

## Produção de matéria seca e conteúdo de N, P e S na soja fertilizada com fontes solúveis de fósforo revestidas com enxofre elementar <sup>(1)</sup>.

**Nádia Maria Martins Gomes** <sup>(2)</sup>; **Patrícia Cardoso Matias** <sup>(3)</sup>; **José Lucas de Paula** <sup>(4)</sup>; **Edson Marcio Mattiello** <sup>(5)</sup>.

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos de Fertilizantes Heringer.

<sup>(2)</sup> Estudante de Agronomia; Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, Minas Gerais; [nadia.gomes@ufv.br](mailto:nadia.gomes@ufv.br); <sup>(3)</sup> Estudante de Agronomia; Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, Minas Gerais; [patricia.c.matias@ufv.br](mailto:patricia.c.matias@ufv.br); <sup>(4)</sup> Estudante de Agronomia; Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, Minas Gerais; [jose.lucas@ufv.br](mailto:jose.lucas@ufv.br); Professor adjunto do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa; Viçosa; Minas Gerais [mattiello@ufv.br](mailto:mattiello@ufv.br).

**RESUMO:** O trabalho objetivou avaliar a eficiência de fontes solúveis de fósforo revestidas com enxofre elementar para soja, em diferentes tempos de incubação. O ensaio foi conduzido em casa de vegetação, em vasos contendo 3 dm<sup>3</sup> de solo incubado com calcário por 20 dias, para atingir saturação por bases de 50 %. Metade das parcelas recebeu aplicação de P 30 dias antes do plantio. Finalizando este período, as sementes de soja (TMG1181RR) foram inoculadas com *Bradyrhizobium* e semeadas. Durante o ensaio foram feitas duas adubações com K e quatro com micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn). A umidade era mantida entre 80 e 100 % da capacidade de campo. Os tratamentos, arranjados em esquema fatorial 2x4x2+1, sendo dois tempos de incubação (0 e 30 dias), quatro fontes de P (ST, ST revestido, MAP e MAP revestido), duas doses (200 e 400 mg/dm<sup>3</sup> de P) e um controle, sem aplicação de P), foram distribuídos em blocos casualizados com três repetições. Sessenta dias após o plantio, as plantas foram colhidas, separando a parte aérea, secas em estufa, pesadas e moídas determinando os teores de N, P e S. Obteve-se o conteúdo destes nutrientes pelo produto entre matéria seca e os respectivos teores. Os dados foram submetidos à análise de variância, avaliando o efeito da adubação, da fonte e do S, em cada tempo, através de contrastes ortogonais. Verificou-se que a aplicação antecipada reduziu a eficiência da fonte de P, sendo MAP mais eficaz que ST, e o revestimento mais eficiente neste.

**Termos de indexação:** Adubação, fertilizantes, solo.

### INTRODUÇÃO

A soja é uma das oleaginosas mais importantes cultivadas no mundo. No Brasil, ela foi introduzida por volta de 1882 trazida dos Estados Unidos, a partir dos anos 40 ela passou a ter importância econômica, consolidando-se como a principal cultura do agronegócio brasileiro a partir

anos 70, e se tornando ainda mais importante entre os anos 70 e 80 quando se estabeleceu no Brasil central. Porém um dos entraves para maior produtividade é a baixa fertilidade dos solos, com destaque para o fósforo. Segundo Novais e Smyt (1999) o fósforo (P) é o nutriente mais limitante da produtividade em solos tropicais, devido em sua maior parte pelo material de origem que o constitui.

Sendo a maioria dos solos onde a soja é cultivada de baixa fertilidade, com predomínio de óxidos de ferro e alumínio na fração argila, torna-se necessária aplicação de P em doses elevadas, devido à intensa adsorção específica do fósforo. Isso tem levado a uma baixa eficiência das adubações com P. O uso de fontes de P contendo S (superfosfato simples) tem sido a principal forma de suprimento deste nutriente para a soja. No entanto, mais recentemente, o uso de fontes concentradas em P (superfosfato triplo e monofosfato amônio), de menor custo, pode levar ao desequilíbrio de S nas adubações, havendo necessidade de aplicações complementares com este nutriente. Uma importante alternativa para o fornecimento de S nos fertilizantes ou formulados para a soja é o uso de S elementar. Por essa razão tem surgido no mercado superfosfato triplo ou MAP, revestidos com S elementar, que ao ser oxidado no solo, disponibilizará sulfato para as plantas. No entanto, as reações de oxidação do enxofre, deverão ocorrer em tempo hábil para a absorção de S pela planta. Horowitz & Meurer (2003) verificaram incrementos expressivos de sulfato no solo, no período de 22 a 54 dias de incubação com enxofre elementar. A formação do ânion SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> poderá, além de suprir a demanda por S, reduzir a adsorção específica de H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup> proveniente de fontes solúveis de P (MAP e ST), pela competição por sítios de adsorção, aumentando a eficiência desses produtos em solos argilosos, com alta capacidade de adsorção de P. Assim, neste trabalho objetivou-se avaliar a eficiência de fontes solúveis de fósforo revestidas com enxofre elementar para a soja, em diferentes tempos de incubação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, com solo argiloso coletado na camada de 0-20 cm, seco ao ar, destorroado, peneirado em malha de 4 mm para o cultivo e de 2 mm para caracterização química e física. O solo apresentou originalmente pH: 4,68; [(Ca: 0,17; Mg: 0,05; t: 1,19; T: 6,7;)  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ]; P: 2,3  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ; Argila: 630 g/kg). O solo foi incubado por 20 dias com  $\text{CaCO}_3:\text{MgCO}_3$ , na proporção 3:1, de modo a elevar a saturação por bases a 50 %. Após o período de incubação  $\text{CaCO}_3$  e  $\text{MgCO}_3$ , metade das parcelas recebeu aplicação de P 30 dias antes do plantio da soja, que foi misturado a todo volume de solo. Ao final do período de incubação de 30 dias com P, a outra metade das parcelas recebeu a aplicação de P. Também foi feita a aplicação de 150  $\text{mg}/\text{dm}^3$  de K em todas as parcelas experimentais. Em seguida, sementes de soja (TMG1181RR), inoculadas com *Bradyrhizobium*, foram semeadas nos vasos e, após germinação, foram mantidas duas plantas por vaso. Durante a condução do ensaio foram feitas quatro adubações no solo com os micronutrientes totalizando 0,81, 1,33, 1,55, 3,66 e 4  $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ , respectivamente para  $\text{B}(\text{H}_3\text{BO}_4)$ ,  $\text{Cu}(\text{CuCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O})$ ,  $\text{Fe}(\text{FeCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O})$ ,  $\text{Mn}(\text{MnCl}_2\cdot 4\text{H}_2\text{O})$  e  $\text{Zn}(\text{ZnCl}_2)$ . Também, foram aplicados Mo e Co (30 e 3 g/ha respectivamente) via foliar, nos estágios  $V_3$  e  $V_5$  visando também aumentar a fixação biológica.

A umidade do solo era mantida entre 80 e 100 % da capacidade de campo. Os tratamentos, arrançados em esquema fatorial  $2 \times 4 \times 2 + 1$ , sendo dois tempos de incubação (0 e 30 dias), quatro fontes de P (ST, ST revestido, MAP e MAP revestido), duas doses (200 e 400  $\text{mg}/\text{dm}^3$  de P) e um tratamento controle, sem aplicação de P), foram distribuídos em blocos casualizados com três repetições.

Ao final do período experimental, 60 dias após o plantio, as plantas foram colhidas, separando-se a parte aérea, que foi seca em estufa a 65 °C por 72 horas, pesada e passada em moinho para determinação dos teores de N, P e S. O conteúdo destes nutrientes na parte aérea da soja foi obtido pelo produto entre a matéria seca e os respectivos teores. Os dados foram submetidos à análise de variância, avaliando o efeito da adubação com P, da fonte e do S, dentro de cada tempo, por meio de contrastes ortogonais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 1 são apresentados os contrastes relacionados aos efeitos da adubação com P, da fonte e do S, nos tempos de incubação de 0 e 30 dias. A adubação com P promoveu expressivo

aumento da produção de MSPA, conteúdo de N, P e S. A adubação com P 30 dias antes do plantio promoveu redução acentuada na MSPA, conteúdo de N, P e S, evidenciando a redução da disponibilidade do nutriente quando aplicado antecipadamente. O maior tempo de contato do P com solo, sobretudo quando é feita aplicação de fontes solúveis, reduz acentuadamente a disponibilidade para as plantas, devido a adsorção específica de P no solo. A adubação com MAP propiciou maior produção de MSPA, conteúdo de N e S que a fonte ST, independente do tempo de contato. O conteúdo de P foi maior quanto se utilizou MAP, apenas quando a aplicação foi feita no dia do plantio (tempo 0). A adição do S elementar proporcionou maior acúmulo de N e P no tempo 30 dias de incubação. A adição de S no ST e no MAP elevou o acúmulo do nutriente na parte aérea da soja, quando aplicado no dia do plantio.

No quadro 2 são apresentados os contrastes relacionados aos efeitos da fonte e do S, considerando a dose e o tempo de incubação com P. Na figura 1, A MSPA e o conteúdo de N, P e S na soja, com aplicação de 200  $\text{mg}/\text{dm}^3$ , mostram o efeito negativo da aplicação antecipada do fertilizante.

A adubação com MAP propiciou maior produção de MSPA, conteúdo de N, P e S, exceto na dose 200  $\text{mg}/\text{dm}^3$  e tempo 30 d de incubação. O revestimento com enxofre elementar no ST proporcionou aumento nos conteúdos de N e P, quando a aplicação foi feita 30 dias antes do plantio ou dose de 400  $\text{mg}/\text{dm}^3$  de P.

Para o MAP, o revestimento não foi expressivo no aumento dos conteúdos de N, P e S. A oxidação do enxofre no solo depende, entre outros fatores, da disponibilidade de microrganismos oxidantes. Horowitz & Meurer (2003) verificaram incrementos expressivos de sulfato no solo, no período de 22 a 54 dias de incubação com enxofre elementar.

## CONCLUSÃO

A aplicação antecipada reduz grandemente a eficiência da fonte solúvel de P.

O monoamônio fosfato apresenta maior eficiência que o superfostato triplo.

A aplicação de S elementar aumentou a eficiência do superfostato triplo, mas teve pouco efeito no monoamônio fosfato.

**AGRADECIMENTOS**

À Fertilizantes Heringer e a FAPEMIG pelo apoio financeiro.

[2] HOROWITZ, N.; MEURER, E.J. **Oxidação de enxofre elementar em Argissolo do Estado de São Paulo**. In: Congresso brasileiro de ciência do solo, 29. Ribeirão Preto, 2003. Anais. Ribeirão Preto, Universidade Estadual de São Paulo, 2003.

**REFERÊNCIAS**

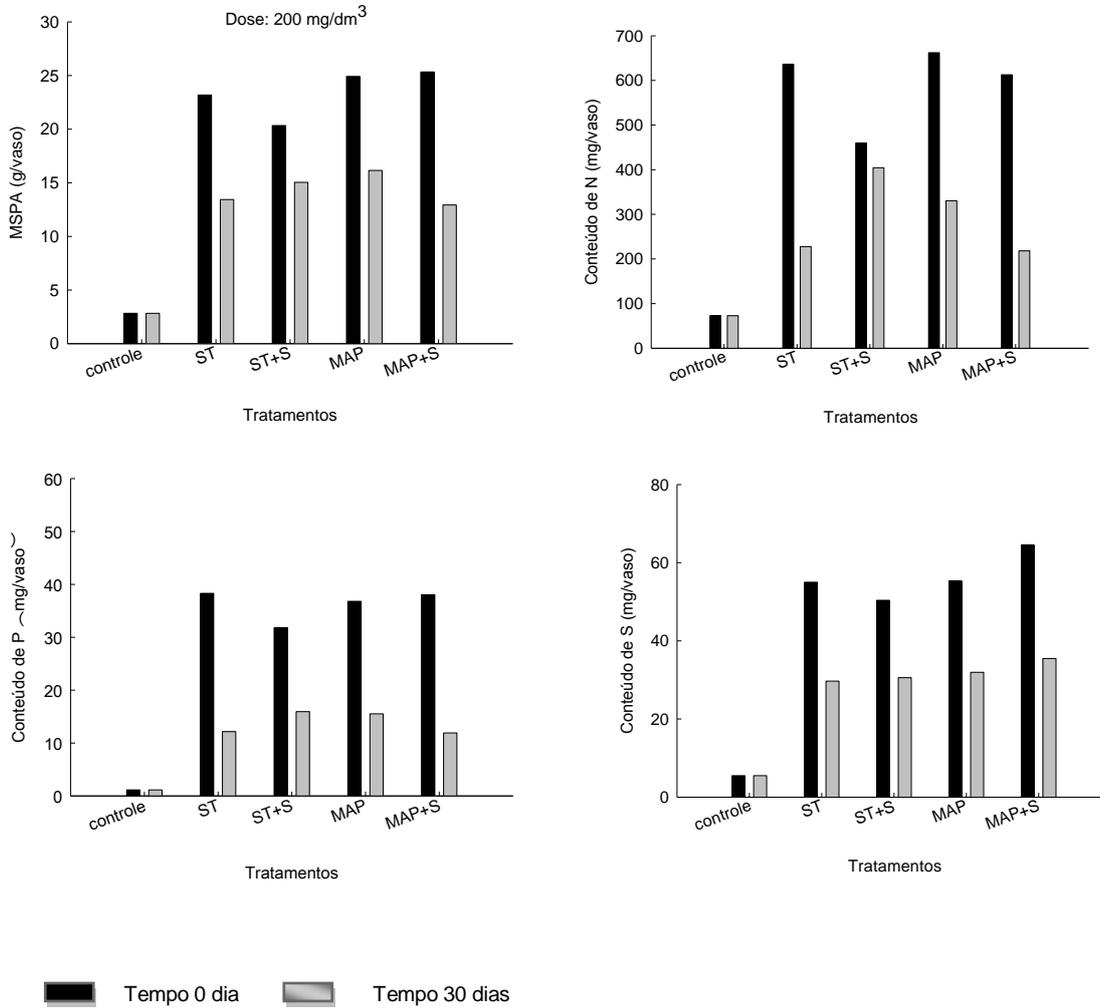
[1] NOVAIS, F.R.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, 1999. 399.

**Quadro1.** Contrastes ortogonais para a produção de matéria seca de parte aérea (MSPA), conteúdo de N, P e S, considerando as fontes de P revestidas com enxofre no tempo de incubação de 0 e 30 dias.

Contrastes	Tempo de incubação (dia)	
	0	30
<b>MSPA (mg/vaso)</b>		
-Sem P vs com P	85,04**	61,18**
-ST vs MAP	9,9**	8,4**
-ST vs ST+S	-0,3	-0,5
-MAP vs MAP+S	0,6	-0,9
<b>Conteúdo N (mg/vaso)</b>		
-Sem P vs com P	2011,64**	1316,32**
-ST vs MAP	247,81**	26,96**
-ST vs ST+S	-69,58	45,04**
-MAP vs MAP+S	3,54	-120,77
<b>Conteúdo P (mg/vaso)</b>		
-Sem P vs com P	162,72**	94,54**
-ST vs MAP	16,90**	-1,28
-ST vs ST+S	3,77	9,68**
-MAP vs MAP+S	-1,21	-3,79
<b>Conteúdo S (mg/vaso)</b>		
-Sem P vs com P	209,87**	143,51**
-ST vs MAP	10,41**	7,25**
-ST vs ST+S	5,28**	-1,25
-MAP vs MAP+S	6,34**	-0,30

**Quadro 2.** Contrastes ortogonais para a produção de matéria seca, conteúdo de N, P e S, considerando as fontes de P revestidas com enxofre no tempo de incubação de 0 e 30 dias.

Contrastes	Dose de P (mg/dm <sup>3</sup> )			
	200		400	
	Tempo de incubação (d)			
	0	30	0	30
<b>MSPA (mg/vaso)</b>				
-ST vs MAP	6,7**	0,6	13,1**	16,3**
-ST vs ST+S	-2,9	1,6	2,3	2,6
-MAP vs MAP+S	0,4**	3,2	0,4**	1,3
<b>Conteúdo N (mg/vaso)</b>				
-ST vs MAP	178,9**	-83,4	316,6**	137,3**
-ST vs ST+S	-176,6	176,8**	37,5**	-86,7
-MAP vs MAP+S	-49,6	-112,1	-49,6	-129,4
<b>Conteúdo P (mg/vaso)</b>				
-ST vs MAP	4,76**	-83,4	29,1**	137,4**
-ST vs ST+S	-6,5	176,8**	14,0**	-86,8
-MAP vs MAP+S	1,2	-112,0	1,2	-129,4
<b>Conteúdo S (mg/vaso)</b>				
-ST vs MAP	14,4**	6,4**	7,2**	7,3**
-ST vs ST+S	-4,6	15,2	0,9	-3,4
-MAP vs MAP+S	9,2	9,2	3,5	-4,1



**Figura1.** Matéria seca de parte aérea (MSPA, conteúdo de P e S com aplicação de 200 mg/dm<sup>3</sup> de P, com e sem revestimento com enxofre nos tempos 0 e 30 dias de incubação.