

## FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS FOSFATADOS COMO ALTERNATIVA PARA AUMENTAR A EFICIÊNCIA DA ADUBAÇÃO E DIMINUIR A DEPENDÊNCIA EXTERNA DE FÓSFORO

Lúcia Tiemi Naves Yamashita (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Ana Clara Pereira de Souza Virgínio, Tadeu Takeyoshi Inoue (Co-orientador), Marcelo Augusto Batista (orientador). E-mail: mabatista@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Maringá, PR.

**Ciências Agrárias/ Agronomia**

**Palavras-chave:** extração, produtividade, milho, P foliar.

### RESUMO

A crescente demanda, o alto custo e o esgotamento das reservas de fertilizantes fosfatados impulsionam a busca por alternativas sustentáveis, como os fertilizantes organominerais, que combinam fontes orgânicas e minerais. Este estudo avaliou o desempenho de fertilizantes fosfatados organominerais e minerais em milho de primeira safra, nas doses de 30 e 15 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (100% e 50% da recomendação). As fontes testadas foram: mineral (MIN), organomineral de turfa (OG), de cama de aviário (OMG) e de compostagem (OPE). Nitrogênio e potássio foram compensados entre os tratamentos. O experimento foi realizado em Latossolo Vermelho distroférrico em Floresta-PR. Avaliaram-se produtividade e fósforo na planta e solo. Os organominerais tiveram desempenho semelhante ao mineral, com maior produtividade nas doses elevadas. O OMG se destacou nos parâmetros de eficiência e fósforo, indicando que a matéria-prima e o processo de produção afetam o desempenho.

### INTRODUÇÃO

O crescimento populacional, que pode atingir 10,3 bilhões até 2080, deve aumentar a demanda por alimentos em até 56% até 2050, pressionando o setor agrícola a elevar a produtividade (ONU, 2024; Dijk et al., 2021). Embora essenciais, os fertilizantes apresentam eficiência variável, especialmente em solos tropicais, que possuem alta acidez, baixa fertilidade e elevada fixação de fósforo (P) (Novais e Smyth, 1999). A adubação fosfatada é fundamental nesses solos, mas as reservas de P são finitas (Lu e Tian, 2017). Como alternativa, fertilizantes organominerais, que combinam fontes orgânicas e minerais, podem apresentar maior eficiência na disponibilização de P. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência do uso de fertilizantes organominerais produzidos a partir de turfa, cama de aviário e compostagem em duas doses (50 e 100% da dose de P recomendada) em milho.

### MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi iniciado em 2014 na Unidade de Difusão de Tecnologia (UDT) da COCAMAR, em Floresta-PR, em delineamento em blocos ao acaso, com esquema fatorial (4 fertilizantes  $\times$  2 doses) e quatro repetições, totalizando 32 parcelas. O solo é um Latossolo Vermelho distroférrico de textura muito argilosa, e o clima da região é Cfa (Köppen), com média anual de 1400 a 1800 mm de precipitação.

Foram avaliados quatro fertilizantes N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O: um mineral (MIN) e três organominerais: granulado com turfa (OG), peletizado com cama de aviário (OPE) e mistura de grânulos com cama de aviário (OMG). As doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> foram definidas com base na análise de solo e expectativa de produção.

Para análise do P foliar, foram coletadas 15 folhas por parcela no estágio VT. Para P nos grãos, foi retirada uma amostra de 200g. Amostras foram secas a 65 °C por 72 horas, moídas e submetidas à digestão nítrico-perclórica, com determinação de P via método colorimétrico com metavanadato.

A massa de mil grãos foi determinada pela contagem de 50 sementes e determinado a massa, sendo esse processo repetido 3 vezes e extrapolados para 1000 grãos. A produtividade foi determinada pela colheita manual de 20 m<sup>2</sup> por parcela, com trilha e pesagem dos grãos corrigida para 13% de umidade, sendo os resultados extrapolados para kg ha<sup>-1</sup>.

O P exportado foi obtido pela multiplicação do teor de P no grão (g kg<sup>-1</sup>) e a produtividade de milho (kg ha<sup>-1</sup>).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito das fontes na produtividade de milho. Porém, observou-se diferença significativa para as doses de fertilizantes, sendo as maiores produtividades observadas na dose 100% (Tabela 1).

**Tabela 1.** Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) e massa de mil grãos (g) de milho em função de doses de fertilizantes organominerais e mineral.

| DOSE  | Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) |       |       |       |        |
|-------|--------------------------------------|-------|-------|-------|--------|
|       | MIN                                  | OG    | OMG   | OPE   | MÉDIA  |
| 50%   | 3298                                 | 3681  | 4054  | 3437  | 3618 B |
| 100%  | 4099                                 | 3917  | 4149  | 3588  | 3938 A |
| MÉDIA | 3699                                 | 3799  | 4101  | 3512  | 3778   |
| DOSE  | Massa de mil grãos (g)               |       |       |       |        |
|       | MIN                                  | OG    | OMG   | OPE   | MÉDIA  |
| 50%   | 204,5                                | 226,8 | 221,0 | 219,0 | 217,8  |
| 100%  | 223,5                                | 225,8 | 228,8 | 217,5 | 223,9  |
| MÉDIA | 214,0                                | 226,3 | 224,9 | 218,3 | 220,8  |

Obs.: Médias com letras maiúsculas diferentes na coluna letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste Tukey 10%. OGR: Organomineral granulado, OMG: Organomineral mistura de grânulos, OPE: Organomineral peletizado e MIN: Mineral.

Mesmo a dose 100% sendo superior não houve interação entre os fertilizantes. Os resultados mostram que os fertilizantes organominerais, independente da composição, apresentam a mesma eficiência no fornecimento de nutrientes para plantas, não apresentando diferenças significativas, apresentando padrão de respostas semelhantes ao mineral.

Não foram observadas nenhuma diferença significativa para a variável MMG com valor médio de 220,8 g (Tabela 1).

Os teores de P foliar e P no grão não apresentaram diferença estatística significativas, com média geral de 2,48 e 2,51 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 2).

Observou-se efeito significativo dos fertilizantes na exportação de P (P exportado) (Tabela 2). O maior valor de P exportado foi observado para o fertilizante OMG e o menor valor foi observado no fertilizante OPE com valores de 11,19 e 7,31 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Esta variável pode ser maior tanto pela maior produção de milho quanto pela maior concentração de P nos grãos. Tanto o teor de P no grão quanto a produtividade de milho não diferiram entre os fertilizantes. Porém, o maior valor da produtividade de milho para o fertilizante OMG associado ao maior valor de P no grão para o mesmo fertilizante foram capazes de aumentar o P exportado a ponto de se diferenciar e superar os demais fertilizantes. O inverso se aplica ao fertilizante OPE que apresentou o menor valor de P exportado.

**Tabela 2.** Fósforo (P) na folha (g kg<sup>-1</sup>) e no grão (g kg<sup>-1</sup>) de milho safra, e P exportado, para doses de fertilizantes organomineris e mineral.

| P na folha (g kg <sup>-1</sup> )   |        |         |        |       |        |
|------------------------------------|--------|---------|--------|-------|--------|
| DOSE                               | MIN    | OG      | OMG    | OPE   | MÉDIAS |
| 50%                                | 2,35   | 2,46    | 2,43   | 2,45  | 2,42   |
| 100%                               | 2,57   | 2,70    | 2,48   | 2,37  | 2,53   |
| MÉDIAS                             | 2,46   | 2,58    | 2,46   | 2,41  | 2,48   |
| P no grão (g kg <sup>-1</sup> )    |        |         |        |       |        |
| DOSE                               | MIN    | OG      | OMG    | OPE   | MÉDIA  |
| 50%                                | 2,67   | 2,39    | 2,67   | 2,04  | 2,44   |
| 100%                               | 2,46   | 2,90    | 2,75   | 2,21  | 2,58   |
| MÉDIA                              | 2,56   | 2,64    | 2,71   | 2,12  | 2,51   |
| P exportado (kg ha <sup>-1</sup> ) |        |         |        |       |        |
| DOSE                               | MIN    | OG      | OMG    | OPE   | MÉDIAS |
| 50%                                | 8,59   | 8,73    | 10,95  | 6,92  | 8,79   |
| 100%                               | 10,15  | 11,32   | 11,44  | 7,71  | 10,15  |
| MÉDIAS                             | 9,37ab | 10,02ab | 11,19a | 7,31b | 9,47   |

Obs.: Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste Tukey 10%. Médias com letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste Tukey 10%. OGR: Organomineral granulado, OMG: Organomineral mistura de grânulos, OPE: Organomineral peletizado e MIN: Mineral.

Na Tabela 3 encontram-se as médias dos teores de P e COS no solo por fonte e dose de fertilizante.

**Tabela 3.** Fósforo (P) (mg dm<sup>-3</sup>) e carbono orgânico (g dm<sup>-3</sup>) no solo antes do cultivo do milho para doses de fertilizantes organomineris e mineral.

| P solo (mg dm <sup>-3</sup> )          |          |          |         |         |        |
|----------------------------------------|----------|----------|---------|---------|--------|
| DOSE                                   | MIN      | OG       | OMG     | OPE     | MÉDIA  |
| 50%                                    | 10,55Ba  | 10,47Ba  | 9,02Ba  | 9,35Aa  | 9,85   |
| 100%                                   | 13,50Aab | 13,25Aab | 15,75Aa | 11,00Ab | 13,37  |
| MÉDIA                                  | 12,02    | 11,86    | 12,38   | 10,17   | 11,61  |
| Carbono Orgânico (g dm <sup>-3</sup> ) |          |          |         |         |        |
| DOSE                                   | MIN      | OG       | OMG     | OPE     | MÉDIA  |
| 50%                                    | 16,62    | 19,60    | 18,06   | 15,56   | 17,46A |
| 100%                                   | 17,31    | 15,14    | 17,16   | 14,39   | 16,00B |
| MÉDIA                                  | 16,96a   | 17,37a   | 17,61a  | 14,97a  | 16,73  |

Obs.: Médias com letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste Tukey 10%. Médias com letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste Tukey 10%. OGR: Organomineral granulado, OMG: Organomineral mistura de grânulos, OPE: Organomineral peletizado e MIN: Mineral.

A dose de 100% superou a dose de 50% em todas as fontes exceto na fonte OPE. Não houve diferença entre as fontes na dose 50%. Já na dose de 100% OMG superou OPE (Tabela 3). Considerando que o nível crítico de P para esse solo é 9 mg dm<sup>-3</sup>, todos os tratamentos apresentavam teores altos ou muito altos de P exceto OMG e OPE na dose de 50% que se encontravam como teor médio. O teor de COS foi maior na dose de fertilizante 50% independente da fonte (Tabela 3).

## CONCLUSÕES

Conclui-se que os fertilizantes organominerais apresentaram desempenho semelhante ao mineral no fornecimento de P para as plantas. A produtividade foi maior nas maiores doses de fertilizante independente da fonte utilizada.

Porém, foi observado índices melhores para o fertilizante OGM quanto ao P no solo e P exportado, em relação ao fertilizante OPE, indicando que a matéria prima orgânica e forma de produção dos fertilizantes organominerais influenciam no seu desempenho no campo.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação Araucária pela bolsa de iniciação científica, à UEM e ao grupo de estudos em solos (GESSO).

## REFERÊNCIAS

Dijk, M., Morley, T., Rau, ML *et al.* **Uma meta-análise da projeção da demanda global por alimentos e da população em risco de fome para o período de 2010 a 2050.** *Nat Food* 2, 494–501 (2021). <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00322-9>

NOVAIS, R.F. & SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais.** Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1999.

Lu, C. and Tian, H.: **Global nitrogen and phosphorus fertilizer use for agriculture production in the past half century: shifted hot spots and nutrient imbalance,** *Earth Syst. Sci. Data*, 9, 181–192, <https://doi.org/10.5194/essd-9-181-2017>, 2017.

Fixen, P., F. Brentrup, T. Bruulsema, F. Garcia, R. Norton, and S. Zingore. 2014. **Nutrient/fertilizer use efficiency: measurement, current situation and trends.** In *Managing Water and Fertilizer for Sustainable Agricultural Intensification* by FA, IWMI, IPNI, and IPI, due to be published during the fourth quarter of 2014. ISBN 979-10-92366-02-0

Johnston BC, Kanters S, Bandayrel K, et al. **Comparison of weight loss among named diet programs in overweight and obese adults: a meta-analysis.** *JAMA*. 2014;312(9):923–933. doi:10.1001/jama.2014.10397. DOI: 10.1001/jama.2014.10397