

## **EFEITO DA MISTURA DE FOSFATOS ACIDULADOS, FOSFATOS NATURAIS E FONTES DE ENXOFRE APLICADOS EM SOLO DE TEXTURA MÉDIA**

RODRIGUES, Marcos Vinícius<sup>1</sup>; NICCHIO, Bruno Nicchio<sup>2</sup>; PEREIRA, Hamilton Seron<sup>3</sup>; KORNDÖRFER, Gaspar Henrique<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Agronomia – UFU/Uberlândia - marcosrod@outlook.com

<sup>2</sup>Pós-Doutorando em Agronomia – UFU/Uberlândia - bruno\_nicchio@hotmail.com

<sup>3</sup>Professor Titular – UFU/Uberlândia - hspereira@ufu.br; ghk@uber.br.

### **RESUMO**

Os solos brasileiros, no geral, apresentam baixos teores de fósforo (P) em função da natureza mineralógica dos solos, dos processos envolvendo este nutriente e da elevada extração por parte das culturas agrícolas. As fontes de P mais utilizadas são solúveis/aciduladas, porém, sua eficiência nos solos de cerrado pode ser reduzida ao longo do tempo. Já os fosfatos naturais apresentam baixa eficiência no momento da aplicação, mas com efeito residual maior de acordo com o material de origem da fonte. Desta maneira, pressupõe-se que a aplicação conjunta desses fosfatos poderia aumentar a eficiência em disponibilizar P no solo para as plantas. Além disso, a mistura de enxofre poderia aumentar a eficiência desses fosfatos. Nesse contexto, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de fosfatos acidulados, fosfatos naturais e fontes de enxofre em solo de textura média em casa-de-vegetação. Os tratamentos avaliados foram: testemunha, SFT, SFT + S<sup>0</sup>, SFT + Gesso, MAP + S<sup>0</sup>, MAP + Gesso, FNR Reativo + S<sup>0</sup>, FNR Bayóvar + Gesso, FN alta reatividade + SFT + S<sup>0</sup> e FN baixa reatividade + SFT + S<sup>0</sup>, aplicados na dose de 120 mg kg<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 40 mg kg<sup>-1</sup> de S, respectivamente. Os experimentos foram conduzidos por um período de 12 semanas e foram avaliados: altura e diâmetro de plantas, massa seca da parte aérea, concentração e acúmulo de P, S Ca e Mg na planta e pH, P, S Ca e Mg no solo. Os fertilizantes foram aplicados no volume total de 10 kg de solo por vaso antes do plantio de muda pré-brotada (MPB) de cana-de-açúcar (variedade RB 86-7515). A mistura de fertilizantes fosfatados e enxofre elementar (S<sup>0</sup>) foi mais eficiente em aumentar a massa seca e os teores de fósforo em solo de textura média. O fosfato natural Bayóvar foi mais eficiente em aumentar os teores de fósforo no solo e na planta. O fosfato natural de alta reatividade + SFT + S<sup>0</sup> foi mais eficiente em aumentar o teor de enxofre na planta.

**Palavras-chave:** fosfato reativo, SFT, enxofre elementar, gesso e *Saccharum spp.*

### **ABSTRACT**

Brazilian soils, in general, present low levels of phosphorus (P) due to their mineralogical nature, the processes involving this nutrient and its high extraction by agricultural crops. The most used P sources are soluble/acidulated; however, their efficiency in Cerrado soils can be reduced in the long term. Natural phosphates present low efficiency at the moment of application, but with greater residual effect, according to the source material. Therefore, it is assumed that the joint application of these phosphates could increase the efficiency in providing P in the soil for the plants. In addition, mixing sulfur could increase the efficiency of these phosphates. In this context, this study evaluated the effect of the

application of acidulated phosphates, natural phosphates and sulfur sources in soil of medium texture in a greenhouse. The treatments evaluated were: control, TSP, TSP + S<sup>0</sup>, TSP + Gypsum, MAP + S<sup>0</sup>, MAP + Gypsum, Reactive Bayovar Phosphate + S<sup>0</sup>, Reactive Bayovar Phosphate + Gypsum, high reactivity Natural Phosphate + TSP + S<sup>0</sup>, and low reactivity Natural Phosphate + TSP + S<sup>0</sup>, applied at a dose of 120 mg kg<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 40 mg kg<sup>-1</sup> of S, respectively. Fertilizers were applied to the total volume of 10 kg of soil per pot before planting pre-sprouted sugarcane seedlings (variety RB 86-7515). The experiments were conducted for 12 weeks and plant height, diameter, and dry mass, concentration and accumulation of P, S, Ca and Mg in the plant and soil pH, P, S, Ca and Mg were evaluated. The mixture of phosphate fertilizers and elemental sulfur (S<sup>0</sup>) was more efficient in increasing dry mass and phosphorus content in medium texture soil. Reactive Bayovar Phosphate was more efficient in increasing the levels of phosphorus in the soil and in the plant. The highly reactive natural phosphate + SFT + S<sup>0</sup> was more efficient in increasing the sulfur content in the plant.

**Keywords:** TSP, elemental sulfur, gypsum and *Saccharum* spp.

## 1. INTRODUÇÃO

Os solos brasileiros, em geral, são altamente intemperizados, resultado de sua mineralogia e no cerrado, esses solos apresentam baixa fertilidade natural devido à alta acidez, baixa saturação por bases e disponibilidade de nutrientes, na qual o fósforo (P) se destaca. Além disso, a capacidade de adsorção de P faz com que a eficiência de absorção e utilização desse nutriente pelas plantas sejam mais baixas.

Deste modo, o uso de fontes que apresentem maior eficiência para disponibilizar P no solo é de suma importância. Os fosfatos solúveis (acidulados) ao serem aplicados no solo aumentam rapidamente o teor de P, porém, sua disponibilidade normalmente reduz ao longo do tempo devido aos processos de adsorção de P nestes solos. Os fosfatos naturais ou reativos apresentam menor eficiência no ano de aplicação em função das quantidades mais baixas de P solúvel.

De acordo com Novais; Smyth (1999), o ideal seria ter um produto com solubilidade intermediária, entre fosfatos naturais de baixa reatividade e fosfatos acidulados de liberação rápida de P para o meio. Uma maneira de aumentar essa solubilidade seria a aplicação conjunta de fosfato natural e acidulado no mesmo grânulo, o que poderia auxiliar a solubilização do fosfato natural através da acidez gerada pela hidrólise do fosfato acidulado. Mas a rápida dissolução do fosfato solúvel poderia não solubilizar o fosfato natural. Com isso, a adição de enxofre elementar (S<sup>0</sup>) é uma possível forma de aumentar a eficiência dessa associação, em função da acidez gerada através do processo de oxidação do enxofre elementar (S<sup>0</sup>) a sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>). Além disso, esta associação aumentaria a disponibilização de S no solo para as plantas (VITTI; OTTO; SAVIETO, 2015; CÉSAR, 2016).

Deste modo a mistura de fontes de P com fontes de S poderia aumentar a eficiência agronômica de fertilizantes fosfatados na disponibilização de nutrientes ao solo. Além disso, a incorporação de fosfato acidulado e enxofre elementar a fosfatos naturais poderia aumentar sua eficiência agronômica. Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito agronômico da mistura de fosfatos acidulados, fosfatos naturais e fontes de enxofre aplicados em solos de cerrado textura média.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Descrição das fontes de fósforo e enxofre

Foram utilizadas cinco fontes de fósforo, sendo três fontes comerciais: superfosfato triplo (SFT); monoamônio fosfato (MAP); fosfato natural reativo (FNR) Bayóvar (Sechura – Peru) e dois fosfatos naturais (baixa e alta reatividade), ainda em fase de testes.

Para examinar as hipóteses deste ensaio o SFT, MAP e FNR Bayóvar foram misturados com gesso agrícola e também com enxofre elementar (S<sup>0</sup>) pastilhado (nome comercial Sulfurgran<sup>®</sup>) antes de serem aplicados no solo. Além disso, utilizou-se o fosfato natural (FN) de baixa reatividade + SFT + S<sup>0</sup>, que é um fertilizante mineral complexo granuloso, fabricado com rocha fosfática Catalão, SFT e S<sup>0</sup> incorporados ao grânulo. O FN de alta reatividade + SFT + S<sup>0</sup>, é um fertilizante mineral complexo granuloso, fabricado com rocha fosfática Bayóvar, SFT e S<sup>0</sup> incorporados ao grânulo. Ambos os fosfatos apresentam relação P:S de 2:1 e com 5% de bentonita. As principais descrições químicas das fontes de fósforo e enxofre utilizadas neste estudo encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1.** Caracterização das fontes de P e S, com relação aos teores de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total, em H<sub>2</sub>O, em CNA+H<sub>2</sub>O e em ÁC<sup>2</sup> 1:100 e Ca, Mg e S.

Fonte de P e S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			Ca	N	S
	CNA <sup>1</sup> +H <sub>2</sub> O	ÁC <sup>2</sup> 1:100	Total	Total		
	----- % -----					
SFT	41	-	46	13	-	-
MAP	48	-	52	12	10	-
FNR Bayóvar	-	14	29	32	-	-
FN Baixa Reatividade + SFT + S <sup>0</sup>	21	-	21	17	-	10
FN Alta Reatividade + SFT + S <sup>0</sup>	19	7	19	17	-	12
Gesso	-	-	-	17	-	15
Enxofre Elementar (S <sup>0</sup> ) Pastilha <sup>†</sup>	-	-	-	-	-	90

<sup>1</sup>CNA = citrato neutro de amônio; <sup>2</sup>ÁC = Ácido Cítrico a 2%; <sup>†</sup>9,5% de bentonita em p/p do produto final.

Os fertilizantes fosfatados e gesso agrícola utilizados neste experimento foram fornecidas pela empresa Vale Fertilizantes, Mosaic S/A. A rocha de Catalão (Goiás), matéria-prima do FN de baixa reatividade é de origem ígnea, resultantes da solidificação do magma de erupções vulcânicas, em altas temperaturas, resultando em cristais duros, com elevados níveis de contaminantes (óxidos de Fe e Al) e baixos teores de P. A rocha de Bayóvar (Perú) matéria-prima do FN de alta reatividade é de origem sedimentar, formada em função do acúmulo e consolidação de materiais degradados de rochas pré-existentes ou devido ao acúmulo de restos orgânicos (ossadas e esqueleto de animais) e apresentam alta reatividade.

### 2.2 Delineamento experimental

O experimento foi realizado em delineamento experimental de blocos casualizados, sendo 10 tratamentos com quatro repetições cada. Os tratamentos consistiram na aplicação das diferentes fontes de P e S (Tabela 2).

**Tabela 2.** Tipo de fertilizante, quantidade dos nutrientes e das fontes fornecidas ao solo em cada tratamento.

Tratamento	Fonte de P	Dose			
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	Fonte de P (g 10 kg solo <sup>-1</sup> )	S (mg kg <sup>-1</sup> )	Fonte de S (g 10 kg solo <sup>-1</sup> )
Testemunha	-	0	0	0	0
2	SFT	120	2,92	0	0
3	SFT + S <sup>0</sup>	120	2,92	40	0,44
4	SFT + Gesso	120	2,92	40	2,66
5	MAP + S <sup>0</sup>	120	2,50	40	0,44
6	MAP + Gesso	120	2,50	40	2,66
7	FNR Bayovar + S <sup>0</sup>	120	8,57	40	0,44
8	FNR Bayovar + Gesso	120	8,57	40	2,66
9	FN Baixa Reatividade <sup>1</sup> + SFT + S <sup>0</sup>	120	5,71	57	7,71
10	FN Alta Reatividade <sup>2</sup> + SFT + S <sup>0</sup>	120	5,05	75	5,05

Os tratamentos SFT, MAP e FNR Bayóvar foram misturados fisicamente com gesso e enxofre elementar pastilha (S<sup>0</sup>), antes da aplicação. Os tratamentos FN Baixa e Alta Reatividade + SFT + S<sup>0</sup> tinham o S<sup>0</sup> incorporado ao grânulo e deste modo às doses de S foram proporcionais a dose de fósforo estabelecida (Tabela 2).

### 2.3 Instalação

O local (casa-de-vegetação) onde foi instalado o experimento é pertencente ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia (ICIAG/UFU), Campus Umuarama, Uberlândia, MG. Foi utilizado amostras de solo Latossolo Vermelho distrófico (LVd), textura média. As amostras de solo foram retiradas dos 20 cm superficiais, dos seguintes locais: Faz. Pau Furado (LVd – 1); Faz. Glória parte sudeste (LVd – 2) e Faz. Glória parte sul (RQo), ambas as áreas localizadas em Uberlândia, MG. As principais características químicas e físicas do solo encontram-se na Tabela 3.

**Tabela 3.** Caracterização química e física das amostras de solo (0-20 cm) utilizadas no experimento de casa-de-vegetação, Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Uberlândia – MG.

Solo	pH CaCl <sub>2</sub>	P	S	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V	MO
		-- mg dm <sup>-3</sup> --		----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----		----- g kg <sup>-1</sup> -----				%	dag kg <sup>-1</sup>
LVd	4,1	3,4	13,0	4,2	0,05	0,2	0,1	0,3	4,6	9,7	2,4
	Areia Grossa		Areia Fina		Silte			Argila			
	----- g kg <sup>-1</sup> -----										
LVd	231		485		45			239			

Ca, Mg = (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); P = (HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 mol L<sup>-1</sup>); SB = Soma de Bases; V= Saturação por bases; Análise textural pelo Método da Pipeta, EMBRAPA (2009a).

As amostras de solo coletadas foram colocadas para secagem e posterior peneiragem. Depois deste processo, foram pesados e dispostos 10 kg de solo em vasos com capacidade para 12 kg. As amostras receberam aplicação de CaCO<sub>3</sub> e MgCO<sub>3</sub>, calculadas pelo método de saturação de bases e foram incubadas por um período de 15 dias. Durante o período de

incubação o solo foi irrigado em sua capacidade de campo. Foi aplicado para o solo LVd: 1,07 g CaCO<sub>3</sub> kg de solo<sup>-1</sup>; 0,25 g MgCO<sub>3</sub> kg de solo<sup>-1</sup>; 275 mL H<sub>2</sub>O kg de solo<sup>-1</sup>.

Após o tempo de incubação realizou-se a aplicação dos tratamentos (tabela 3) no volume total de solo e posterior plantio de duas mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar (MPB), variedade RB 86-7515 em vasos com capacidade para 12 kg. Além disso, aplicou-se juntamente com os tratamentos, 200 mg kg<sup>-1</sup> de N, 166 mg kg<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 50 mg kg<sup>-1</sup> de micronutrientes.

## 2.4 Avaliações

Aos 45 e 100 dias após o transplante das mudas de cana, foram realizadas avaliações de altura e diâmetro de plantas. A colheita das plantas foi realizada aos 100 dias após o transplante, cortando-se manualmente as duas plantas de cada vaso. As plantas foram posteriormente acondicionadas em sacos de papel para secagem em estufa de circulação de ar, a 65 °C, até peso constante. Após seco, o material foi pesado em balança analítica para obtenção de massa seca e moído em moinho tipo Willey para análise laboratorial. As amostras foram submetidas à análise de P e S seguindo metodologia descrita pela EMBRAPA (2009). Com os dados dos teores de P e S na planta e a massa da matéria seca da parte aérea, foi calculado o acúmulo (extração) de nutrientes nas mudas de MPB.

Sete dias após a data da colheita foram coletadas também amostras de solo em cada vaso, com o auxílio de mini trado, amostrando-se quatro pontos em cada um dos vasos, formando uma amostra composta por parcela. As amostras após serem secas foram submetidas às análises de pH (CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup>), P (extrator Mehlich1 e Resina), S, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> no solo seguindo metodologia descrita pela EMBRAPA (2009) e Raij et al. (2001).

## 2.5 Análises estatísticas

Depois de testado às pressuposições submeteu-se os resultados às análises de variância e sendo o teste F significativo, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância com a utilização do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014), e cada tratamento comparado com a testemunha pelo teste de Dunnett a 0,05 de significância com auxílio do programa estatístico ASSISTAT versão 7.6 beta (SILVA, 2016). Além disso, visando comparar o efeito da mistura de fosfatos acidulados, fosfatos naturais e fontes de enxofre, realizou-se a análise de contraste entre os tratamentos com o teste de Scheffé a 0,05 de significância com auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa para altura e diâmetro de plantas aos 45 dias após a aplicação dos tratamentos, cujas médias foram, 32,6 cm e 13,5 cm. Aos 100 dias foi observado que maior parte dos tratamentos diferiu da testemunha sobre altura, diâmetro e MSPA (Tabela 4). Porém, para os tratamentos MAP + Gesso e FN de alta reatividade + SFT + S<sup>0</sup>, os valores de diâmetro de colmos foram inferiores.

**Tabela 4.** Altura, diâmetro de plantas e massa seca da parte aérea (MSPA) de mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar (variedade RB 86-7515) cultivadas em amostras de um Latossolo Vermelho distrófico (LVd), 100 dias após a aplicação dos tratamentos.

Tratamentos	Altura	Diâmetro	MSPA
	cm	mm	g
Testemunha	54,5 b	14,1 b	5,3 b
SFT	90,3 a*	17,4 a*	13,0 ab
SFT + S <sup>0</sup>	86,3 a*	17,2 a*	18,5 a*
SFT + Gesso	95,2 a*	16,8 a*	18,6 a*
MAP + S <sup>0</sup>	95,6 a*	17,0 a*	23,5 a*
MAP + Gesso	88,2 a*	15,8 b	18,0 a*
FNR Bayóvar + S <sup>0</sup>	92,5 a*	17,3 a*	16,1 ab*
FNR Bayóvar + Gesso	96,0 a*	17,5 a*	17,7 a*
FN Baixa Reatividade + SFT + S <sup>0</sup>	86,0 a*	17,0 a*	18,0 a*
FN Alta Reatividade + SFT + S <sup>0</sup>	91,1 a*	14,1 b	15,7 ab*
Médias	87,5	16,4	16,4
CV	9,8	7,4	27,1
DMS (Dunnett)	17,60	2,48	9,08

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; \*Médias diferentes da testemunha por Dunnett (P<0,05);

Os incrementos médios de MSPA dos tratamentos com S<sup>0</sup> (SFT, MAP e FNR Bayóvar), foram de 14,0 e 6,0 g, respectivamente em comparação com a testemunha (5,3 g) e SFT (13,0 g), pelo teste Dunnett. Os tratamentos com Gesso (SFT, MAP e FNR Bayóvar) e os tratamentos com fosfatos naturais (FN de baixa reatividade + SFT + S<sup>0</sup> e FN de alta reatividade + SFT + S<sup>0</sup>) também apresentaram incrementos médios de 12,8 e 5,1 g em relação à testemunha, e na ordem de 11,5 e 3,8 g em comparação com o SFT (Tabela 4). César (2016) também encontrou resultados satisfatórios na produção de MSPA de milho ao avaliar a aplicação de MAP e SFT associadas com enxofre elementar (S<sup>0</sup>) e MAP e SFT associados com fosfato natural e S<sup>0</sup>.

Além disso, deve-se destacar que o FNR Bayóvar misturado com S<sup>0</sup> e gesso aplicado na forma farelada e FN de baixa e alta reatividade + SFT + S<sup>0</sup> aplicado na forma granulada apresentaram resultados semelhantes aos tratamentos com SFT e MAP, indicando que a associação destes fosfatos com S pode favorecer a solubilização do fosfato natural, aumentando sua eficiência (VITTI; OTTO; SAVIETO, 2015; CÉSAR, 2016). A associação de fontes de P com fontes de S além de contribuir para solubilização do fosfato pode contribuir para a redução da toxidez de alumínio (gesso), diminuindo a fixação de P e conseqüentemente aumentando a disponibilidade de P no solo (EVANS; PRICE, 2009; SOARES, 2016).

Para as variáveis pH, S e Mg do solo, não foram observadas diferenças significativas aos 100 dias, os quais apresentaram teores médios de 4,8 de pH (CaCl<sub>2</sub>), 16,5 mg dm<sup>-3</sup> de S e 0,2 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup> de Mg (Tabela 5).

**Tabela 5.** pH, teores de P extraídos por Mehlich-1 e Resina, S, Ca e Mg em amostras de um Latossolo Vermelho distrófico (LVd) cultivadas com mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar (variedade RB 86-7515), 100 dias após a aplicação dos tratamentos.

Tratamentos	pH	P-Meh	P-Res	S	Ca	Mg
-------------	----	-------	-------	---	----	----

	CaCl <sub>2</sub>	----- mg dm <sup>-3</sup> -----			-- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> --	
Testemunha	4,8	1,52 b	3,5 b	12,0	1,8 b	0,3
SFT	4,9	29,4 a*	26,1 a*	13,2	2,0 b	0,2
SFT + S <sup>0</sup>	4,9	8,5 b	10,1 ab	13,5	2,1 b	0,3
SFT + Gesso	4,8	8,2 b	14,4 ab	20,0	2,1 b	0,3
MAP + S <sup>0</sup>	4,8	28,2 a	24,4 a*	16,3	2,1 b	0,2
MAP + Gesso	4,8	12,0 b	19,4 a*	20,1	2,0 b	0,2
FNR Bayóvar + S <sup>0</sup>	5,0	26,6 a	21,7 ab*	18,4	2,3 a*	0,2
FNR Bayóvar + Gesso	4,9	34,0 a*	24,0 a*	17,3	2,4 a*	0,2
FN Baixa Reatividade + SFT + S <sup>0</sup>	4,9	10,1 b	11,2 ab	14,9	2,4 a*	0,3
FN Alta Reatividade + SFT + S <sup>0</sup>	5,1	15,2 b	27,1 a*	20,0	2,8 a*	0,3
Médias	4,8	17,3	18,1	16,5	2,2	0,2
CV	3,5	77,6	42,1	32,4	11,5	26,4
DMS (Dunnett)	0,35	27,51	15,64	17,51	0,52	0,15

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; \*Médias diferentes da testemunha por Dunnett (P<0,05);

Já os tratamentos FNR Bayóvar (Pastilha S e Gesso), FN de baixa e alta reatividade + SFT + S<sup>0</sup> apresentaram altos teores de Ca do solo em relação à testemunha. Segundo Khasawaneh; Doll (1978), elevados teores de Ca no solo podem diminuir a dissolução de fosfato natural, o que pode explicar os baixos teores de P no solo proveniente dos tratamentos com fosfato natural. Por outro lado, os maiores teores de Ca nesses tratamentos podem ser decorrentes da dissolução desses fosfatos que contêm alta concentração de Ca em sua composição.

Os teores de P no solo (extrator Mehlich1 e Resina) de textura média (LVd-2) tiveram grande variação entre as fontes, onde os tratamentos testemunha, SFT + S<sup>0</sup> e SFT + Gesso resultaram em baixos teores de P (Tabela 5). Semelhante ao observado no solo de textura argilosa (LVd-1), a aplicação de FNR Bayóvar + Gesso, resultou em teores de P no solo superiores a testemunha.

Os elevados teores de P (extrator Mehlich1) provenientes dos tratamentos com FNR Bayóvar (S<sup>0</sup> e gesso) pode ser indicativo de que o extrator superestimou os teores de P disponíveis no solo. O método Mehlich1 com ação por dissolução ácida consiste na solubilização em ordem decrescente de efetividade das formas de P ligadas a cálcio (Ca), alumínio (Al) e ferro (Fe) e, desta forma, como desvantagem, pela extração preferencial de compostos de Ca, superestima os teores disponíveis em solos com presença de fosfatos de Ca como mineral primário (MEHLICH, 1978), e também nos que receberam adubação com fosfatos naturais (GATIBONI et al., 2003; BORTOLON et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2015). Por outro lado, esta análise pode ser um indicativo do nível de solubilização do fosfato natural no solo.

Proposto por Amer et al. (1955), a Resina Trocadora de Ânions (RTA) em lâminas ou esferas possui sítios permanentes de adsorção de ânions e por isso apresenta comportamento mais satisfatório para disponibilidade de P no solo pois o discrimina melhor não superestimando o P disponível no solo proveniente de fosfatos naturais (RAIJ e DIEST, 1980; BRAGA et al., 1991; KORNDÖRFER et al., 1999; SILVA; RAIJ, 1999; KLIEMANN; LIMA, 2001; SOUSA; LOBATO, 2004; RAIJ, 2004; OLIVEIRA et al., 2015).

Além dos resultados de P no solo já demonstrado, verifica-se com extrator Resina, que o SFT, MAP + S<sup>0</sup>, FNR Bayóvar + S<sup>0</sup> e FN de alta reatividade + SFT + S<sup>0</sup> mostraram-se superiores à testemunha, pelo teste de Dunnett. Resultados intermediários foram observados com os tratamentos com MAP + Gesso e FNR Bayóvar + S<sup>0</sup> (Tabela 11).

Os baixos teores de P (extrator Mehlich1 e Resina) no solo observado em alguns tratamentos (SFT + S<sup>0</sup>, SFT + Gesso, MAP + Gesso e FN de baixa reatividade + SFT + S<sup>0</sup>) podem ter ocorrido pela tendência de remoção do P da solução do solo, já que a taxa de fixação tanto por precipitação quanto por adsorção deste nutriente através de compostos de Al, Fe e Ca é comum com o decorrer do tempo (FURTINI NETO et al., 2001; VILLAS BÔAS et al., 2002; CÉSAR, 2016).

A aplicação dos tratamentos aumentou a concentração de P na MSPA, mas não a concentração de S (Tabela 6). Para acúmulo de P na MSPA foi observado melhor desempenho do MAP + S<sup>0</sup> em comparação ao SFT e testemunha. Corroborando com esses resultados, César (2016), verificou efeito positivo da aplicação de MAP + S sobre o acúmulo de P em plantas de milho. O autor também não encontrou diferenças entre os tratamentos aplicados sobre a concentração de S na MSPA.

**Tabela 6.** Concentração e acúmulo de P e S na MSPA de mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar cultivadas em amostras de um Latossolo Vermelho distrófico (LVd), 100 dias após a aplicação dos tratamentos.

Tratamentos	Concentração		Acúmulo	
	P	S	P	S
	----- g kg <sup>-1</sup> -----		----- mg vaso <sup>-1</sup> -----	
Testemunha	0,48 c	2,0	2,6 c	10,6 a
SFT	0,78 b*	2,4	10,0 bc	31,8 ab
SFT + S <sup>0</sup>	0,88 a*	2,6	16,3ab*	46,1 ab*
SFT + Gesso	0,97 a*	2,4	18,2 ab*	46,6 ab*
MAP + S <sup>0</sup>	0,99 a*	2,5	23,3 a*	61,7 a*
MAP + Gesso	0,95 a*	2,4	16,9 ab*	44 ab*
FNR Bayóvar + S <sup>0</sup>	0,99 a*	2,3	15,7 ab*	37 ab
FNR Bayóvar + Gesso	1,00 a*	2,6	17,3 ab*	46,2 ab*
FN Baixa Reatividade + SFT + S <sup>0</sup>	0,92 a*	2,2	16,6 ab*	39,2 ab
FN Alta Reatividade + SFT + S <sup>0</sup>	0,92 a*	3,3	14,5 ab*	54,5 a*
Médias	0,89	2,5	15,1	41,8
CV	13,1	26,6	27,3	35,7
DMS (Dunnett)	0,23	1,35	10,08	30,4

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; \*Médias diferentes da testemunha por Dunnett (P<0,05);

Semelhante ao observado para acúmulo de P, o tratamento MAP + S<sup>0</sup> foi mais eficiente sobre o acúmulo de S quando comparado com a testemunha, pelo teste de Dunnett. Os tratamentos SFT + S<sup>0</sup>, SFT + Gesso, MAP + Gesso, FNR Bayóvar + Gesso e FN de alta reatividade + SFT + S<sup>0</sup> apresentaram o mesmo comportamento. Corroborando com esses resultados, César (2016) verificou maior S acumulado em dois cultivos de milho submetido à aplicação de S na forma de sulfato e FN Alta Reatividade + MAP + S<sup>0</sup> em um Latossolo

Vermelho-Amarelo. Segundo o autor o S<sup>0</sup> melhorou a eficiência agronômica de fertilizantes fosfatados avaliados condições de casa-de-vegetação.

No geral, o tratamento MAP + S<sup>0</sup> apresentou resultados satisfatórios sobre teores de P e S no solo, MSPA, acúmulo de P e S na MSPA. Semelhante ao observado neste experimento, alguns estudos verificaram que a mistura física de S<sup>0</sup> com fertilizantes fosfatados aplicados na forma de pó ou farelada apresentaram resultados satisfatórios em solos da Austrália com pH (CaCl<sub>2</sub>) entre 4,3 a 5,8 (EVANS; MCDONAL; PRICE, 2006; EVANS; PRICE, 2009).

De acordo com Frandoloso et al. (2010), no Brasil, são poucas as pesquisas sobre o uso de S<sup>0</sup> como fonte de nutrientes para as plantas. Horowitz (2003) em trabalho realizado em casa-de-vegetação com quatro cultivos consecutivos de milho observou que a incorporação de S<sup>0</sup> na forma de pó adicionado ao superfosfato triplo foi mais eficiente.

Os contrastes sobre os teores de P (extrator Mehlich1) no solo mostraram que o SFT, MAP e FNR Bayóvar misturado com gesso foram mais eficientes que SFT aplicado sem S (Tabela 7).

**Tabela 7.** Análise de contrastes para avaliar o efeito de fertilizantes fosfatados misturados com fontes de S sobre os teores de P (extrator Mehlich-1 e Resina) e S em amostras de um Latossolo Vermelho distrófico (LVd), 100 dias após a aplicação dos tratamentos.

Contrastes	P-Mehlich1	P-Resina	S
	--- mg dm <sup>-3</sup> ---		
SFT vs (SFT + S <sup>0</sup> ) + (MAP + S <sup>0</sup> ) + (FNR Bayóvar + S <sup>0</sup> )	ns	ns	ns
SFT vs (SFT + Gesso) + (MAP + Gesso) + (FNR Bayóvar + Gesso)	29,4 x (8,2) + (12,0) + (34,0)*	ns	ns
(SFT + S <sup>0</sup> ) + (MAP + S <sup>0</sup> ) + (FNR Bayóvar + S <sup>0</sup> ) vs (SFT + Gesso) + (MAP + Gesso) + (FNR Bayóvar + Gesso)	ns	ns	ns
(SFT + S <sup>0</sup> ) + (SFT + Gesso) + (MAP + S <sup>0</sup> ) + (MAP + Gesso) vs (FNR Bayóvar + S <sup>0</sup> ) + (FNR Bayóvar + Gesso)	(8,5) + (8,2) + (28,2) + (12,0) x (26,6) + (34,0)*	ns	ns

\* significativo pelo teste de Scheffé a 0,05 de significância; ns: não significativo.

O FNR Bayóvar quando comparado com SFT e MAP (ambos misturados com gesso e S<sup>0</sup>), apresentou maiores teores de P (extrator Mehlich1) no solo (Tabela 7). Conforme já relatado na tabela 10, esse comportamento pode ser indicativo de que o extrator Mehlich1 superestimou os teores de P disponíveis no solo, o qual apresenta ação preferencial na dissolução de fosfatos de cálcio (KORNDÖRFER et al., 1999). Porém, a alta reatividade deste fosfato também pode justificar sua eficiência em solo mais argiloso aliado a maior taxa de adsorção de P proveniente de fosfatos acidulados.

Não foram observadas diferenças significativas entre os contrastes avaliados sobre os teores de S no solo, concentração e acúmulo de S na MSPA. Sobre a concentração de P na

MSPA, o fosfato reativo bayóvar mostrou-se mais eficiente que o SFT e MAP, ambos misturados com gesso e S<sup>0</sup> (Tabela 8). Entretanto, maior acúmulo de P na MSPA foi observado com SFT e MAP.

**Tabela 8.** Análise de contrastes para avaliar o efeito de fertilizantes fosfatados misturados com fontes de S sobre a massa seca da parte aérea (MSPA), concentração e acúmulo de P e S em mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar, em amostras de um Latossolo Vermelho distrófico (LVd), 100 dias após a aplicação dos tratamentos.

Contrastes	MSPA	Concentração		Acúmulo	
		P	S	P	S
	---- g ----	----- g kg <sup>-1</sup> -----		----- mg vaso <sup>-1</sup> -----	
SFT	13,0			10,0	
vs	<b>x</b>			<b>x</b>	
(SFT + S <sup>0</sup> ) + (MAP + S <sup>0</sup> ) + (FNR Bayóvar + S <sup>0</sup> )	(18,5) + (23,5) + (16,1)*	ns	ns	(16,3) + (23,3) + (15,7)*	ns
SFT				10,0	47,5
vs				<b>x</b>	<b>x</b>
(SFT + Gesso) + (MAP + Gesso) + (FNR Bayóvar + Gesso)	Ns	ns	ns	(18,2) + (16,9) + (17,3)*	(85,3) + (77,7) + (56,4)*
(SFT + S <sup>0</sup> ) + (MAP + S <sup>0</sup> ) + (FNR Bayóvar + S <sup>0</sup> )					
vs	ns	ns	ns	ns	ns
(SFT + Gesso) + (MAP + Gesso) + (FNR Bayóvar + Gesso)					
(SFT + S <sup>0</sup> ) + (SFT + Gesso) + (MAP + S <sup>0</sup> ) + (MAP + Gesso)		(0,88) + (0,97) + (0,99) + (0,95)		(16,3) + (18,2) + (60,8) + (85,3) + (23,3) + (16,9)	(60,2) + (77,7)
vs	ns	<b>x</b>	ns	<b>x</b>	<b>x</b>
(FNR Bayóvar + Pastilha S) + (FNR Bayóvar + Gesso)		(0,99) + (1,00)*		(15,7) + (17,3)*	(56,4) + (56,4)*

\* significativo pelo teste de Scheffé a 0,05 de significância; ns: não significativo.

Percebe-se que o uso de S<sup>0</sup> pastilha associado com fosfatos (SFT, MAP e FNR Bayóvar) proporcionou MSPA superior em comparação ao SFT (Tabela 8). Além disso, esta análise indicou que a mistura de fontes de P com fontes de S proporcionaram maiores acúmulos de P na MSPA ao comparar com o tratamento sem adição de S.

Soares (2016) observou comportamento semelhante sobre o acúmulo de P e MSPA de plantas de milho com aplicação de MAP e SFT associados com S<sup>0</sup>. Dois estudos em condições de casa-de-vegetação com solos de áreas pastagem da Austrália também demonstraram que a mistura física de S<sup>0</sup> com fertilizantes fosfatados aplicados na forma de pó ou farelada apresentaram resultados satisfatórios em pastagens (EVANS; MCDONAL; PRICE, 2006; EVANS; PRICE, 2009). Karimizarch et al. (2014) ao avaliar aplicação de S<sup>0</sup> em solo alcalino da Malásia em condições de cana-de-vegetação verificou incrementos de massa seca de milho.

Os resultados do estudo da aplicação de fosfatados provenientes da mistura de fosfato natural (alta e baixa reatividade), SFT e S<sup>0</sup> no mesmo grânulo são apresentados nas tabelas 9 e 10. Foram evidenciados melhores resultados sobre os teores de P (extrator Mehlich1) no solo ao comparar o FNR Bayóvar + gesso e FNR Bayóvar + S<sup>0</sup> com os fosfatos naturais de alta e baixa reatividade + SFT + S<sup>0</sup> (Tabela 9).

**Tabela 9.** Análise de contrastes para avaliar o efeito de fertilizantes fosfatados produzidos com fosfato solúvel, insolúvel e enxofre elementar sobre os teores de P (extrator Mehlich-1 e Resina) e S em amostras de um Latossolo Vermelho distrófico (LVd), 100 dias após a aplicação dos tratamentos.

Contrastes	P-Mehlich1	P-Resina	S
	--- mg dm <sup>-3</sup> ---		
(SFT + S <sup>0</sup> ) + (SFT + Gesso) + (MAP + S <sup>0</sup> ) + (MAP + Gesso) vs (FN Baixa Reatividade + SFT + S <sup>0</sup> ) + (FN Alta Reatividade + SFT + S <sup>0</sup> )	ns	ns	ns
SFT vs (FN Baixa Reatividade + SFT + S <sup>0</sup> ) + (FN Alta Reatividade + SFT + S <sup>0</sup> )	ns	ns	ns
(FNR Bayóvar + S <sup>0</sup> ) + (FNR Bayóvar + Gesso) vs (FN Baixa Reatividade + SFT + S <sup>0</sup> ) + (FN Alta Reatividade + SFT + S <sup>0</sup> )	(26,6) + (34,0) <b>x</b> (10,1) + (15,2)*	ns	ns
FN Baixa Reatividade + SFT + S <sup>0</sup> vs FN Alta Reatividade + SFT + S <sup>0</sup>	ns	(11,2) <b>x</b> (27,1)*	ns

\* significativo pelo teste de Scheffé a 0,05 de significância; ns: não significativo.

Esses resultados diferem de Soares (2016) ao observar em solo de textura média que fosfatos produzidos a partir da mistura de fosfato natural, MAP e S<sup>0</sup> na composição proporcionaram melhores resultados nos teores de P no solo. Uma provável justificativa é o tempo de dissolução e solubilização dos fosfatos no solo associado ao modo de aplicação (volume total do solo), pois o FNR Bayóvar + (Gesso e Pastilha) foi aplicado na forma farelada o que possibilitou solubilização mais rápida que o FN de baixa e alta reatividade + SFT, aplicados na forma granulada. Por outro lado, conforme relatado anteriormente na tabela 5, o extrator Mehlich1 pode ter superestimado os resultados devido apresentação preferencial na dissolução de fosfatos de cálcio (FRANDOSOLO et al., 2010).

Sobre os teores de P no solo extraído com Resina e concentração de S na MSPA, o fosfato natural de alta reatividade + SFT + S<sup>0</sup> mostrou-se mais eficiente que o fosfato natural de baixa reatividade + SFT + S<sup>0</sup> (Tabela 9 e 10). Soares (2016) encontrou resultados satisfatórios com a rocha de bayóvar quando associada com S<sup>0</sup> e MAP ou SFT na mistura. Essa associação é vantajosa, pois a fração do fosfato totalmente acidulado forma uma solução ácida na região do grânulo durante sua dissolução que pode facilitar à solubilização do fosfato

natural, entretanto, a reatividade do fosfato de rocha pode determinar a eficiência de solubilização e efeito residual. Rochas de origem sedimentar apresentam alta reatividade e com isso são mais eficientes quando comparadas com as de origem ígnea e metamórfica, consideradas de baixa reatividade em função de seu material de origem (LÉON et al., 1986; CHIEN, 1996; CÉSAR, 2016). Para MSPA e acúmulo de P e S não foram observados efeito da aplicação de fosfato natural (alta e baixa reatividade) + SFT + S<sup>0</sup> nos contrastes avaliados (Tabela 10).

**Tabela 10.** Análise de contrastes para avaliar o efeito de fertilizantes fosfatados produzidos com fosfato solúvel, insolúvel e enxofre elementar sobre a massa seca da parte aérea (MSPA), concentração e acúmulo de P e S em mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar, em amostras de um Latossolo Vermelho distrófico (LVd), 100 dias após a aplicação dos tratamentos.

Contrastes	MSPA	Concentração		Acúmulo	
		P	S	P	S
	-- g --	----- g kg <sup>-1</sup> -----		----mg vaso <sup>-1</sup> ----	
(SFT + S <sup>0</sup> ) + (SFT + Gesso) + (MAP + S <sup>0</sup> ) + (MAP + Gesso) vs (FN Baixa Reatividade + SFT + S <sup>0</sup> ) + (FN Alta Reatividade + SFT + S <sup>0</sup> )	ns	ns	ns	ns	ns
SFT vs (FN Baixa Reatividade + SFT + S <sup>0</sup> ) + (FN Alta Reatividade + SFT + S <sup>0</sup> )	ns	ns	ns	ns	ns
(FNR Bayóvar + S <sup>0</sup> ) + (FNR Bayóvar + Gesso) vs (FN Baixa Reatividade + SFT + S <sup>0</sup> ) + (FN Alta Reatividade + SFT + S <sup>0</sup> )	ns	(0,99) + (1,00) x (0,92) + (0,92)*	ns	ns	ns
FN Baixa Reatividade + SFT + S <sup>0</sup> vs FN Alta Reatividade + SFT + S <sup>0</sup>	ns	ns	(2,2) x (3,3)*	ns	ns

\* significativo pelo teste de Scheffé a 0,05 de significância; ns: não significativo.

Em relação à concentração de P, o FNR Bayóvar + Gesso e FNR Bayóvar + S<sup>0</sup> mostraram-se mais eficientes que o FN de baixa reatividade + SFT + S<sup>0</sup> e FN de alta reatividade + SFT + S<sup>0</sup>. Como citado anteriormente à aplicação do fosfato na forma farelada, no volume total de solo, pode ter favorecido uma solubilização mais rápida em função da maior superfície de contato quando comparado com os fosfatos complexos granulados (FN + SFT + S<sup>0</sup>).

#### 4. CONCLUSÕES

A mistura de fertilizantes fosfatados e enxofre elementar (S<sup>0</sup>) foi mais eficiente em aumentar a massa seca e os teores de fósforo em solo de textura média.

O fosfato natural Bayóvar foi mais eficiente em aumentar os teores de fósforo no solo e na planta.

O fosfato natural de alta reatividade + SFT + S<sup>0</sup> foi mais eficiente em aumentar o teor de enxofre na planta.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORTOLON, L.; GIANELLO, C.; WELTER, S.; ALMEIDA, R. G. O.; GIASSON, E. Simultaneous extraction of phosphorus, potassium, calcium and magnesium from soils and potassium recommendations for crops in Southern Brazil. **Pedosphere**, v. 21, n. 3, p. 365-372, 2011.

CÉSAR, F. R. C. F. **Eficiência agrônômica de misturas no mesmo grânulo de fosfatos acidulados, fosfatos naturais e enxofre elementar**. 2016. 136f. (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

CHIEN, S. H.; MENON, R. G.; BILLINGHAM, K. S. Phosphorus availability from phosphate rock as enhanced by water-soluble phosphorus. **Soil Science Society of Ameca Journal**, v. 60, p. 1173-1177, 1996.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Aspectos relacionados ao manejo da adubação fosfatada em solos do cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 32p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2.ed. Brasília, Informação Tecnológica, 2009. 628p.

EVANS, J.; MCDONALD, L.; PRICE, A. Application of reactive phosphate rock and sulfur fertilizers to enhance the availability of soil phosphate in organic farming. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 75, p. 233-246, 2006.

EVANS, J.; PRICE, A. Influence of rates of reactive phosphate rock and Sulphur on potentially available phosphorus in organically managed soils in the south-eastern near-Mediterranean cropping region of Australia. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 84, p. 105-118, 2009.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciênc. Agrotec**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FRANDOLOSO, J. F.; LANA, M. C.; FONTANIVA, S.; CZYCZA, F. R. Eficiência de adubos fosfatados associados ao enxofre elementar na cultura do milho. **Rev. Ceres, Viçosa**, v. 57, n.5, p. 686-694, 2010.

FURTINI NETO, A.; VALE, F. R.; RESENDE, Á, V.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEP, 2001. 252p.

GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D. S.; BRUNETTO, G. Superphosphate and rock phosphates as phosphorus sources for grass-clover pasture on a limed acid soil in southern Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 34, n. 2, p. 503-514, 2003.

KORNDÖRFER, G. H.; CABEZAS, W. A. L.; HOROWITZ, N. Eficiência agrônômica de fosfatos naturais na cultura do milho. **Scientia Agrícola**, São Paulo, v. 56, n. 2, p. 32-39, 1999.

LÉON, L. A.; FENSTER, W. E.; HAMMOND, L. L. Agronomic potential of eleven phosphate rocks from Brazil, Colombia, Perú and Venezuela. **Soil Sc. Soc. Am. J.**, Boulder, v. 50, p. 798-802, 1986.

NOVAIS, R. F. de; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV/DPS, 1999. 399p.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: SBCS, 2007. p. 471-550.

OLIVEIRA JUNIOR, A. **Eficiência agrônômica de fosfatos de rocha, utilizados isoladamente ou associados ao superfosfato triplo, para a cultura da soja**. 2007. 123f. (Doutorado – Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

OLIVEIRA, C. M. B.; GATIBONI, L. C.; ERNANI, P. R.; BOITT, G.; BRUNETTO, G. Capacidade de predição da disponibilidade de fósforo em solo com aplicação de fosfato solúvel e natural. **Científica**, Jaboticabal, v. 43, n. 4, p. 413-419, 2015.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. IAC. 284p. 2001.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420p.

RAIJ, B. van. Métodos de Diagnose de Fósforo no Solo em Uso no Brasil. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. e (Eds.). **Fósforo na Agricultura Brasileira**, Piracicaba, SP: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 2004. p. 563-587.

RAIJ, B.; DIEST, B. Phosphate supplying power in na Oxisol. **Plant & Soil**, Crawley, p. 55-97, 1980.

RAJAN, S. S. S.; WATKINSON, H.; SINCLAIR, A. G. Phosphate rocks for direct application to soils. **Advances in Agronomy**, v. 57, p. 77-159, 1996.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric. Res**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

SOARES, G. F. **Gesso e Fósforo na Sucessão Soja/Milho Safrinha 2016**. 2016. 74f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2016.

VILLAS BÔAS, R. L.; ZANINI, J. R.; DUENHAS, L. H. Uso e manejo de fertilizantes em fertirrigação. In: ZANINI, J. R.; VILLAS BÔAS, R. L.; FEITOSA FILHO, J. C. **Uso e manejo da fertirrigação e hidroponia**. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p.1-25.

VITTI, G. C.; OTTO, R.; SAVIETTO, J. Manejo do Enxofre na agricultura. **Informações Agrônômicas**, Piracicaba, n. 152, p. 1-14, 2015.