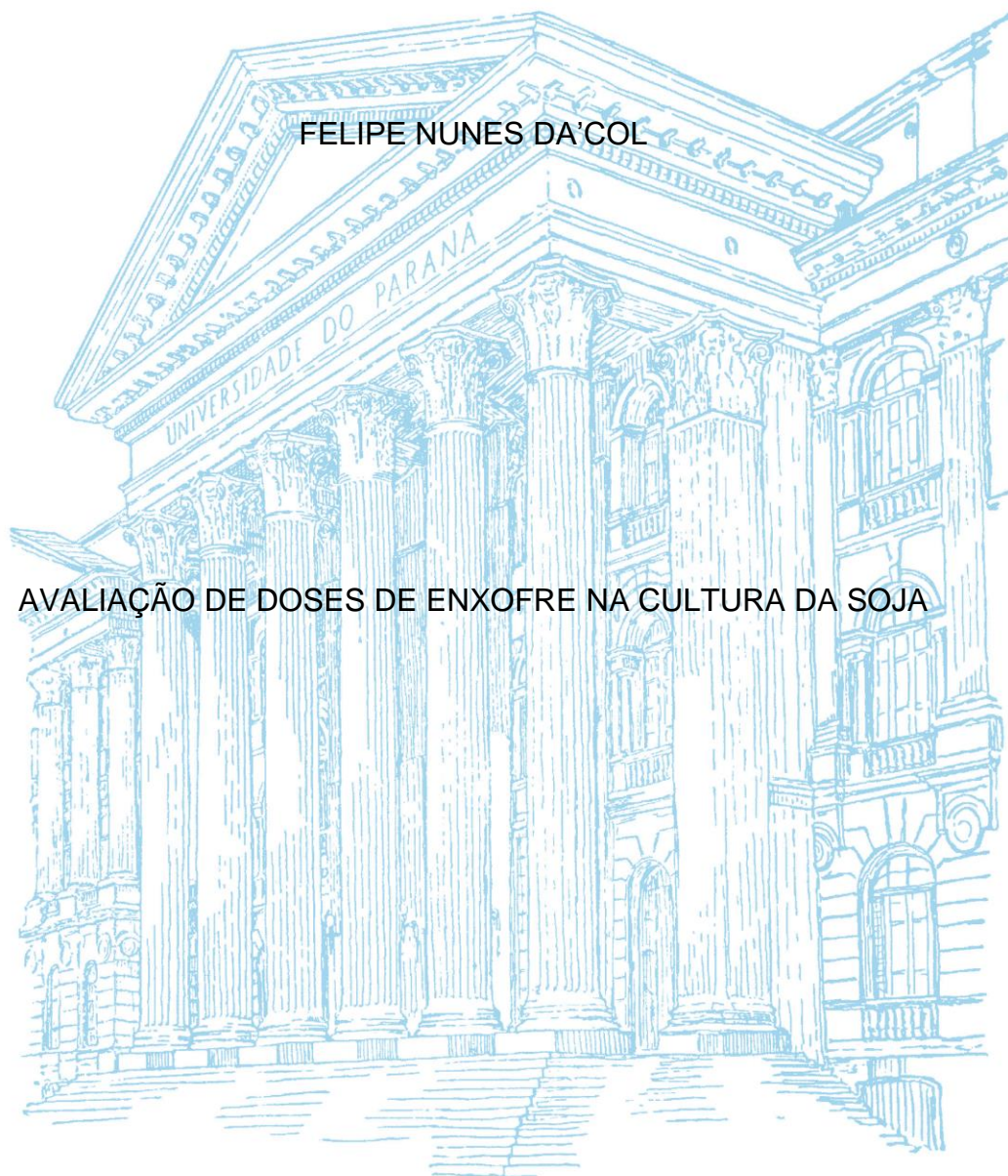


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – SETOR PALOTINA



FELIPE NUNES DA COL

AValiação de doses de enxofre na cultura da soja

PALOTINA
2016

FELIPE NUNES DA`COL

AVALIAÇÃO DE DOSES DE ENXOFRE NA CULTURA DA SOJA

Trabalho apresentado como requisito parcial à
obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo da
Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina.

Orientador: Prof. Laércio Augusto Pivetta

PALOTINA
2016

AGRADECIMENTOS

Primeiramente queria agradecer a Deus por minha vida, pelo meu amor, pela minha saúde, por mais uma oportunidade de realizar mais um sonho, á minha família maravilhosa que participa de forma direta e indiretamente na realização do trabalho, deixo aqui um muito obrigado ao meu pai Davi Labigalini Da`Col, minha mãe Geni Nunes da Silva, minha irmã Sara Nunes Da`Col, meu avô Ari Nunes da Silva, minha avó Raquela Maria de Jesus, meu tio Francisco Rodrigues Filho, meu primo Ederson Jhon de Campos, minha prima Josiane Madalosso e aos meus padrinhos Osmar Nunes Mariussi e Marli Nunes Mariussi.

Ao meu orientador, Laércio Augusto Pivetta, agradeço em especial pelo comprometimento, companheirismo, ensinamentos e dedicação em um momento de grande importância em minha formação, é grande minha gratidão a não só um grande professor como uma grande pessoa.

Aos professores, Leandro Paiola Albrecht, Robson Fernando Missio, Alessandro Jefferson Sato e a todos os professores que participaram ativamente de minha graduação disponibilizando conhecimento, atenção e exemplos, posso dizer que carregarei uma pequena parte de cada um para a vida.

Aos muitos amigos que fiz durante essa trajetória, com quem pude passar por momentos de alegria e descontração, estes contribuindo diretamente em minha formação. Em especial queria agradecer aos meus grandes amigos Henrique Jasper Sassi, Rafael Estanislau Tracienski, Maikon Yamada Daniussi, Octavio Augusto Parada, Marlon Rodrigo Dupont, Eduardo Jasper Sassi, Fernando Luchetti Moro, Allan Iran Hoppe, Claudinei Capelle e Lucas Martins Jordão, que contribuíram na execução do experimento, estes citados considero grandes amigos, que a universidade me concedeu e os quais pretendo manter para o futuro.

RESUMO

O Brasil foi o segundo maior produtor de soja no mundo em 2015, com uma produção de 99 milhões de toneladas e mais de 56% da área cultivada do país. O enxofre é essencial para cultura da soja principalmente pelo seu alto nível de proteína. Embora seja um dos elementos menos estudados na soja em relação aos demais macronutrientes a cultura é requerido da mesma forma que o fósforo e magnésio. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência da aplicação de diferentes doses de enxofre em cobertura em características agronômicas na cultura da soja. O experimento foi realizado no município de Nova Aurora (PR), em um Latossolo Vermelho eutroférico, argiloso. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, contendo 6 tratamentos, com 4 repetições. Os tratamentos testados foram com as doses de 0, 15, 30, 45, 60 e 75 kg ha⁻¹ de S. A aplicação do S foi realizada no estágio vegetativo V4, utilizando o gesso agrícola como fonte do nutriente. As variáveis avaliadas foram teor de S nas folhas, número de vagens por planta, altura, produtividade e massa de 100 grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por análise de regressão. Determinou-se que não houve diferenças significativas quanto a produtividade, altura, massa de 100 grãos e teor de S nas folhas. As características agronômicas da soja não são afetadas pela aplicação de S em cobertura, desde que o teor de S e de matéria orgânica no solo esteja alto.

Palavras-chave: adubação, cobertura, S disponível, *Glycinemax L.*

ABSTRACT

Brazil was the second largest soybean producer in the world in 2015, with 99 million tons and more than 56% of the cropped area of the country. Sulfur is essential to soybean especially by its high protein level. Although sulfur is less studied than the other macronutrients, the soybean requires it at the same level of phosphorus and magnesium. The aim of this work is to evaluate the efficiency of sulfur rates in side-dressing on the agronomic characteristics of soybean. The trial was carried out at Nova Aurora (PR) city, in a clayey Oxisol. The experimental design was completely randomized, with six treatments and four replications. The rates were 0, 15, 30, 45, 60, and 75 kg ha⁻¹ of S. The S application was realized at the V4 stage, using phosphogypsum as source. It were evaluated S content in leaves, number of pods, height, weight of 100 grains, and grain yield. The data were submitted to analysis of variance and the means compared by regression analysis. There were not differences for any of variables. The agronomic characteristics of soybean are not affected by S application, since the soil S content and organic matter is high.

Keywords: fertilization, side dressing, S available, *Glycinemax L.*

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO, NA CAMADA 0,0 A 0,2 M, ANTES DA INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.	11
TABELA 2- PARAMETROS AVALIADOS NA SOJA COM APLICAÇÃO DE S EM COBERTURA.	14

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO REFERENCIADA.....	7
2. OBJETIVOS.....	10
2.1 OBJETIVO GERAL	10
3. METODOLOGIA.....	11
3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL.....	11
3.2 DELINEAMENTO E TRATAMENTOS.....	11
3.3 AVALIAÇÕES	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5. CONCLUSÃO.....	17
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

1. INTRODUÇÃO REFERENCIADA

A soja é a cultura agrícola do Brasil que mais cresceu nas últimas três décadas. O seu crescimento está aliado principalmente ao manejo correto, aos grandes avanços tecnológicos e a eficiência dos sojicultores. O grão da soja é um componente essencial na fabricação de óleo vegetal, na alimentação humana e indispensável na fabricação de rações para animais (MAPA, 2016).

O Brasil é considerado o segundo maior produtor de soja no mundo, ficando atrás apenas dos EUA. Na safra 2015/16 a cultura garantiu mais de 56% da área cultivada do país atingindo uma produção de 99 milhões de toneladas, 2,9 milhões a mais do que na safra anterior (CONAB, 2016).

Juntamente ao cultivo do milho, trigo, feijão, cana-de-açúcar um dos mais importantes cultivos é o da soja no país, por esse motivo, é necessário que o fornecimento de fertilizantes as plantas seja o mais racional possível. Em relação aos macronutrientes essenciais a cultura, o enxofre é um dos elementos menos estudado. Na soja, é requerido da mesma forma que o fósforo e magnésio, são necessários 10 kg de enxofre para cada 1.000 quilos de grãos colhidos. Segundo Yamada & Lopes (1998).

O enxofre é constituinte de 2 dos 21 aminoácidos que formam as proteínas. A uma grande importância do enxofre também é no desenvolvimento das enzimas e vitaminas; ajuda na nodulação para a fixação de nitrogênio pelas leguminosas; na produção de sementes; encontra-se presente em vários compostos orgânicos e é essencial para formação da clorofila (INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO, 1998).

A necessidade de enxofre (S) das diferentes culturas varia conforme a espécie e também pela produtividade que se espera. Entre as culturas de alta e média exigência podem-se acrescentar as leguminosas, necessitam normalmente mais S que gramíneas principalmente pelo seu nível de proteína

ser maior (ALVAREZ et al., 2007, p. 595-644; RHEINHEIMER et al., 2005, p. 562-569). Por isso na cultura da soja é essencial este nutriente, a eficiência da aplicação de S é facilmente notada, principalmente em produções no cerrado.

Comparando-se com outro macronutriente de grande importância para a soja o S se compara muito suas funções com o nitrogênio (N). Mesmo a quantidade de S nas plantas é de 3 a 5% da encontrada de N, tanto o S como o N colaboram sendo muito versáteis em relação á reações de oxidação-redução, o que contribui muito e são essenciais no metabolismo das plantas. A uma enorme coordenação entre o N e o S quando se assimilam, sendo que faltando um dos elementos pode-se reprimir a via assimilatória do outro (EPSTEIN & BLOOM, 2006).

A necessidade de enxofre (S) é determinada principalmente a partir da análise do solo, que se torna necessária em duas profundidades pelo motivo da sua mobilidade no solo e por ficar retido ou acumular-se na subsuperfície. Para solos argilosos (> 40% de argila) os níveis críticos são de 10 mg dm⁻³ e 35 mg dm⁻³ e já para solos arenosos (≤ 40% de argila) de 3 mg dm⁻³ e 9 mg dm⁻³, respectivamente nas profundidades de 0 a 20 cm e 0 a 40 cm (Sfredo et al., 2003).

Nas áreas agrícolas brasileiras a falta de S é notada principalmente pela baixa fertilidade dos solos juntamente com pouca matéria orgânica, alta exportação de macro e micronutrientes pelos grãos em função de um aumento na produção, utilização de adubações com pouco S em seu formulado, á lixiviação do sulfato e associado á um menor uso de defensivos agrícolas com adição de S (MALAVOLTA, 1982, 319 p; TISDALE et al., 1995). A matéria orgânica acumula uma grande quantidade de S, compondo até mais de 90% de todo o nutriente em grande parte dos solos agricultáveis de país (SOLOMONS et al., 2005, p. 621-634).

MARTINS *et al.* (2008) apontam que alguns produtores rurais, por sugestões de técnicos e consultores de fertilizantes, aplicam S em cobertura quando a soja é cultivada em sucessão com gramíneas. A aplicação de S é justificada principalmente na elevada relação C/S e também do cultivo em solos com pouca matéria orgânica. Além disso, muitos produtores normalmente

compram fertilizantes com formulações desprovidas de S em sua composição ou em pequenas quantidades.

As plantas absorvem o S pelas raízes principalmente e pelas folhas nos formatos de SO_2 , S-cisteína, S^0 e como ânion SO_4^{-2} , formas presentes na solução do solo e assim utilizadas pelas plantas (PRATES et al., 2006, p.8-9). O sulfato movimenta-se na planta tanto via xilema como por floema, podendo ser trocável por uma via e outra (LARSON et al., 1991, p. 345-352), por essa trajetória chega as folhas. Segundo Hartmann et al. (2006, p. 1077-1088), havendo a composição com S reduzido podem ser levados para direção as folhas, raízes e caule. Uma opção de adubação para colocarmos o S, pode-se optar por utilizarmos fertilizantes que possuem o nutriente em seu formulado, como utilizar o gesso agrícola, que eleva gradualmente a quantidade de matéria orgânica.

O gesso agrícola é um fertilizante contendo S em sua composição, muito importante e predominantemente utilizado nas regiões agrícolas do Brasil. Nogueira e Melo (2003, p. 655-663) notaram que os níveis de S presente (SO_4^{-2}) na profundidade de 0 a 20 cm do solo tiveram um aumento quando aplicado o gesso agrícola, pois ocorreu a lixiviação desse nutriente em camadas abaixo no perfil, segurando uma pequena quantidade nesta camada para outros anos. Conforme os autores afirmam que acontece esse fato em função de uma alta solubilidade do sulfato, assim muitas chuvas fazem que aconteça a lixiviação do S para profundidades maiores, dificultando que as raízes alcancem e possa absorver esse nutriente.

Em função da importância do S para a cultura da soja principalmente nos últimos anos onde houve um grande aumento na produção de grãos no país, conseqüentemente uma maior exigência de fertilizantes que disponibilizam o nutriente e aos poucos estudos que dizem respeito a uma dose ideal ou necessária a ser fornecida em cobertura na cultura, provavelmente serão obtidos resultados diferentes em relação a produtividade.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência da aplicação de diferentes doses de enxofre em cobertura em características agronômicas na cultura da soja (*Glycinemax L*).

3. METODOLOGIA

3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL

O presente experimento foi realizado de outubro de 2014 a fevereiro de 2015 no distrito de Palmitópolis (Latitude 24°35'27.88"S, Longitude 53°22'52.60" O, com 555m de altitude) que pertence ao município de Nova Aurora (PR). O solo predominante da área é o Latossolo Vermelho eutroférico, com teores de argila de 76%, 12% de areia e 12% de silte. Nesta área foi realizada a amostragem e posteriormente á análise do solo na camada de 0-0,2 m da área anterior a instalação do experimento. Os resultados obtidos estão expressos na Tabela 1.

Tabela 1 - CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO, NA CAMADA 0,0 A 0,2 M, ANTES DA INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.

S	C	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V
mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	-----cmol _c dm ⁻³ -----							%
5,86	23,3	5,3	0,46	7,61	2,31	3,42	0,00	10,38	13,80	75,22

A área de realização do trabalho vem sofrendo uma série de sucessões entre soja e milho, sendo que não houve nenhuma aplicação de S nas últimas safras.

3.2 DELINEAMENTO E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos testados foram com as doses de 0, 15, 30, 45, 60 e 75 kg ha⁻¹ de S. A aplicação do S foi realizada no

estádio vegetativo V4, quando as plantas apresentavam quatro trifólios expandidos, utilizando o gesso agrícola como fonte do nutriente (15% de S).

A cultivar utilizada foi a Nidera 5909RR de grupo de maturação 5.9 e habito de crescimento indeterminado, uma das principais na região. A semeadura foi realizada no dia 10 de outubro, considerado o ideal para a mesma, com população de 355 mil plantas por hectare e espaçamento entre linhas de 0,45 m. As parcelas possuíam as dimensões de 4,05 m de largura (9 linhas de 0,45 m) e 7,0m de comprimento (28,35 m²).

A adubação de semeadura fornecida foi de 60 e 54 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente. No estágio vegetativo V3 aplicou-se 60 kg ha⁻¹ de K₂O a lanço, utilizando como fonte o KCl (60% de K₂O).

Os seguintes tratamentos culturais foram utilizados: tratamento de sementes QuimifolCoMo (cobalto e molibdênio) + Cropstar (Neonicotinoide + Metilcarbamato) usado no controle de insetos iniciais; herbicidas na dessecação foram utilizados em sequencial os produtos comerciais Roundup transorb (Glyphosate) + 2,4-D e após 7 dias Gramoxil (Paraquat), em pré-fechamento de rua utilizou-se Roundup (Glyphosate) para manejo das sementeiras e no final do ciclo utilizou-se o Gramoxone (Paraquat) para dessecação da área total (soja e plantas daninhas); inseticidas Premio (Clorantraniliprole) + Nomolt (Teflubenzurom) e Belt (Flubendiamida) no controle do complexo de lagartas, Engeo Pleno (Tiametoxam) e Orthene 750 (Acefato) no controle de percevejos e vaquinhas e Oberon (Espiromesifeno) no controle de ácaros, os fungicidas utilizados foram; Orkestra (Estrobilurina + Carboxamida) e Priori xtra (Estrobilurina + Triazol) no controle de doenças.

Estes tratamentos culturais utilizados no experimento foram os mesmos realizados na área comercial onde o experimento estava instalado.

3.3 AVALIAÇÕES

Na cultura da soja foi avaliado o teor de S nas folhas, sendo coletada na área útil de cada parcela, em 10 plantas, a terceira folha totalmente desenvolvida a partir do ápice na haste principal no florescimento pleno da soja (estádio R2). O material vegetal foi levado ao laboratório, seco em estufa de circulação forçada de ar, moído, digerido em mufla e seu teor de S determinado em espectrofotômetro, conforme Silva (2009).

No estágio R8, foram coletadas 5 plantas aleatoriamente na área útil de cada parcela para determinação dos componentes de rendimento: número de vagens por planta, onde foi feita a contagem do número de vagens nas plantas selecionadas aleatoriamente e feito a média, da mesma forma se procedeu com a altura, onde foram medidas as plantas e determinada a média.

Para produtividade de grãos, todas as plantas em duas linhas, com 4,0 m de comprimento, na área central da parcela foram coletadas, armazenadas, posteriormente trilhadas e os grãos pesados com simultânea determinação da umidade para correção da pesagem para 13% base úmida. Nos grãos obtidos de cada parcela foi realizada uma amostragem para determinação da massa de 100 grãos, foram contados e separados em grupos de 100, 400 sementes, determinou-se a média de peso.

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão com auxílio do Sistema para Análises Estatísticas SISVAR.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve limitação drástica da produção ocasionada por condições adversas do clima gerando resultados satisfatórios para este. As produtividades do experimento oscilaram entre 2992 a 4342 kg ha⁻¹ mantendo a média obtida na região de implantação do mesmo.

Tabela 2- PARAMETROS AVALIADOS NA SOJA COM APLICAÇÃO DE S EM COBERTURA.

Variáveis	Doses de S (kg ha ⁻¹)					
	0	15	30	45	60	75
Produtividade (kg ha ⁻¹)	2992	4139	3311	4342	3098	4099
Nº de vagens por planta	46,0	42,5	39,7	38,0	43,0	42,7
Altura (cm)	81,5	79,4	80,8	78,4	79,9	80,3
Teor S (g kg ⁻¹)	0,67	0,87	0,68	0,79	0,88	0,90

Para uma colheita mecanizada eficiente a altura desejável varia de em torno de 70 a 90 cm, no entanto plantas com 50 a 60 cm também é possível efetuar uma boa colheita, plantas muito altas geralmente possuem caule mais fino e podem favorecer o acamamento (SEDIYAMA *et al*, 2009). Os dados encontrados no trabalho se enquadram como altura ideal para a utilização máquinas agrícolas colhedoras.

A altura média das plantas é uma característica definida geneticamente, que, porém, pode sofrer influência de vários fatores, como a época de semeadura, o espaçamento, a densidade populacional, o suprimento de água, a temperatura do ar e a fertilidade do solo (BERGAMASCHI; BARNI, 1978, citado por Vazquesetal.,2008). Desta forma neste trabalho todas as doses utilizadas suprimam a necessidade do crescimento normal das plantas, assim não houve influência da aplicação de S para altura de plantas.

A variável número de vagens não foi influenciada significativamente pelas doses de S. O valor mínimo encontrado no experimento foi de 38 vagens,

enquanto que a maior valor encontrado foi de 46 vagens por planta, apresentando desta maneira diferença de 8,0 vagens entre a média superior e a inferior, com média de todos os tratamentos de 42 vagens por planta, assemelhando-se a valores encontrados por Costa (2013). Este autor ainda demonstrou que o número de vagens pode variar conforme a população de plantas utilizada. No entanto, mesmo possuindo menor número de vagens por planta, não houve diferenças significativas quando analisadas as variáveis produtividade e massa de 100 grãos, tal fato pode ser explicado por possível maior número de grãos por vagem e menor número de vagens sem a presença de sementes.

Os teores de S foliares considerados ideais para a cultura da soja variam de 2,1 a 4,0g kg⁻¹ (EMBRAPA, 1996). Os valores encontrados para este experimento oscilaram entre 0,67 e 0,90g kg⁻¹, se mantiveram abaixo dos valores considerados adequados para a cultura da soja. Não houve diferença significativa entre as doses aplicadas. No entanto a adição de gesso em cobertura apresentou tendência (P = 0,093) em aumentar o teor foliar de S ($y = 7,1 + 0,024x$), entretanto, a equação não apresentou coeficiente de determinação elevado ($R^2 = 43\%$), possivelmente pela alta variabilidade dos dados.

Para variável produtividade de grãos houve efeito significativo das doses de S (P<0,01), porém nenhuma das regressões testadas (linear e quadrática) explicou de forma significativa o comportamento da produtividade em relação às doses de S fornecidas.

A ausência de resposta às doses de gesso agrícola aplicadas em cobertura na cultura da soja mesmo com o teor de S no solo considerado como médio, demonstra que temos a necessidade de não somente avaliarmos a influência desse nutriente em relação ao seu teor no solo, mais também considerarmos outros fatores presentes no solo que disponibilizam S para as plantas, como o pH, relação C/S, macroporosidade do solo e, principalmente, o teor de matéria orgânica. A demanda da planta de soja pelo nutriente está muito relacionada ao teor de matéria orgânica e sua mineralização, que, gradualmente, disponibilizará o S.

A maior parte do S do solo é encontrada na forma orgânica (Tabatabai&Bremner, 1972; Gupta et al., 1993), dessa forma o teor de matéria orgânica possivelmente é o fator que mais influencia na disponibilidade de S às plantas.

Nogueira e Melo (2003) testaram doses de S de até 160 kg ha⁻¹, utilizando o gesso como fonte, em Latossolo Vermelho distrófico nas safras de 1992/93 e 1993/94. O gesso agrícola foi aplicado em área total no dia da semeadura da soja. A produtividade de grãos não foi influenciada pelo gesso agrícola nos dois anos, podendo-se afirmar que a quantidade proveniente da mineralização da matéria orgânica foi suficiente para suprir as necessidades da cultura.

Epstein e Bloom (2006) afirmam que a quantidade de S nos grãos não é influenciada mesmo com o aumento da aplicação do nutriente, o que pode ser explicado pela liberação do nutriente pela matéria orgânica.

O fornecimento de S pela matéria orgânica também é confirmada no trabalho de Neiset al. (2010), onde foi identificado baixo teor de S no solo, mas alta disponibilidade de matéria orgânica, onde as doses de S aplicadas da mesma forma não promoveram aumento na produtividade da soja.

O acréscimo nos teores de S nas características agrônômicas da soja em diferentes épocas e doses de gesso agrícola aplicadas é encontrado graças ao maior teor de matéria orgânica na camada superficial, a qual contém a maior parte da reserva de S (David et al., 1982).

Apesar da ausência de resposta, a avaliação da influência da fertilização com S é um ponto que ainda necessita de mais estudos, a fim de melhorar o aproveitamento deste e de outros nutrientes pela cultura da soja.

5. CONCLUSÃO

Considerando um solo argiloso com teor médio de enxofre ($5,86 \text{ mg dm}^{-3}$) e alto teor de matéria orgânica, a adição de enxofre não afeta as características agronômicas da cultura da soja.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, V. H. et al. Enxofre. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed) **Fertilidade do solo. Viçosa, MG:** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 595-644.

BERGAMASCHI, H.; BARNI, N. A. **Densidade de plantas e espaçamento entre linhas de soja:** recomendações para o Rio Grande do Sul. IPAGRO Informa, Porto Alegre, n. 21, p. 57-62, out. 1978.

CONAB: Companhia nacional de abastecimento – Boletim informativo. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&>>. Acesso em: 20/04/2016.

COSTA, E.D. **Arranjo de plantas, características agronômicas e produtividade de soja.** Tese (Mestrado em agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônômicas Câmpus de Botucatu, São Paulo, 2013.

DAVID, M.B.; MITCHELL, M.J. & NAKAS, J.P. Organic and inorganic sulfur constituents of a forest soil and their relationship to microbial activity. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 46:847-852, 1982.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa da Soja. **Recomendações técnicas para o cultura da soja na Região Central do Brasil 1996/97.** Londrina, 1996. 164p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas.** 2.ed. Londrina: Planta, 2006. 403p.

GUPTA, V.V.S.R.; FARRELL, R.E. & GERMIDA, J.J. Activity of arilsulfatase in Saskatchewan soils. **Can. J. Soil Sci.**, 73:341-347, 1993.

HARTMANN, T.; MULT, S.; RENNENBERG, H.; HERSCHBACH, C. Leaf adent differences in sulfur assimilation and allocation in poplar (*Populustremula x P. Alba*). **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 51, p. 1077-1088, 2006.

INSTITUTO DA POTASSA E FOSFATO. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2. ed. rev. e ampl. Piracicaba: Potafos, 1998.

LARSON, M.; PUERVES, J. V.; CLARCKSON, D. T. Translocation and cycling through roots of recently absorbed nitrogen and sulfur in wheat (*Triticumaestivum*) during vegetative and generative growth. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 82, p. 345-352, 1991.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MAPA: O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Culturas. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>>. Acesso em: 21/04/2016.

MARTINS, P. O.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E.; SORATTO, R. P. Adubação sulfatada e nitrogenada na soja cultivada sobre palhada de *brachiariabrizantha*. **FertBio – Reunião Brasileira de Fertilidade e Biologia do Solo**, Londrina – PR, 2008.

NEIS, L. *et al.* Gesso agrícola e rendimento de grãos de soja na região do sudoeste de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 02, p. 409-416, 2010.

NOGUEIRA, M. A.; MELO, W. J. Enxofre disponível para a soja e atividade de arilsulfatase em solo tratado com gesso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 04, p. 655-663, 2003.

PRATES, H. S.; LAVRES JÚNIOR, J.; MORAES, M. F. O enxofre como nutriente e agente contra pragas e doenças. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 115, p. 8-9, 2006.

RHEINHEIMER, D. S. et al. Resposta de culturas à aplicação de enxofre e a teores de sulfato num solo de textura arenosa sob plantio direto. **Ciência Rural**, v. 35, n. 03, p. 562-569, 2005.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenias, p.133–155. 2009.

SFREDO, G. J.; CASTRO, C.; LANTMANN, A. F.; BORKERT, C. M. **Resposta da soja a adubação com enxofre**. In: Resultados de pesquisa da Embrapa Soja - 2002: solos. Londrina: Embrapa Soja, 2003, p. 18-22.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2.ed. Brasília, Embrapa Informações Tecnológicas, 2009.

SOLOMONS, D. et al. Sulphur speciation and biogeochemical cycling in long-term arable cropping of subtropical soils: evidence from wet-chemical reduction and SK-edge XANES spectroscopy. **European Journal of Soils Science**, v. 56, p. 621-634, 2005.

TABATABAI, M.A. & BREMNER, J.M. **Distribution of total and available sulfur in selected soils and soil profiles**. *Agron. J.*, 64:40-44, 1972.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. **Soil fertility and fertilizers**. 4.ed. New York: Macmillan, 1995.

VAZQUEZ, G. H.; CARVALHO, N. M.; BORBA, M. M. Z. Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 30, n. 2, p. 1-11, 2008.

YAMADA, T.; LOPES, A. S. **Balanço de nutrientes na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafós, 1998.