



## Teores de macro e micronutrientes pela aplicação de fertilizantes fosfatados na folha da soja e no solo sob plantio direto

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

<sup>(1)</sup>Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Agronomia; Instituto de Ciências Agrárias; Universidade Federal de Uberlândia – MG; bruno\_nicchio@hotmail.com; <sup>(2)</sup>Professora Associada do Departamento de Zootecnia – Escola de Veterinária - Universidade Federal de Minas Gerais; <sup>(3)</sup>Professora Adjunto, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia – *Campus* Monte Carmelo; <sup>(4)</sup>Engenheira Agrônoma Técnica do Laboratório de Análises de Solo da Universidade Federal de Uberlândia – *Campus* Umuarama; <sup>(5)</sup>Professora Titular, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia – *Campus* Umuarama.

**RESUMO:** O estabelecimento de formas e fontes de adubação é fundamental devido o aumento do uso do sistema plantio direto, novas técnicas de aplicação para essas fontes necessitam ser avaliadas. E com aumento na produtividade na região dos cerrados não há somente uma demanda para aplicação de macronutrientes mas também de micronutrientes. Por isso a necessidade de aplicações frequentes de fertilizantes. Portanto, objetivou-se neste trabalho avaliar os teores de macro e micronutrientes por aplicações fertilizantes fosfatados 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), quatro fontes fosfatadas e dois tipos de manejo. As fontes utilizadas foram ACT 46<sup>®</sup>, Maxigrano<sup>®</sup>, 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 as variáveis avaliadas foram os teores de macro e micronutrientes na folha e no solo em manejos diferentes. A aplicação das fontes de P, a lanço comparada à aplicação no sulco resultou em maiores teores de P-disponível. As fontes ACT<sup>®</sup>, Maxigrano<sup>®</sup> e SFS resultaram em maiores teores de N e S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. O manejo de aplicação a sulco e a lanço das fontes de P não alterou o teor de macro e micro nutrientes nas folhas, porém, notou-se uma tendência de aumento na absorção destes nutrientes com a aplicação das fontes de P.

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

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).

Por isso, aliado à alta exigência dessa cultura por esse nutriente torna o estabelecimento de formas e fontes de adubação fundamental. Com o aumento do uso do sistema plantio direto novas técnicas de aplicação para essas fontes necessitam ser avaliadas já que a adoção desse sistema resulta em mudanças no ambiente edáfico (Motomiya et al., 2004).

Com o aumento da produtividade na região dos cerrados observa-se que hoje não há somente uma demanda para aplicação de macronutrientes, mas também uma grande necessidade de aplicação de micronutrientes. Um fator que tem sido observado também é o aumento de áreas com deficiência de micronutrientes.

A aplicação de fertilizantes fosfatados em área total no SPD tem sido realizada em superfície, sem incorporação. Conseqüentemente este manejo proporciona um ambiente menos oxidativo pela presença de palhada e do maior nível de matéria orgânica, promovendo impacto direto na fertilidade das camadas superficiais até 10 cm de profundidade (Costa, 2000).

O presente trabalho visa avaliação dos teores de macro e micronutrientes por aplicações fertilizantes fosfatados em sistema de plantio direto na cultura da soja, em sulco de semeadura ou a lanço.

### INTRODUÇÃO

### 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. O solo da área, classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico, 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 m<sup>2</sup>. A área útil considerada foi de 8 linhas centrais, desprezando-se 0,5 m das extremidades, com uma área útil de 14,4 m<sup>2</sup>.

As quantidades de cada material foram calculadas de modo a fornecer 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. 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; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 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; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 100; K<sub>2</sub>O: 50; S total: 40; Zn: 1,5; Cu: 0,8; B: 1,5; Mn: 1,5;). Foram aplicados 349,7 kg ha<sup>-1</sup> de ACT 46®, 500 kg ha<sup>-1</sup> de Maxigrano®, 555,6 kg ha<sup>-1</sup> de SPS e 243,9 kg ha<sup>-1</sup> 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 (*Bradirhizobium japonicum*) em todos os tratamentos. Após a colheita foram avaliadas as seguintes variáveis: teores de macro e micronutrientes na folha e residual no solo.

### 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 significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas quantidades de N fornecidas pelos fertilizantes ACT 46®, Maxigrano® e SPS nota-se que foram suficientes para atender a demanda desses nutrientes pela cultura da soja conforme as **tabelas 1**. Contrariamente o SPT revelou concentrações foliares de N abaixo do nível crítico da cultura justamente pela ausência desses elementos em sua composição, resultando em menor produtividade.

**Tabela 1.** Efeito de fontes de fósforo na concentração de N nas folhas de soja.

Fonte	N
	(g.kg <sup>-1</sup> )
	Média
ACT 46®	50,23 a
Maxigrano®	51,56 a
SPS	49,73 ab
SPT	44,35 b
NC*	45,00
CV (%)	7,08

\* NC: Nível Crítico – Análise de tecidos para cultura da soja (CFSEMG, 1999); Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O balanço de nitrogênio, fósforo e enxofre na planta é de fundamental importância em função do íntimo relacionamento desses nutrientes nos processos metabólicos (Stewart & Porter, 1969; Haq & Carlson, 1993), podendo reduzir o crescimento vegetal.

No fornecimento de Ca pelas fontes SPS e SPT não foram suficientemente bastante para atender a exigência da planta e muito menos capaz de interferir na concentração residual do elemento no solo conforme a **tabela 2**.

**Tabela 2.** Efeito de manejo e fontes de fósforo na concentração de Ca no solo.

Fonte	Ca (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )		
	Manejo		
	Lanço	Sulco	Média
ACT 46®	1,20	1,00	1,10
Maxigrano®	1,26	1,10	1,18
SPS	1,23	0,96	1,10
SPT	1,16	1,00	1,08
Média	1,21 A	1,01 B	
NI*			1,00
NId**			> 4,00
CV (%)			16,94

\* NI: Nível inicial; \*\* NId: Nível ideal – Análise de tecidos para cultura da soja (CFSEMG, 1999); Médias seguidas pela mesma maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de



Tukey a 5% de probabilidade.

O nivelamento em 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em todos os tratamentos mostrou-se suficiente para atender a demanda da cultura e permitir ainda aumentos residuais nos teores de P e K do solo. Observou-se que a aplicação das fontes fosfatadas a lanço por proporcionar uma maior superfície de adsorção do fósforo aplicado, mostrou uma tendência no incremento do teor do elemento no solo superior ao obtido com a aplicação no sulco de semeadura (**Tabela 3**).

De acordo também com o trabalho de Grareschi et al. (2008) que observaram respostas positivas à aplicação a lanço do P, que encontrado em condições de solo com altos teores de P disponível. Nenhuma das fontes utilizadas supriu a exigência da cultura em Cu ao contrário do ocorrido para B, Fe e S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> onde a análise de folhas revela concentrações do elemento acima do valor crítico recomendado para a cultura (**tabela 3**). Já nas concentrações de Mg somente a fonte ACT 46<sup>®</sup> apresentou uma tendência na concentração do elemento acima do valor crítico tanto no manejo de sulco e a lanço, mas o SPS a lanço e SPT no sulco.

As concentrações que obtiveram valores superiores do nível inicial e ideal apesar de não significativo, foi observada uma tendência de maior concentração desses nutrientes no solo (**Tabela 4**). Em relação aos teores de B e Cu no solo, nota-se incremento em relação ao nível inicial, apesar dos teores de B não terem alcançados no nível ideal. Houve incremento nos teores de Fe e Zn no solo para todas as fontes utilizadas com valores bem maiores que o nível ideal. Ao contrário dos teores de Mg, K e S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> onde observou-se abaixo do nível inicial e ideal para a fonte no solo.

## CONCLUSÕES

A aplicação das fontes de P, a lanço resultou em maiores teores de P-disponível comparativamente a aplicação no sulco.

As fontes ACT<sup>®</sup>, Maxigrano<sup>®</sup> e SFS resultaram em maiores teores de N e S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

O manejo de aplicação a sulco e a lanço das fontes de P não alterou o teor de macro e micro nutrientes nas folhas, porém, notou-se uma tendência de aumento na absorção destes nutrientes com a aplicação das fontes de P.

## AGRADECIMENTOS

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

## REFERÊNCIAS

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5. ed. Lavras, 1999. 359 p.

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.

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.



# XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC

**Tabela 3 – Fontes de fósforo em manejos diferentes nas concentrações de P, K, Mg, B, Cu e Fe nas folhas de soja.**

Fontes	Manejo	P	K	Mg	S <sup>-</sup> SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	B	Cu	Fe
		g.kg <sup>-1</sup>				mg.kg <sup>-1</sup>		
ACT 46 <sup>®</sup>	Sulco	3,56	19,16	4,00	2,53	50,00	7,33	99,33
	Lanço	3,76	21,16	4,00	2,53	51,66	8,33	108,66
Maxigrano <sup>®</sup>	Sulco	3,53	21,66	3,93	2,53	52,00	8,66	104,66
	Lanço	3,70	19,33	3,96	2,60	52,00	7,66	107,00
SPS	Sulco	3,63	20,50	3,90	2,70	47,00	7,66	101,33
	Lanço	3,66	20,33	4,10	2,56	49,00	7,66	107,00
SPT	Sulco	3,53	19,50	4,20	2,40	50,33	7,33	116,00
	Lanço	3,66	17,50	3,96	2,30	50,00	6,66	126,66
NC		2,50	17,00	4,00	2,50	20,00	10,00	50,00
Teste	Fonte (F)	0,96ns	0,40ns	0,82ns		0,24ns	0,24ns	0,16ns
F	Manejo (M)	0,35ns	0,51ns	0,99ns		0,90ns	0,67ns	0,25ns
	F x M	0,93ns	0,36ns	0,52ns		0,81ns	0,32ns	0,95ns
CV (%)		6,59	11,40	6,17	4,93	6,60	12,57	13,38

ns = não significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. NC (Nível Crítico) = valores críticos de referência para interpretação de resultados de análises de tecidos para a cultura da soja de acordo com CFSEMG 1999.

**Tabela 4 – Fontes de fósforo em manejos diferentes nas concentrações de K, Mg, S<sup>-</sup>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, B, Cu, Fe e Zn no solo.**

Fontes	Manejo	Mg *	K	S <sup>-</sup> SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> *	B	Cu	Fe	Zn
		cmol.cdm <sup>-3</sup>				mg.dm <sup>-3</sup>		
ACT 46 <sup>®</sup>	Sulco	1,07	45,00	1,91	0,22	1,33	26,00	3,10
	Lanço	1,12	44,00	2,15	0,19	1,66	26,00	3,53
Maxigrano <sup>®</sup>	Sulco	1,09	49,33	1,91	0,22	1,56	26,00	3,33
	Lanço	1,11	41,66	2,19	0,21	1,53	20,66	3,56
SPS	Sulco	1,07	42,66	1,91	0,21	1,46	24,33	2,83
	Lanço	1,09	38,00	2,00	0,25	1,33	21,66	3,16
SPT	Sulco	1,07	52,66	1,73	0,20	1,73	23,66	3,36
	Lanço	1,09	53,00	1,91	0,20	1,46	23,66	3,20
NI		1,63	39,50	2,73	0,14	0,60	15,00	0,40
NId		> 2,22	> 80,00	> 10,00	> 0,50	> 0,80	> 12,00	> 1,20
Teste	Fonte (F)	0,62ns	0,24ns	0,40ns	0,41ns	0,79ns	0,16ns	0,72ns
F	Manejo (M)	0,19ns	0,89ns	0,45ns	0,99ns	0,86ns	0,06ns	0,47ns
	F x M	0,33ns	0,76ns	0,31ns	0,37ns	0,52ns	0,20ns	0,88ns
CV (%)		2,48	22,19	14,68	16,39	23,46	9,93	21,25

ns = não significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \* valores transformados por raiz quadrada de x + 1, para maior homogeneidade de dados e redução do CV%. NI (Nível Inicial) = resultado da análise química do solo realizada na área da instalação do experimento. NId (Nível Ideal) = valor referente à classe de interpretação de fertilizante do solo tido como "muito bom", de acordo com CFSEMG 1999.