



Eficiência agrônômica de fertilizantes fosfatados e efeito do manejo na cultura da soja sob sistema plantio direto

**Regina Maria Quintão Lana⁽¹⁾; Bruno Nicchio⁽²⁾; Ângela Maria Quintão Lana⁽³⁾;
Adriane de Andrade Silva⁽⁴⁾; Carolina Borges Prudente⁽⁵⁾;**

⁽¹⁾Professora Titular, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia – Campus Umuarama; rmqlana@iciag.ufu.br; ⁽²⁾Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Agronomia; Instituto de Ciências Agrárias; Universidade Federal de Uberlândia – MG; ⁽³⁾Professora Associada do Departamento de Zootecnia – Escola de Veterinária - Universidade Federal de Minas Gerais; ⁽⁴⁾Professora Adjunta, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia – Campus Monte Carmelo; ⁽⁵⁾Engenheira Agrônoma Técnica do Laboratório de Análises de Solo da Universidade Federal de Uberlândia – Campus Umuarama.

RESUMO: Em área total em superfície tem sido realizada no sistema de plantio direto a aplicação de fertilizantes fosfatados que abrange grandes áreas. Assim, objetivou-se neste trabalho avaliar as aplicações fertilizantes fosfatados em condições de campo e o manejo da aplicação mais adequado em sulco de semeadura ou a lanço, em sistema de plantio direto na cultura da soja. O delineamento experimental realizado foi o de blocos ao acaso com três repetições em esquema fatorial (4x2) utilizou quatro fontes fosfatadas e dois tipos de manejo. As fontes utilizadas foram ACT 46[®], Maxigrano[®], superfosfato simples (SPS) e superfosfato triplo (SPT). Todas as fontes foram aplicadas adotando-se dois manejos distintos tanto incorporadas no sulco de semeadura como a lanço na área total da parcela sem incorporação, ambos no dia da semeadura da soja. Após a colheita foram avaliadas as seguintes variáveis, produtividade, altura de plantas e porcentagem do índice de eficiência agrônômica (IEA). As maiores produtividades foram obtidas com as fontes de ACT 46[®], Maxigrano[®], superfosfato simples. As fontes ACT 46[®], Maxigrano[®] e Superfosfato simples (SPS) resultaram em maiores produtividades e altura de plantas de soja. Quando aplicadas no sulco e a lanço, as fontes ACT 46[®], Maxigrano[®] e Superfosfato simples (SPS) foram mais eficientes que o Superfosfato triplo (SPT) apresentando uma eficiência agrônômica de 9% e 7%, respectivamente.

Termos de indexação: *Glycine max*, Latossolo, adubação.

INTRODUÇÃO

O sistema plantio direto (SPD) no Brasil, abrange aproximadamente 25 milhões de hectares. (Camara & Klein, 2005; Silva et al.,

2009). Com isso a aplicação de fertilizantes fosfatados em área total no SPD, tem sido realizada em superfície sem incorporação. Este manejo proporciona um ambiente menos oxidativo por causa da presença da palhada e do maior nível de matéria orgânica, promovendo impacto direto na fertilidade das camadas superficiais até 10 cm de profundidade (Costa, 2000).

A maioria dos solos brasileiros são altamente intemperizados e com deficiência em P que apresenta alta capacidade de retenção desse nutriente em formas pouco disponíveis às plantas (Novais et al., 2007). Assim existe a necessidade de aplicações frequentes de fertilizantes fosfatados para proporcionar e manter alta produtividade (Fontoura et al., 2010). Com ocorrência predominante do uso de fertilizantes fosfatados totalmente acidulados a exemplo do superfosfato triplo (SFT) pode ser aplicado no sulco de semeadura ou a lanço (com ou sem incorporação) dependendo do solo, da fonte e dose de P da espécie a ser cultivada, etc (Resende et al., 2006; Castoldi et al., 2012).

O presente trabalho visa quantificar a eficiência agrônômica de fertilizantes fosfatados, em condições de campo e o manejo da aplicação mais adequado, em sulco de semeadura ou a lanço, em sistema de plantio direto na cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda Canadá, de propriedade do grupo ABC Algar, localizada no município de Uberlândia – MG. A área de instalação do experimento encontrava-se 8 anos com sistema plantio direto, sendo que na safra anterior teve uma produção de 136 sacas ha⁻¹ com milho (Pioneer 30P70). O solo da área, classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico



de textura média.

Tratamentos e amostragens

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições em esquema fatorial (4x2), utilizando-se quatro fontes fosfatadas e dois tipos de manejo. As parcelas constituíam-se de 12 linhas de soja com 5 m de comprimento x 0,45 m entre linhas, com uma área total de 27 m². A área útil considerada foi de 8 linhas centrais, desprezando-se 0,5 m das extremidades, com uma área útil de 14,4 m².

As quantidades de cada material foram calculadas de modo a fornecer 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Foram utilizadas quatro fontes de fósforo, ACT 46®, Maxigrano®, superfosfato simples (SPS) e superfosfato triplo (SPT). Os fertilizantes ACT 46® e Maxigrano® foram produzidos pela Mosaic Fertilizantes do Brasil S/A. O ACT 46® trata-se de um fosfato monoamônico (MAP), enriquecido com enxofre e micronutrientes (N: 16,1; P₂O₅: 100; S total: 42,3; Zn: 0,7; Cu: 0,5; B: 0,1; Mn: 0,7;). O Maxigrano® trata-se também de um fertilizante granulado que apresenta NPK, enxofre e micronutrientes (N: 15; P₂O₅: 100; K₂O: 50; S total: 40; Zn: 1,5; Cu: 0,8; B: 1,5; Mn: 1,5;). Foram aplicados 349,7 kg ha⁻¹ de ACT 46®, 500 kg ha⁻¹ de Maxigrano®, 555,6 kg ha⁻¹ de SPS e 243,9 kg ha⁻¹ de SPT.

Todas as fontes foram aplicadas adotando-se dois manejos distintos, tanto incorporadas no sulco de semeadura como a lanço na área total da parcela sem incorporação ambos no dia da semeadura da soja. Foi utilizada na semeadura a cultivar de soja BRSMG 68 (Vencedora). As sementes foram tratadas com Tetramethylthiuram disulfide e inoculante turfoso (*Bradyrhizobium japonicum*) em todos os tratamentos. Após a colheita foram avaliadas as seguintes variáveis: produtividade, altura de plantas e índice de eficiência agrônômica (IEA). Conforme a metodologia de Prochnow et al. (2004), o IEA das fontes de fósforo avaliadas foram calculadas para a produtividade da soja.

Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância com utilização do programa SISVAR (Ferreira, 2006), e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação da produtividade foram

observadas diferenças significativas entre as fontes e entre os modos de aplicação dos fertilizantes fosfatados, não havendo efeito significativo da interação entre ambas. As maiores produtividades foram obtidas com as fontes de ACT 46®, Maxigrano® e SPS que não diferiram entre si. O uso destas fontes resultou em produtividade acima de 4000 kg ha⁻¹ significativamente superior à produtividade obtida quando do uso do SPT (3762 kg ha⁻¹), conforme a **tabela 1**. Provavelmente, se deve ao fato das demais fontes (ACT 46®, Maxigrano® e SPS) serem menos concentradas do que o SPT, apresentando concentrações de outros nutrientes em sua composição.

Tabela 1. Manejo e fontes de fósforo e seu influência na produtividade.

	Produtividade (kg ha ⁻¹)		
	Manejo		
Fonte	Lanço	Sulco	Média
ACT 46®	4158	4017	4088 a
Maxigrano®	4291	3847	4069 a
SPS	4047	4081	4064 ab
SPT	3998	3568	3762 b
Média	4124 A	3868 B	
CV (%)			4,55

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Comparando a menor produção (3762 kg ha⁻¹) obtida com o SPT com a maior produção (4088 kg ha⁻¹) obtida com ACT 46®, nota-se uma diferença de 326 kg ha⁻¹ (9% na produtividade). O fato da formulação concentrada do SPT possuir apenas fósforo e cálcio pode ter influenciado no seu menor desempenho. Em relação ao melhor modo de aplicação para as fontes fosfatadas, a aplicação a lanço em área total conferiu maiores produtividades quando comparada à aplicação exclusivamente no sulco de semeadura (**Tabela 1**).

Semelhante ao trabalho, resultados satisfatórios são demonstrados em estudos com milho e soja com a manutenção ou o aumento da produtividade das culturas pela adubação a lanço (Barreto & Fernandes, 2002; Guareschi et al., 2008; Pauletti et al., 2010). Respostas positivas à aplicação a lanço do P são encontradas em condições de solo com altos teores de P disponível, pois nesse caso a adubação somente seria para manter o nível de P no solo. Em outra condição em solos com baixos níveis de P, maiores produtividades e recuperação de P foram



obtidas com a aplicação no sulco de semeadura. (Grareschi et al., 2008).

Com relação à altura das plantas de soja evidenciou-se que os tratamentos com SPS, ACT 46[®] e Maxigrano[®], apresentaram plantas significativamente superiores em tamanho quando comparados ao tratamento com SPT. Já as formas de aplicação das fontes fosfatadas bem com a interação entre fonte e manejo não interferiram significativamente (**Tabela 2**).

Tabela 2. Efeito de manejo e fontes de fósforo na altura de plantas.

Fonte	Altura de Plantas (cm)		
	Manejo		
	Lanço	Sulco	Média
ACT 46 [®]	67,33	66,30	66,81 a
Maxigrano [®]	64,66	68,06	66,36 a
SPS	65,63	69,93	67,78 a
SPT	55,40	53,43	54,41 b
Média	63,25	64,43	
CV (%)	4,48		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Porém, não se descarta a hipótese de que a produção de matéria seca tenha sido influenciada pelo $S^{-}SO_4^{-2}$, pelo SPS apresentar enxofre em sua composição. Apesar de não diferir significativamente de ACT 46[®] e Maxigrano[®] resultou na obtenção de plantas significativamente mais altas e robustas em comparação ao tratamento com SPT (**Tabela 2**).

Em trabalho realizado por Rheinheimer et al. (2007), a cultura da soja não respondeu em produção de matéria seca à aplicação de enxofre, não havendo também relação entre o rendimento relativo de matéria seca e os teores de $S^{-}SO_4^{-2}$ da camada de 0-10 cm. Ainda segundo o mesmo autor o teor de enxofre no tecido da parte aérea e a exportação deste nutriente pela cultura da soja aumentaram, mesmo não proporcionando aumentos em produção de matéria seca concluindo que elevadas adições de enxofre no solo podem significar maior absorção pela planta, sem que ocorram correspondentes aumentos na produção de matéria seca.

Foi observada uma relação positiva entre a produtividade e altura de plantas. Coincidentemente, os tratamentos que obtiveram as maiores produtividades (ACT 46[®], Maxigrano[®] e SPS) também apresentaram plantas significativamente mais altas e robustas. O SPT com a menor média de altura de plantas (54,41

cm) foi o tratamento que resultou na menor produtividade conforme já mencionado.

Sabe-se que o balanço de nitrogênio, fósforo e enxofre na planta é de fundamental importância em função do íntimo relacionamento desses nutrientes nos processos metabólicos. Uma elevada relação N/S, por exemplo, pode acarretar acúmulo de N na forma não-proteica, principalmente $N^{-}NO_3^{-}$ e N orgânico solúvel (Stewart & Porter, 1969; Haq & Carlson, 1993), reduzindo o crescimento vegetal. Assim o desbalanço desses elementos nas plantas de soja submetidas à adubação com SPT pode ser a justificativa para a ocorrência de plantas menores e por consequência menos produtivas.

Conforme expresso na **tabela 3**, quando aplicadas no sulco de semeadura as fontes testadas foram 9% mais eficientes que a fonte-padrão (SPT). Já com aplicação a lanço sem incorporação o maior IEA atingido foi apenas 7% superior à fonte-padrão (SPT). Contudo ACT 46[®], Maxigrano[®] e SPS apresentaram IEAs maiores que SPT, seguida de Maxigrano[®] e SPS (ambos com IEA = 108%).

Tabela 3. Índice de eficiência agrônômica de fosfatos solúveis quanto à produtividade da soja.

Fonte	IEA (%)		
	Lanço	Sulco	Média
ACT 46 [®]	104	114	109
Maxigrano [®]	107	109	108
SPS	101	116	108
SPT*	100	100	100

* fonte padrão.

Segundo Motomiya et al. (2004) que realizaram um trabalho sobre métodos de aplicação de fosfato na soja em plantio direto os índices de eficiência agrônômica das adubações com superfosfato triplo e fosfato de Gafsa, em mistura ou na forma pura aplicados a lanço foram equivalentes. Porém, quando aplicados no sulco de semeadura a eficiência da mistura de fontes de P foi baixa. Comparando ao trabalho de Motomiya et al. (2004), os IEAs deste trabalho foi superior em todas as fontes de fosfatos e nos dois tipos de aplicação.

CONCLUSÕES

As fontes ACT 46[®], Maxigrano[®] e Superfosfato simples (SPS) resultaram em maiores produtividades e altura de plantas de soja.



Quando aplicadas no sulco e a lanço, as fontes ACT 46[®], Maxigrano[®] e Superfosfato simples (SPS) foram mais eficientes que o Superfosfato triplo (SPT) apresentando uma eficiência agrônômica de 9% e 7%, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG pelo apoio à pesquisa no estado de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS

- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Produtividade e absorção de fósforo por plantas de milho em função de doses e modos de aplicação de adubo fosfatado em solo de tabuleiro costeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 26, p.151-156, 2002.
- CAMARA, R. K.; KLEIN, V. A. Escarificação em plantio direto como técnica de conservação do solo e da água. *R. Bras. Ci. Solo*, 29:789-796, 2005.
- CASTOLDI, G.; FREIBERGER, M. B.; CASTOLDI, G.; MARTINS, C. H. Manejo da adubação em sistema plantio direto. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas*, v. 6, n.1, p. 62, 2012.
- COSTA, A. Doses e modos de aplicação de calcário na implantação de sucessão soja-trigo em sistema de plantio direto. 2000. 146p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., São Carlos, 2000. Anais... São Carlos, UFSCar, 2000. p. 255-258.
- FONTOURA, S. M. V.; VIEIRA, R. C. B.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; MORAES, R. P. Eficiência técnica de fertilizantes fosfatados em latossolo sob plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*, 34:1907-1914, 2010.
- GUARESCHI, R. F.; GAZOLLA, P. R.; SOUCHIE, E. L.; ROCHA, A. C. Adubação fosfatada e potássica na semeadura e a lanço antecipada na cultura da soja cultivada em solo de Cerrado. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 29, n. 4, p. 769-774, 2008.
- HAQ, I.U.; CARLSON, R.M. Sulphur diagnostic criteria for French prune trees. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v. 16, n. 5, p. 911-931, 1993.
- MOTOMIYA, W. R.; FABRÍCIO, A. C. MARCETHI, M. E. GOLÇALVES, M. C.; ROBAINA, A. D.; NOVELINO, J. O. Métodos de aplicação de fosfato na soja em plantio direto. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 39, n. 4, p. 307-312, 2004.
- NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. & NUNES, F. N. FÓSFORO. In: Novais, R. F.; Alvarez V., V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B. & Neves, J. C. L., eds. *Fertilidade do solo*. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 471-550, 2007.
- PAULETTI, V.; SERRAT, B. M.; MOTTA, A. C. V.; FAVARETTO, N.; ANJOS, A. Yield Response to Fertilization Strategies in No-Tillage Soybean, Corn and Common Bean Crops. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 53, n. 3, p. 563-574, 2010.
- PROCHNOW, L. I.; ALCARDE, J. C.; CHIEN, S. H. Eficiência agrônômica dos fosfatos totalmente acidulados. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. (ED.). *SIMPÓSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2004*, São Paulo. Anais... São Paulo: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 2004. p. 605-663.
- SILVA, V. R.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. & BORTOLUZZI, E.C. Soil water dynamics related to degree of compaction of two Brazilian Oxisols under no-tillage. *R. Bras. Ci. Solo*, 33:1097-1104, 2009.
- STEWART, B.A.; PORTER, L.K. Nitrogen-Sulfur relationships in wheat (*Triticum aestivum* L.), corn (*Zea mays*), and beans (*Phaseolus vulgaris*). *Agronomy Journal*, Madison, v. 61, n. 2, p. 267-271, 1969.
- RHEINHEIMER, D. S.; SILVA, L. S.; CERETTA, C. A.; KAMINSKI, J.; PELLEGRINI, J. B. R. Desafios da fertilidade do solo: modelo e interdisciplinaridade. *Boletim Informativo da SBCS*, v. 32, p. 28-36, 2007.