# NUTRIÇÃO DE FÓSFORO NA CULTURA DO MILHO INFLUENCIADA PELA APLICAÇÃO DE GESSO E ADUBAÇÃO FOSFATADA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

Alan Jean Rafael Pinto de Oliveira (BIC/Fundação Araucária/UEPG), Eduardo Fávero Caires (Orientador), e-mail: efcaires@uepg.br, Shivelly Los Galetto (Co-orientador - UEPG), Leonardo Felipe Camargo Barão (UEPG).

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Ciência de Solo e Engenharia Agrícola.

**Ciências Agrárias/ Agronomia/ Ciência do Solo/ Fertilidade do Solo e Adubação.**

**Palavras-chave:** *Zea mays*, fosfogesso, adubação fosfatada, plantio direto.

**Resumo**

Incrementos de fósforo (P) no solo podem ser obtidos com aplicações de doses elevadas de gesso, pelo fato do gesso apresentar em sua composição cerca de 6,0 a 7,5 g $kg^{-1}$ de $P_2O_5$, como impureza. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência da adubação fosfatada e da aplicação de gesso, levando em consideração a exportação de P e o rendimento de grãos de milho em plantio direto. O ensaio foi realizado em um Latossolo Vermelho textura argilosa, no município de Ponta Grossa-PR. O delineamento foi em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com 3 repetições. Nas parcelas, foram aplicadas 4 doses de P (0, 30, 60 e 90 kg $P_2O_5$ $ha^{-1}$ $ano^{-1}$), na forma de superfosfato triplo e, nas subparcelas foram empregadas 4 doses de gesso (0, 2, 4, 6 t $ha^{-1}$). Avaliaram-se a produtividade e a exportação de P pelo milho. A aplicação de doses crescentes de P no sulco de semeadura proporcionou incremento na produtividade e na exportação de P pela cultura do milho. A aplicação de gesso não ocasionou alterações significativas na produtividade e na exportação de P pelo milho. Concluiu-se que a adubação fosfatada no sulco de semeadura aumenta a produtividade e a exportação de P pelos grãos de milho.

## Introdução

Em solos sob SPD, a correção da acidez é realizada por meio da calagem superficial, sem incorporação. Porém, neste caso, a ação da calagem pode ficar restrita às camadas superficiais, devido à baixa mobilidade dos produtos da reação do calcário (CAIRES et al., 2006). Dessa forma, a melhoria do ambiente radicular em camadas subsuperficiais por meio da aplicação de gesso agrícola ($CaSO_4.2H_2O$) tem sido fator importante para o aumento do rendimento das culturas (CAIRES et al., 2011). Quando aplicado na superfície, o gesso movimenta-se para as camadas do subsolo e, como resultado, tem-se aumento no teor de cálcio (Ca) e redução na toxicidade de Al em camadas subsuperficiais, favorecendo a capacidade das raízes em explorar água e nutrientes (SUMNER et al., 1986).

O P é o nutriente mais limitante da produtividade agrícola no país (NOVAIS; SMYTH, 1999), sendo o elemento mais empregado na adubação em solos tropicais (RAIJ, 2011). Isto se deve, principalmente, à alta capacidade de adsorção de P pelos solos altamente intemperizados de regiões tropicais (SANCHEZ; LOGAN, 1992). Incrementos de P no solo podem ser obtidos com aplicações de doses elevadas de

gesso agrícola (CAIRES et al., 2011), devido ao fato do gesso apresentar em sua composição cerca de 6,0 a 7,5 g $kg^{-1}$ de $P_2O_5$, na forma de impureza (VITTI et al., 2008). Desta forma, o uso de gesso pode contribuir para uma maior eficiência na absorção de nutrientes, incluindo o P, e no aumento da produtividade.
O objetivo desse trabalho foi avaliar a produtividade de grãos e a exportação de P pela cultura de milho com a aplicação de P no sulco de semeadura e de gesso agrícola em área total no sistema plantio direto.

## Materiais e Métodos

O experimento foi realizado no município de Ponta Grossa–PR, em Latossolo Vermelho (LV), textura argilosa. Os atributos químicos do solo na camada 0-20 cm foram: pH ($CaCl_2$): 4,8; $H^+Al$; $Al^{+3}$, $Ca^{+2}$, $Mg^{+2}$ e $K^+$: 70,7; 3,0; 33,5; 9,0 e 2,0 $mmol_c$ $dm^{-3}$; P (Mehlich$^{-1}$): 10,7 mg $dm^{-3}$; $S^-SO_4^{2-}$: 7,0 mg $dm^{-3}$; C orgânico: 25,5g $dm^{-3}$.
O delineamento experimental empregado foi o de blocos completos ao acaso em parcelas subdivididas, com três repetições. Nas parcelas, com 180 m², foram aplicadas quatro doses de $P_2O_5$ (0, 30, 60 e 90 kg $ha^{-1}$) no sulco de semeadura, na forma de superfosfato triplo. Nas subparcelas (45 m²), foram empregadas quatro doses de gesso agrícola (0, 2, 4 e 6 t $ha^{-1}$) em uma única aplicação, à lanço sobre a superfície, na instalação do experimento, em outubro de 2013. O milho, cv. DKB 230 ipro3, foi semeado dia 02 de setembro de 2016.
Após a maturidade fisiológica, o milho foi colhido e trilhado, determinando-se, então, a produtividade de grãos, sendo a umidade corrigida para 130 g $kg^{-1}$ de água. O teor de P nos grãos de milho foi determinado de acordo com os procedimentos descritos em Malavolta et al. (1997). A exportação de P pelos grãos de milho foi calculada com base nos resultados de produtividade e de teor de P nos grãos.
Os resultados foram submetidos às análises de variância e de regressão. Equações de regressão por polinômios ortogonais foram ajustadas aos dados obtidos em função das doses de gesso e de P aplicadas. Na ausência de interação significativa entre doses de P × doses de gesso foram consideradas as médias das observações. Foram consideradas somente as equações de regressão significativas a 5%.

## Resultados e Discussão

A análise estatística dos dados revelou ausência de interação entre os tratamentos, tanto para a produtividade quanto para a exportação de P pela cultura do milho.

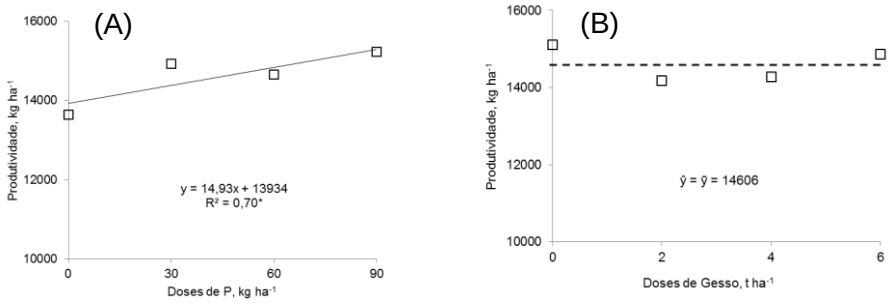



**Figura 1.** Produtividade de grãos de milho em função de doses de fósforo aplicadas no sulco de semeadura e doses de gesso agrícola em área total, em sistema plantio direto consolidado. * $p$<0,05.

As doses de P aplicadas no sulco de semeadura aumentaram linearmente a produtividade de milho (Figura 1A), sendo que para cada kg $ha^{-1}$ de P aplicado

houve um acréscimo de 14,9 kg $ha^{-1}$ de grãos de milho. Não se observou efeito significativo da aplicação de gesso agrícola na produtividade de milho (Figura 1B), tendo-se obtido produtividade média de 14606 kg $ha^{-1}$.
A aplicação de doses crescentes de P no sulco de semeadura aumentou a exportação de P pela cultura do milho, conforme o modelo quadrático (Figura 2A). De acordo com a equação de regressão ajustada, a máxima exportação de P pela cultura de milho ocorreria com a aplicação de 84 kg $ha^{-1}$ de $P_2O_5$ na semeadura. Não foram observadas alterações significativas na exportação de P pela cultura do milho decorrente da aplicação de doses crescentes de gesso (Figura 2B), sendo que a exportação média obtida foi de 37 kg P $ha^{-1}$.

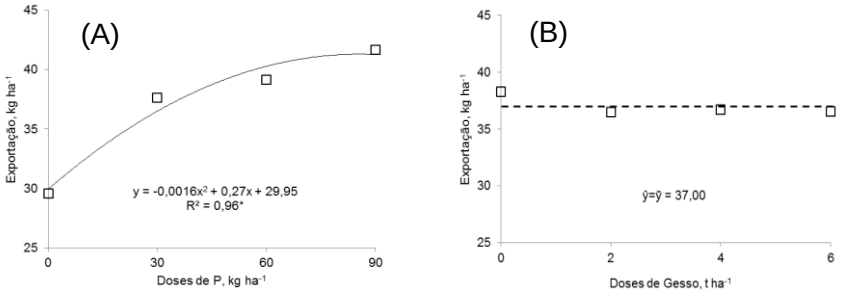



**Figura 2.** Exportação de P pelo milho em função do uso de doses de fósforo aplicadas no sulco de semeadura e doses de gesso agrícola em área total, em sistema plantio direto consolidado. * $p$<0,05.

A produtividade e a exportação de P pela cultura do milho não foram influenciadas pela aplicação das doses de gesso, provavelmente devido à ausência de limitação hídrica durante o período em que a cultura permaneceu no campo. É comum observar incremento na produtividade de grãos com a aplicação de gesso quando a planta sofre estresse hídrico (ZANDONÁ et al. 2015), pelo fato do gesso disponibilizar $Ca^{2+}$ e $SO_4^{2-}$ e diminuir a saturação por Al em profundidade, favorecendo o crescimento radicular da planta e aumentando sua área de capitação de água e nutrientes. Como não houve estresse hídrico no período, a cultura do milho não respondeu à aplicação de gesso. É sabido também que incrementos de P no solo podem ser obtidos com aplicações de doses elevadas de gesso agrícola, pelo fato do gesso apresentar em sua composição cerca de 6,0 a 7,5 g $kg^{-1}$ de $P_2O_5$, na forma de impureza (VITTI et al., 2008). Porém, como a aplicação das doses de gesso foi realizada em 2013, na implantação do experimento, é provável o efeito de tal incremento de P já não seja mais significativo.
A produtividade de milho aumentou com as doses crescentes de P aplicadas no sulco de semeadura. O P apresenta particular importância para o crescimento das plantas, sendo um dos nutrientes mais limitantes para o rendimento das culturas. O P atua na produção de energia (ATP), proporcionando adequado desenvolvimento do sistema radicular e influindo, portanto, em todo o desenvolvimento da planta, explicando dessa forma o incremento no rendimento de grãos observado com o aumento das doses de P.
A dose de 84 kg $ha^{-1}$ de $P_2O_5$ proporcionou uma exportação de P pela cultura de milho de aproximadamente 41 kg $ha^{-1}$, sendo esta a maior exportação observada devido à aplicação das doses de P no sulco de semeadura. A dose de 90 kg $ha^{-1}$ provavelmente foi a que mais contribuiu para o aumento do teor de P no solo, aumentando com isso a disponibilidade deste nutriente para as plantas. Tal alteração na disponibilidade deve ter favorecido a absorção de P pela cultura e influenciado positivamente na exportação desse nutriente pelos grãos. Nota-se

também uma tendência de estabilização na exportação de P a partir da maior dose de P aplicada no sulco de semeadura. Uma hipótese para explicar tal comportamento é de que doses elevadas de P no solo podem acarretar maior adsorção específica, especialmente pelo fato do solo da área ter sido classificado como argiloso com predominância de minerais do tipo 1:1 e hidróxidos de alumínio, favorecendo a fixação do P (NOVAIS; SMYTH, 1999).

**Conclusões**

i) A aplicação de P no sulco de semeadura em sistema plantio direto proporcionou aumento na produtividade e na exportação de P pela cultura do milho;
ii) A aplicação de gesso sobre a superfície, após quatro anos, não alterou a produtividade e a exportação de P pela cultura do milho.

**Agradecimentos**

À Fundação Araucária pela concessão da bolsa, à UEPG e a todos os colegas do Laboratório de Fertilidade do Solo-UEPG pelo companheirismo e pelo apoio na condução do experimento.

**Referências**

CAIRES, E.F.; CORRÊA, J.C.L.; CHURKA, S.; BARTH, G; GARBUIO, F.J. Surface application of lime ameliorates subsoil acidity and improves root growth and yield of wheat in an acid soil under no-till system. Scientia Agricola, 63:502-509, 2006.
CAIRES, E.F.; MASCHIETTO, E.H.G.; GARBUIO, F.J.; CHURKA, S.; JORIS, H.A.W. Surface application of gypsum in low acidic Oxisol under no-till cropping system. Scientia Agricola, v.68, p.209-216, 2011.
CORDELL, D.; DRANGERT, J.O.; WHITE, S. The story of phosphorus: Global food security and food for thought. Global Environmental Change, v. 19, p. 292-305, 2009.
DOWSON, C.J.; HILTON, J. Fertiliser availability in a resource-limited world: Production and recycling of nitrogen and phosphorus. Food Policy, v. 36, p. 514-522, 2011.
MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.
NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 399p., 1999.
RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. International Plant Nutrition Institute, Piracicaba-SP, 420 p., 2011.
SANCHEZ, P.A.; LOGAN, T.J. Myths and science about the chemistry and fertility of soils in the tropics. In: LAL, R.; SANCHEZ, P.A. (Ed.) Myths and science of soil of the tropics. Madison: Soil Science Society of America, 1992. p. 35-46. (Special publication, 29)
SUMNER, M.E.; SHAHANDEH, H.; BOUTON, J.; HAMMEL, J. Amelioration of an acid soil prolife through deep liming an surface application of gypsum. Soil Science Society of America Journal, v. 50, p. 1254-1278, 1986.
VITTI, C.G.; LUZ, P.H.C.; MALAVOLTA, E.; DIAS, A.S.; SERRANO, C.G.E. Uso do gesso em sistemas de produção agrícola. Piracicaba: GAPE, 2008. 104p.
ZANDONÁ, R. R.; BEUTLER, A. N.; BURG, G. M.; BARRETO, C. F.; SCHMIDT, M. R. Gesso e calcário aumentam a produtividade e amenizam o efeito do déficit hídrico em milho e soja. Pesq. Agropec. Trop., v. 45, n. 2, p. 128-137, 2015.