

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CURSO DE AGRONOMIA**

RESPOSTA DA CULTURA DA SOJA A DOSES DE ENXOFRE

JARRIEL SCHWAAB

**ITAQUI, RS
2020**

JARRIEL SCHWAAB

RESPOSTA DA CULTURA DA SOJA A DOSES DE ENXOFRE

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA, RS), como requisito parcial para obtenção do título de: **Bacharel em Engenharia Agrônômica.**

Orientador: Prof. Dr. Eloir Missio

**ITAQUI, RS
2020**

FICHA CATALOGRAFICA

JARRIEL SCHWAAB

RESPOSTA DA CULTURA DA SOJA A DOSES DE ENXOFRE

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA, RS), como requisito parcial para obtenção do título de: **Bacharel em Engenharia Agrônômica.**

Orientador: Prof. Dr. Eloir Missio

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: 04/12/2020

Banca examinadora:

Prof. Dr. Eloir Missio
Orientador
UNIPAMPA- Campus Itaqui-RS

Prof. Dr. Amauri Nelson Beutler
UNIPAMPA- Campus Itaqui-RS

Prof. Dr. Bárbara Viero de Noronha
UNIPAMPA- Campus Itaqui-RS

RESUMO

RESPOSTA DA CULTURA DA SOJA A DOSES DE ENXOFRE

AUTOR: Jarriel Schwaab
ORIENTADOR: Prof. Dr. Eloir Missio

O enxofre (S) faz parte de diversos processos bioquímicos das plantas, como síntese de proteínas, formação da clorofila e nodulação de raízes em soja (*Glycine max* L.), é absorvido pelas plantas na forma de sulfato (SO_4^{2-}). Entretanto, o nutriente é negligenciado em programas de fertilização sendo que os níveis do elemento no solo estão em declínio, devido protocolos de redução de emissão de gases, aplicação de fertilizantes com baixo teor do nutriente e constante exportação pelas culturas. O objetivo da pesquisa foi avaliar a resposta da cultura da soja a doses de S via fonte organomineral. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com seis doses de S, (0, 30, 60, 90, 120 e 150 mg dm^3 de S) e 4 repetições. A cultivar utilizada no experimento foi a SYN1561 Intacta IPRO RR2, utilizando duas plantas por vaso de 10 dm^3 preenchidos com um Plintosolo Argilúvico Distrófico. Na colheita mediu-se a altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira vagem (APV), e contabilizou-se o número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), peso de 100 grãos(PCG) e produção por vaso(RGV). Foi realizado uma análise de regressão para interpretação dos dados. As doses de enxofre empregadas comprovaram efeito significativo em quase todas as variáveis, exceto o número de grãos por vagem(NGV), demonstrando que o S é importante no manejo da adubação da soja em áreas com baixo teor de matéria orgânica, como os da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, onde a cultura encontra-se em expansão.

Palavras-Chave: sulfato, dose de máxima eficiência técnica(MET), *Glycine max* L., fertilidade.

ABSTRACT

RESPONSE OF SOYBEAN CULTURE TO SULFUR DOSES

AUTHOR: Jarriel Schwaab
ADVISOR: Prof. Dr. Eloir Missio

Sulfur (S) is part of several biochemical processes in plants, such as protein synthesis, chlorophyll formation and root nodulation in soybeans (*Glycine max* L.), Is absorbed by plants in the form of sulfate(SO_4^{2-}). However, the nutrient is neglected in fertilization programs and the levels of the element in the soil they are in decline, due to protocols to reduce gas emissions, application of fertilizers with low nutrient content and constant exportation by crops. The objective of the research was to evaluate the response of soybean to doses of S via organomineral source. The experimental design was a randomized block with six doses of sulfur (S), (0, 30, 60, 90, 120 and 150 mg dm^3 of S) and 4 repetitions($n=4$). The cultivar used as a response to the treatments was SYN1561 Intacta IPRO RR2, using two plants in 10 dm^3 pots filled with soil. At harvest, plant height (AP), insertion height of the first pod (APV), were measured, and the number of pods per plant (NVP), number of grains per pod (NGV), weight of 100 grains(PCG) were counted and pot production(RGV) and doses compared using regression analysis. The sulfur doses used showed a significant effect on almost all variables, except for the number of grains per pod(NGV), S being an important element in the management of soy fertilization in areas with low organic matter and S.

Keywords: Sulfate, dose of maximum technical efficiency(MET), *Glycine max* , fertility.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Estádio V1 pela escala de Feher e Caviness (1977) no momento do raleio das plântulas de soja. 15
- Figura 2** - Altura de plantas da soja em função de doses crescentes de enxofre (S). 17
- Figura 3** - Altura de Inserção da 1º vagem de soja com doses crescentes de enxofre (S). 18
- Figura 4** - Número de vagens por planta de soja em função de doses crescentes de enxofre (S). 19
- Figura 5** - Peso de 100 grãos de soja fertilizada com doses crescentes de enxofre. 20
- Figura 6** - Rendimento de grãos de soja por vaso em resposta a doses crescentes de enxofre. 21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise química solo utilizado como substrato para cultivo da soja em vasos. 14

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para os dados amostrais da cultura da soja 16
adubada com doses de enxofre.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 11 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO..... | 12 |
| 2.1 A cultura da soja..... | 12 |
| 2.2 Enxofre: Relação solo e planta..... | 12 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS..... | 14 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 16 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 22 |
| REFERÊNCIAS..... | 23 |

1 INTRODUÇÃO

A soja é uma das mais importantes fontes de nutrientes para nutrição humana e animal, possui teor elevado de óleo e proteínas nos grãos, que estão relacionados aos teores de enxofre (S) e nitrogênio (N). O S é um macronutriente secundário essencial na síntese de proteínas, formação da clorofila e nodulação de raízes (MALAVOLTA, 1989).

Apesar dos benefícios, o nutriente é negligenciado em programas de fertilização devido sua disponibilidade atmosférica pelas descargas elétricas e emissões industriais. Entretanto, os níveis do elemento no solo estão em declínio, devido protocolos de redução de emissão de gases, aplicação de fertilizantes com baixo teor do nutriente e constante uso do solo, despertando o interesse da pesquisa na resposta das plantas a sua aplicação.

A deficiência de S na agricultura ocorre em razão da baixa fertilidade do solo (MALAVOLTA, 1989), associada à pequena quantidade de matéria orgânica, do aumento da exportação de S pelos grãos, causados por produtividades elevadas das variedades melhoradas, e da lixiviação de sulfato.

Contudo, com o aumento da produtividade, das novas cultivares e o uso frequente de fertilizantes concentrados sem S em sua composição, e a expansão da agricultura para áreas de solos arenosos e com baixo teor de MO, pode ocorrer limitação na produtividade devido à deficiência de S (CRUSCIOL et al., 2006). A cultura da soja necessita do nutriente para obter altas produtividades, com requerimentos de 20 a 25 mg dm³⁻¹ de S e exportação média de 4 a 5 kg por T⁻¹ de grão produzido.

Portanto, pelo exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar as características das plantas e a produtividade da cultura da soja submetida a doses crescentes de enxofre via uma fonte organomineral.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da soja

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é atualmente uma das culturas de maior importância, nacional e mundial. Sua composição nutricional se destaca pela elevada quantidade de proteína no grão, sendo excelente opção de substituição da proteína animal por uma de origem vegetal na alimentação humana (LOPES; PELÚZIO; MARTINS, 2016), além de possuir alto teor de óleo.

A soja é cultivada em 15 estados brasileiros adaptando-se a diferentes condições ambientais, de regiões frias a quentes, de altitudes e latitudes variadas, além de ampla gama de solos (LANDGRAF, 2017).

A exigência nutricional da soja e o potencial de exportação da cultura são características determinadas por fatores genéticos, porém influenciados por fatores climáticos, pela fertilidade do solo e pelo manejo cultural (OLIVEIRA et al., 2019).

A soja apresenta diferentes exigências nutricionais durante todo o seu desenvolvimento, além dos macronutrientes orgânicos (Carbono, Hidrogênio e Oxigênio) fornecidos pela atmosfera e pela água, a cultura carece de nutrientes que são fornecidos pelo solo, onde as desordens nutricionais estão entre os fatores responsáveis pela redução de produtividade (CARMELLO; OLIVEIRA, 2006).

De acordo com Rezende et al. (2009), no Brasil a soja é uma das culturas mais importantes no sistema extensivo e, por isso, há grande preocupação em que a adição de fertilizantes ocorra da forma mais racional possível sendo o S um dos elementos menos estudado.

2.2 Enxofre: Relação solo e planta

O S participa com 0,034% a 0,10% da composição química da crosta terrestre, sendo o 16º elemento mais abundante na natureza (LISBOA, 2015). É encontrado sob duas formas no solo, orgânica e inorgânica, sendo a forma orgânica em maiores proporções, associado à vida microbiana, sendo convertido em produtos disponíveis às plantas (MALAVOLTA, 1980).

Embora a forma orgânica represente em torno de 90% do S total na maioria dos solos (SOLOMON et al., 2005), é a forma inorgânica (ânion sulfato - SO_4^{2-}) que é absorvida pelas plantas, a qual se encontra na solução do solo ou adsorvido na superfície dos colóides ligado ao ferro (Fe) ou alumínio (Al) (CASAGRANDE et al., 2003). A disponibilidade das formas de S no solo está associado ao teor de matéria orgânica, a profundidade do perfil do solo, a composição mineralógica, o pH, e as condições de drenagem (HOROWITZ, 2003).

Para as plantas, o S é considerado um macronutriente essencial, encontrado em diversos compostos metabólicos, como metionina, cisteína, glutatona, vitaminas, aglomerados de ferro-enxofre, sulfóxido e glicosinatos (KHAN et al. 2013) sendo que a absorção se dá tanto pelas raízes como pelas folhas (STIPP; CASARIN, 2010; SCHMIDT, 2012).

A deficiência de enxofre compromete significativamente o desenvolvimento das plantas (SCHMIDT, 2012) com seu requerimento variando conforme a espécie e com a produtividade desejada (RHEINHEIMER et al., 2005). É um elemento participante da composição das ferredoxinas, complexos enzimáticos envolvidos na fotossíntese e na fixação do N_2 (em leguminosas) e na formação da clorofila (CUNHA et al., 2001), e tem sua síntese de proteínas interrompida, com sua deficiência (RAIJ, 1991).

Atualmente, vem sendo dada atenção ao fornecimento de S na agricultura, pela deficiência do elemento em muitas regiões, pelos baixos teores de matéria orgânica no solo e pelo uso de fertilizantes concentrados sem o nutriente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em casa de vegetação na Universidade Federal do Pampa, campus Itaqui, situada a latitude de 29° 07' 00" S, longitude de 56° 32' 32" W e altitude de 78 m, no período de julho de 2019 a março de 2020.

As unidades experimentais constaram de vasos com volume de 10 dm³ utilizando como substrato um solo classificado como Plintossolo Argilúvico Distrófico (EMBRAPA, 2013), coletado na camada de 0-20 cm em uma área que não possuía histórico de uso agrícola, destorroado e peneirado em malha com abertura de 4 mm, homogeneizado em volume total. Uma amostra de 500 gramas foi retirada para envio ao laboratório de análises de solo da Universidade Federal de Santa Maria para análise química de acordo com a Comissão(2016). Os resultados da análise química de solo podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química solo utilizado como substrato para cultivo de soja em vasos

| Argila % | pH H ₂ O | Índice SMP | P mg /dm ³ | K mg /dm ³ | MO % | Al Ccmol/dm ³ | m % |
|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--|--|---------|-----------------------------|--------|
| 22 | 4,9 | 5,7 | 3,6 | 11 | 1,2 | 1,1 | 19 |
| Ca Cmol/ dm ³ | Mg Cmol/ dm ³ | H+Al Cmol/ dm ³ | CTC EfetivaC mol/dm ³ | CTC pH 7,0Cmol /dm ³ | V % | S mg/dm ³ | |
| 3,1 | 1,3 | 6,2 | 5,4 | 10,5 | 41,6 | 4,2 | |

Fonte: Autor, 2019.

O solo peneirado foi acondicionado nos vasos, foi aplicado a dose de calcário dolomítico (PRNT 65%) para correção da acidez e elevação do pH de 6,0 (COMISSÃO...2016) e incubado por 30 dias antes de realizar a semeadura da soja.

A adubação dos vasos foi realizada de acordo com Malavolta (1980) para cultivo em vasos e foi utilizado 300 mg/dm³ de P₂O₅ e 250 mg/dm³ de K₂O, provenientes das fontes superfosfato triplo (42% P₂O₅) e cloreto de potássio (58% K₂O). Para suprimento de nitrogênio, as sementes de soja foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*, utilizando inoculante turfoso na dose de 3 g/kg e com garantia de 6 x10⁹ UFC/mL. Para facilitar a aderência do inoculante as sementes borrifou-se solução açucarada a 10% sobre as mesmas.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constaram de doses de enxofre (S), (0, 30, 60, 90, 120 e 150 mg/dm³ de S) via fertilizante organomineral composto por 30% de S (15 % S orgânico e 15 % elementar), 8% de carbono orgânico, Capacidade de troca catiônica(CTC) de 80 mmol/kg⁻¹, 1% de boro (B) e 4 % de cálcio (Ca), além de diversos gêneros de bactérias, em especial as solubilizadoras de fosfato com 7,0 X10⁴ UFC/g de produto.

A semeadura foi realizada com 6 (seis) sementes por vaso da cultivar SYN1561 Intacta IPRO RR2, de ciclo indeterminado e do Grupo de Maturidade Relativa (GMR: 6.1), sendo raliadas quando atingiram o estágio de desenvolvimento V1 (Figura 1) mantendo-se duas plantas em espaçamento equidistante na área útil do vaso.

Figura 1. Estádio V1 pela escala de Feher e Caviness (1977) no momento do raleio das plântulas de soja.



Fonte:Autor,2019

Ao longo do ciclo foram realizadas duas irrigações diárias visando manter a umidade do solo em 70 % da capacidade de campo. As plantas invasoras foram arrancadas manualmente e depositadas sob a superfície do solo. Não houve aplicação de agrotóxicos no decorrer do ciclo da cultura da soja.

Por ocasião do estágio R8 (maturação) as plantas foram cortadas rente ao solo, mensuradas para determinação da altura média de plantas (medida do solo a inserção da vagem mais distal em cm), altura de inserção da primeira vagem (medida em cm do solo até a inserção da 1^a vagem), número de vagens por planta (retirada de vagens das plantas e contagem das que possuíam no mínimo um grão viável), número de grãos por vagem (debulha manual e contagem dos grãos), peso de 100 grãos (pesagem de amostra de 100

grãos em balança com precisão de 0,0001 g) e produção por vaso em gramas (pesagem de todos os grãos produzidos no vaso após secagem em estufa, obtendo-se amostras com 13% de umidade).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de regressão, e quando significativas as médias foram comparadas pelo teste de médias (Tukey ou Duncan) utilizando o software Sisvar® (FERREIRA, 2011) e plotagem de gráficos com Microsoft Excel® 2016.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo ($p < 0,05$) das doses de adubação enxofrada via organomineral para maioria das variáveis analisadas (Tabela 2), exceto para número de grãos por vagem (NCV) com média de 2,49 grãos. O número de grãos por vagem é um parâmetro associado a genética da cultivar, sendo pouco influenciado pelo manejo de adubações na cultura da soja.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para os dados amostrais da cultura da soja adubada com doses de adubação enxofrada via organomineral.

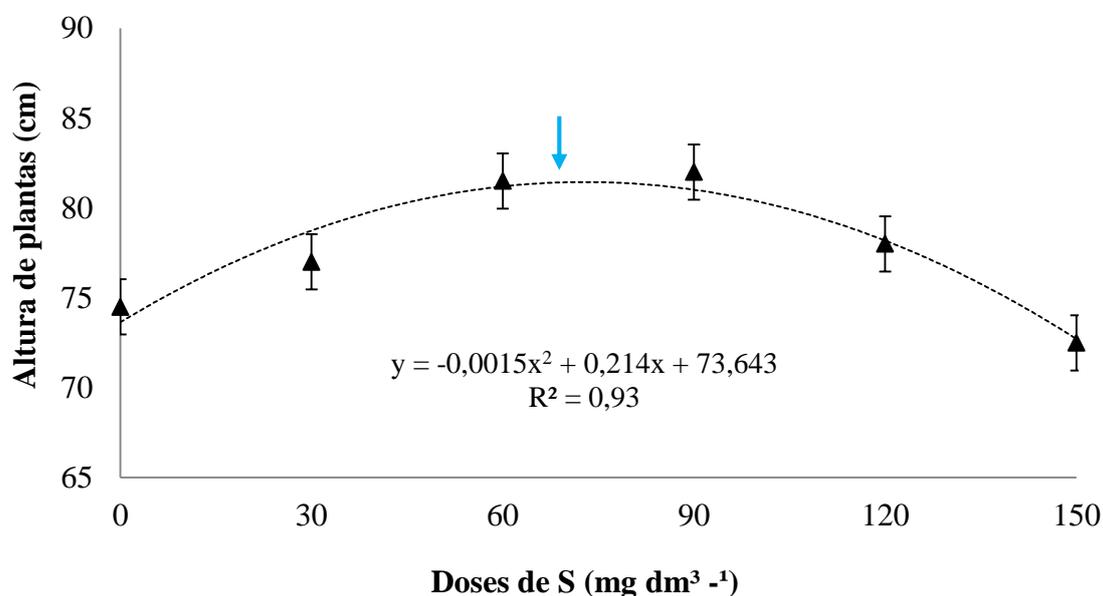
| Fonte Variação | QM ¹ | F ² | Significância ³ | CV (%) | Média |
|------------------------|-----------------|----------------|----------------------------|--------|-------|
| Altura de Plantas (cm) | 56,57 | 6,039 | 0,003* | 3,94 | 77,58 |
| Altura 1º Vagem (cm) | 16,97 | 13,051 | 0,0001* | 9,06 | 12,58 |
| Vagens/Planta (-) | 95,47 | 8,060 | 0,0007* | 5,58 | 61,67 |
| Grãos por Vagem (-) | 0,063 | 1,931 | 0,1486 ^{ns} | 7,27 | 2,49 |
| Peso 100 Grãos (g) | 26,99 | 12,773 | 0,0001* | 10,12 | 14,37 |
| Produção /Vaso (g) | 789,52 | 42,100 | 0,0000* | 9,66 | 44,84 |

¹Quadrados Médios; ²Valores de F; ³Significância ($p < 0,05$).

Fonte: Autor, 2020.

A altura de planta (AP) (Figura 2) se ajustou ao modelo quadrático, com dose de máxima eficiência técnica (MET) indicado pela seta azul no gráfico de 71 mg dm³ e altura de 81,27 cm. Aguila et al. (2011) relatam que plantas mais altas podem apresentar um maior número de ramificações da soja, mas também podem resultar em mais perdas de grãos devido ao acamamento. Resultado observado no experimento, uma vez que até a dose de 71mg/dm³ de enxofre houve incremento na altura das plantas, mas a partir desta dose a altura das plantas diminuiu. Isto evidencia a importância do ajuste da dose utilizado para evitar prejuízos a cultura decorrentes de desequilíbrio nutricional.

Figura 2 - Altura de plantas da soja a doses crescentes de enxofre (S).



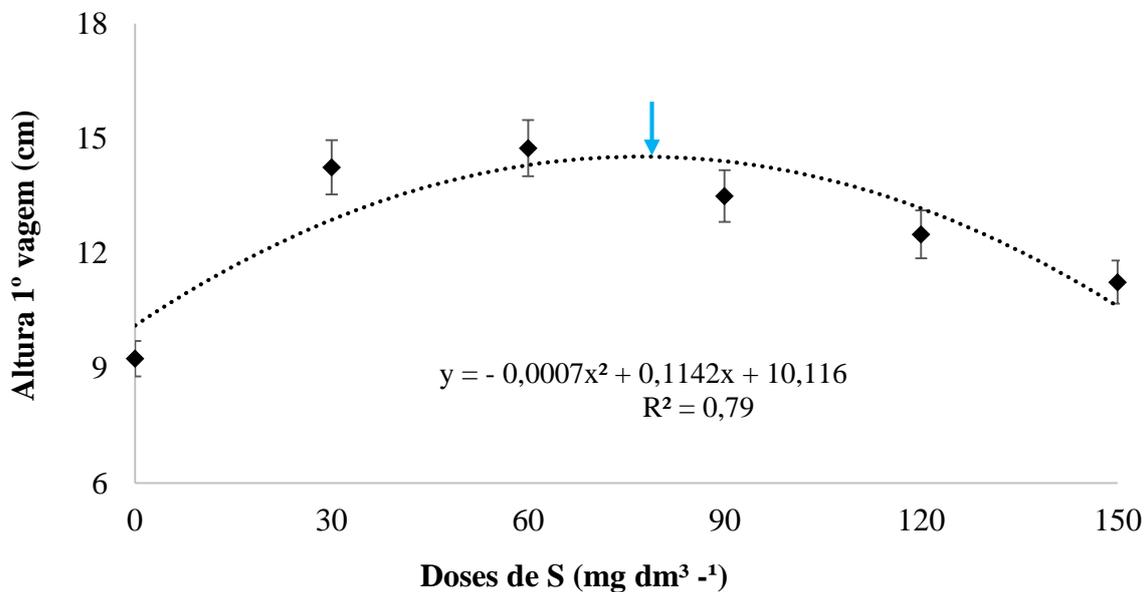
Fonte: Autor, 2020.

Vernetti e Vernetti Junior (2009) comentam que a AP é uma característica geneticamente controlada, dessa forma se as condições do meio onde a planta está inserida forem ótimas o seu tamanho será próximo ao descrito nas características da cultivar.

A Figura 3 demonstra resposta quadrática para a altura de inserção da 1ª vagem (APV), onde todas as doses de S foram superiores a testemunha. A MET se deu na dose 81,5 mg/dm³ e 14,77 cm, esta 37,39% maior que a testemunha. O ajuste quadrático demonstra a necessidade de ajuste da dose de S para evitar o uso excessivo do nutriente e prejudicar o desenvolvimento da cultura.

Este parâmetro é importante na colheita mecanizada de grãos, onde alturas superiores a 10 cm facilitam a operação e diminuem as perdas de grãos na barra de corte das colhedoras (ALMEIDA, et al (2011)).

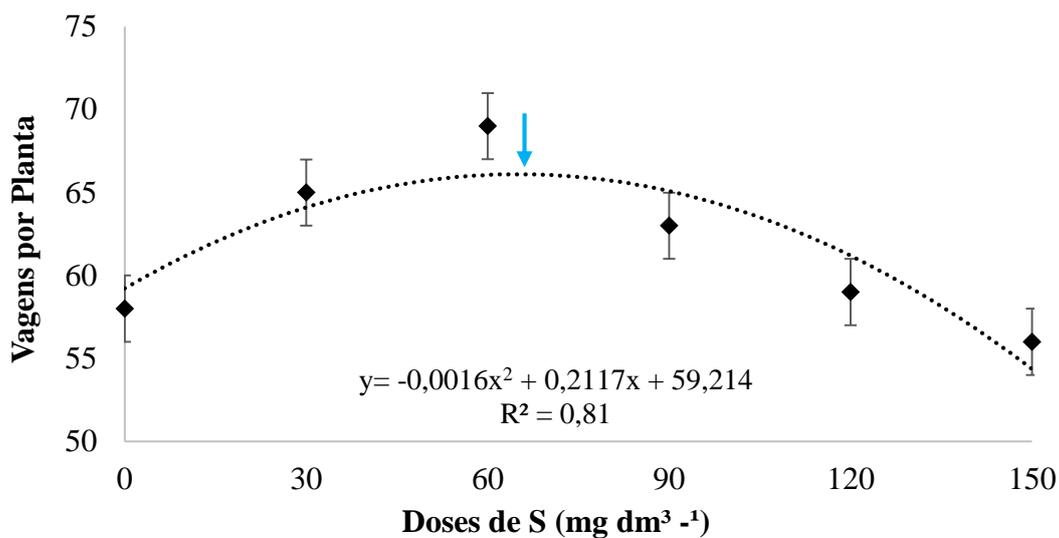
Figura 3 - Altura de Inserção da 1ª vagem de soja com doses de enxofre (S).



Fonte: Autor, 2020.

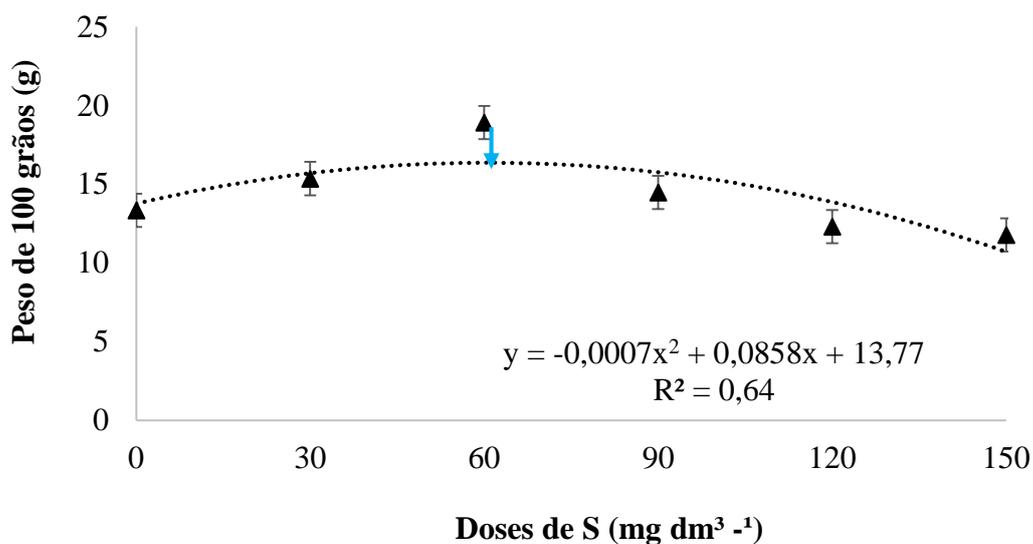
O número de vagens por planta (NVP) é um importante componente de rendimento da soja, sendo afetado pelas doses de S utilizadas, com média dos tratamentos de 61,67 vagens por planta e a MET das doses se deu em 66 mg dm³ com 66,22 vagens, sendo 12,41% maior que a testemunha, demonstrando a efetiva resposta no parâmetro a dose de S conforme a figura 4. O solo estudado apresentava teor médio de enxofre (4,2 mg/dm³) e com baixa quantidade de matéria orgânica (1,2 mg/dm³) (Tabela 1). Em condições de campo o S pode ser exportado com os grãos no momento da colheita das culturas, perdido por lixiviação e, ainda, a redução de produtos fitossanitários contendo S (RESENDE et al., 2009), tem colaborado para a diminuição dos estoques de enxofre em algumas áreas de cultivo, então estes fatores podem explicar o incremento do número de vagens até a MET. Crusciol et al (2006) em estudo com doses de S em cobertura na cultura do feijoeiro, concluíram que o aumento das doses até 30 mg/dm³ via sulfato de amônio aumentou número de vagens por planta.

Os resultados do experimento mostram que além da dose de MET, o aumento da quantidade de S aplicado diminui significativamente o parâmetro vagens por planta.

Figura 4 - Número de vagem por planta de soja a doses crescentes de enxofre (S).

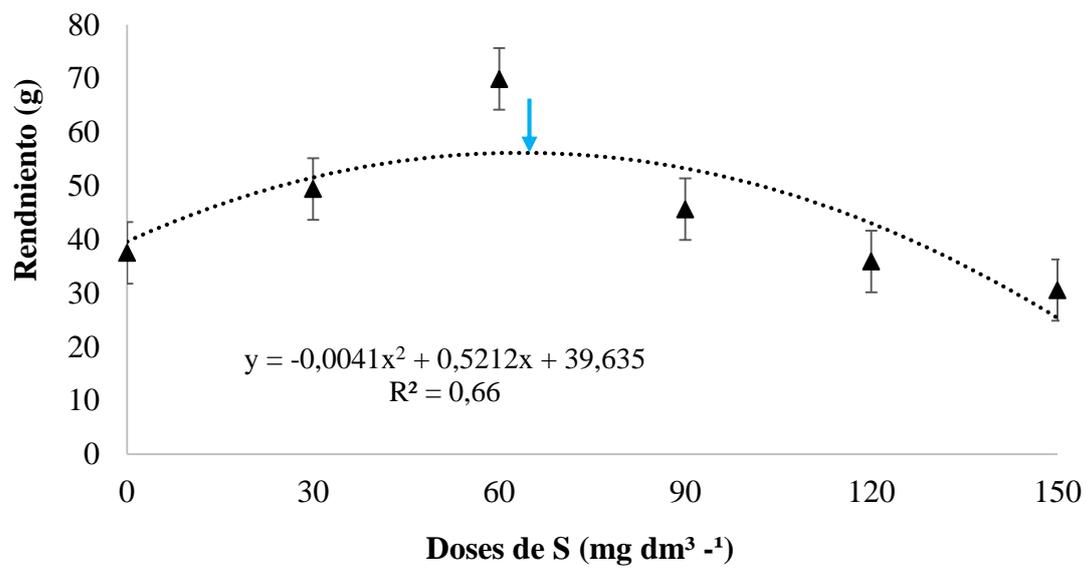
Fonte: Autor, 2020.

O peso de 100 grãos (PCG) alcançou a MET na dose de 61 mg dm³ com 16,40 gramas conforme a figura 5. Marques et al. (2011) afirmam que a massa de 100 grãos pode ser utilizada para estimar a eficiência do processo de enchimento de grãos, além de expressar de forma indireta o bom estado fisiológico deles. O S adicionado incrementou o peso de 100 grãos, e mesmo imóvel na planta (SILVA et al., 2003), pode ter incorporado proteína nos grãos e aumentado sua massa.

Figura 5 - Peso de 100 grãos de soja fertilizada com doses de enxofre.

Fonte:Autor,2020.

Para o rendimento de grãos de soja a MET deu-se na dose de 64 mg dm³, com produção de 53,20 gramas de grãos (Figura 6), isso significa que cada planta produziu 26,6 gramas de grãos. O S é necessário para maior produção de proteínas, ocasionando em maior pegamento e formação dos grãos, gerando aumento na produtividade (BALEN et al., 2015). Os dados obtidos em casa de vegetação também demonstraram uma melhoria no rendimento de grãos por vaso (RGV) em soja quando fertilizadas com enxofre.

Figura 6 - Rendimento de grãos por vaso de soja fertilizada com doses de enxofre.

Fonte: Autor, 2020.

5 CONCLUSÃO

Os parâmetros analisados, altura de plantas, altura da inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, peso de cem grãos e rendimento de grãos por vaso apresentaram resposta quadrática e significativa, sendo observado pontos de Máxima Eficiência Técnica.

Com base nos resultados conclui-se que solos com teores médios ou baixos de S podem responder positivamente a aplicação do nutriente.

Conclui-se também que é necessário ajustar as doses de fertilizante, pois a aplicação além da MET mostrou diminuição significativa nos parâmetros analisados.

É recomendável repetir o experimento em condições de campo para confirmar os resultados obtidos em condições de casa de vegetação.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. D.; PELUZIO, J. M.; AFFÉRI, F. S. Divergência genética entre cultivares de soja, sob condições de várzea irrigada, no sul do Estado Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 108-115, 2011.
- BALEN, A. B.; LANGE, A.; CAVALLI, E. ; SANTOS, P. H.; CAVALLI, C. **Aplicação de fertilizante foliar na cultura da soja**. In: XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2015, Natal - RN. O Solo e Suas Múltiplas Funções, 2015.
- CARMELLO, Q. A. C.; OLIVEIRA, F. A. **Nutrição de lavouras de soja**: situação atual e perspectivas. *Visão Agrícola*, [S.I]:, v.1, n.5, p. 8-11, jan./jun. 2006.
- CASAGRANDE, J.C. et al. Adsorção de fosfato e sulfato em solos com cargas elétricas variáveis. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.51-59, 2003.
- CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R. P.; SILVA, L. M. da.; LEMOS, L. B. Aplicação de enxofre em cobertura no feijoeiro em sistema de plantio direto. **Bragantia**, v.65, n.3, p.459-465, 2006.
- CUNHA, M. K.; SIEWERDT, L.; JÚNIOR, P. S.; SIEWERDT, F.; Doses de Nitrogênio e Enxofre na Produção e Qualidade da Forragem de Campo Natural de Planossolo no Rio Grande do Sul. **Rev. bras. zootec.**, v.30, n.3, p.p. 651-658, 2001.
- HOROWITZ, N. **Oxidação e eficiência agrônômica do enxofre elementar em solos do Brasil**. 2003. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- JASIM, A. H.; AL-TIMMEN W. M. A. The effect of mulch and fertilizers on broccoli (*Brassica oleracea* L. Var. Italica) oxidants and antioxidants. **Net Journal of Agricultural Science**, Nigeria, v. 2, p. 124-130, 2014.
- KHAN, M. I. R.; ASGHER, M.; IQBAL, N.; KHAN, N. A. **Potentiality of sulphur containing compounds in salt stress tolerance**. In: Ahmad P, Azzoz MM, Prasad MNV 88 (eds) *Ecophysiology and Responses of Plants Under Salt Stress*. Springer, New York, 2013. 443–472p.
- LANDGRAF, L. Produção de soja no Brasil cresce mais de 13% ao ano. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/25242861/producao-de-soja-no-brasil-cresce-mais-de-13-ao-ano>. Acesso: 04 de nov. de 2019.
- LISBOA, W. Ciclo do enxofre- *Bactérias Sulfitogenica*. 2015. Disponível em: <https://prezi.com/whnr68fmklir/ciclo-do-enxofre-bacterias-sulfitogenica/> Acesso em: 01 de dez. de 2020.

LOPES, J. A. M.; PELÚZIO, J. M.; MARTINS, G. S. Teor de proteína e óleo em grãos de soja, em diferentes épocas de plantio para fins industriais. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 10, n. 3, p. 49-53, maio. 2016.

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.

MARQUES, M.C.et al. O. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em diferentes épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 1, p. 59-69, 2011.

OLIVEIRA, F. A. et al. Exigências minerais e adubação. Embrapa. 2019. Disponível em:https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_38_271020_0_69132.htmlAcesso: 03/12/2019.

RAIJ, B.V. 1991. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba-SP. CERES, POTAFOS. 343p.

REZENDE, P.M. de; CARVALHO, E.R.; SANTOS, J.P.; ANDRADE, M.J.B. de; ALCANTARA, H.P. de. Enxofre aplicado via foliar na cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 5, p. 1255-1259, 2009.

RHEINHEIMER, D. S.; ALVAREZ, J. W. R.; OSORIO FILHO, B. D.; SILVA, L. S.; BORTOLUZZI, E. C. Resposta de culturas à aplicação de enxofre e a teores de sulfato num solo de textura arenosa sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 562-569, 2005.

SCHMIDT, F. **Modificações morfológicas e metabólicas em gramínea e leguminosa forrageiras tropicais relativas ao suprimento de enxofre**. Tese (Doutorado) Piracicaba, 2012. 162p.

SILVA, D. J.; VENEGAS, V. H. A.; RUIZ, H. A.; SANT'ANNA, R. Translocação e redistribuição de enxofre em plantas de milho e de soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 715-721, 2003.

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

STIPP, S. R.; CASARIN, V. **A importância do enxofre na agricultura brasileira**. Informações Agrônomicas N° 129, 2010, 7p.

VERNETTI, F.J.; VERNETTI JUNIOR, F.J.; **Genética da Soja**: Caracteres Qualitativos e Diversidade Genética. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.