta obtida com a aplicação de um fertilizante **i** testado;

$Y_{Fertilizante\ padrão}$ = resposta obtida com a aplicação do fertilizante padrão;

$Y_{Controle}$ = resposta obtida sem a aplicação de P.

Os resultados foram submetidos ao Teste F da análise de variância (ANOVA), e posteriormente aplicado o teste de Tukey a 0,05 utilizando o software estatístico SISVAR® (Ferreira, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 3, pode-se observar que houve diferença estatística dos fertilizantes em relação ao tratamento controle nas variáveis analisadas. Isso pode ser explicado devido ao fósforo do solo estar em níveis baixos, sendo caracterizado também pelos parâmetros dos nutrientes como um solo muito pobre.

Tabela 3 — Resultados estatísticos no experimento: “Produtividade do trigo submetido a diferentes fontes de fósforo”. Centro Universitário de Patos de Minas, UNIPAM. Patos de Minas, 2024.

Tratamentos	CPA (cm)	EAP Foliar (%)	MSPA (g)	MSR (g)	SPAD
Controle	10,02a	3,32a	1,54a	1,50a	29,32a
MAP convencional	20,62b	18,48b	4,24b	3,54b	32,60ab
MAP + Polímero	22,00b	15,04b	4,00b	3,03b	33,60ab

Policote	21,95b	16,59b	4,18b	2,94b	32,85ab
Organomineral 04-20-05	19,75b	18,17b	4,07b	3,02b	38,15b

*Letras iguais não se diferenciam estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

*Legenda: CPA: comprimento de parte aérea; EAP Foliar: eficiência agrônômica do fósforo foliar; MSPA: massa seca de parte aérea; MSR: massa seca de raiz.

Fonte: dados da pesquisa, 2023.

Oliveira *et al.* (2012) também observaram, trabalhando com diferentes fontes de P e avaliando a produtividade do capim Piatã e Mombaça, que os tratamentos estudados, aos 15 dias após emergência (DAE), não alteraram a densidade dos perfilhos, mas se verificou diferença significativa aos 30 DAE, sendo os tratamentos com SS e farinha de ossos os que apresentaram melhores resultados. Em relação ao número de perfilhos avaliados aos 60 DAE, observou-se que houve significância entre os tratamentos, sendo que as parcelas com P apresentaram resultados superiores aos do controle.

Lima *et al.* (2007) não constataram, avaliando diferentes fontes e doses de P no estabelecimento do capim Marandu, diferenças significativas entre as fontes aos 30 dias após o plantio (DAP). Não observaram também diferenças entre os tratamentos com fosfatagem em relação ao controle não influenciando a densidade do perfilhamento do capim Marandu; aos 60 DAP já observaram respostas em perfilhamento, para as diferentes fontes de P.

Segundo Ourives *et al.* (2010), quando se adiciona uma fonte solúvel de P em solos intemperizados, mais de 90% do total aplicado são adsorvidos na primeira hora de contato com o solo. Schlindwein e Giannello (2005) também encontraram resposta quadrática quanto ao rendimento de grãos de soja à aplicação de doses de fósforo, em solos de cerrado. Respostas a doses muito altas de fósforo são comuns em solos com baixos teores de fósforo disponível. Esses valores podem ser explicados pelo fato de a resposta da cultura ao uso de fertilizantes depender do estado de fertilidade do solo. Logicamente, solos de baixa fertilidade apresentam alta probabilidade de resposta ao uso de nutrientes.

4 CONCLUSÃO

Concluiu-se que, em solos com níveis baixos de fósforo como o utilizado nesse experimento, há resultados satisfatórios quando se adiciona fósforo independentemente da fonte utilizada.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, F. F. Disponibilização de fósforo, correção do solo, teores foliares e rendimento de milho após a incorporação de fosfatos e lodo de curtume natural e compostado. *Acta Scientiarum*, 33:355-360, 2011.

DE MORI, C.; IGNACSAK, J. C. **Aspectos econômicos do complexo agroindustrial do trigo**. In: PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. da (ed.). Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011.

DIAS, E. G.; LAJOLO, R. D. **O meio ambiente na produção de fertilizantes fosfatados no Brasil**. CETEM/MCT. 2010.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FIGUEIREDO C. C. *et al.* Adubo fosfatado revestido com polímero e calagem na produção e parâmetros morfológicos de milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, p. 446-452, 2012.

KOLCHESKI, J. *et al.* Análise financeira da cultura de trigo na safra 2017/2018 em propriedade familiar no nordeste do RS. In: **IX SIEPEX-IX Salão Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão**, 2019.

LIMA, S. de O.; FIDELIS, R. R.; COSTA, S. J. Avaliação de fontes e doses de fósforo no estabelecimento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no sul do Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, p. 100-105, 2007.

MERCADO impulsiona produção de trigo que atinge novo recorde com mais de 9 milhões de toneladas. **CONAB** - Companhia Nacional de Abastecimento. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4850-mercado-impulsiona-producao-de-trigo-que-atinge-novo-recorde-com-mais-de-9-milhoes-de-toneladas>.

OLIVEIRA, S. B.; CAIONE, G.; CAMARGO, M. F. NATALI, A.; OLIVEIRA, B.; SANTANA, L. Fontes de fósforo no estabelecimento e produtividade de forrageiras na região de Alta Floresta – MT. **Global Science and Technology**, v.5, p.1-10, 2012.

OURIVES, O. E. A.; SOUZA, G. M.; TIRITAN, C. S.; SANTOS, D. H. Fertilizante orgânico como fonte de fósforo no cultivo inicial de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, p. 126-132, 2010.

SILVA, A. A. *et al.* Influência da aplicação de diferentes fontes de MAP revestido com polímeros de liberação gradual na cultura do milho. **Bioscience Journal**, 28:240-250, 2012.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região do cerrado. In: Yamada T.; Abdalla S. R. S. (eds.). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafos. p.157-200, 2004.

SCHLINDWEIN, J. A.; GIANELLO, C. Doses de Máxima Eficiência Econômica de fósforo e potássio para culturas cultivadas no sistema de Plantio Direto. **Revista Plantio Direto**, n. 85, p. 20-25, 2005.

VALDERRAMA, M. *et al.* Fontes e doses de nitrogênio e fósforo em feijoeiro no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 39:191-196, 2009.