

**Níveis de fertilização de fósforo mineral e organomineral na cultura do milho****Levels of mineral and organomineral phosphorus fertilization in corn culture**

DOI:10.34117/bjdv6n6-255

Recebimento dos originais:08/05/2020

Aceitação para publicação:10/06/2020

**Fernando Luiz Cabral**

Mestre em Agronomia - Ciências Agrárias

Instituição: Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (IF Goiano)

Endereço: Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, Rio Verde-GO. CEP: 75901-970.

E-mail: fernandoluizcabral1@gmail.com

**Alefe Viana Souza Bastos**

Mestre em Agronomia - Ciências Agrárias

Instituição: Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (IF Goiano)

Endereço: Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, Rio Verde-GO. CEP: 75901-970.

E-mail: alefe\_viana@hotmail.com

**Marconi Batista Teixeira**

Doutor em Agronomia

Instituição: Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (IF Goiano)

Endereço: Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, Rio Verde-GO. CEP: 75901-970.

E-mail: marconi.teixeira@ifgoiano.edu.br

**Edson Cabral da Silva**

Doutor em Ciências - Energia Nuclear na Agricultura

Instituição: Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (IF Goiano)

Endereço: Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, Rio Verde-GO. CEP: 75901-970.

E-mail: edsoncabralsilva@gmail.com

**Frederico Antonio Loureiro Soares**

Doutor em Engenharia Agrícola

Instituição: Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (IF Goiano)

Endereço: Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, Rio Verde-GO. CEP: 75901-970.

E-mail: frederico.soares@ifgoiano.edu.br

**Leonardo Nazário Silva Santos**

Doutor em Engenharia Agrícola

Instituição: Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (IF Goiano)

Endereço: Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, Rio Verde-GO. CEP: 75901-970.

E-mail: leonardo.santos@ifgoiano.edu.br

**RESUMO**

Devido ao aumento da demanda de grãos pela indústria de alimentos, bem como na produção de silagem, é necessário aumentar a produção em área, ou melhor, o aumento de produtividade na cultura do milho. Assim, objetivou-se com a pesquisa verificar o desempenho da cultura do milho submetida a diferentes fontes e doses de superfosfato, bem como a eficiência agrônômica desses fertilizantes. O experimento foi realizado em vasos de 20 dm<sup>3</sup> em ambiente aberto e utilizou-se solo classificado como Latossolo Vermelho distroférico. Foi adotado o delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições e analisado em esquema fatorial 2 x 5, de modo que os tratamentos compreenderam duas fontes de P (superfosfato simples organomineral e o superfosfato simples mineral) e quatro doses dos fertilizantes extrapoladas com base na área dos vasos (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). As fontes de superfosfato simples organomineral e mineral proporcionaram o mesmo desempenho para a cultura do milho, em contrapartida a dose mais alta do organomineral e menor do mineral, apresentaram os maiores índices relativo de eficiência agrônômica do fertilizante fosfatado.

**Palavras-chave:** eficiência agrônômica. superfosfato simples. *Zea mays* L.

**ABSTRACT**

Due to the increase of the grain demand by the food industry as well as the production of silage, it is necessary to increase production in the area, or better, the increase of productivity in the maize crop. Thus, the objective of the research was to verify the performance of the maize crop submitted to different sources and doses of superphosphate, as well as the agronomic efficiency of these fertilizers. The experiment was carried out in 20 dm<sup>3</sup> pots in an open environment and soil classified as Distroferric Red Latosol was used. A randomized complete block design with four replicates was used and analyzed in a 2 x 5 factorial scheme, so that the treatments were two sources of P (organomineral simple superphosphate and mineral simple superphosphate) and four doses of fertilizers based on the area of vessels (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). The sources of the organomineral and mineral simple superphosphates provided statistically equal performance to corn and the highest dose of organomineral and mineral minerals, respectively, presented the highest relative indexes of agronomic efficiency of the phosphate fertilizer.

**Keyword:** agronomic efficiency, simple superphosphate, *Zea mays* L.

**1 INTRODUÇÃO**

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal considerado como um componente básico da alimentação humana, e é destinado com maior demanda na produção de ração animal, por conter alto índice energético (Coradi et al., 2011), porém, na safra 2015/2016, a produtividade nacional foi classificada abaixo da média (Conab, 2016), com isso, faz-se necessário que os sistemas de produção sejam melhorados a respeito dos diversos fatores que atrelam ao aumento de produtividade.

Devido à necessidade de incremento na produtividade agrícola, o suprimento das necessidades nutricionais na cultura do milho, se tornou fator importante e primordial na pesquisa. De acordo com Oliveira et al. (2015), a baixa disponibilidade natural de fósforo (P)

em solos das regiões tropicais é consequência dos baixos teores do elemento na forma disponível às plantas e também pela fixação deste em reações com partículas do solo. Sendo assim, o problema com a disponibilidade natural de P à cultura representa um aumento nos custos de produção pelo fato de que os sistemas de cultivos exigem frequentes aplicações em quantidades relativamente elevadas de fósforo para garantir a produtividade.

Diversos pesquisadores verificaram efeito positivo significativo na adubação fosfatada em diversas culturas, como por exemplo, o incremento na produtividade na cultura do milho em trabalho realizado por Tiritan et al. (2010) e o acúmulo de carbono orgânico nas frações húmicas do solo sob a fertilização fosfatada por longo tempo em plantio direto, evidenciado por Souza et al. (2016).

A preocupação dos problemas relacionados a disponibilidade de P é que este tem limitado a produção agrícola por possuir de acordo com Novais & Smyth (1999), funções importantes na fisiologia das plantas, tais como, função na fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão e crescimento celular, dentre outras funções.

A adubação orgânica aumenta o teor de P no solo por consequência da redução da fixação deste pelos óxidos amorfo, como cristais de óxido de ferro e alumínio, que interferem no bloqueio dos sítios de fixação nesses minerais, resultando na maior disponibilidade de P às plantas Teixeira (2013), além de melhorar a qualidade do solo pelo efeito condicionador da matéria orgânica (Silva, 2008).

Diante as hipóteses apresentadas, objetivou-se com a pesquisa verificar o acúmulo de P e massa seca da parte aérea, bem como o crescimento da cultura do milho submetida a doses de adubação fosfatada das fontes superfosfato simples organomineral e mineral.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, GO, situado na latitude 17°48'19,1"S e longitude 50°54'15,8"W, com altitude média de 720 metros. O clima da região é classificado conforme Köppen (Castro Neto, 1982), como Aw (tropical), com chuva nos meses de outubro a maio, e com seca de junho a setembro. A temperatura média anual varia de 20 a 35 °C e as precipitações pluviométricas variam de 1.500 a 1.800 mm anuais.

O solo utilizado é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2013), e tende a apresentar baixos teores de fósforo e matéria orgânica. Foram coletadas

amostras na camada de 0 a 20 cm e destinadas a análise química (EMBRAPA, 2009) e física (EMBRAPA, 2011).

A unidade experimental foi constituída de um vaso plástico contendo 20 dm<sup>3</sup> de solo com duas plantas de milho. As doses dos produtos foram determinadas com base na área dos vasos. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso.

Os dados foram analisados em esquema fatorial duplo 5 x 2 com quatro repetições, constituídos por cinco níveis de adubação fosfatada (0, 277,5; 555; 832,5; 1110 kg ha<sup>-1</sup> do SFS), e duas fontes de fertilizantes fosfatados (Superfosfato Simples Mineral, 00-18-00 e Superfosfato Simples Organomineral, 02-10-01), totalizando 40 unidades experimentais.

Os níveis de adubação utilizados, foram calculados a partir da concentração de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> do Super Simples Mineral de forma que as doses correspondem a 0, 50, 100,150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

No solo, foi realizada a aplicação de corretivo de acidez, em que as doses foram recomendadas visando elevar a 60% o valor de saturação por bases (Souza; Lobato, 2004). Após a aplicação e incorporação do calcário, estes foram umedecidos até a capacidade máxima de retenção de água e incubados por mais 30 dias.

Os fertilizantes fosfatados foram aplicados no dia da semeadura, simulando uma linha de plantio. O nitrogênio foi aplicado na forma mineral (40 Kg de N ha<sup>-1</sup>) para todos os tratamentos, utilizando como fonte a ureia.

A cultura utilizada foi o milho por responder muito bem à adubação fosfatada. Na semeadura, foram utilizadas três sementes por vaso do híbrido MG 652 Pauer Core, sendo que, dez dias após a emergência foi realizado o desbaste deixando duas plantas por vaso. Durante o crescimento da cultura a precipitação pluviométrica foi de 336 mm. Além disso, foram efetuadas irrigações diárias mantendo o solo em sua capacidade de campo.

Vinte dias após a emergência foi realizada uma aplicação de N e K (80 Kg de N e 60 Kg de k<sub>2</sub>O) em cobertura, utilizando como fontes, a ureia e o cloreto de potássio, respectivamente. Aos quarenta e cinco dias após a emergência foi realizada a colheita.

Determinou-se o pH (5,38) em CaCl<sub>2</sub>, P (9,6 mg dm<sup>3</sup>) pela solução extratora de Melich (EMBRAPA, 2009) e o teor de MO (35,6 mg dm<sup>3</sup>).

As avaliações na planta ocorreram aos 45 DAE. O diâmetro de caule (DC) foi aferido na altura de 1 cm utilizando um paquímetro digital e a altura das plantas (AP) com auxílio de régua milimetrada.

As plantas de milho foram coletadas cortando o colmo rente ao solo nos vasos. Logo após, as mesmas foram acondicionadas em sacos de papel e enumeradas. Todo o material vegetal da parte aérea foi seco em estufa com circulação de ar forçada com temperatura de 65°C, até massa constante, para obtenção da produção de matéria seca da parte aérea (PMS). Depois de pesado, o material foi triturado em moinho tipo Wiley e mineralizado por digestão sulfúrica para determinar a concentração de P, pelo método descrito por Malavolta; Vitti; Oliveira (1997).

Foi então calculado o teor de fósforo na parte aérea das plantas (TFP), utilizando os dados do teor de P nas plantas e a massa da matéria seca.

A eficiência dos fertilizantes fosfatados foi avaliada por meio do Índice de Eficiência Agronômica (IEA), calculado com base no diferencial de produção obtido entre os fosfatos organominerais e os fosfatos minerais, considerando a produção média de matéria seca da parte aérea das plantas (Büll et al., 1998). Conforme a Equação 1.

$$IEA = \frac{\text{Produção com fosfato organomineral} - \text{produção sem P}}{\text{Produção com fosfato mineral} - \text{produção sem P}} \times 100 \quad (1)$$

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade e quando verificada significância dos fatores, as médias do fator fonte de fósforo foram comparadas pelo teste de média (Tukey  $p < 0,05$ ) e para o fator dose de adubação, foi realizada análise de regressão e ajuste de equações de regressão linear e quadrática.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que as fontes de superfosfato simples (SFS) (organomineral e mineral) não proporcionaram efeito significativo para as variáveis de crescimento do milho, teor de fósforo na planta (TFP) e índice relativo de eficiência agronômica do superfosfato simples (EA). O fator dose de P isolado, proporcionou diferença significativa para AP e produtividade de matéria seca (PMS), ainda, verificou-se efeito significativo da interação de fonte e doses sobre EA (Tabela 1).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para diâmetro do colmo (DC), altura de planta (AP) e produção de matéria seca (PMS); teor de fósforo na planta (TFP) do milho, submetido a diferentes fontes superfosfato simples e doses de adubação fosfatada; índice relativo de eficiência agrônômica do superfosfato simples (EA).

FV	Quadrado médio				
	D	AP	P	T	EA
Fonte P	6,	0,5	24,	0,	28
Dose P	1,	39	62	0,	5,9
Fonte P	4,	32,	68,	0,	10
Bloco	1	10	10	0,	13,
Resídu	1,	39,	39,	0,	31
CV	7,	5,5	12,	1	17,
Médias	m	C	g	g	-
Organo	1	11	51,	1,	10
Minera	1	11	49,	1,	98,
DMS	0,	4,1	4,0	0,	12,

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; \* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup> Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Sabendo que as médias de todas variáveis analisadas foram estatisticamente iguais, no que diz respeito as fontes fosfatadas mineral e organomineral, é demonstrado a eficiência do organomineral, pelo fato de apresentar concentração menor de  $P_2O_5$  quando comparado a fonte mineral em sua fórmula original.

Cassol et al. (2010), comparando os efeitos da fonte fosfatada organomineral com base orgânica de frango e uma fonte mineral na cultura do milho, corroboraram com o presente estudo, uma vez que verificaram efeitos semelhantes no diâmetro de colmo, altura de plantas e peso de matérias seca.

O teor de fósforo na planta (TFP) não foi influenciado pelos fatores, já a eficiência agrônômica do adubo (EA) foi afetada pela interação entre fonte e dose de fósforo (Tabela 1). Segundo Rosolem; Assis; Santiago, (1994), os principais fatores que afetam a absorção de P na planta são a concentração do mesmo na solução do solo, o raio médio das raízes e a taxa de crescimento radicular. Sendo assim, considerando que o solo utilizado nos vasos já havia disponibilidade desse nutriente, isso possibilitou regular desenvolvimento do sistema radicular em ambos os tratamentos, já que foram dados aos mesmos igual capacidade exploratória de raízes, em função também do volume igual dos vasos.

O fato da interação entre fontes e doses influenciarem o EA, é atribuído provavelmente ao fator particularmente intrínseco e que está ligado à característica de cada fertilizante.

A AP ajustou ao modelo quadrático, de modo que a dose estimada de SFS responsável pela maior AP foi de 970,6 kg ha<sup>-1</sup>, e a partir dessa quantidade de adubo os valores foram decrescentes (Figura 1).

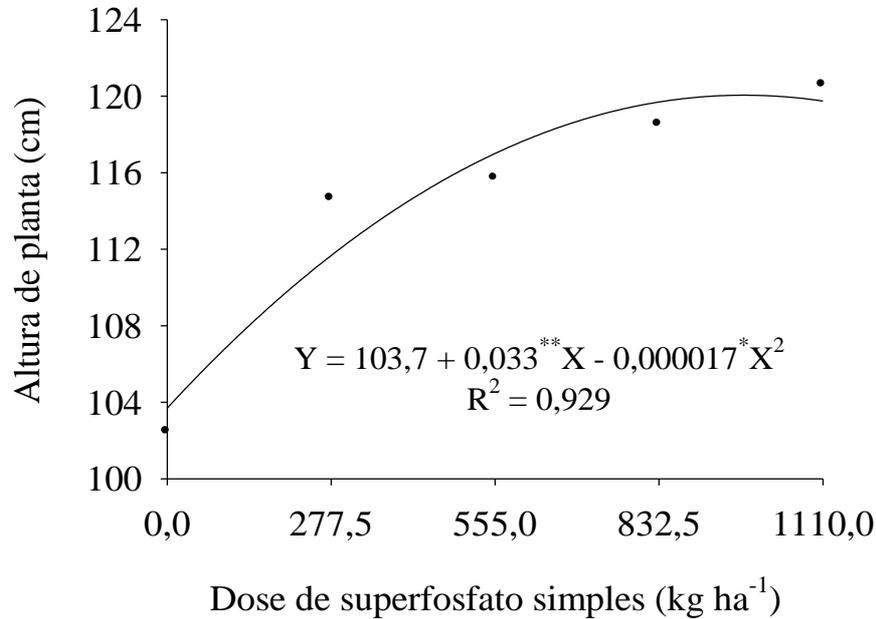


Figura 1 - Altura de planta do milho em função de diferentes doses de superfosfato simples.

Alves et al (2002) observaram mediante aplicação de doses de P incrementos na altura de plantas e produção de grãos. Gutierrez; Novelino; Marcheti (2008) cultivando milho em Latossolo Vermelho Distroférico, observaram que a fertilização fosfatada proporcionou efeito positivo na altura de plantas do milho. Em trabalhos de campo, utilizando mamona, Severino et al. (2006) também verificaram resposta significativa a adubação fosfatada nas características de crescimento, sendo, altura e diâmetro do colmo.

Verificou-se na Figura 2, que a medida que aumentou as doses de SFS, houve incremento na PMS, sendo que, para cada aumento das doses estudadas houve um incremento de 13,25%. Quando se comparou a dose sem aplicação de SFS com 1110 kg ha<sup>-1</sup>, o incremento foi de 53,04%.

O peso da matéria seca da parte aérea foi influenciado pelas doses de SFS. Cassol et al. (2008) relataram maior crescimento da parte aérea da aveia pela adição de P no solo, proporcionando maior crescimento do sistema radicular, aumentando o aporte de água e nutrientes em razão da maior exploração de área, e quando estes são absorvidos em maiores

gradientes, foi conferido melhor distribuição do P no perfil, podendo ser translocado e armazenado para tecidos de raízes mais superficiais e parte aérea.

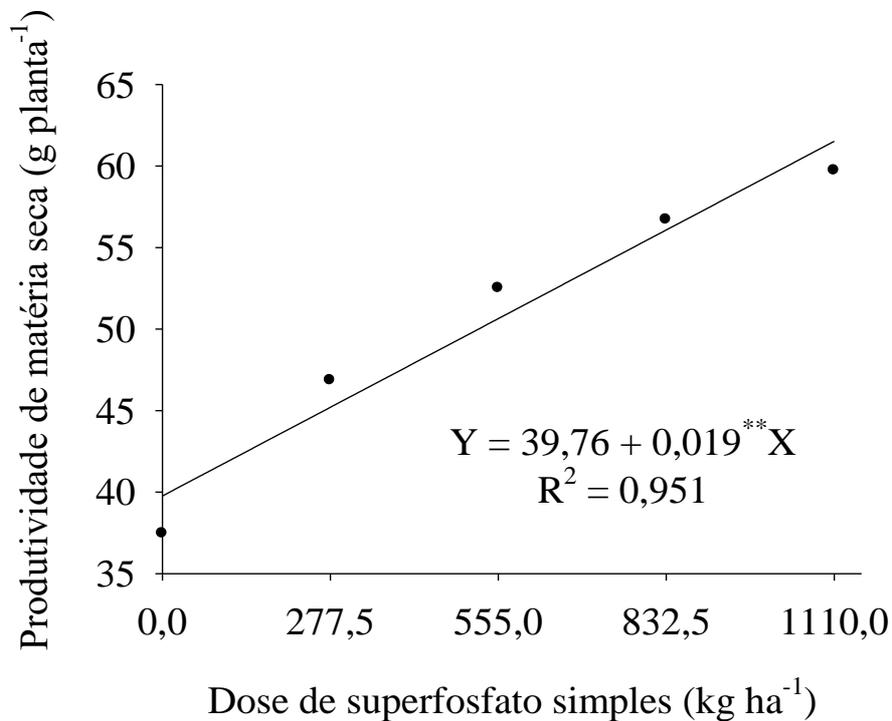


Figura 2 - Produtividade de matéria seca do milho em função de diferentes doses de superfosfato simples.

A EA do organomineral foi estatisticamente igual ao do adubo mineral nas doses de 277,5, 555 e 832,5 kg ha<sup>-1</sup> de SFS, e na maior dose, o organomineral alcançou uma maior EA (Figura 3A). Houve um decréscimo na EA do SFS mineral com o aumento das doses, já o organomineral obteve resultado inverso, havendo incremento com o aumento das doses.

A maior eficiência agronômica alcançada pelo organomineral foi de 118,23 proporcionada pela dose de 1110 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto para o mineral foi de 110,45 na dose de 277,5 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 3B). Este fato pode ser justificado devido a menor presença de matéria orgânica e ácidos orgânicos, quando se trabalha com doses mais baixas de organomineral, e pode refletir em menor eficiência agronômica, já que estes podem desempenhar funções de bloqueio de sítios de adsorção e desprendimento de P para a solução do solo.

A equivalência do SFS organomineral em relação ao SFS mineral vem de encontro com o exposto por meio do boletim técnico Minorgan n. 04 de novembro 2011, em que se afirma tanto a eficiência agronômica, quanto as características, especificações e garantias dos seus fertilizantes organominerais para aplicação no solo e seu posicionamento para cada

cultura. Esses fertilizantes podem sim apresentar melhor eficiência agrônômica e vantagens como a melhoria da interação da planta com o mineral através da redução da adsorção de P no sistema coloidal do solo (Chaabane, 1994; Parent; Khiari; Pellerin, 2003), minimizando a transformação do  $P_2O_5$  em formas indisponíveis às plantas (Khiari; Parent, 2005).

O decréscimo na eficiência agrônômica do SFS mineral pode ser atribuído ao fato desse produto apresentar uma acidez relativamente maior, que junto a presença de argila sesquioxídica no solo, pode contribuir para aumento da adsorção do fosfato e a formação de precipitados com Fe e Al, diminuindo a disponibilidade de P (Sanchez; Salinas, 1981), principalmente com aumento de doses. Fardeau (1996) estudando a aplicação desse produto, observou também o decréscimo da eficiência agrônômica do SFS mineral, em função do aumento de doses do mesmo.

Para o organomineral, observou-se acréscimo da EA em função do aumento das doses, que pode ser explicado em função dos fertilizantes organominerais formarem durante a mineralização ácidos húmicos e fúlvicos que podem ser adsorvidos em superfícies do solo, diminuindo assim, o potencial de adsorção de P por bloqueio dos sítios para a formação de complexos com Al, Fe e Ca (Mkhabela; Warman, 2005). O que corrobora com os resultados de Kiehl (2008) que observou dentro de várias fontes estudadas, que o organomineral sólido foi o que apresentou aumento da eficiência agrônômica, proporcionalmente ao aumento das doses do mesmo.

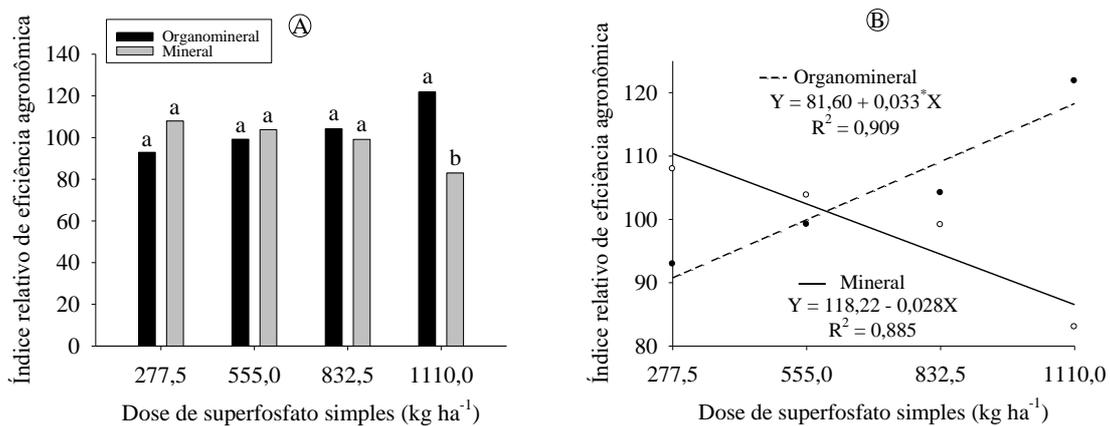


Figura 3 - Índice relativo de eficiência agrônômica do superfosfato simples em função das fontes de fósforo dentro de cada nível de dose (A) e em função das doses dentro de cada nível das fontes (B).

**4 CONCLUSÕES**

As fontes de superfostato simples organomineral e mineral proporcionaram um desempenho estatisticamente igual à cultura do milho e a maior dose do organomineral e menor do mineral respectivamente, apresentaram os maiores índices relativo de eficiência agronômica do adubo fosfatado.

**AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Instituto Federal Goiano (IF Goiano) pelo auxílio financeiro ao presente projeto de pesquisa.

**REFERÊNCIAS**

ALVES, W. A. et al. Manejo da água disponível no solo e adubação fosfatada: efeito sobre a cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 247-251, 2002.

BÜLL, L. T. et al. Relação entre fósforo extraído por resina e resposta da cultura do alho vernalizado à adubação fosfatada em cinco solos com e sem adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 2, p. 459-470, 1998.

CASSOL, P. C. et al. Disponibilidade de macronutrientes e rendimento de milho em Latossolo fertilizado com dejetos suíno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1911-1923, 2012.

CASTRO NETO, P. **Notas de aula prática do curso de agrometeorologia**. Lavras, MG: ESAL, 1982. 45 p.

CHAABANE, A. **Nitrogen transfer in peat am moniac soil plant system [Transfert de l'azoted ansle system etour beam moniac sol plante]**. Unpublished PhD. thesis. Quebec, Canada, Universite Laval, Quebec. 1994.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, 9 ed, Brasília: Conab, 2016.

CORADI, P. C.; LACERDA FILHO, A. F. de; MELO, E. C. Quality of raw materials from different regions of Minas Gerais State utilized in ration industry. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 1, p. 424-431, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica, 2009. 627 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 3. ed. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa solos, 2011. 230 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2013. 306 p.

FARDEAU, J. C. Dynamics of phosphate in soils: an isotopic outlook. **Fertility Research**, v. 45, p. 91-100, 1996.

GUTIERREZ, R. S.; NOVELINO, J. O.; MARCHETTI, M. E.; Inocência, M. F.; VITORINO, A. C. T. Atributos de Crescimento de plantas de milho em função da fertilização com fosfato e silicato. **In: FERTBIO**, Londrina, 2008. Desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental, 2008.

KHIARI, L.; PARENT, L. E. Phosphorus transformations in acid light-textured soils treated with dry swine manure. **Canadian Journal Soil Science**, Birmingham, v. 85, n. 1. p. 75-87, 2005.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes organominerais**. 2. ed. Piracicaba, SP: Degaspari, 2008. 160 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba, SP: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

MKHABELA, M. S.; WARMAN, P. R. The influence of municipal solid waste compost on yield, soil phosphorus availability and uptake by two vegetable crops grown in a Pugwash sandy loam soil in Nova Scotia. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 106, p. 57-67. 2005.

OLIVEIRA, M. A. et al. Adubação fosfatada associada à inoculação com *Pseudomonas fluorescens* no desempenho agronômico do milho. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 38, n.1. 2015.

PARENT, L. E.; KHIARI, L.; PELLERIN, A. The P fertilization of potato: Increasing agronomic efficiency and decreasing environmental risk. **Acta Horticulturae**, Bruxelas, v. 627, p. 35-41, 2003.

ROSOLEM, C. A.; ASSIS, J. S.; SANTIAGO, A. D. Root growth and mineral nutrition of corn hybrids as affected by phosphorus and lime. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 25, p. 2491-2499, 1994.

SANCHEZ, P. A.; SALINAS, J. G. Low input technology for managing Oxisols and Ultisols in tropical America. **Advances in Agronomy**, New York, v. 34, p. 280-406, 1981.

SEVERINO, L. S. et al. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p. 563-568, 2006.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A. Adubação com fósforo. In: SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília: Embrapa-CPAC, 2004. 2. ed. p. 147-168.

## ***Brazilian Journal of Development***

SOUZA, G. P. de; FIGUEIREDO, C. C. de; SOUSA, D. M. G. de. Soil organic matter as affected by management systems, phosphate fertilization, and cover crops. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 51, n. 9, p. 1668-1676. 2016.

TIRITAN, C. S. et al. Adubação fosfatada mineral e organomineral no desenvolvimento do milho. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 6, n. 1, p. 8-14. 2010.