



Produtividade de batata em função da combinação de fontes e doses de fósforo

Luiz Henrique de Oliveira Dianin⁽¹⁾; Luiz Paulo Dornelas dos Santos⁽²⁾; Luiz Otávio Duarte Silva⁽²⁾; Felipe Augusto dos Reis Gonçalves⁽¹⁾; Guilherme Anthony de Oliveira⁽¹⁾; Leonardo Angelo de Aquino⁽³⁾

⁽¹⁾ Graduando em Agronomia - Universidade Federal de Viçosa, *Campus* Rio Paranaíba, Minas Gerais; luiz.dianin@ufv.br; ⁽²⁾ Mestrando em Produção Vegetal - Universidade Federal de Viçosa - *Campus* Rio Paranaíba; ⁽³⁾ Professor Adjunto III, Culturas Agrícolas e Nutrição de Plantas; Universidade Federal de Viçosa - *Campus* Rio Paranaíba

RESUMO: O fósforo (P) na cultura da batata influencia a qualidade e a produtividade de tubérculos. Porém, devido à expressiva fixação do P no solo, a escolha do adubo fosfatado se torna um ponto crucial na produção. A fixação de P pelo solo é variável com a fonte utilizada. Objetivou-se avaliar teores de P em folha índice, conteúdo de P, eficiências de recuperação de P e o coeficiente de utilização biológica em função da combinação de fontes e doses de P aplicadas na cultura da batata. O experimento foi conduzido no Instituto de Pesquisa Agrícola do Cerrado (IPACER) em Rio Paranaíba – MG. Os tratamentos consistiram da combinação de duas fontes de P (Superfosfato simples granulado e termofosfato magnesiano farelado) com o monoamônio fosfato - MAP (e de três doses de P (600, 750 e 900 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e um controle (sem P). Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial (2x3) + 1, com cinco repetições. O superfosfato simples combinado ao MAP na dose de 600 kg/ha de P₂O₅ proporcionou a maior produtividade e eficiência agrônômica do P aplicado.

Termos de indexação: *Solanum tuberosum* L.; aplicação de P; adubação fosfatada.

INTRODUÇÃO

O cultivo da batata (*Solanum tuberosum* L.) é de suma importância para a alimentação da população mundial (Šimková et al., 2013). A cultura é responsiva à adição de nutrientes no solo (Cardoso et al., 2007), em especial de fósforo (P), (Schachtman et al, 1998). Na cultura da batata o P é um nutriente essencial para a obtenção de alta produtividade, pois estimula a tuberização, aumenta a incidência de tubérculos maiores e a produção regular (Coraspe-León et al., 2009). Embora o P seja apenas o quarto nutriente mais extraído pela cultura, existe a dificuldade em assimilá-lo, principalmente devido à pequena disponibilidade desse nutriente no solo (Schachtman et al, 1998), em função da alta fixação nos solos tropicais (Fonte et al, 2014). No entanto, novas fontes como fosfatos parcialmente acidulados ou que contenham outros nutrientes na constituição, podem ser uma

alternativa para otimizar a produção da batata. O uso de adubos fosfatados eficientes é justificado pelo requerimento de grandes quantidades desses na correção da fertilidade dos solos tropicais e ausência de reservas abundantes de rochas fosfatadas de boa qualidade no país, associados ao elevado custo dos fertilizantes (Resende et al., 2006). Uma alternativa para minimizar a adsorção de P solubilizado é utilizar fontes alternativas como os termofosfatos, que tem como característica a presença de silicatos. Estudos apontam que a aplicação de Si pode aumentar a disponibilidade de P para as plantas (Prado e Fernandes, 2001; Pulz et al., 2008), pois compete com os fosfatos pelos sítios de adsorção, o que tende a manter o P em sua forma lábil e permite maior absorção desse nutriente. No caso da batata, faz-se necessário observar que ocorrem incrementos de produtividade até aproximadamente 700 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Luz et al., 2013). Dessa forma, o manejo da adubação fosfatada na cultura exige que sejam observados vários fatores. Objetivou-se avaliar produtividade, teor de P em folha índice, conteúdo de P, eficiência de agrônômica e o coeficiente de utilização biológica em função de fontes e doses de P aplicadas na cultura da batata.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na estação experimental do Instituto de Pesquisa Agrícola do Cerrado (IPACER) em Rio Paranaíba-MG. O plantio foi em 03/06/14 e a colheita em 22/09/14 com a cultivar Ágata.

O preparo do solo constou de duas gradagens, uma aração e uma operação de enxada rotativa. Anteriormente à instalação do experimento foi cultivado milho.

Os tratamentos consistiram de duas fontes de P combinadas ao monoamônio fosfato - MAP (Superfosfato simples granulado, termofosfato magnesiano farelado), e três doses de P (600, 750 e 900 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e um controle (sem P). Todos os tratamentos, exceto o controle, receberam 470 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via MAP e o restante das doses indicadas anteriormente, com as duas fontes testadas. Adotou-se o delineamento experimental



em blocos casualizados, em esquema fatorial (2x3) + 1, com cinco repetições. A unidade experimental foi composta de quatro fileiras de plantas de seis metros, e consideraram-se úteis as duas linhas centrais, menos 0,5 metro de cada extremidade. O superfosfato simples e o termofosfato magnésiano, continham 20 e 17,5% de P_2O_5 total, respectivamente.

A adubação de plantio consistiu em 50 kg ha^{-1} de N (via MAP nos tratamentos com P e via ureia no tratamento sem P), 50 kg ha^{-1} de K_2O e 470 kg ha^{-1} de P_2O_5 via MAP para todos os tratamentos, exceto o controle. O restante de cada dose foi complementado com as fontes e doses de acordo com os tratamentos descritos anteriormente. Após a mistura das fontes, a adubação foi feita localizada no sulco de plantio.

A adubação de cobertura consistiu-se de 23 kg ha^{-1} de N e 200 kg ha^{-1} de K_2O . O manejo fitossanitário e de irrigação foram realizados de acordo com o monitoramento e necessidade da cultura.

Coletaram-se dez folhas índice (terceira folha a partir do tufo apical) em cada unidade experimental, quando as plantas apresentaram a sexta folha completamente expandida (Raij et al., 1997). A coleta foi feita aos 35 dias após o plantio (DAP). Após a coleta, removeram-se as impurezas em algodão embebido com água destilada e colocou-se para secar em estufa com ventilação forçada de ar a 70°C por 72 h. Em seguida, as amostras foram trituradas em moinho tipo Wiley equipado com peneira de 1,27 mm e submetidas à análise de P, conforme método proposto por Malavolta et al. (1997).

Anteriormente à colheita, quantificou-se o número de hastes/metro (contagem em dez metros/parcela) e amostraram-se aleatoriamente cinco hastes em cada unidade experimental para a determinação da matéria seca e do teor de P. Por ocasião da colheita, quantificou-se a massa de tubérculos e calculou-se a produtividade.

Retirou-se uma subamostra dos tubérculos de cada parcela, a qual foi lavada, cortada e seca em estufa. Posteriormente, determinou-se o teor de matéria seca (%) e trituraram-se as subamostras em moinho tipo Wiley para determinação do teor de P, conforme descrito anteriormente.

O conteúdo total de P foi calculado a partir do somatório dos produtos de matéria seca e teor de P em parte aérea e tubérculos. A eficiência agrônômica foi calculada segundo Fageria (1998), pela equação:

$EA = PTBAd - PTBnAd / PAp$, em que:

EA = Eficiência Agrônômica (kg kg^{-1});

PTBAd = Produção de tubérculos de batata com adubação fosfatada (kg ha^{-1});

PTBnAd = Produção de tubérculos de batata sem adubação fosfatada (kg ha^{-1});

PAp = P aplicado na parcela adubada (kg ha^{-1})

Os dados foram submetidos à análise de variância. Os graus de liberdade dos fatores estudados foram desdobrados e as médias de doses e fontes de P comparadas pelo teste de Student Newman Keuls a 5%. O tratamento controle (sem P) foi comparado ao tratamento superfosfato simples associado ao MAP na dose.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O superfosfato proporcionou maior acúmulo de MST (**Tabela 1**), o que está diretamente relacionado aos valores observados de MSTU e produtividade dessa fonte.

A produtividade total foi influenciada pelas fontes (**Tabela 1**). A aplicação de superfosfato proporcionou maior produtividade, independentemente da dose de P_2O_5 utilizada. Esses resultados corroboram com Resende et al. (2006) na cultura do milho, em que as fontes mais solúveis apresentaram maiores produtividades quando comparadas à fontes menos solúveis

Não foi observada diferença significativa entre os teores de P em função das fontes e doses aplicadas. Devido a menor disponibilidade de P, o conteúdo de P no tubérculo e total foi menor nos tratamentos com termofosfato, o que pode ser explicado por uma menor solubilidade dessa fonte, quando comparado ao superfosfato ou por maior fixação, pois o termofosfato tem forma física farelado que aumenta o contato do P com o solo. Em contra partida Resende et.al (2006) encontrou para o milho melhores aproveitamentos do P quando fornecido via termofosfato. Tal diferença pode estar relacionada às diferenças de sistema radicular e de duração do ciclo do milho em comparação à batateira.

A eficiência agrônômica foi influenciada pelas fontes e doses. A fonte de maior solubilidade favoreceu a produtividade e conseqüentemente a quantidade de tubérculo produzida por kg de P_2O_5 aplicado, ou seja, aumento da eficiência agrônômica. Em contra partida, quando se aumenta a dose de fertilizante aplicado, a relação é inversa e causa redução da eficiência agrônômica.

CONCLUSÕES

O superfosfato simples combinado com fosfato monoamônio (MAP) proporciona maior produtividade e eficiência agrônômica que a combinação termofosfato com MAP.



A eficiência agronômica foi reduzida com o incremento da dose de P.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Apoio ao Ensino Superior (CAPES) pelas bolsas de mestrado concedidas ao segundo e quarto autores.

Ao Instituto de Pesquisa Agropecuária do Cerrado (IPACER), pelo auxílio na realização do experimento.

À FAPEMIG–Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, pelo apoio financeiro à pesquisa.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, A. D.; ALVARENGA, M. A. R.; MELO, T. L.; VIANA, A. E. S. Produtividade e qualidade de tubérculos de batata em função de doses e parcelamentos de nitrogênio e potássio. *Ciência e Agrotecnologia* 31:1729-1736, 2007.

CORASPE-LEÓN, H. M.; MURAOKA, T.; FRANZINI, V. I.; PIEDADE, S. A. S. & GRANJA, N. P. Absorción de macronutrientes por plantas de papa (*Solanum tuberosum* L.) em la producción de tubérculo-semilla. *Interciencia*, 34:57-63, 2009.

FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 2:6-16, 1998.

FONTE, S. J.; NESPER, M.; HEGGLIN, D.; VELÁSQUEZ, J. E.; RAMIREZ, B.; RAO, I. M.; BERNASCONI, S. M.; BÜNEMANN, E. K.; FROSSARD, E.; OBERSON, A. Pasture degradation impacts soil phosphorus storage via changes to aggregate-associated soil organic matter in highly weathered tropical soils. *Soil Biology & Biochemistry*, 68:150e157, 2014.

LUZ J. M. Q.; QUEIROZ, A. A.; BORGES, M.; OLIVEIRA, R. C.; LEITE, S. S.; CARDOSO, R. R. Influence of phosphate fertilization on phosphorus levels in foliage and tuber yield of the potato cv. Ágata. *Semina Ciências Agrárias*, Londrina, 34:649-656, 2013.

MALAVOLTA. Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações. Piracicaba, Potafós, 1997. 308p.

PRADO, R. M. & FERNANDES, F. M. Efeito da escória de siderurgia e calcário na disponibilidade de fósforo de um Latossolo Vermelho-Amarelo

cultivado com cana-deaçúcar. *Pesq. Agropec. Bras.*, 36:1199-1204, 2001.

PULZ, A. L.; CRUSCIOL, C. A. C.; LEMOS, L. B.; SORATTO, R. P. Influência de Silicato e Calcário na Nutrição, Produtividade e Qualidade da Batata Sob Deficiência Hídrica. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 32:1651-1659, 2008.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônômico/Fundação IAC, 1997. 285p.

RESENDE, A. V.; FURTINI NETO, A. E.; ALVES, V. M. C.; MUNIZ, J. A.; CURI, N.; FAQUIN, V.; KIMPARA, D. I.; SANTOS, J. Z. L.; CARNEIRO, L. F. Fontes e Modos de Aplicação de Fósforo para o Milho em Solo Cultivado da Região do Cerrado. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 30:453-466, 2006.

SCHACHTMAN, D. P.; REID, R. J.; AYLING, S. M. Phosphorus uptake by plants: from soil to cell. *Plant Physiology* 116:447–453, 1998.

ŠIMKOVÁ, D.; LACHMAN, J.; HAMOUZ, K.; VOKÁL, B. Effect of cultivar, location and year on total starch, amylose, phosphorus content and starch grain size of high starch potato cultivars for food and industrial processing. *Food Chemistry* 141, 2013.

Tabela 01: Matéria seca total, produtividade, teor de P na folha índice, conteúdo de P e eficiência agrônômica em batata submetida a doses e fontes de fósforo. Rio Paranaíba, MG – (2015).

Fontes de P associada ao MAP	Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)				Média
	0	600	750	900	
Matéria Seca Total (t ha ⁻¹)					
Superfosfato	7,24 ^{ns}	8,8Ab	8,2Ab	9,7 Aa	8,9 A
Termofosfato		8,7 Aa	7,8 Aa	8,0 Ba	8,1 B
Médias		8,6 a	8,0 a	8,4 a	
Produtividade Total (t ha ⁻¹)					
Superfosfato	45,0 ^{**}	58,3 Aa	56,7 Aa	56,9 Aa	57,3 A
Termofosfato		53,7 Ba	51,8 Ba	53,5 Ba	53,0 B
Médias		54,0 a	53,9 a	52,4 a	
Teor de P folha índice (g kg ⁻¹)					
Superfosfato	6,43 [°]	7,13 Aa	7,18 Aa	7,52 Aa	7,28 A
Termofosfato		7,17 Aa	7,26 Aa	6,78 Aa	7,07 A
Médias		6,83 a	6,97 a	7,00 a	
Conteúdo de P Total (kg ha ⁻¹)					
Superfosfato	17,1 ^{**}	26,1 Aa	24,4 Aab	23,5 Ab	24,7 A
Termofosfato		22,1 Ba	20,2 Ba	20,8 Ba	21,0 B
Médias		23,2 a	21,9 b	20,7 c	
Eficiência Agrônômica de P (kg kg ⁻¹)					
Superfosfato		22,21 Aa	15,63Ab	15,36 Ab	17,7A
Termofosfato		14,54 Ba	9,03 Bb	9,42 Bb	11,0 B
Médias		14,92 a	11,81 b	8,99 c	

^{ns}, *, **, não significativo ou significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas ou maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste Student-Newman-Keuls a 5%. Superfosfato = Superfosfato Simples (20% P₂O₅); Termofosfato = Termofosfato magnesiano (16,5% P₂O₅).