

Efeito da adubação com enxofre na cultura da soja

João Paulo Primo¹, Carolina Amaral Tavares da Silva¹ e Flavia Carvalho Silva Fernandes¹

¹Faculdade Assis Gurgacz – FAG, Curso de Agronomia. Avenida das Torres n.500, CEP: 85.806-095, Bairro Santa Cruz, Cascavel, PR.

jpp_primo@hotmail.com, caroltavares@fag.edu.br, flcsfernandes@gmail.com

Resumo: A soja (*Glycine max*) teve origem da china, e se espalhou pelo mundo, pois é uma planta de ótima adaptabilidade, não existe nenhuma Fabacea que se compare a ela em produção. O enxofre na planta é encontrado principalmente nas proteínas, pois todas as proteínas vegetais apresentam esse elemento, tem como sua principal origem a matéria orgânica, e em fertilizantes a base de sulfato. O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de doses da adubação sulfúrica na produtividade da soja. Foram realizado experimento no município de Capitão Leônidas Marques – PR, sendo os tratamentos compostos de doses de enxofre (0, 30, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹), disposto em delineamento experimental em blocos ao acaso. Foram feitas as avaliações: quantidade de grãos por vagem, massa verde, massa seca, peso de 1000 grãos e produtividade, apesar da aplicação das diferentes doses de enxofre não tiveram acréscimo no aumento da produtividade, da soja.

Palavras-chave: fertilidade do solo, *Glycine max*, fertilizante sulfúrico

Effect of sulfur fertilization on soybean

Abstract: Soybean (*Glycine max*) originated from China and spread worldwide, and because a plant of great adaptability, there is no one compares with Fabaceae soybean production. The sulfur plant is mainly found in proteins, because all vegetable proteins have this element, has as its primary source of organic matter, and sulfate-based fertilizer. The objective was to evaluate the effects of levels of sulfur fertilization on soybean yield. Experiment were conducted in the municipality of Capitão Leonidas Marques, PR - treatments to sulfur compounds (0, 30, 60, 120 and 180 kg ha⁻¹), arranged in randomized complete block design. The assessments were made: number of grains per pod, fresh weight, dry weight, 1000 grain weight and yield, despite the application of different doses of sulfur did not increase in productivity, growth, soybean.

Keywords: soil fertility, *Glycine max*, Sulphuric fertilizer

Introdução

A soja (*Glycine max*) originou-se da espécie *Glycine ussuriensis*, encontrada no leste da Ásia, cultivada na China com cerca de 2800 anos a.C. Possui sistema radicular bem desenvolvido e nodulado. A reprodução é geralmente por auto-fecundação, mas pode ocorrer uma pequena taxa de fecundação cruzada. Nenhuma Fabácea no mundo apresenta maior produção que a soja, sendo que o peso médio de 100 sementes fica em torno de 18 g, e o grãos medem aproximadamente 3 a 4 mm, sendo na sua maioria amareladas. A composição da soja contém de 7 a 11% de água, em torno de 32 a 42% de proteína, 28 a 39% de carboidrato e 4 a 5% de cinza (Vieira *et al.*, 2001).

De acordo com Rezende *et al.* (2009), no Brasil a soja é um das culturas mais importantes no sistema extensivos e, por isso, há grande preocupação em que a adição de fertilizantes ocorra da forma mais racional possível. Dos macronutrientes essenciais para as plantas, o enxofre é um dos elementos menos estudado.

Malavolta (1989), destaca que o enxofre na vida das plantas é devido à presença desse elemento na composição de todas as proteínas vegetais. É absorvido na forma de sulfato e além de ser um componente essencial das proteínas ele ajuda a manter a cor verde das folhas, promove a nodulação nas fabáceas, estimula a formação das sementes, estimula o crescimento das plantas. Ainda afirma que os sintomas de deficiência de enxofre na planta, são de fácil percepção, observados nas folhas novas com cor amarelada e nervuras ainda mais claras, colmos e caules mais escuros e amarelados com diminuição do crescimento das plantas. A falta de enxofre é devido ao uso de adubos concentrados que não tem enxofre, os quais pode ser substituíveis por fontes tradicionais como super simples e o sulfato de amônio.

O enxofre (S) no solo encontra-se na sua maioria na forma orgânica, por via microbiana, sendo convertido em produtos disponíveis às plantas. O S pode ser comparado com o fósforo (P), em exigências das culturas observadas que necessitam dos dois elementos mais ou menos nas mesmas quantias (Malavolta, 1980).

De acordo com Raij *et al.* (1996) o sulfato de amônio (22 a 24% de enxofre), o superfosfato simples (10 a 12% de enxofre), gesso agrícola (15 a 18% de enxofre), o sulfato de potássio (15 a 17% de enxofre), o sulfato de potássio e magnésio (22 a 24% de enxofre), o sulfato de cálcio (13% de enxofre) e o enxofre são as fontes mais comuns desse nutriente.

Segundo Richart *et al.* (2006), têm sido estudadas alternativas para se estimular a solubilização dos fosfatos, como a adição de S elementar (S⁰), o qual é oxidado no solo por microrganismos do gênero *Thiobacillus*, favorecendo a solubilização dos fosfatos naturais reativos, bem como fornecendo S, originalmente insolúvel na forma de S-elementar.

Segundo Vitti *et al.* (2007), no mercado brasileiro, várias fontes de S⁰ são comercializadas, sem o embasamento científico suficiente para se justificar o uso crescente dessas formulações em adubação foliar.

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de doses da adubação sulfúrica na produtividade da soja.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado na Fazenda Capanema, no município de Capitão Leônidas Marques, PR, na Linha Capanema, (latitude 25° 30' S e longitude 53° 37' O, sendo a 361 m

de altitude. O local possui o solo classificado de acordo com a Embrapa (2006), como LATOSSOLO Vermelho Distroférico típico.

Antes da instalação do experimento, foi coletada amostra composta de 10 sub-amostras, na camada de 0-20 cm, para a determinação das características químicas do solo (Tabela 1).

Tabela 1 – Características químicas do solo, onde o experimento foi implantado

pH	P	M.O.	Ca	K	Mg	Al	CTC	V
CaCl₂	mg dm⁻³	g dm⁻³	-----cmol_c dm⁻³-----					%
6,0	7,85	26,61	9,82	0,72	5,15	0	18,87	83,15
Mn	B		S					
----- mg dm⁻³-----								
72,49	0,35	1,35						

A área em que se instalou o experimento foi cultivada há quinze anos no sistema de plantio direto e integração lavoura pecuária, semeando aveia preta no inverno para a pastagem, sendo essa a cobertura encontrada no momento da semeadura. A dessecação da cobertura vegetal do solo foi realizada mediante a aplicação de 3,5 L ha⁻¹ de glifosate.

A semeadura da soja foi realizada mecanicamente em 28/10/2009, utilizando o cultivar FTS Campo Mourão, com espaçamento de 0,45 m entre as linhas e 17 sementes por metro linear, sendo aplicado na linha de plantio, 298 kg ha⁻¹ da fórmula 0-30-10 (N-P₂O₅-K₂O). A emergência das plântulas ocorreu em 12 dias após a semeadura (DAS).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, sendo 5 doses do enxofre elementar (95%), 0, 30, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹, aplicadas em cobertura e 4 repetições. As adubações em cobertura foram realizadas no estágio V2 (20 DAG) (Viera *et al.*, 2001), aplicando a 10 cm da linha de plantio). Cada parcela foi constituída por nove linhas de 5 m de comprimento e 4,05 m largura, correspondendo a uma área de 20,25 m².

O controle das plantas daninhas foi realizado mediante duas aplicações sequenciais do herbicida glifosato (2 L ha⁻¹ de em cada aplicação). Durante o desenvolvimento da cultura foram realizados os tratos culturais fitossanitários necessários.

A área útil para a colheita foi constituída por cinco linhas centrais, desprezando-se 1 m em ambas as extremidades de cada linha, consideradas como bordadura.

Na colheita foram coletadas 10 plantas de cada parcela e determinados o número de vagens/planta, o número de grãos/vagem e a massa de 1000 grãos. Em cinco fileiras da área útil de cada parcela, as plantas foram arrancadas e deixadas a secar em pleno sol e em seguida submetidas à trilha manual, e a umidade dos grãos foi corrigida para 0,13 kg⁻¹ (base úmida), obtendo-se a produtividade de grãos.

A análise estatística foi efetuada seguindo-se o modelo de análise variância e regressão polinomial, utilizando-se o do programa SANEST, ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Na Tabela 2 observa-se que no quesito quantidades de vagens com 2 e 3 sementes não deferiu entre tratamento. Na análise peso de 1000 grãos, o resultado também foi o mesmo não havendo diferença significativa com 5% de probabilidade de erro.

Tabela 2- Comparação de médias entre tratamentos para quantidade de vagens de 2 grãos (1), quantidade de vagens com 3 grãos (2) e peso de 1000 grãos (3). Kg ha⁻¹

Trat.	(1)	(2)	(3)
0	327,3	195,3	179,6
30	358,3	207,5	198,9
60	373,4	219,8	195,4
120	373,4	232,1	186,4
180	357,4	244,3	189,6
CV%	85,52	41,19	96,24
F	0.307 n.s	0.089 n.s	0,055 n.s

n.s não significativo, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Observando a Tabela 3 onde as diferentes doses de tratamento não tiveram influência sobre a produtividade de massa fresca, massa seca e produção da cultura avaliada a 5% de probabilidade de erro. Portanto foram encontradas as equações polinomiais para as variáveis, apresentadas na Tabela 4. A ausência de resposta no rendimento de grãos de soja em decorrência da adubação sulfatada concorda com o que foi verificado por Alvarez (2004) no Rio Grande do Sul, que também não obteve resposta à adubação com S em soja.

Tabela 3- Comparação de médias entre tratamentos para massa verde (1), massa seca (2), produtividade (3). kg ha⁻¹

Trat.	(1)	(2)	(3)
0	3465,2	2673,3	4159,7
30	3929,6	3062,2	4080,8
60	4100,3	3370,1	4022,7
120	4041,6	3300,8	4041,8
180	3818,7	3048,8	4190,4
CV%	88,46	99,88	42,08
F	0.189 n.s	0,126 n.s	0,551 n.s

n.s não significativo, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Filho (2006), também obteve ausência de resposta no rendimento de grãos de soja em decorrência da adubação sulfatada. Nessa cultura também não foram verificados nem aumento de S no tecido e aumento da exportação deste nutriente em decorrência dos

tratamentos. A cultura da soja foi semeada sobre os resíduos de aveia preta, cultura de cobertura que apresentou elevada produção de massa seca. Possivelmente, a quantidade de S disponibilizada pela mineralização dos resíduos dessa cultura ao longo do ciclo da soja promoveu o fornecimento deste elemento para a leguminosa, mesmo nas parcelas testemunhas. Assim, ciclagem de S teria contribuído na ausência de resposta na cultura da soja.

Tabela 4- Comparação da regressão polinomiais, quantidade de vagens com 2 grãos (1), quantidade de vagens com 3 grãos (2), peso de 1000 grãos (3), massa verde (4), massa seca (5) e produtividade (6)

Regressão polinomiais	Equações
1	$783,92x^2 - 3888,82x + 1796,42$
2	$1225x + 19530$
3	$29,17x^3 - 201,78x^2 + 3654,47x + 1796,42$
4	$1083,86x^3 + 17962,62x^2 - 156399,79x + 345200$
5	$1195,76x^3 + 19900,33x^2 - 69855,74x + 267200$
6	$38,07x^2 - 149,99x + 4170,44$

Ainda segundo Filho (2006), na ausência da aplicação de fertilizantes sulfatados, outras fontes de S podem estar atuando no fornecimento deste elemento para as plantas, podendo ser a decomposição dos resíduos orgânicos do solo, a dessorção de SO_4^{-2} dos colóides do solo, principalmente nas camadas subsuperficiais e a entrada de S atmosférico no sistema solo através da água da chuva ou da irrigação. Outro fato relevante segundo o autor é que após a cultura da soja, a disponibilidade de SO_4^{-2} no solo não sofreu alteração estatisticamente significativa em função das doses de S aplicadas. Assim na soja outras fontes de S distintas da aplicação de fertilizantes sulfatados também atuaram, mascarando as repostas de produção de grãos.

Isso salienta a participação das reservas nativas de S, como o S presente na fração orgânica do solo e a regulação da disponibilidade deste nutriente às plantas pelos processos de mineralização e imobilização.

Malavolta *et al.* (2006) justificam que mais de 90% do S total do solo esta na forma orgânica, e que os principais repositores de S no solo são através das chuvas que pode chegar a um extremo de 200 kg ha^{-1} ano. Este S esta presente na atmosfera devido à queima de fontes minerais: carvão, óleo e gás natural e fontes vegetais: limpeza de pastagens, abertura de novas áreas e cana-de-açúcar. Eles também esclarecem que as maiores concentrações de S no solo estão nas camadas mais profundas devido ao pH ser mais baixo.

Stipp *et al.* (2010) afirma que o sucesso da recomendação de adubação sulfatada depende, principalmente do diagnóstico da fertilidade do solo e da nutrição da planta que deve ser um processo criterioso, ficando necessária a análise física, química e foliar que indicara a absorção do elemento pela planta.

Hobuss *et al.* (2007) citam que suprimento de enxofre para as plantas possa ser feito em parte pela atmosfera, mas devemos ter conhecimento dos mecanismos de disponibilidade para as plantas. Também argumenta que para manter a fertilidade do solo, são empregados fertilizantes artificiais, especialmente nitratos. Entretanto, eles podem aumentar ainda mais a acidez do solo e, então, agravar o problema de disponibilidade de S.

De acordo com Filho *et al.* (2007), não encontraram diferença significativa para rendimento de grãos e no aumento no teor de S no grão, em solos com teores críticos desse elemento. No decorrer do experimento foi avaliada a quantidade de S presente na água das chuvas e suficiente para produzir 40 sacas de soja ha⁻¹.

Conclusão

A aplicação das diferentes doses de enxofre não influenciou no aumento da produtividade da soja.

Referências

ALVAREZ, J.W.R. **Disponibilidade e resposta de culturas ao enxofre em solos do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. Rio de Janeiro: CNPSO, 2006. 412p.

FILHO, B.O.F.; RHEINHEIMER, D.S.; SILVA, L.S.; KAMINSKI, J.; DIAS, G.F. Disposição do enxofre atmosférico no solo pelas precipitações pluviais e respostas de culturas à adubação sulfatada em sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v.37, n. 3, pg. 75, 2007.

FILHO, B.D.O. **Dinâmica de enxofre no sistema solo e resposta das culturas à adubação Sulfatada**. Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Santa Maria - Centro de ciências rurais programa de pós-graduação em ciência do solo, Santa Maria, RS, 2006.

HOBUSS, C.; VENZKE, D.; GOUVEIA, D.; GOBEL, L.; KROLOW, M.; DEVANTIER, P.; ALVES, R.; JACONDINO, V.; **Ciclo do Enxofre**. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas 2007.

MALAVOLTA, E.: **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo: CERES, 1980 p. 251.

MALAVOLTA, E.; **ABC da Adubação**. São Paulo: Editora: Ceres,1989, p. 292.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006, p. 631.

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. In: MASCARENHAS, A. A.; TANAKA, R. T.; **Boletim Técnico 100 Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**. FUNDAG, 2 Ed. p. 202-203, 1996.

REZENDE, P.M.; CARVALHO, E.R.; SANTOS, J.P; ANDRADE, M.J.B; ALCANTARA, H.P.; Enxofre aplicado via foliar na cultura da soja. **Ciências Agrotecnicas**, v. 33, n. 5, p. 1259, 2009.

RICHART, A.; LANA, M.C.; SCHULZ, L.R.; BERTONI, J.C; BRACCINI, A.L.; Disponibilidade de fósforo e enxofre para a cultura da soja na presença de fosfato natural reativo, superfosfato triplo e enxofre elementar. Revista **Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 30, p. 695-705, 2006.

STIPP, S.R.; CASARIN, V.; **A importância do enxofre na agricultura brasileira**. Boletim; Informações Agronômicas n. 129. 2010

VIEIRA, R.F.; VIEIRA, C.; VIEIRA, R.F. **Leguminosas e gramíneas**. Viçosa: UFV, p. 9-206, 2001.

VITTI, G.C.; FAVARIN, J.L.; GALLO, L.A.; PIEDADE, S.M.S.; FARIA, M.M.F.; CICARONE, F. Assimilação foliar de enxofre elementar pela soja. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v.42, n.2, p.229, 2007.