

Adubação fosfatada e potássica na cultura da soja em Latossolo Vermelho Eutroférico⁽¹⁾.

Jolimar Antonio Schiavo⁽²⁾; Leandro Rampim⁽³⁾; Paulo Vitor Dal Molin⁽⁴⁾; Marcos Vinícius Mansano Sarto⁽⁵⁾; Jean Sérgio Rosset⁽³⁾; Maria do Carmo Lana⁽⁶⁾

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos da FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA; ⁽²⁾Professor Associado IV da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, Aquidauana, E-mail: schiavo@uems.br; ⁽³⁾Doutorando em Produção Vegetal (Bolsista CAPES); Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Unioeste; Marechal Cândido Rondon-PR; rampimleandro@yahoo.com.br; jsrosset@hotmail.com; ⁽⁴⁾Acadêmico de Agronomia (Bolsista CNPq); Unioeste; paulo_vi7or@hotmail.com; ⁽⁵⁾Mestrando em Produção Vegetal (Bolsista CAPES); Unioeste; marcos_sarto@hotmail.com; ⁽⁶⁾Professor Associado (Bolsista CNPq); Unioeste; maria.lana@unioeste.br.

RESUMO: É recomendado utilizar adubação fosfatada e potássica na cultura da soja, todavia tem sido comum verificar ausência de efeito na produtividade da cultura, principalmente em sistema de semeadura direta. Desta maneira, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de doses de superfosfato simples e cloreto de potássio no teor nutricional no tecido foliar e na produtividade da cultura da soja cultivar Vmax RR (SYN 7059RR) cultivado em Latossolo Vermelho Eutroférico. O experimento foi instalado em outubro de 2011 em delineamento em blocos casualizados em esquema de faixas com dois fatores (4x4), com quatro repetições, totalizando 64 parcelas experimentais, sendo o fator 1 doses de superfosfato simples (0, 136, 331 e 700 kg.ha⁻¹) no sulco de semeadura e para o fator 2 doses de cloreto de potássio (0, 160, 320 e 800 kg.ha⁻¹) à lanço. As variáveis avaliadas foram os teores de Ca, Mg, K, P, S, Cu, Zn, Mn e Fe no tecido foliar e a produtividade de grãos. A adubação com superfosfato simples e cloreto de potássio não interfere tanto no teor de nutrientes foliares quanto na produtividade da cultura da soja cultivar Vmax RR (SYN 7059RR) cultivado em Latossolo Vermelho Eutroférico.

Termos de indexação: fertilizante químico, sistema de manejo, organomineral.

INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max*) constitui-se na mais importante oleaginosa como fonte proteica, cultivada no mundo. No cenário mundial, o Brasil é o segundo maior produtor e um dos principais exportadores dos grãos.

Dentre as práticas culturais, o aumento da quantidade de fertilizantes, principalmente potássicos e fosfatados, têm sido utilizados para se conseguir incrementos na produtividade (Malavolta, 2006). Sendo que o fósforo (P) atua como constituinte de compostos armazenadores de alta energia, como o trifosfato de adenosina (ATP), e o potássio (K) atua como ativador de enzimas e na regulação osmótica.

A mobilidade do fósforo no solo é mínima, causando acúmulo de P ao longo de alguns anos de cultivo, através do efeito residual ou de sobra da aplicação do ano anterior não utilizado pela planta

(Novais & Kamprath, 1978). Segundo Galvani et al. (2008) e Olibone & Rosolem (2010), a dinâmica do P no solo pode ser modificada em sistemas com semeadura direta, no caso de aplicar P na superfície do solo para otimizar a operação de máquinas, detectando elevação de P ligado a cálcio e carbono orgânico.

Alcantara Neto et al. (2010) detectaram recentemente, resposta quadrática da produtividade de grãos às doses de P em Latossolo Amarelo cultivado por apenas dois anos, com rendimento máximo estimado 94,8 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Normalmente, a adubação com potássio na cultura da soja tem sido realizada no sulco de semeadura (Bernardi et al., 2009); todavia, em razão do efeito salino e da alta solubilidade dos sais potássicos comumente utilizados, essa prática tem acarretado muitas vezes redução do poder germinativo das sementes.

De acordo com Marschner (1995), o K é o segundo nutriente mineral requerido pelas plantas em termos de quantidade, contudo não fica incorporado à matéria orgânica do solo, sendo a palhada um reservatório expressivo de K no curto prazo em sistema de plantio direto (SPD) (Rosolem et al., 2003).

É oportuno verificar a resposta à adubação potássica e fosfatada à medida que o potencial de produtividade da cultura da soja aumenta, principalmente em sistema de plantio direto, que tem gradativa recuperação da matéria orgânica, além da melhoria da qualidade do solo.

Desta maneira, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de doses de superfosfato simples e cloreto de potássio no teor nutricional no tecido foliar e na produtividade da cultura da soja cultivar Vmax RR (SYN 7059RR) cultivado em Latossolo Vermelho eutroférico.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi executado no município de Guaíra, oeste do Paraná com as seguintes coordenadas 24°21'S e 54°10'W, com altitude de 259 metros. A propriedade rural utiliza sistema de semeadura direta há 25 anos em sucessão de culturas, utilizando soja no verão e trigo/milho no inverno, em solo classificado como Latossolo Vermelho

Eutroférico de textura muito argilosa (Embrapa, 2006).

As características granulométricas do solo da propriedade são: 660 g.kg⁻¹ de argila, 140 g.kg⁻¹ de areia e 220 g.kg⁻¹ de silte e o resultado da análise química apresenta os seguintes valores: pH em CaCl₂ = 5,50; C = 19,09 g.dm⁻³; P = 11,50 mg.dm⁻³; K = 0,82 cmol_c.dm⁻³; Ca = 8,14 cmol_c.dm⁻³; Mg = 1,58 cmol_c.dm⁻³; H + Al = 4,28 cmol_c.dm⁻³; Al = 0 cmol_c.dm⁻³; SB = 10,24 cmol_c.dm⁻³; CTC = 14,82 cmol_c.dm⁻³ e V% = 71,12.

Segundo Koppen, neste local, o clima da região é do tipo Cfa, subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes. A precipitação pluviométrica registrada no período de condução do experimento, entre outubro de 2011 e fevereiro de 2012, foi de 997 mm (**Figura 1**).

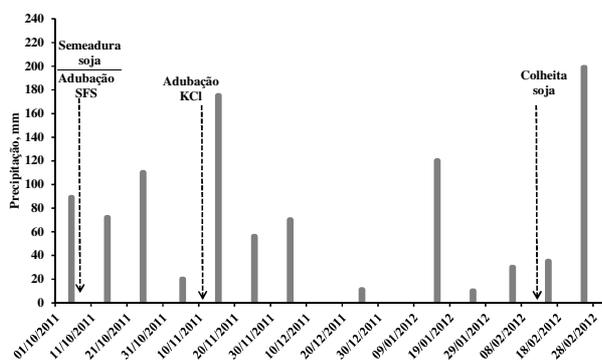


Figura 1 - Precipitação pluviométrica (mm) na área experimental durante o período de condução, compreendido entre 01/10/2011 a 01/03/2012.

Tratamentos e variáveis

A instalação do experimento foi efetuada em outubro de 2011 em delineamento em blocos casualizados em esquema de faixas com dois fatores (4x4), com quatro repetições, totalizando 64 parcelas experimentais. De forma que no fator 1 foi utilizado doses de adubação fosfatada na forma de superfosfato simples (SFS:18% P₂O₅): 0, 136, 331 e 700 kg.ha⁻¹ do fertilizante químico, sendo aplicado no sulco de semeadura. Para o fator 2 foram utilizadas quatro doses de cloreto de potássio (KCl: 60% K₂O): 0, 160, 320 e 800 kg.ha⁻¹ deste fertilizante químico. De fato a aplicação do KCl foi realizada à lanço no dia onze de novembro de 2011, durante o estágio vegetativo da cultura.

O experimento foi conduzido em sistema de semeadura direta, sendo que a área foi ocupada anteriormente pela cultura do trigo, durante o inverno. O cultivo da soja foi realizado após a colheita do trigo, implantado em sete de outubro de 2011 em seis linhas com cinco metros de comprimento, no espaçamento de 0,45 m. As parcelas avaliadas tinham área total de 13,50 m² e

área útil de 5,40 m², desconsiderando 0,5 m de bordadura e uma linha em cada lateral.

Na condução do experimento, realizado no verão de 2011/12, foi efetuado a semeadura da soja com a variedade transgênica Vmax RR (SYN 7059RR), conforme o zoneamento agroclimático do Paraná (Mapa, 2011). No tratamento das sementes foi utilizado o fungicida Maxim XL (25 g.L⁻¹ de fludioxonil e 10 g.L⁻¹ de metalaxil-M) na dosagem de 100 mL para 100 kg de semente de soja.

Na cultura da soja foram coletadas amostras de tecido foliar em pleno florescimento, conforme os procedimentos recomendados por Malavolta et al. (1997), para a determinação dos teores de Ca, Mg, K, P, S, Cu, Zn, Mn e Fe (Embrapa, 1999). No ponto de colheita, foi realizada a coleta da parte aérea das plantas da cultura da soja em 15 de fevereiro de 2012, trilhando-as em Trilhadeira Vencedora B-150 para a obtenção dos grãos, os quais foram pesados para determinação da produtividade, com posterior padronização da umidade das amostras para 14%.

Análise estatística

A análise estatística dos resultados obtidos foi realizada com o auxílio do programa Saeg 8.0 (Saeg, 1999), de modo que os dados foram submetidos à análise de variância e, no caso de efeito significativo, para o efeito das doses de SFS e KCl foi realizado a análise de regressão. Os modelos foram testados com base na significância pelo teste F, considerando os níveis de 5 e 1% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As precipitações de maior volume se concentraram no mês de novembro e no final de fevereiro, após a colheita e, menores valores nos meses de dezembro de 2011 e janeiro de 2012 (**Figura 1**). De forma que tal condição proporcionou desenvolvimento vegetativo adequado das plantas de soja. Por outro lado, no momento de florescimento e enchimento de grãos houve redução de água no solo, devido à ocorrência de períodos com ausência de chuva, fato que reduziu o potencial produtivo da cultura. Visto isto, a produtividade média obtida área experimental foi de 2689,76 kg.ha⁻¹.

Ao analisar os resultados obtidos é possível verificar ausência de resposta à aplicação de SFS e KCl, tanto nos teores foliares de nutrientes quanto na produtividade (**Tabela 1 e 2**). Provavelmente ocorreu devido à área experimental ter solo com elevado teores de nutrientes (Malavolta, 2006), previamente mencionado. Da mesma forma, aos resultados encontrados neste trabalho (**Tabela 1 e 2**), a produtividade de culturas anuais em sistema de rotação de culturas em solo com alto teor de P (8,7

mg dm⁻³) não foi alterada pela adição de adubos fosfatos, conforme Fontoura et al. (2010).

Ao analisar os dados da **tabela 2**, foi possível verificar interação com relação à aplicação de SFS e KCl, perfazendo a utilização de uma equação linear múltipla para o teor de Ca foliar, contudo não foi encontrado efeito significativo para nenhuma das possíveis equações para representar o efeito das doses de SFS e KCl no teor de Ca. A utilização de doses mais elevadas de SFS incrementou o teor de Ca no tecido foliar da cultura da soja, provavelmente pelas raízes terem absorvido Ca solubilizado do fertilizante (Fernandes, 2006). Contudo, com o aumento das doses de KCl houve redução dos teores de Ca, fato que, pode estar diretamente relacionado a competição por absorção de cátions pelas raízes das plantas de soja (Novais et al., 2007). Ao ocorrer elevação de K no solo, oriundo do KCl, pode ter ocorrido competição entre os cátions Ca e K para serem absorvidos, de forma que quando foi elevado as doses de KCl, o teor de Ca não foi elevado (**Tabela 1**).

Em diversos trabalhos realizados recentemente, tem sido verificado ausência de efeito com a utilização de adubação fosfatada e potássica na cultura da soja em áreas com sistema plantio direto. Por exemplo, no Estado do Paraná, Sfredo (2008) afirma que para o sistema de sucessão soja/trigo-aveia-cevada-milho safrinha, solo com teor de P > estiver acima de 18,0 mg dm⁻³, 14 mg dm⁻³ e 9 mg dm⁻³, em solos com teor de argila <20%, de 20 a 40% e >40%, respectivamente, e o potássio estiver acima de 0,30 cmol_c dm⁻³, é possível suprir a adubação com P e K para a cultura da soja em SPD.

Da mesma forma, Guareschi et al. (2008) observaram que a produtividade da cultura da soja sob Latossolo Vermelho distroférrico também foi semelhante com presença ou ausência de adubação com P e K. Também em Latossolo Bruno cultivado por sete anos sem adubação (Pauletti et al., 2010), independente da utilização de fonte mineral, orgânica ou organomineral.

A neutralidade do teor da maioria dos nutrientes no tecido foliar e da produtividade da soja, também demonstra que a demanda de nutrientes exigida pela cultivar foi suprida, sendo extremamente importante, pois pode-se diagnosticar que a cultivar teve condição nutricional para expressar seu potencial, sobretudo pelo fato de que tal cultivar apresenta elevado potencial produtivo.

Ainda, faz-se necessário destacar que a ausência de interferência na produtividade com a utilização da adubação fosfatada e potássica também está relacionada à capacidade das raízes NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B. & NEVES, J. C. L. Fertilidade do solo. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa, 2007, 1017p.

das plantas de soja atuarem em profundidade, pois propiciam à cultura explorar volume de solo no qual permite suprir a demanda nutricional (Castro & Kluge, 1999), mesmo com a elevada variabilidade química horizontal para P e K existente em solos agrícolas devido a adubação na linha de semeadura (Schlindwein & Anghinoni (2000), especialmente em solos cultivados em sistema plantio direto (Rosolem et al., 2003; Olibone & Rosolem, 2010).

CONCLUSÕES

A adubação com superfosfato simples e cloreto de potássio não interfere tanto no teor de nutrientes foliares quanto na produtividade da cultura da soja cultivar Vmax RR (SYN 7059RR) cultivado em Latossolo Vermelho eutroférrico.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, CNPq e FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA, pela concessão de bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS

- ALCANTARA NETO, F.; GRAVINA, G. A.; SOUZA, N. O. S. & BEZERRA, A. A. C. Adubação fosfatada na cultura da soja na microrregião do Alto Médio Gurguéia. Rev. Ciênc. Agron., 41:266-271, 2010.
- BERNARDI, A. C. C.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. P.; LEANDRO, W. M.; MESQUITA, T. G. S.; FREITAS, P. L.; CARVALHO, M. C. S. Doses e formas de aplicação da adubação potássica na rotação soja, milho e algodão em sistema plantio direto. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 39, p. 158-167, 2009.
- Castro, A. & Kluge, G. Ecofisiologia de cultivos anuais: trigo, milho, soja, arroz e mandioca. Editora Nobel, São Paulo, 1999, 126p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, Embrapa Produção de Informação, 2006. 306p.
- EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, Embrapa Solos/Embrapa Informática Agropecuária/Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.
- FERDANDES, M. S. Nutrição mineral de plantas. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa, 2006, 432p.
- FONTOURA, A. M. V.; VIEIRA, R. C. B.; BAYER, C.; ERNANI, P. R. & MORAES, R. P. Eficiência técnica de fertilizantes fosfatados em Latossolo sob plantio direto. Revista Brasileira de Ciências do solo, Viçosa, 34: 1907-1914, 2010.
- GALVANI, R.; HOTTA, L. F. K. & ROSOLEM, C. A. Phosphorus sources and fractions in an oxisol under no-tilled soybean. Sci. agric., 65:415-421, 2008.
- 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, 29:769-774, 2008.
- MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- MARSCHNER, H. Mineral Nutrition of Higher Plants. London: Academic Press, 1995. 889p.
- NOVAIS, R.F.; KAMPRATH, E.J. Phosphorus supplying capacity of previously heavily fertilized soils. Soil Science Society of America Journal, v.42, p.231-35, 1978.

OLIBONE, D. & ROSOLEM, C. A. Phosphate fertilization and phosphorus forms in an Oxisol under no-till. *Sci. agric.*, 67: 465-471, 2010.

PAULETTI, V.; SERRAT, B. M.; MOTTAI, A. C. V.; FAVARETTO, N. & ANJOS, A. Yield response to fertilization strategies in no-tillage soybean, corn and common bean crops. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 53: 563-574, 2010.

ROSOLEM, C.A.; CALONEGO, J.C. & FOLONI, J.S.S. Lixiviação de potássio da palha de coberturas de solo em função da quantidade de chuva recebida. *R. Bras. Ci. Solo*, 27:355-362, 2003.

SAEG. Sistema para análises estatísticas. Versão 8.0. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1999.

SEFREDO, G.J. Soja no Brasil: Calagem, adubação e nutrição mineral. Documentos 305. Embrapa Soja, Londrina, 2008. 147p.

SCHLINDWEIN, J.A. & ANGHINONI, I. Variabilidade espacial de atributos de fertilidade e amostragem de solo no sistema plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*, 24: 85-91, 2000.

Tabela 1. Valores de F, coeficiente de variação e teor de fósforo (P), potássio (K), enxofre (S), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) no tecido foliar de soja, oriundo da aplicação de doses de superfosfato simples (SFS) e cloreto de potássio (KCl) na cultura da soja no ano agrícola de 2011/2012 em Guaíra – PR, 2012

Fonte de Variação	P	K	S	Ca	Mg
	----- g.kg ⁻¹ -----				
SFS					
--- kg.ha ⁻¹ P ₂ O ₅ ---					
0	4,87	22,16	3,29	7,47	2,03
136	4,88	20,44	3,31	7,56	2,00
331	4,66	21,52	3,33	7,98	2,16
770	4,95	20,76	3,67	8,26	2,15
KCl					
--- kg.ha ⁻¹ K ₂ O ---					
0	4,79	21,42	3,49	7,97	2,32
80	4,81	21,39	3,05	8,01	1,97
160	4,85	21,01	3,45	7,75	1,99
320	4,87	21,04	3,58	7,52	2,04
	Valor de F				
SFS	1,13 ^{ns}	0,83 ^{ns}	1,26 ^{ns}	1,03 ^{ns}	1,00 ^{ns}
KCl	0,06 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,08 ^{ns}	1,12 ^{ns}
SFS x KCl	0,52 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,52 ^{ns}	2,78 [*]	1,66 ^{ns}
C.V. _{SFS} (%)	11,54	14,93	20,32	19,02	17,78
C.V. _{KCl} (%)	19,69	17,98	29,86	32,00	32,16
C.V. _{SFS x KCl} (%)	14,01	11,02	22,64	17,04	27,44

* e **: significativos em nível de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F. ^{ns} não significativo em nível de 5% pelo teste F.

Tabela 2. Valores de F, coeficiente de variação e teor de cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn) e ferro (Fe) no tecido foliar de soja, oriundo da aplicação de doses de superfosfato simples (SFS) e cloreto de potássio (KCl) na cultura da soja no ano agrícola de 2011/2012 em Guaíra – PR, 2012

Fonte de Variação	Cu	Zn	Mn	Fe	Produtividade
	----- mg.kg ⁻¹ -----				--- kg.ha ⁻¹ ---
SFS					
--- kg.ha ⁻¹ P ₂ O ₅ ---					
0	16,47	44,69	74,31	160,13	2712,03
136	15,77	42,83	74,71	161,03	2485,18
331	15,71	37,66	74,23	177,12	2811,11
770	14,73	41,08	63,11	158,13	2711,11
KCl					
--- kg.ha ⁻¹ K ₂ O ---					
0	14,93	36,25	66,66	154,22	2808,64
80	14,89	47,17	77,16	162,79	2519,38
160	16,30	39,58	69,98	163,96	2649,38
320	16,56	43,27	72,56	175,45	2741,97
	Valor de F				
SFS	1,48 ^{ns}	0,96 ^{ns}	3,12 ^{ns}	0,67 ^{ns}	1,46 ^{ns}
KCl	0,87 ^{ns}	0,79 ^{ns}	1,05 ^{ns}	0,36 ^{ns}	1,99 ^{ns}
SFS x KCl	1,17 ^{ns}	0,71 ^{ns}	1,53 ^{ns}	1,78 ^{ns}	0,39 ^{ns}
C.V. _{SFS} (%)	16,69	29,34	17,89	26,11	17,02
C.V. _{KCl} (%)	25,81	51,07	24,14	35,44	13,26
C.V. _{SFS x KCl} (%)	20,77	34,07	35,14	29,33	13,86

* e **: significativos em nível de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F. ^{ns} não significativo em nível de 5% pelo teste F.