



## Fontes e formas de aplicação de P em Latossolo Vermelho do Sudoeste Goiano <sup>(1)</sup>.

Raphaell Lopes do Couto<sup>(2)</sup>; Kássia de Paula Barbosa<sup>(3)</sup>; Carlos Ribeiro Rodrigues<sup>(4)</sup>;  
Marcos Gustavo Kemmerich Chagas<sup>(5)</sup>; Carlos César Evangelista de Menezes<sup>(6)</sup>;  
Álison Vanin<sup>(6)</sup>.

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do CNPq e COMIGO.

<sup>(2)</sup> Doutorando em Ciências Agrária - Agronomia; Instituto Federal Goiano Câmpus Rio Verde; Rio Verde, Goiás; racouto85@gmail.com; <sup>(3)</sup> Mestranda em Ciências Agrária - Agronomia; Instituto Federal Goiano Câmpus Rio Verde; Rio Verde, Goiás; <sup>(4)</sup> Docente; Instituto Federal Goiano Câmpus Rio Verde; Rio Verde, Goiás; <sup>(5)</sup> Bolsista de Iniciação Científica; Instituto Federal Goiano Câmpus Rio Verde; Rio Verde, Goiás; <sup>(6)</sup> Pesquisador; Centro Tecnológico da Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano (CTC-COMIGO); Rio Verde, Goiás.

**RESUMO:** O fósforo é um elemento que pode limitar a produtividade dos solos do Cerrado devido seus baixos teores, conseqüentemente queda na produção de grãos. Teve-se como objetivo avaliar a eficiência agrônômica das formas de aplicação assim como as diferentes fontes de fertilizantes fosfatados na cultura da soja. O experimento foi implantado no Instituto Federal Goiano de Rio Verde-GO, em área de Latossolo Vermelho. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso e tratou-se de um fatorial 4 x 2 + 1 (4 fertilizantes fosfatados, 2 modos de aplicação, 1 tratamento controle) com 4 repetições cada. Os fertilizantes usados foram; Superfosfato simples (18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), Superfosfato triplo (41% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), MAP (50% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e Fosfato Reativo (29% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) que foram aplicados de duas formas diferentes; concentrado na linha de plantio e a lanço em toda a parcela. O tratamento controle tratou-se da ausência de adubação fosfatada. A população média de plantas (17,6 plantas m<sup>-1</sup>) e o peso de mil grãos não foram influenciados pela fonte e modo de aplicação do adubo fosfatado. O número de vagens por plantas foi influenciado pela forma e pela fonte de adubação apresentando um incremento significativo em relação a testemunha, houve aumento de 14,8% para parcelas adubadas com MAP e 6,8% para as adubadas com fosfato reativo. A produção de grãos da soja variou somente em função das fontes de P. As plantas adubadas com MAP, independente da forma de aplicação obtêm o maior número de vagens por planta e produção de grãos.

**Termos de indexação:** *Glycine max* L, adubos fosfatados, produção.

### INTRODUÇÃO

A soja é uma das principais culturas plantadas na região Centro Oeste. No estado de Goiás a cultura tem sido plantada expressivamente no Sudoeste do Estado. Essas regiões apresentam solos de Cerrado, sendo deficientes em fósforo (P); devido ao

pH ácido e a presença de óxidos de Fe e Al (Novais & Smyth, 1999).

Para do desenvolvimento adequado e altas produtividades, o P se faz um dos nutrientes de grande importância para cultura da soja (Gonçalves Júnior et al., 2010). A adubação fosfata é realizada a fim de suprir essa deficiência, podendo ser realizada na linha de plantio ou a lanço. Além da aplicação dos fertilizantes fosfatados, a forma como são aplicados deve ser considerada no manejo das culturas, uma vez que os solos tropicais geralmente apresentam elevado poder de adsorção de fosfatos (Silva et al., 2010).

Dentre os fertilizantes fosfatados altamente solúveis destacam-se os superfosfatos simples e triplo e os fosfatos monoamônico (MAP). São produtos de elevada eficiência agrônômica em solos do Cerrado, correspondendo a mais de 90% do P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> utilizado na agricultura brasileira, os outros 5% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> utilizados estão na forma de termofosfatos, fosfatos naturais brasileiros e fosfatos naturais reativos. (Sousa & Lobato, 2004; Sousa et. al., 2014). A escolha da fonte de fósforo de modo geral baseia-se na eficiência em suprir o nutriente para as plantas quanto na relação custo:benefício da adubação (Goedert et al., 1986).

Assim esse trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência agrônômica das formas de aplicação assim como as diferentes fontes de fertilizantes fosfatados na cultura da soja.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado no Instituto Federal Goiano de Rio Verde – GO, em área de Latossolo Vermelho com pastagem como cobertura vegetal, gradeada antes do plantio. Coletas de amostras de solo foram feitas na área antes da implantação do experimento e enviadas ao laboratório de análises de solo, onde obteve-se as características físicas e químicas desse solo (**Tabela 1**).

O ensaio experimental foi instalado em blocos ao acaso e tratou-se de um fatorial 4 x 2 + 1 (4



fertilizantes fosfatados, 2 modos de aplicação, 1 tratamento controle) com 4 repetições cada, totalizando 36 parcelas. Os fertilizantes usados foram; Superfosfato simples (18% de  $P_2O_5$ ), Superfosfato triplo (41% de  $P_2O_5$ ), MAP (50% de  $P_2O_5$ ) e Fosfato Reativo (29% de  $P_2O_5$ ) que foram aplicados de duas formas diferentes; concentrado na linha de plantio e a lanço em toda a parcela. O tratamento controle tratou-se da ausência de adubação fosfatada.

As quantidades de fertilizante aplicadas foram calculadas de forma a ser aplicado  $180 \text{ Kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$  em todos os tratamentos.

As sementes da soja cv. Intacta RR2 PRO 7110 Monsoy foram tratadas com inoculante Biomax premium ( $600\text{ml } 50\text{kg}^{-1}$  de sementes) e micronutrientes (CoMo NHT Bio soja  $40\text{mL ha}^{-1}$  e Ray Nitro  $200\text{mL ha}^{-1}$ ), e semeadas no dia 21/11/2014, na quantidade de 21 sementes  $\text{mlinear}^{-1}$ .

Como fonte de potássio, foram aplicados em cobertura  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de KCl no dia 16/12/2014. Para o controle das pragas, doenças e plantas daninhas foram realizadas 3 aplicações da mistura Piori Xtra  $0,3 \text{ L ha}^{-1}$ ; Nimbus  $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ ; Glifosato  $3,0 \text{ L ha}^{-1}$  e Lannate  $2,0 \text{ L ha}^{-1}$  nos dias 22/12/2014, 26/12/2014 e 21/02/2015.

A colheita foi realizada manualmente no dia 29/03/2015, arrancando todas as plantas contidas em 1 metro linear de cada uma das 3 linhas centrais da parcela. Das plantas coletadas foram contados o número plantas por metro linear e o número de vagens por planta. Posteriormente essas plantas foram trilhadas em trilhadora mecânica e os grãos foram mantidos em estufa a  $65^\circ\text{C}$  até peso constante. Após secagem dos grãos, foram avaliados o peso total de grãos por parcela e o peso de mil grãos.

Os dados foram submetidos a análise de variância e teste de média Scott Knott a 5% de probabilidade com auxílio do programa R (R Core Team, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A população de plantas não variou com os diferentes tratamentos. A população média de plantas foi de  $17,6 \text{ plantas mlinear}^{-1}$  (**Tabela 2**). De modo geral os fertilizantes fosfatados assim como a forma os quais foram aplicados não influenciaram quanto a germinação das sementes não alterando a população média de plantas. Cavalcante et al. (2013) avaliando os níveis de fósforo via adubação em sorgo forrageiro não observaram diferença significativa para o número de plantas por metro linear. Esses autores relatam que esse parâmetro está relacionado à produtividade da cultura e as

condições edafoclimáticas.

O número de vagens por planta apresentou variação em função das fontes de P e formas de aplicação (**Tabela 2**). A aplicação na linha de plantio e os fertilizantes fosfatados MAP e fosfato reativo foram os tratamentos que obtiveram os maiores valores. A aplicação desses adubos na linha de plantio promove aumento na superfície de contato das raízes e os grânulos dos adubos, minimizando a adsorção de P e maximizando o contato do adubo fosfatado com o sistema radicular das plantas. A localização dos fertilizantes fosfatados em relação às raízes das plantas é determinante para a absorção de P, crescimento e produtividade de diversas culturas (Borkert & Barber, 1985; Anghinoni, 1992; Silva et al., 1993). As parcelas as quais foram adubadas apresentaram um incremento significativo em relação a testemunha para o número de vagens por plantas, houve aumento de 14,8% para parcelas adubadas com MAP e 6,8% para as adubadas com fosfato reativo. Isso comprova a importância da adubação a base de fósforo. O fósforo participa de processos metabólicos os quais propiciam a formação de sistema radicular, desenvolvimento reprodutivo, formação de frutos e sementes, sendo que sua deficiência pode acarretar na menor retenção de vagens ocasionando menor rendimento para cultura da soja (Raij, 1991; Vitti & Trevisan, 2000)

Em função da não variação da população de plantas, os dados de produção de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) foram ajustados pelo valor médio de  $17,6 \text{ plantas mlinear}^{-1}$ . O peso de mil grãos, também, não variou com os tratamentos (**Tabela 2**). Esse fato pode ser justificado pela uniformidade do tamanho e do peso dos grãos, em todos tratamentos.

A produção de grãos da soja variou somente em função das fontes de P (**Tabela 2**). A aplicação do MAP proporcionou a maior produção, independente da forma de aplicação. O MAP possui solubilização alcalina (Novais & Smyth, 1999) o que aumenta a eficiência do fertilizante minimizando as perdas de P por adsorção, quando comparado com o SFS e o SFT que possuem solubilização ácida. Outro fator que diferencia o MAP é a presença de N.

## CONCLUSÕES

As fontes de P e formas de aplicação não alteraram a população de plantas e o peso de mil grãos.

A aplicação a linha, independente da fonte de P, proporciona o maior número de vagens por planta.



As plantas adubadas com MAP, independente da forma de aplicação obtêm o maior número de vagens por planta e produção de grãos.

### AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à COMIGO pelo financiamento do projeto, à CAPES pela bolsa de mestrado e ao IFGoiano pela concessão do auxílio para participação no evento.

### REFERÊNCIAS

- ANGHINONI, I. Uso de fósforo pelo milho afetado pela fração de solo fertilizada com fosfato solúvel. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 16:349-353, 1992.
- BORKERT, C. M. & BARBER, S. A. Soybean shoot and root growth and phosphorus concentration as affected by phosphorus placement. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 49:152-155, 1985.
- CAVALCANTE, F. S. de; SILVA, I. de F. da; ANDRADE, A. P. de et al. Níveis de fósforo via adubação em três variedades de sorgo forrageiro: Características agrônômicas. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana*, v. 18, n. 1, p. 21-26, 2013.
- GONÇALVES JÚNIOR, A. C. G.; NACKE, H.; MARÉNGONI, N. G. et al. Produtividade componentes de produção da soja adubada com diferentes doses de fósforo, potássio e zinco. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 34, n. 3, p. 660-666, 2010.
- SILVA, A. J. da S.; UCHÔA, C. P. J.; ALVES, J. M. A. et al. Resposta do feijão-caupi a doses e formas de aplicação de fósforo em Latossolo Amarelo do Estado de Roraima. *Acta Amazônica*, Manaus, v.40, n.1, p.31-36, 2010.
- SILVA, D. J.; ALVARENGA, R. C.; ALVAREZ V. H. et al. Localização de fósforo e de cálcio no solo e seus efeitos sobre o desenvolvimento inicial do milho *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.17, p.203-209, 1993.
- VITTI, G.C.; TREVISAN, W. Manejo de macro e micronutrientes para alta produtividade da soja. Piracicaba: Potafos, *Informações Agrônômicas*, n.90, p.1-16, 2000.
- NOVAIS, R.F. & SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.
- RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres; Potafos, 1991. 343p.
- GOEDERT, W. J.; SOUSA, D. M. G. & LOBATO, E. Fósforo. In: GOEDERT, W. J., ed. *Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo*. São Paulo, Nobel, 1986. p.129-166.
- SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos de região do Cerrado. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. Fósforo na agricultura brasileira. Piracicaba: POTAFOS, 2004. p. 157-196.
- SOUSA, D. M. G. de; REIN, T. A.; GOEDERT, W. J. et al. Fósforo. In: PROCHNOW, L. I. et al. *Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: nutrientes*. Piracicaba: IPNI, 2014. p. 71-126.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2014. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<http://www.r-project.org/>>. acesso em: 2015.



**Tabela 1** – Caracterização química e física do solo<sup>1</sup>.

Prof. (cm)	pH <sup>2</sup>	P <sup>3</sup> --mg dm <sup>-3</sup> --	K	Ca	Mg	Al	H+Al <sup>4</sup> --cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> --	SB	T	V	m	MO	Argila	Silte	Areia
0-10	5,9	5,81	202,8	5,01	2,92	0,02	3,27	8,45	11,72	72,12	0,20	5,19	55,64	7,63	36,73
10-20	5,7	3,52	124,8	4,54	2,17	0,04	3,53	7,03	10,56	66,50	0,56	4,24	55,06	8,22	36,72
20-30	5,5	2,76	101,4	4,25	1,46	0,06	3,77	5,97	9,74	61,34	0,99	3,65	57,30	9,87	32,83
30-40	5,2	2,30	74,1	3,74	1,09	0,08	4,10	5,02	9,12	54,47	1,56	2,72	56,20	9,87	33,94

<sup>1</sup>Metodologia: Embrapa (2011);

<sup>2</sup>pH CaCl<sub>2</sub> e

<sup>3</sup>P Mehlich I.

<sup>4</sup>Estimado pelo método SMP

**Tabela 2** – População (plantas mlinear<sup>-1</sup>), número de vagens por planta, peso de mil grãos (g) e produção (kg ha<sup>-1</sup>) da soja, cv. Intacta RR2 PRO 7110 Monsoy, sob diferentes fontes de P e formas de aplicação em Latossolo Vermelho distrófico, Rio Verde-GO, 2015.

Forma de Aplicação	Fonte				Média	Testemunha
	SFT	SFS	MAP	FR		
<b>População (plantas mlinear<sup>-1</sup>)</b>						
Lanço	17,50	18,00	18,00	18,50	17,68	19,42 <sup>ns2</sup>
Linha	20,00	16,50	16,50	16,00	17,52	
Média	18,83	17,5	16,67	17,41	17,60	
F(Bloco)	1,0476 <sup>ns</sup>					
F(Fonte)	1,9486 <sup>ns</sup>					
F(Aplicação)	0,0667 <sup>ns</sup>					
F(Fonte*Aplicação)	1,7111 <sup>ns</sup>					
F(Ad*Fatorial)	-6,2791 <sup>ns</sup>					
<b>Número de Vagens por Planta</b>						
Lanço	23,63	24,99	28,86	23,40	23,42 B	25,47 <sup>ns</sup>
Linha	24,83	29,74	36,81	23,84	27,67 A	
Média	21,26 b	24,50 b	29,24 a	27,20 a	25,55	
F(Bloco)	6,676*					
F(Fonte)	3,3665**					
F(Aplicação)	5,0943**					
F(Fonte*Aplicação)	1,4193 <sup>ns</sup>					
F(Ad*Fatorial)	-13,537 <sup>ns</sup>					
<b>Peso 1000 grãos (g)</b>						
Lanço	110,21	113,52	116,72	110,38	114,63	114,58 <sup>ns</sup>
Linha	116,84	117,16	110,98	119,02	116,23	
Média	113,66	118,44	114,55	115,08	115,43	
F(Bloco)	0,6249 <sup>ns</sup>					
F(Fonte)	0,7833 <sup>ns</sup>					
F(Aplicação)	0,4623 <sup>ns</sup>					
F(Fonte*Aplicação)	2,5714 <sup>ns</sup>					
F(Ad*Fatorial)	-4,2138 <sup>ns</sup>					
<b>Produção (kg ha<sup>-1</sup>)</b>						
Lanço	3178,68	3295,13	3667,44	2454,34	3.193,4	2.635,75*
Linha	2679,84	3461,35	4586,04	2851,80	3.663,0	
Média	2.970,8 b	3.309,2 b	4.406,0 a	3.026,9 b	3.428,2	
F(Bloco)	0,3699 <sup>ns</sup>					
F(Fonte)	4,6207*					
F(Aplicação)	2,2811 <sup>ns</sup>					
F(Fonte*Aplicação)	1,3182 <sup>ns</sup>					
F(Ad*Fatorial)	-13,4649 <sup>ns</sup>					

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott (5% de probabilidade).

<sup>2</sup>\* e <sup>ns</sup> Tratamento testemunha difere (a 5% de probabilidade pelo teste de F) e não difere, respectivamente, da média dos tratamentos do fatorial.