

## Diferentes fontes e doses de enxofre na cultura da soja

Guilherme Felipe Palaver<sup>1\*</sup> e Cornélio Primieri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitário Assis Gurgacz, Colegiado de Agronomia, Cascavel, Paraná.

<sup>1\*</sup>gfpalaver@hotmail.com

**Resumo:** A soja é uma cultura de grande importância mundial, tendo várias formas de utilização desde a alimentação humana a animal. O enxofre (S) é um dos nutrientes essenciais para os ganhos de produtividade da cultura. O objetivo desse trabalho foi analisar a melhor fonte e dose do nutriente S para suprir as necessidades da cultura. O experimento foi desenvolvido em uma propriedade rural, situada no distrito de Sede Alvorada, município de Cascavel – PR, na safra 2017/18. Foi utilizado delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), com 5 tratamentos e 4 repetições, distribuídos na seguinte forma: T1 – Sulfato de amônio (22% S) 60 kg ha<sup>-1</sup> de S na base; T2 – Superfosfato simples (11% S) 30 kg ha<sup>-1</sup> de S na base; T3 – Superfosfato simples (11% S) 60 kg ha<sup>-1</sup> de S na base; T4 – Sulfato de amônio (22% S) 30 kg ha<sup>-1</sup> de S na base; T5 – Testemunha. Os parâmetros avaliados foram: produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), massa de mil grãos (kg) e quantidade de vagens. Os resultados obtidos no experimento serão submetidos à análise de variância e as médias comparadas com o teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa Assistat-7.7. A aplicação das diferentes fontes e doses de enxofre não influenciou no aumento da produtividade, da massa de mil grãos e da quantia de vagens na cultura da soja.

**Palavras-chave:** Fertilidade; macronutrientes; produtividade.

## Different sources and doses of sulfur in soybean

**Abstract:** Soy is a crop of great importance worldwide, having various uses from human to animal feeding. Sulfur (S) is one of the essential nutrients for soybean productivity gains. The objective of this work was to analyze the best source and dose of nutrient S to meet the needs of the crop. The experiment was carried out in a rural property, located in the district of Sede Alvorada, municipality of Cascavel - PR. In the 2017/18 harvest. A randomized block design (DBC) was used, with 5 treatments and 4 replicates, distributed as follows: T1 - Ammonium sulphate (22% S) 60 kg ha<sup>-1</sup> of S at the base; T2 - Single super phosphate (11% S) 30 kg ha<sup>-1</sup> of S at the base; T3 - Single super phosphate (11% S) 60 kg ha<sup>-1</sup> of S at the base; T4 - Ammonium sulphate (22% S) 30 kg ha<sup>-1</sup> of S at the base; T5 - Witness. The evaluated parameters were: productivity (kg ha<sup>-1</sup>), mass of a thousand grains (kg) and amount of pods. The results obtained in the experiment will be submitted to analysis of variance and the means compared with the test of Tukey at 5% of probability, using the program Assistat-7.7. The application of the different sources and doses of sulfur did not influence the increase in yield, the mass of a thousand grains and the amount of pods in the soybean crop.

**Keywords:** Fertility; macronutrients; productivity.

## Introdução

A soja é uma das culturas mais plantadas no mundo. Por ser uma cultura anual, muito exigente em todos os nutrientes essenciais para que os mesmos possam ser utilizados pela cultura, necessitam estar presentes no solo em quantidades suficientes e em relações equilibradas. E hoje é uma das plantas mais cultivadas no Brasil com quase 114 milhões de toneladas em uma área de 33,8 milhões de hectares, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) sobre a safra 2016/2017 (EMBRAPA SOJA, 2017).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial dentre os grandes produtores (EUA, Brasil e Argentina), sendo o que possui maior potencial em expansão de área cultivada, podendo duplicar a produção, dependendo da necessidade de consumo do mercado. A curto prazo, o Brasil pode constituir-se no maior produtor e exportador mundial da soja e seus derivados (CONAB, 2017).

A insuficiência ou o desequilíbrio entre os nutrientes pode resultar numa absorção deficiente de alguns e excessiva de outros nutrientes. Para que este equilíbrio seja alcançado e mantido, é necessário que algumas práticas como calagem e adubação sejam empregadas de maneira racional, embasadas em análises de solo (SILVA, 2003).

O enxofre (S) é um macronutriente essencial para ganhos maiores da soja em produtividade, entretanto o S é absorvido em teores semelhantes de fósforo, sendo um principal elemento catalisador das principais reações que envolvem o fósforo nas transformações bioquímicas da soja (SFREDO e LANTMANN, 2007).

As fontes de enxofre mais utilizadas na adubação são o superfosfato simples (12% de S-sulfato) e o sulfato de amônio (24% de S-sulfato) isoladamente ou como componentes de fórmulas comerciais com baixa concentração em NPK (HOROWITZ e MEURER, 2014).

O enxofre (S) é absorvido como ânion e ocorre, predominantemente, na forma de sulfato ( $\text{SO}_4^{-2}$ ), produto oriundo da mineralização do enxofre orgânico. Também, pode ser absorvido como S orgânico, S elementar através de aplicações aéreas e na forma gasosa  $\text{SO}_2$ . Aproximadamente 90% do S encontrado nas plantas está em forma orgânica, constituindo cistina, cisteína, metionina, proteínas, glicosídeos, e vitaminas (ROCHA *et al.*, 2015).

A deficiência de S na agricultura ocorre em diversas regiões do Brasil, em razão da baixa fertilidade do solo, baixo teor de matéria orgânica no solo, pH elevado e por lixiviação do S (MALAVOLTA, 1982).

Essa deficiência ocorre devido a alta produtividade da cultura que exporta o macronutriente pelo grão e a utilização incorreta de adubação, onde a uso contínuo de adubo com baixo teor e/ou ausência do enxofre (VIEIRA, 2013). Outro parâmetro causador de deficiência, esta ligada a alta produtividade das variedades melhoradas, sendo que para 1000 kg de grão produzidos são necessários cerca de 10 kg de enxofre, e da lixiviação de sulfato, acentuada pela aplicação de calcário e fósforo.

O objetivo desse trabalho foi analisar a melhor fonte e dose do nutriente enxofre para suprir as necessidades da cultura, ao verificar a produtividade de cada parcela, concentração de vagens e massa de mil grãos.

### Material e Métodos

O experimento foi realizado na safra agrícola 2017/2018, em propriedade rural, situada no distrito de Sede Alvorada, município de Cascavel – PR, com latitude 24° 48' 45,73" sul, longitude 53° 40' 20,24" oeste e uma altitude de 623 metros. O clima é subtropical úmido e precipitações médias anuais em torno de 1800 mm.

O solo é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico de classe textural muito argilosa ( EMBRAPA, 1999 ), onde as características químicas estão situadas na Tabela 1.

**Tabela 1** – resultado da Análise química e granulométrica do Latossolo Vermelho Eutrófico na profundidade de 0-20 cm.

| Ph                               | Al    | Ca   | Mg                   | H+Al  | K    | SB    | T                  | C     | V     | SO <sub>4</sub> | P     | Cu                  | Fe    | Mn | Zn    | Argila | silte | Areia |
|----------------------------------|-------|------|----------------------|-------|------|-------|--------------------|-------|-------|-----------------|-------|---------------------|-------|----|-------|--------|-------|-------|
| CaCl 0,01<br>mol L <sup>-1</sup> | ----- |      | Col dm <sup>-3</sup> | ----- |      | ----- | g dm <sup>-3</sup> | ----- | - % - | -----           |       | Mg dm <sup>-3</sup> | ----- |    | ----- | %      | ----- |       |
| 5,4                              | 0     | 6,22 | 2,01                 | 5,35  | 0,88 | 9,11  | 14,46              | 27,75 | 63,00 | 3,15            | 37,35 | 2,93                | 18,60 | 43 | 9,7   | 67     | 7     | 26    |

Fonte: o autor 2018.

Foi utilizado delineamento experimental em blocos casualizado (DBC), com 5 tratamentos e 4 repetições, distribuídos na seguinte forma: T1 – Sulfato de amônio (22% S) 60 kg ha<sup>-1</sup> de S na base; T2 – Superfosfato simples (11% S) 30 kg ha<sup>-1</sup> de S na base; T3 – Superfosfato simples (11% S) 60 kg ha<sup>-1</sup> de S na base; T4 – Sulfato de amônio (22% S) 30

kg ha<sup>-1</sup> de S na base; T5 – Testemunha. Cada parcela teve dimensões de 6,0 x 3,15 m, área de 18,9 m<sup>2</sup>, com 7 linhas de plantas espaçadas de 0,45 m e 14 plantas por metro linear, sendo descartadas as 4 linhas externas de cada parcela como bordadura.

A cultivar utilizada foi a NS 6909 IPRO<sup>®</sup>, sendo uma cultivar de ciclo médio, com potencial de posteriormente haver o plantio de milho em segunda safra. Já os fertilizantes foram distribuídos no solo a lanço manualmente no dia 22 de outubro de 2017, antes do plantio. O solo foi riscado anteriormente com a semeadoura. A área recebe dejetos de suínos constantemente.

O plantio foi realizado no dia 23 de outubro de 2017, sendo realizada a semeadura mecanizada utilizando-se uma semeadora-adubadora de precisão, com espaçamento entre linhas de 0,45 m e profundidade de semeadura de 5,0 cm.

Todos os tratos culturais utilizados durante o ciclo da cultura seguiu os mesmos do restante da lavoura tais como, herbicidas, fungicidas e inseticidas que foram realizados com defensivos agrícolas devidamente registrados na ADAPAR/PR, para a cultura da soja, através de pulverizador tratorizado de arasto.

A colheita foi realizada manualmente, na parte da tarde do dia 27 de fevereiro de 2018 (127 dias após o plantio), a qual foram arancadas 3 linhas centrais de cada parcela.

No dia 05 de março de 2018 foram selecionadas 10 plantas de cada tratamento (tendo um total de 200 plantas avaliadas), no qual foi feito a contagem das vagens de cada planta e feito a média de cada parcela e anotados os valores. Após, foi passado numa máquina automotriz para a separação dos grãos e pré-limpeza. A limpeza final foi feito manualmente utilizando uma peneira de areia. Após, uma balança Mart modelo AD 200 foi utilizada onde os grãos foram pesados para determinar a produtividade de cada parcela, e também foram coletados o teor de umidade das parcelas, e separados mil grãos e pesados para avaliar a massa.

Os resultados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas com o teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa Assistat - 7.7 (SILVA e AZEVEDO, 2016).

### Resultados e Discussões

Verifica-se que não houve diferenças significativas a nível de 5 % pelo teste de Tukey nas variáveis produtividade, massa de mil grãos e número de vagens, quando comparados aos demais tratamentos (Tabela 2).

**Tabela 2** - Variáveis produtividade, massa de mil grãos e número de vagens.

| Tratamentos                                                                            |                                                                                                      | Produtividade<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | Massa de mil<br>grãos (g) | Números de<br>vagens (un) |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| T1                                                                                     | Sulfato de amônio<br>60 kg ha <sup>-1</sup> de S ( (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) | 3.708,33 ab                             | 139,48 ab                 | 50,75 a                   |
| T2                                                                                     | Superfosfato simples<br>30 kg ha <sup>-1</sup> de S (SSP)                                            | 3.449,07 ab                             | 134,36 ab                 | 53,25 a                   |
| T3                                                                                     | Superfosfato simples 60<br>kg ha <sup>-1</sup> de S (SSP)                                            | 3.334,18 ab                             | 131,36 ab                 | 52,00 a                   |
| T4                                                                                     | Sulfato de amônio<br>30 kg ha <sup>-1</sup> de S ( (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) | 4.037,03 a                              | 142,39 a                  | 52,00 a                   |
| T5                                                                                     | Testemunha                                                                                           | 3.312,59 ab                             | 128,53 ab                 | 44,50 a                   |
| Médias seguidas de uma mesma letra não diferem pelo teste Tukey à 5% de significância. |                                                                                                      |                                         |                           |                           |

Fonte: o autor (2018)

De acordo com a Tabela 2, verifica-se que a variável produtividade e massa de mil grãos da soja não obteve diferenças estatísticas, entre os tratamentos e esse não diferiram da testemunha. Assim, o melhor resultado foi no tratamento com sulfato de amônio com 30 kg ha<sup>-1</sup> de enxofre, na qual teve a produtividade de 4.037,03 kg ha<sup>-1</sup>.

Verificou-se que a variável massa de mil grãos não obteve diferenças estatísticas, entre os tratamentos que utilizou-se enxofre. Mesmo não diferindo estatisticamente, o melhor resultado foi perante a aplicação de sulfato de amônio com 30 kg ha<sup>-1</sup> de enxofre, na qual teve a massa de mil grãos de 142,39 g.

Silva (2003), não encontrou diferenças significativas nos tratamentos da soja com a aplicação de S, em relação do efeito de doses, fontes e a interação de fontes versus doses com os tratamentos realizados, onde utilizou os tratamentos com S elementar (98%) com a produtividade média de 3.796,17 kg ha<sup>-1</sup>, sulfato de amônio (24%) com a produtividade média de 3.914,13 kg ha<sup>-1</sup> e superfosfato Simples (14%) com a produtividade média de 3.830,88 kg ha<sup>-1</sup>. O autor citou que não houve efeitos na produtividade da soja em relação aos tratamentos.

A ausência de incremento nas variáveis estudadas, pode ter ocorrido por diversos fatores. O excesso de chuva ocorrido durante o ciclo da cultura pode ter influenciado na lixiviação do enxofre para as camadas mais profundas do solo.

Outro ponto que pode ter influenciado no resultado final foi à temperatura elevada, que oscilou em média de 35°C no período de dezembro a janeiro. Tabatabai e Bremner (1972) afirmam que a temperatura do solo afeta a mineralização do enxofre numa faixa de 30° a 40°C.

Segundo Filho (2006), na falta da aplicação de fertilizantes sulfatados, há outras fontes de S que podem atuar no suprimento deste elemento para as plantas, podendo ser a degradação dos resíduos orgânicos do solo, a dissorção de  $\text{SO}_4^{-2}$  dos colóides do solo, principalmente nas camadas subsuperficiais e a entrada de S atmosférico no solo através da água da chuva ou da irrigação. Outro ponto que o autor friza é que a disponibilidade de  $\text{SO}_4^{-2}$  no solo não sofreu alteração estatisticamente significativa em função das doses de S aplicadas, onde pode ter mascarado as respostas de produção de grãos.

### Conclusão

A aplicação das diferentes fontes e doses de enxofre não influenciou em alterações significativas para produtividade, para massa de mil grãos e número de vagens que são fatores de rendimento importantes na cultura da soja.

### Referências

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de Classificação de solos**. Brasília: Serviços de Produção de Informação, 1999. 412p.

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.

HOROWITZ, N.; MEURER, J. E. Oxidação do enxofre elementar em solos tropicais. **Ciência Rural**. v. 36, n. 3. Santa Maria – Junho de 2006.

HOROWITZ, N.; MEURER, J. E; **Uso do Enxofre Elementar como Fertilizante**. Informações Agronômicas Nº 112 – Dezembro de 2005. Disponível em: <<http://equilibrio fertilizantes.com.br/wp-content/uploads/2014/07/pesquisa01.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

MALAVOLTA, E.; **Nitrogênio e enxofre nos solos e culturas brasileiras**. São Paulo: Centro de Pesquisa e Promoção do Sulfato de Amônio, 1982.

MANDARINO, J. M. G.; **Origem e história da soja no Brasil**. Embrapa Soja. Publicado em abril de 2017. Disponível em: <<http://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2017/04/05/origem-e-historia-da-soja-no-brasil/>>. Acesso em: 04 mai. 2018.

ROCHA, J. H. T; GONÇALVES, J. L. M.; GODINHO, T. O.; FILHO, L. F. S. S. **Nutrição e fertilização com enxofre e uso de gesso em plantações de eucalipto**. Circular Técnica nº 208; Piracicaba – São Paulo. Dezembro de 2015. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/ctecnica/nr208.pdf>> Acesso em: 07 mar. 2018.

SFREDO, J. G; LANTMANN, F. A; **Enxofre Nutriente necessário para maiores rendimentos da soja**. Circular Técnica 53; Londrina – Paraná. Setembro de 2007. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35336/1/2007-Circular-Tecnica.n.53.Enxofre-21x28-OK.pdf>> Acesso em: 09 abr. 2018.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 1, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

SILVA, D. C; SILVA, L; BRACCINI, L. A; **Nutrição Mineral e Ferramentas para o Manejo da Adubação na Cultura da Soja**. **Revista Scientia Agraria Paranaensis**. v.14, n. 3, p. 132-140, 2015.

SILVA, M. P. **Avaliação de Fontes e Doses de Enxofre para a Cultura da Soja**. Dissertação (Pós- graduado em Manejo e Fertilidade do Solo). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2003.

VIEIRA, J. G. Z.; **Adubação Foliar de Enxofre: uma aliada para o agricultor**. **Jornal dia de Campo que Produz**. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=29522&secao=Artigos%20Especiais>>. Acesso em: 26 abr. 2018.

VITTI, C. G; FAVARIN, L. J; GALLO, A. L.; PIEDADE, S. M, S; FARIA, M. R. M.; CICARONE, F. Assimilação foliar de enxofre elementar pela soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 42, nº.2, p. 225-229, 2007.