

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DOSES DE COBRE EM APLICAÇÃO FOLIAR NA SOJA

GABRIEL HENRIQUE DE SOUZA E SILVA

Chapadão do Sul – MS

Novembro, 2024

DOSES DE COBRE EM APLICAÇÃO FOLIAR NA SOJA

GABRIEL HENRIQUE DE SOUZA E SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Mato Grosso do Sul, como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador Prof. Dr. Sebastião Ferreira
de Lima

Chapadão Do Sul – MS

Novembro – 2024



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

AUTOR: **GABRIEL HENRIQUE DE SOUZA E SILVA.**

ORIENTADOR: **Prof. Dr. Sebastião Ferreira de Lima.**

Aprovado pela Banca Examinadora como parte das exigências do Componente Curricular Não Disciplinar TCC, para obtenção do grau de BACHAREL EM AGRONOMIA, pelo curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus de Chapadão do Sul.

Prof. Dr. Sebastião Ferreira de Lima
Presidente da Banca Examinadora e Orientador

Eng^a. Agr^a. Vitória Carolina Dantas Alves
Membro da Banca Examinadora

Eng. Agr. Albino Furquia Mardez Vicente
Membro da Banca Examinadora

Chapadão do Sul, 03 de dezembro de 2024.

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Sebastiao Ferreira de Lima, Professor do Magisterio Superior**, em 03/12/2024, às 23:57, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Vitória Carolina Dantas Alves, Usuário Externo**, em 04/12/2024, às 06:20, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Albino Furquia Mardez Vicente, Usuário Externo**, em 05/12/2024, às 13:54, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5290046** e o código CRC **55C483A6**.

COORDENAÇÃO DE GESTÃO ACADÊMICA DO CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

Câmpus de Chapadão do Sul - Rod MS 306, Km 105, Caixa Postal 112

Fone:

CEP 79560-000 - Chapadão do Sul - MS

Referência: Processo nº 23455.000744/2024-67

SEI nº 5290046

DEDICATÓRIA

“Dedico esse trabalho à Deus, meus familiares, amigos e professores que de alguma forma me ajudaram a chegar até aqui, nessa jornada acadêmica. Meus sinceros agradecimentos”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço minha família, Lucília Correa de Souza (mãe), João Antônio Domingos da Silva (pai), por sempre me apoiarem e permanecer junto a mim nos momentos mais difíceis dessa caminhada, deixo aqui meus sinceros sentimentos de gratidão e orgulho em ser filho de vocês.

A minha namorada Izabela Caitano Furtado, que esteve ao meu lado desde o início da faculdade me apoiando. Expressando meus sinceros sentimentos de amor e respeito.

Quero também deixar claro meu agradecimento por todas as amizades feita nesse período, compartilhando experiências e conhecimentos, tendo a certeza de que levarei por toda a vida.

Gostaria de agradecer também Sebastião Ferreira de Lima (orientador), por auxiliar-me a chegar até aqui, através de seu conhecimento e dedicação. Assim, termino agradecendo á Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
INTRODUÇÃO	10
MATERIAL E MÉTODOS	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
CONCLUSÃO	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

DOSES DE COBRE EM APLICAÇÃO FOLIAR NA SOJA

Resumo: Visando conhecer as contribuições de micronutrientes, como o do cobre e estabelecer o potencial das formas de aplicação para promover o crescimento das plantas, viabilizando a maior utilização desse fertilizante, o objetivo do trabalho foi avaliar características de crescimento, componentes de produção e produtividade da soja submetida a doses de cobre aplicado via foliar. O estudo foi realizado em condições de campo em Chapadão do Sul – MS. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos por: T1, testemunha (sem doses de Cu), T2, 5g de CuEDTA, T3, 7,5g de CuEDTA, T4, 10g de CuEDTA e T5, 15g de CuEDTA. O uso de Cobre (Cu) via aplicação foliar favoreceu a altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de ramos por planta, massa seca da parte aérea, número de vagens por planta, massa de mil grãos, produtividade e produtividade em sacas. Na dose de 8,75 g de Cu foram obtidos os melhores valores de altura de plantas, número de ramos por planta e massa seca da parte aérea.

Palavras-chave: Micronutrientes, nutrição de plantas, crescimento de plantas.

DOSES OF COPPER IN FOLIAR APPLICATION IN SOYBEAN

Summary: In order to evaluate and understand the contribution of micronutrients to be established and the potential of this form of application to promote plant growth, enabling greater use of these fertilizers, the objective of the work was to evaluate the height of plants, the height of insertion of the first pod, number of branches per plant, dry mass of the aerial part, number of pods per plant, mass of grains per plant, mass of a thousand grains and finally the total productivity and productivity per sack of soybeans subjected to different dosages of Copper via foliar application. The study was carried out under field conditions in Chapadão do Sul – MS. The experimental design used was randomized blocks with five treatments and five replications. The treatments were: T1, control (without doses of Cu), T2, 5g of CuEDTA, T3, 7.5g of CuEDTA, T4, 10g of CuEDTA and T5, 15g of CuEDTA. The data obtained were subjected to analysis of variance ($p < 0.05$) and, when significant, the means were compared using the Tukey test ($p < 0.05$). Sisvar, version 4.3, was used for statistical analyses. The use of Copper (Cu) via foliar application favored plant height, insertion height of the first pod, number of branches per plant, dry mass of the area, number of pods per plant, mass of thousand grains, productivity and productivity in sacks. In the range of 8.75g of Cu, the best values for plant height, number of branches per plant and dry mass of the aerial part were obtained.

Keywords: Micronutrients, plant nutrition, plant growth.

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max L.*) é a principal cultura granífera cultivada atualmente no Brasil, tornando o país o maior produtor mundial, a produção nacional atingiu 147,7 milhões de toneladas de grãos, com área cultivada de 46,1 milhões de hectares na safra 2023/2024 (CONAB, 2024). De acordo com a Embrapa, a soja é cultivada em quase todas as regiões do país, com condições ambientais diversas e plantada em diferentes épocas do ano. Em alguns lugares a produção tem menos suporte tecnológico, diminuindo o percentual de volume colhido (Melo et al., 2023). Portanto a aplicação de novas tecnologias pode contribuir com a cultura da soja. Nesse sentido, o uso de cobre foliar pode ser um diferencial para aumentar a produtividade de grãos de soja (Gonçalves et al.)

A soja é uma das culturas mais sensíveis a deficiência de Cu, sendo um nutriente que auxilia na retenção de ferro nos nódulos, aumentando a leghemoglobina, importante no processo de fixação biológica de nitrogênio (Suman, 2021). Além de possuir propriedade fungicidas e bactericidas, o Cu também participa da fotossíntese, auxiliando a respiração da planta (Shabbir et al., 2020). Se tornando essencial para a soja, servindo tanto para nutriente quanto para proteção contra doenças.

O fornecimento de Cu às culturas pode ser feito diretamente no solo, na forma de fertilizantes, ou na planta através de adubação foliar ou ainda por meio de tratamento de sementes ou fungicidas cúpricos. Em que as fontes mais utilizadas podem ser sulfatos, hidróxidos, óxidos de cobre e defensivos a base de Cu.

Desse modo a aplicação foliar de Cu se apresenta como uma alternativa para fornecer o micronutriente de forma eficiente e de rápida absorção (Narimani et al., 2010; Zayed et al., 2011, Niu et al., 2021), porque além de possuir menor custo de aplicação (Yassen et al., 2010) pode complementar a aplicação via solo (Arif et al., 2006). Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar características de crescimento, componentes de produção e produtividade da soja submetida a doses de cobre aplicado via foliar.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Chapadão do Sul, com latitude de 18°48'459" Sul, longitude 52°36'003" Oeste e altitude de 820 metros. De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, a região possui clima tropical (Aw), caracterizado por duas estações distintas: uma seca no inverno e outra chuvosa no verão (Eiten, 1994).

A temperatura média anual varia de 13 °C a 28 °C e a precipitação pluviométrica média é de 1.850 mm (Cunha et al., 2013). O solo, é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (Santos et al., 2018). As condições climáticas de temperatura e precipitação foram obtidas durante o período do experimento (Figura 1).

Foram coletados os dados de precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima diária durante o período de realização do experimento de campo e estão representados no gráfico abaixo.

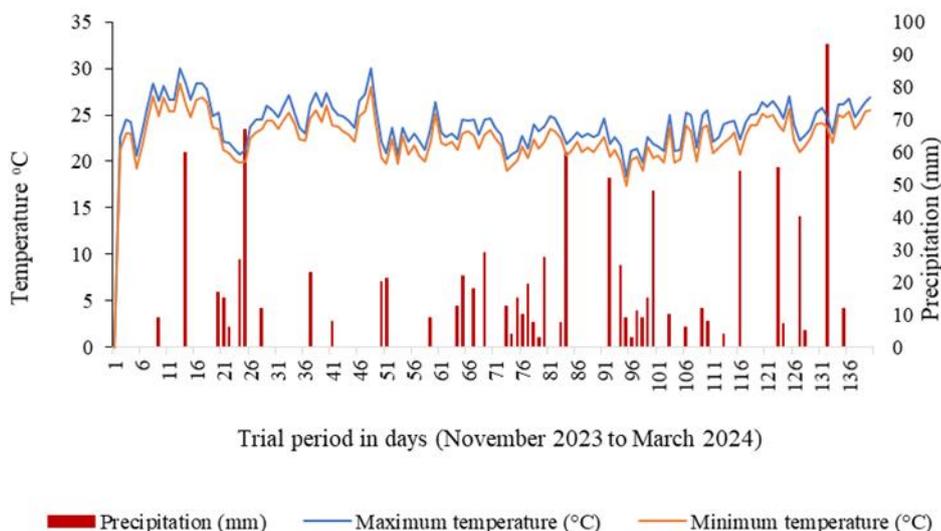


Figura 1. Médias de temperatura máxima, temperatura mínima e índice pluviométrico na área experimental do campus da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul-MS, durante o período do experimento. Inmet (2024).

Previamente a instalação do experimento foi realizada coleta de amostras de solo na camada de 0,00–0,20 m para análise química (Raij et al., 2001), cujos os valores obtidos foram: 32,6 mg dm⁻³ P (mel); 26,2 g dm⁻³ M.O; 5,1 pH (CaCl₂); Ca+Mg, H+Al = 4,10; 6,30 (cmol_c

dm⁻³); Cu, Fe, Mn, Zn (Mehlich1) = 1,5; 52; 12,7 e 3,6 (mg dm⁻³); 0,26 mg dm⁻³ de B e 53,1 de saturação de bases.

Para a correção do solo foi aplicado calcário dolomítico na dose de 1,5 t ha⁻¹. A adubação foi realizada com base nas recomendações de Souza e Lobato (2004) e interpretação do resultado da análise química do solo, sendo aplicados no sulco de semeadura 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 20 kg ha⁻¹ de N e na cobertura 70 kg ha⁻¹ de K₂O no estágio V7 em solo preparado convencionalmente, por meio de subsolagem e duas gradagens, utilizando grade aradora intermediária.

A cultivar utilizada foi a DM 73i75 IPRO da DonMario sementes. Foi realizada a semeadura mecânica, sendo realizado o tratamento de sementes com inseticida, fungicida e germinate. Foram semeadas 17,6 sementes por metro, em que as parcelas foram constituídas por 5 m de comprimento com espaçamento de 50 cm, resultando em uma população final de 13,7 plantas por metro.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Sendo os tratamentos:

T1 - testemunha (sem doses de Cu)

T2 - 5 g de CuEDTA

T3 - 7,5 g de CuEDTA

T4 - 10 g de CuEDTA

T5 - 15 g de CuEDTA.

Os tratamentos foram aplicados após 43 dias de semeadura, quando a cultura alcançou o estágio R1, uma flor aberta em qualquer nó na haste principal (EMBRAPA, 2016) com pulverizador de CO₂, com a taxa de aplicação de 130 L ha⁻¹.

Após 08 dias da semeadura foi realizado manejo de plantas daninhas, com pulverizador tratorizado, utilizando Glifosato 1,160 L ha⁻¹ i.a. + Cletodin 0,144 L ha⁻¹ i.a. Após 16 dias houve uma segunda aplicação com Glifosato 1,740 L ha⁻¹ i.a. + Cletodin 0,240 L ha⁻¹ i.a. + Acefato 970 g ha⁻¹ i.a.

Aos 119 dias as parcelas todas foram colhidas, avaliadas e posteriormente trilhadas para a determinação da massa de grãos por hectare (produtividade) e massa de mil grãos. Toda massa de grãos foi ajustada para 13% de umidade.

As avaliações foram feitas durante o período de instalação a colheita da cultura, considerando as variáveis:

- (a) Altura de plantas (ALT)– medido da base da planta até a última folha com uso de uma fita métrica;
- (b) Altura da inserção da primeira vagem (ALT - IPV) – medido na base do caule a primeira vagem;
- (c) Número de ramos na haste principal (Nº RHP) – medido por ramos disposto da haste principal;
- (d) Número de nós na haste principal (Nº NHP) – medido por nós disposto na haste principal;
- (e) Número de vagens por planta (Nº VP) – medido pela quantidade de vagens presentes na planta;
- (f) Número de grãos por vagem (Nº GP) – medido pela quantidade de grãos presentes na planta;
- (g) Massa de mil grãos (PROD g) – medido pelo peso de 300 grãos;
- (h) Produtividade em kg (PROD kg) – medido pelo peso total de produção em grãos;

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ($p < 0,05$) e, quando significativas, as médias foram ajustadas pela equação de regressão com $p < 0,05$. Foi utilizado o Sisvar, versão 4.3 para as análises estatísticas (Ferreira, 2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de ramos por planta, massa seca da parte aérea, número de vagens por planta, massa de mil grãos, e produtividade em sacas apresentaram efeitos entre as diferentes doses de Cobre via foliar.

Tabela 1 – Quadro de médias para os dados de altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de ramos por planta, massa seca da parte aérea, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de mil grãos, produtividade e produtividade em sacas em plantas de soja.

FV	G L	QM								
		ALT	ALT V	NRP	MSPA	NVP	NGV	MMG	PROD	SAC
BLOCO	3	0,5938 33	0,098 000	0,018 000	0,4208 76	0,9018 33	0,004 720	1,2247 92	11407,03 2698	3,1686 13
TRATA MENTO	4	50,488 000**	2,452 000**	0,153 000**	14,625 954**	181,13 7000**	0,004 130 ^{ns}	12,019 631**	122496,3 58855**	34,026 770**
ERRO	1	0,5613	0,371	0,019	0,5940	1,8660	0,006	0,4206	3922,672	1,0896
	2	33	333	667	80	00	903	76	019	31
CV (%)	-	0,86	3,81	2,39	2,32	1,51	2,82	0,41	1,35	1,35
Média geral	-	86,995 0000	16,01 00000	5,870 0000	33,172 1665	90,385 0000	2,942 0000	165,56 50005	4636,854 2560	77,280 9040

FV - Fonte de variação; GL – Graus de liberdade; CV - Coeficiente de variação; *, **, - Significativo e ^{ns}, não significativo em $P \leq 0,05$ e $P \leq 0,01$, respectivamente, pelo teste F.

A altura de plantas foi aumentada em média 6,76% devido o cobre atuar na fotólise da água e promover a ligação dos canais catiônicos no mecanismo de absorção. Isso ocasiona o maior crescimento das raízes e, portanto, aumenta a superfície de contato para entrada de nutrientes e água (Loreto et al., 2022). Consequentemente a planta teve um aumento da massa seca da parte aérea de 5,79% quando comparado ao controle.

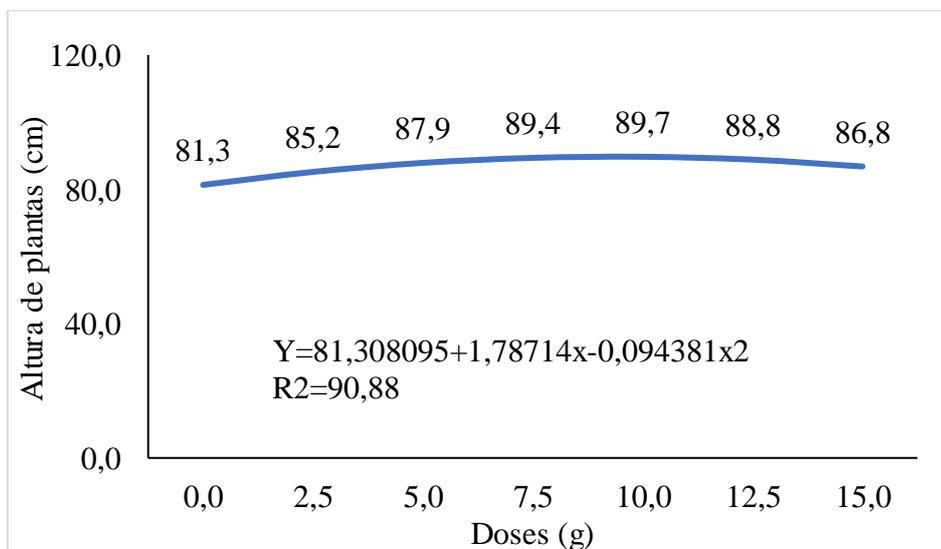


Figura 2. Altura de plantas com aplicação foliar de diferentes doses de Cu.

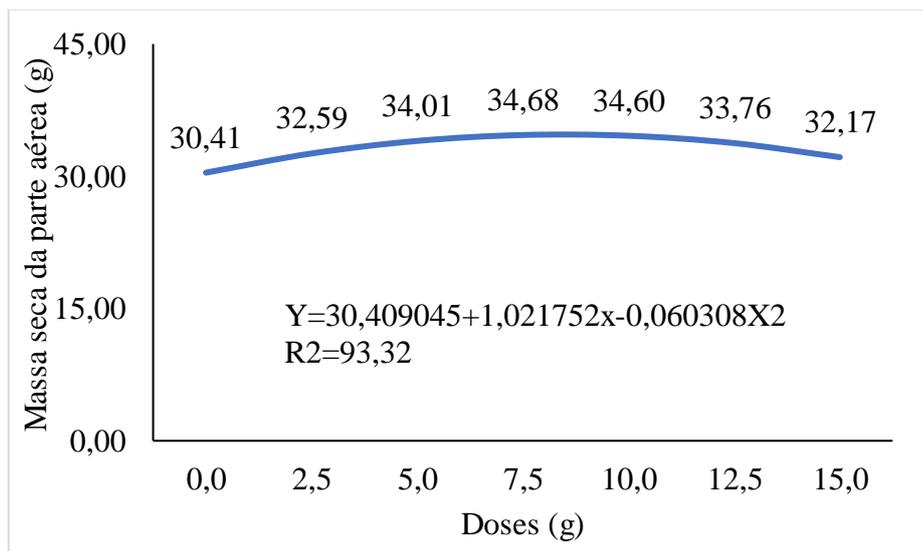


Figura 3. Massa seca da parte aérea em gramas em diferentes doses de Cu.

A altura de inserção da primeira vagem teve aumento significativo de 11,97% consequentemente devido ao maior crescimento das raízes e aumento da superfície de contato para entrada de nutrientes e água.

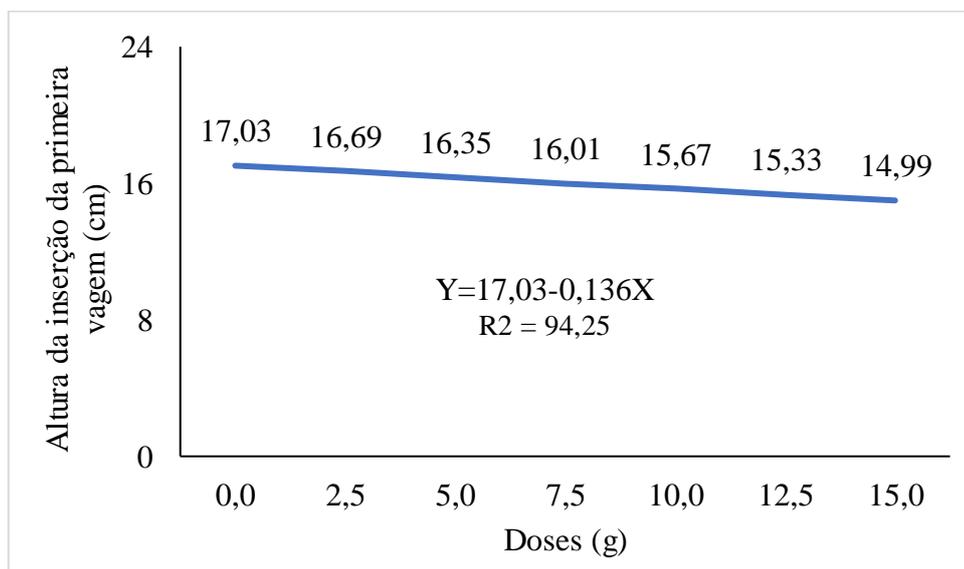


Figura 4. Altura da inserção da primeira vagem em centímetros em diferentes doses de Cu.

O número de ramos por planta teve em média o aumento de 2,12% e o número de vagens por planta incremento de 22,03%, concordando com Fageria et al. (2015) que avaliando 30 genótipos de feijoeiro, também leguminosa, verificaram aumento de número de vagens por planta com adição de cobre.

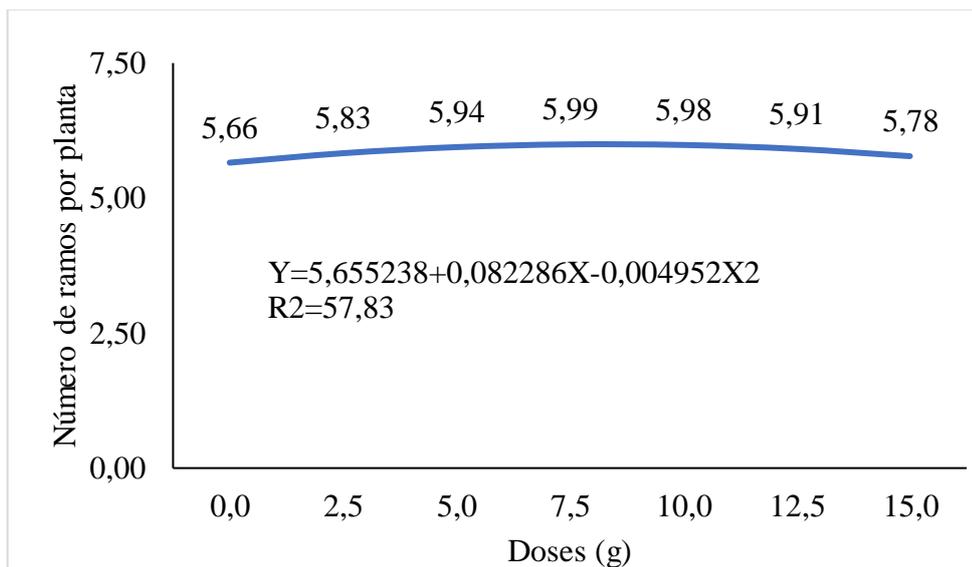


Figura 5. Número de ramos por planta em diferentes doses de Cu.

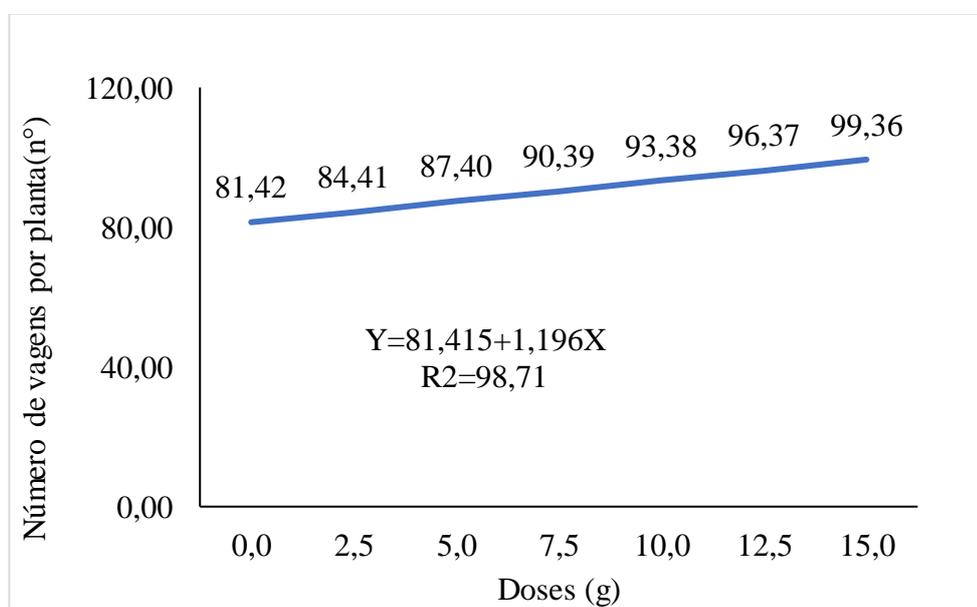


Figura 6. Número de vagens por planta em diferentes doses de Cobre.

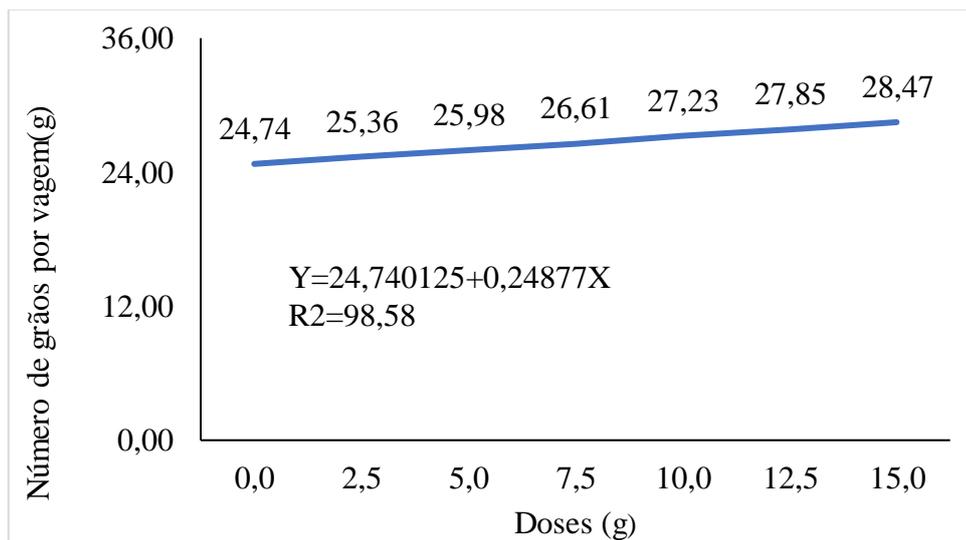


Figura 7. Número de grãos por vagens em diferentes doses de Cobre.

A massa de mil grãos aumentou em função a aplicação de Cu em média 2,90% concordando com o trabalho realizado por Moreira et al. (2019), onde teve efeito do cobre no rendimento de grãos de soja.

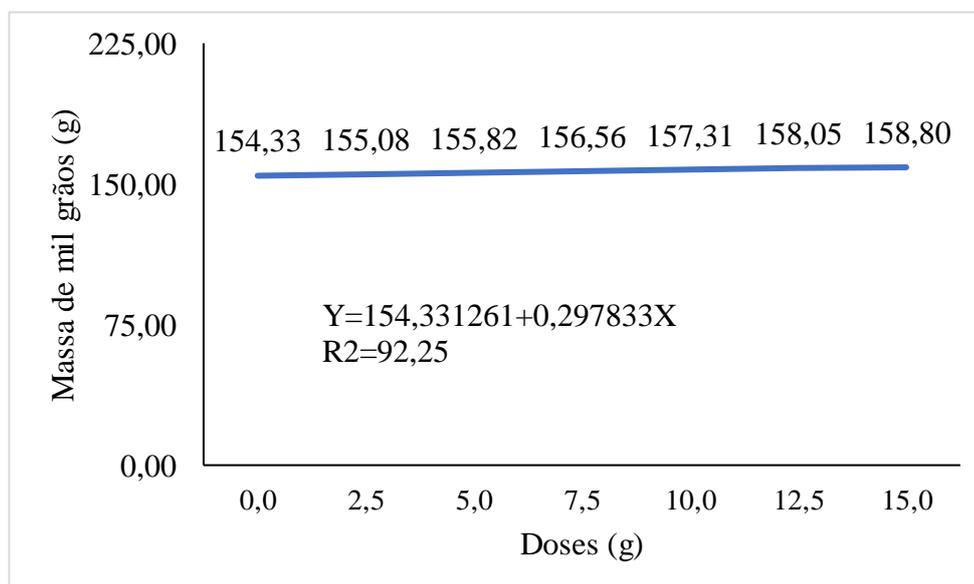


Figura 8. Massa de mil grãos em gramas sobre diferentes doses de Cu.

A produtividade de grãos (Figura 8) teve um incremento de 10,30%, estando em concordância com Canizella et al. (2015), onde doses de Cu acarretaram efeito significativo na produção de grãos de trigo e soja.

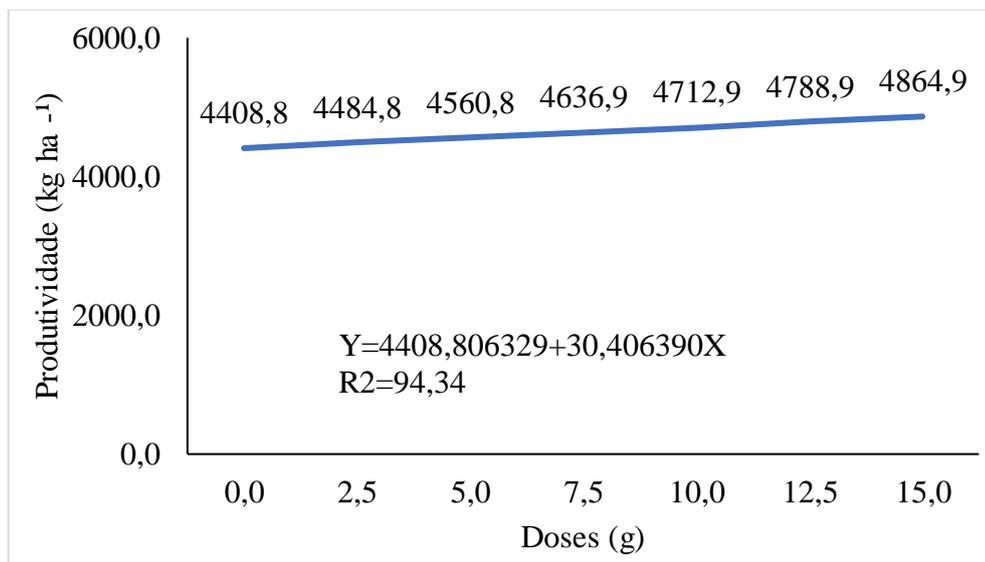


Figura 9. Produtividade em quilos por hectares em diferentes doses de Cu.

A produtividade em sacas (Figura 10) também teve um aumento de 9,68% devido maior número de vagens por planta e grãos por planta, assentindo o estudo semelhante realizado por Garcia et al. (2009) que também verificaram que a aplicação foliar com cobre proporcionaram melhor desenvolvimento da cultura.

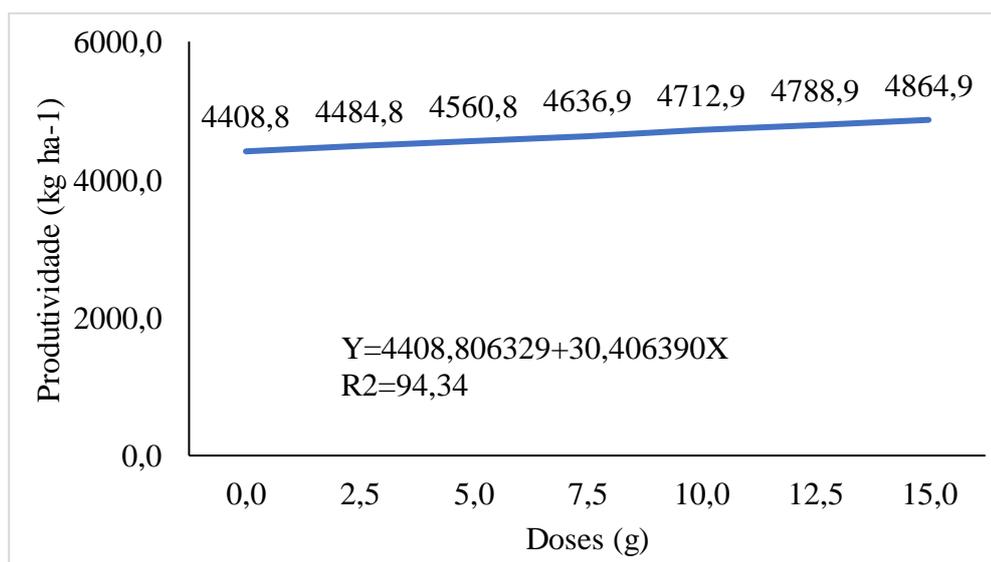


Figura 10. Produtividade em sacas em diferentes doses de Cu.

CONCLUSÃO

O uso de Cobre (Cu) via aplicação foliar na faixa de 8,75 g de Cu obteve os melhores valores de altura de plantas, número de ramos por planta e massa seca da parte aérea.

REFERÊNCIAS

- ARIF, M.; CHOHAN, M. A.; ALI, S.; GUL, R; KHAN S. Response of wheat to foliar application of nutrientes. *Journal of Agricultural and Biological Science*, Islamabad, v. 1, n. 4, p.30-34, 2006.
- CANIZELLA, B. T.; MOREIRA, A.; MORAES, L. A. C. Disponibilidade de cobre na rotação soja-trigo em sistema plantio direto. XXXV Congresso Brasileiro de ciência do Solo, Natal, 2015.
- CONAB, Nova estimativa para safra de grãos na safra 2023/24 é de 295,6 milhões de toneladas. Disponível em : <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5425-nova-estimativa-para-safra-de-graos-na-safra-2023-24-e-de-295-6-milhoes-de-toneladas> . Data de acesso : 11 Novembro, 2024.
- CUNHA, F. F.; MAGALHÃES, F. F.; CASTRO, M. A. Métodos para estimativa da evapotranspiração de referência para Chapadão do Sul - MS. **Engenharia na Agricultura**, v. 21, p. 159-172, 2013.
- EMBRAPA, Estádios fenológicos e marcha de absorção de nutrientes da soja. Disponível em : <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1047123/estadios-fenologicos-e-marcha-de-absorcao-de-nutrientes-da-soja> . Data de acesso : 11 Novembro, 2024.
- EITEN, G. 1994. Vegetação do Cerrado. In: PINTO, M. N. (coord.). Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas. (2a ed.) Brasília: UnB/Sematec. P.9-65.
- FAGERIA, N. K., L. F. Stone, and L. C. Melo. 2015. Copper-use efficiency in dry bean genotypes, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 46:979-990
- FERREIRA D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar. **Brazilian Journal of Biometrics**, v. 37, p. 529-535, 2019.

GALRÃO, E.2. 1991. Effect of micronutrients and cobalt on yield and chemical composition of rice, maize and soybean in Cerrado soil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 8:111-116.

GARCIA, G. G.; SILVA, T. R. B.; SECCO, D. Épocas de aplicação e doses de fertilizante a base de cobre e zinco no rendimento de grãos de soja. *Cultivando o Saber, Cascavel-PR*, v.2, p.18-25, 2009.

LORETO, R. B.; Luciany Favoreto; Thiago Dalcin Pires; Adônis Moreira; Maurício Conrado Meyer. Influência do cobre na nutrição da soja, sobre a severidade de sintomas causados por *Aphelenchoides besseyi*, 2022.

MELO, André Ximenes et al. Soybeans in Mato Grosso: Production Analysis and Crop Estimation Model. ***Gestão & Regionalidade***, v. 39, p. 1-21, 2023.

MOREIRA, Adônis et al. Copper use efficiency in soybean cultivars. ***Pesquisa Agropecuária Brasileira***, v. 54, p. e01140, 2019.

NARIMANI, H.; RAHIMI, M. M.; AHMADIKHAH, A.; VAEZI, B. Study on the effects of foliar spray of micronutrient on yield and yield components of durum wheat. *Archives of Applied Science Research, Udaipur*, v. 2, n. 6, p.168-176, 2010.

NIU, Junhao et al. Effects of foliar fertilization: a review of current status and future perspectives. ***Journal of Soil Science and Plant Nutrition***, v. 21, p. 104-118, 2021.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. ***Sistema Brasileiro de Classificação de Solos***. Brasília: Embrapa. 2018.

SHABBIR, Zunaira et al. Copper uptake, essentiality, toxicity, detoxification and risk assessment in soil-plant environment. ***Chemosphere***, v. 259, p. 127436, 2020.

SOUSA D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. 2.ed. Planaltina, Embrapa Cerrados; 2004. 416p.

SUMAN, B. Nutrient Management for Soybean Crops. **International Journal of Agronomy**, Hindawi, 2021.

VALADARES, R. V.; VALADARES, S. V.; FERNADES, L. A.; SAMPAIO, R. A. Teores de nutrientes no solo e nutrição mineral do milho em áreas irrigadas com água calcária. Revista Caatinga, Mossoró, v. 27, n. 3, p.169-176, 2014.

ZAYED, B. A.; SALEM, A. K. M.; EL SHARKAWY, H. M. Effect of different micronutrient treatments on rice (*Oriza sativa* L.) growth and yield under saline soil conditions. World Journal of Agricultural Sciences, Ithaca, v. 7, n. 2, p.179-184, 2011.

YASSEN, A.; ABOU EL-NOUR, E. A. A.; SHEDEED, S. Response of wheat to foliar Spray with urea and micronutrients. Journal of American Science, New Haven, v. 6, n. 9, p.14-22, 2010.