INTERAÇÃO NUTRICIONAL BORO × MAGNÉSIO E SEUS IMPACTOS NO CRESCIMENTO E ESTADO FISIOLÓGICO DE MUDAS DE CUPUAÇUZEIRO

MELO,Giselly Carime Diniz[1]; GOMES, Evanilde Ferreira [2]; DA SILVA JUNIOR, Luiz Eduardo[3] ;OLIVEIRA, Carlos Antonio Marinho Mendonça[4] ;MELO, Gustavo Queiroz[5] BELEM, Kalil Oliveira[6]
[1] Universidade Federal Rural da Amazônia – gisellydiniz.ufra@gmail.com; [2] Universidade Federal Rural da Amazônia – evanilde.gomes@discente.ufra.edu.br ; [3]Universidade Federal Rural da Amazônia – luizeduardofreitas28@hotmail.com ; [4] Universidade Estadual Paulista, Jabuticabal – carlos.mendonca@unesp.br; [5] Universidade Federal Rural da Amazônia – gustavoqueiroz3881@gmail.com ; [6] Universidade Federal Rural da Amazônia – kalil.belem@gmail.com

RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar os efeitos da interação entre boro (B) e magnésio (Mg) no desenvolvimento, crescimento e vigor inicial de mudas de cupuaçu (Theobroma grandiflorum), analisando as respostas fisiológicas e estruturais das plantas à aplicação desses nutrientes. O referencial teórico destaca que o boro atua na divisão celular, síntese da parede celular e transporte de açúcares, fatores que influenciam diretamente a formação e vitalidade das mudas. Já o magnésio, componente central da clorofila, participa da fotossíntese, síntese de proteínas e metabolismo energético, sendo determinante para o crescimento equilibrado. Para avaliar esses efeitos, aplicaram-se doses de boro (0,00; 0,015; 0,020 e 0,030 g por planta) e magnésio (0, 2, 5 e 8 g por planta), utilizando ácido bórico e sulfato de magnésio como fontes. Os resultados indicaram que o diâmetro do caule, número de folhas e as massas secas de folha (MSF) e raiz (MSR) foram significativamente influenciados pelas interações entre os nutrientes. O boro favoreceu a divisão celular, elongação dos tecidos e formação de folhas, embora doses elevadas tenham causado sintomas de fitotoxidez. O magnésio estimulou a MSR, por ser essencial para processos fotossintéticos e para o transporte de assimilados. A interação entre B e Mg apresentou efeitos variáveis, ora positivos, ora antagônicos, dependendo das combinações. Os achados permitem recomendar doses adequadas para otimizar o manejo nutricional de mudas, reduzindo riscos de deficiência e excesso, além de contribuir para práticas mais eficientes e sustentáveis nos sistemas agroflorestais, promovendo maior qualidade e desempenho no cultivo do cupuaçu.

Palavras-Chave: Nutrição de Plantas, Amazônia, Fruticultura, Interação, Nutrientes.

INTRODUÇÃO

O cupuaçuzeiro (Theobroma grandiflorum) é uma espécie amazônica de porte médio a grande, podendo alcançar até 20 metros de altura. Suas folhas são largas, brilhantes e apresentam tricomas estrelados em ambas as superfícies, característica descrita por Gondim et al. (2001). Por ser adaptado a ambientes sombreados, o cupuaçu é amplamente utilizado em sistemas agroflorestais e consórcios com espécies florestais, favorecendo benefícios ecológicos e produtivos, como ressaltado por Silva et al. (2018). Essas condições tornam a cultura ideal para arranjos sustentáveis e diversificados na região amazônica.

A baixa fertilidade dos solos amazônicos compromete o desenvolvimento de mudas de cupuaçu, exigindo atenção às necessidades nutricionais da espécie (Vieira et al., 2022). Nutrientes secundários, como boro e magnésio, desempenham funções fundamentais na formação de mudas vigorosas. O boro está associado à polinização, formação de frutos, divisão celular e estabilidade estrutural das paredes celulares (Malavolta et al., 2003; Faquim, 2005; Castro et al., 2024). Já o magnésio, por ser o átomo central da molécula de clorofila, é essencial na fotossíntese, na síntese de proteínas e no metabolismo energético, atuando diretamente no crescimento e no funcionamento fisiológico das plantas (Faquim, 2005).

A interação entre boro e magnésio tem potencial para influenciar diretamente o vigor, a resistência ao estresse e a adaptação das mudas de cupuaçu. O magnésio contribui para o crescimento

radicular e para a absorção de nutrientes, afetando a produtividade e a saúde geral da planta (Neves et al., 2008). Assim, investigar possíveis efeitos sinérgicos ou antagônicos entre esses nutrientes é fundamental para compreender como diferentes doses podem favorecer ou prejudicar o desenvolvimento inicial da cultura, contribuindo para práticas de manejo mais eficientes e sustentáveis.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no viveiro de mudas localizado na área experimental do Instituto de Ciências Agrárias-ICA, na área de ciência do solo, da Universidade Federal Rural da Amazônia.Foi realizada a coleta de solo na profundidade de 0 a 20 cm e, em seguida, o mesmo passou por um processo de secagem. Após esse processo, uma amostra desse solo foi levada para o laboratório, a fim de obter resultados das análises dos atributos químicos

Foram aplicados ureia e cloreto de potássio,com doses de 0,03; 0,08 e 0,05 respectivamente. A correção do solo foi realizada pelo método de saturação por base, elevando as bases trocáveis do solo a 60%, aplicando-se 8g de calcário dolomítico (PRNT 92 %) em três kg de solo, por unidade experimental, realizadas por um período de 30 dias antes do transplantio. O calcário foi aplicado no solo e, após 30 dias de reação, realizou-se análise de pH para determinar a acidez ativa, cujo resultado foi de 5,8. O delineamento experimental foi distribuído inteiramente casualizado (DIC), contendo dezesseis tratamentos com três repetições, totalizando 48 unidades experimentais. Os tratamentos correspondem a doses de boro, sendo estas: 0,00; 0,015; 0,020 e 0,030 gramas por planta, e doses de magnésio: 0, 2, 5 e 8 gramas por planta. Foram utilizados sulfato de magnésio e ácido bórico como fonte dos nutrientes.

As mudas de cupuaçuzeiro utilizadas no experimento, foram da cultivar BRS Carimbó, cedidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)oram coletados os dados resultantes aos tratamentos aplicados. As variáveis de resposta avaliadas foram: Altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), massa seca da folha (MSF) e massa seca da raiz (MSR).

Os resultados foram tabulados no Excel 2013, e posteriormente submetidos à análise de variância e, quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. O software computacional SISVAR foi utilizado nas análises estatísticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que a interação entre boro (B) e magnésio (Mg) influenciou de forma significativa diversas características de crescimento das mudas de cupuaçu. A altura das plantas apresentou pouca resposta aos tratamentos, sendo significativa apenas em doses específicas, indicando comportamento variável das mudas conforme as combinações dos nutrientes. Em contraste, o diâmetro do caule respondeu de maneira consistente às interações, com o boro desempenhando papel marcante na divisão celular, elongação dos tecidos e espessamento do caule. Isso evidencia a importância do micronutriente na formação estrutural das mudas.

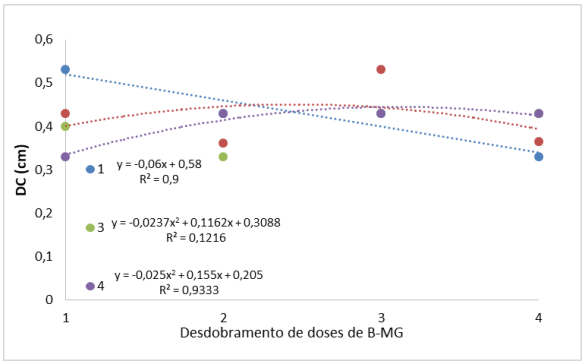


Figura 1: Interação entre B e MG em relação ao Diâmetro

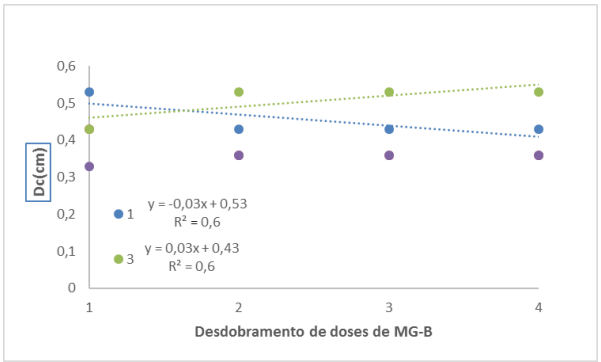


Figura 2: Interação entre MG em B em relação ao Diâmetro

Nota-se que a produção de MSF teve como princípio a parte que resta do seu peso depois de perder toda a água que pode ser extraída através de aquecimento em laboratório, é uma métrica valiosa para diversos tipos de pesquisa e aplicações práticas relacionadas ao

crescimento e à saúde das plantas, podendo indicar o estado nutricional e a eficiência na fotossíntese. O teor de massa seca pode variar, mas, em geral, as folhas podem apresentar entre 30% e 40% de massa seca após esse processo, tendo como resposta o fator significante as duas interações, sendo essas com teores maiores nas doses 4, exemplificando como tratamentos considerável os tratamentos 10 , 11 e 13 com as doses de boro igual ou inferiores a doses de magnésio, (figura 3) com essa doses pôde-se observar nas folhas sintomas de excesso, ocorrendo a fitotoxidez direta na área adaxial e abaxial, tendo como resultado o antagonismo desses nutrientes em mudas de cupuaçuzeiro. Já na figura 4 com doses maiores de magnésio elas não foram afetada

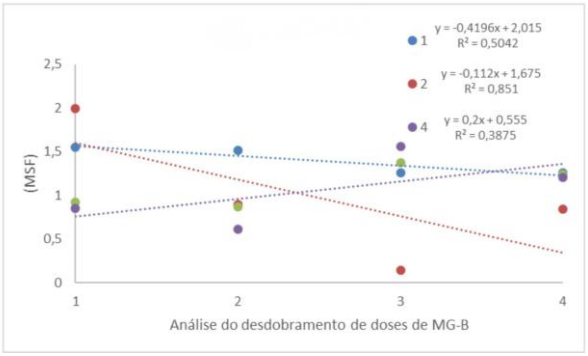


Figura 3: Interação entre B e MG em relação a MSF

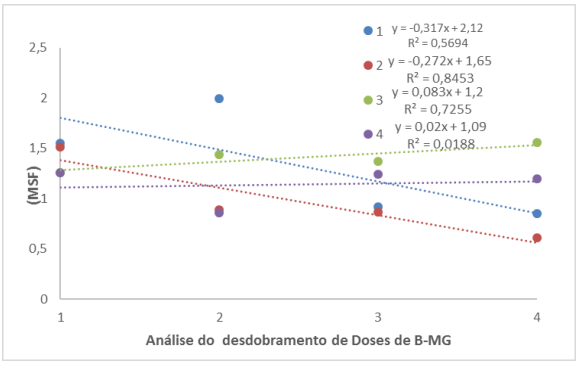


Figura 4: Interação entre MG e B em relação a MSF

A MSR também foi influenciada diretamente pela interação desses nutrientes, tendo como destaque as doses de magnésio iguais ou superiores a boro (figura 5). A massa seca da raiz pode indicar a vitalidade e o desenvolvimento saudável da planta, refletindo seu estado nutricional e hídrico, ajuda a entender a alocação de recursos entre raízes e parte aérea, fornecendo informações sobre seu crescimento geral. Tendo como resultado que o magnésio é um componente central da clorofila, a molécula responsável pela fotossíntese. Um bom processo fotossintético resulta em maior produção de energia e biomassa, incluindo a massa seca das raízes. Participando na síntese de proteínas, que são fundamentais para o crescimento e desenvolvimento das raízes. Ele atuou no transporte de nutrientes dentro da planta, influenciando a eficiência da absorção de água e nutrientes pelas raízes, o que promoveu o crescimento e a ramificação das raízes, que pode ser comparado com a figura , que teve significativa negativa nos teores de massa seca da raiz.

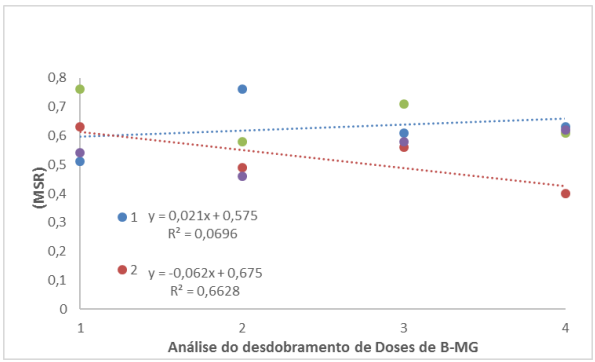


Figura 9: Interação entre B e MG em relação a MSR

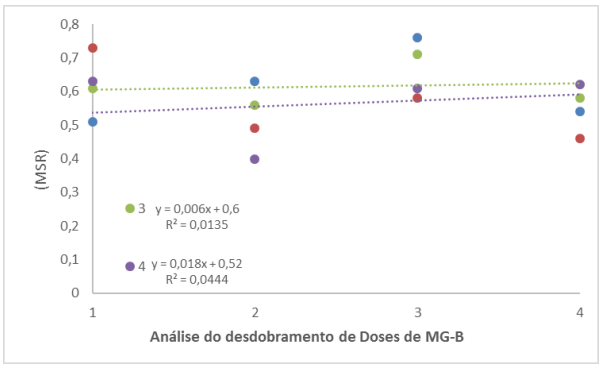


Figura 10: Interação entre MG e B em relação a MSR

CONCLUSÕES

A interação entre boro e magnésio é crucial para o desenvolvimento inicial de mudas de cupuaçuzeiro, A presença equilibrada desses micronutrientes influencia significativamente o

crescimento e a saúde das mudas. O boro desempenha um papel fundamental na divisão celular e na formação de estruturas, enquanto o magnésio é essencial para a fotossíntese e a síntese de clorofila, promovendo o desenvolvimento de folhas saudáveis e robustas. A pesquisa mostra que a deficiência ou o excesso de qualquer um desses nutrientes pode resultar em comprometimentos no crescimento, pode se notar que comparando esses nutrientes em doses igualitárias obteve uma muda com maior vigor, já em tratamentos que doses de boro foi superior existiu o antagonismo, o qual mudas sofreram com fitotoxidez Portanto, garantir uma adequada disponibilidade de boro e magnésio no solo é vital para otimizar o desenvolvimento das mudas de cupuaçuzeiro, assegurando uma melhor taxa de sobrevivência e um crescimento vigoroso.

REFERÊNCIAS

OLIVEIRA, Eberth Gonçalves Rocha; CASTRO, Vinícius Lopes. Teores nutricionais de plantas jovens de cupuaçuzeiros submetidos a doses crescentes de boro. Orientador: Jessivaldo Rodrigues Galvão. 2024. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, PA, 2024.

Turan Salvador J, Carvalho TC, Corrêa Lucchesi LA. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. Rev. Acad. Ciênc. Anim. [Internet]. 15º de janeiro de 2011 [citado 19º de setembro de 2024];9(1):27-32. Disponível em: https://periodicos.pucpr.br/cienciaanimal/article/view/11060

FAQUIN, V.; Nutrição Mineral de Plantas -- Lavras: UFLA / FAEPE, 2005. p.: il. -Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente.

SOUZA, F. J. L., Galvão, J. R., Viana, T. C., Pacheco, M. J. B. de Almeida Oliveira, L., de Almeida, G. V., ... & Lima, L. M. (2021). Fontes fosfatadas e acidez do solo na produção de mudas de Theobroma grandiflorum. Nature and Conservation, 14(1), 141-148.

AYRES M.; ALFAIA Sonia; CALAGEM E ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA PRODUÇÃO DO CUPUAÇUZEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS DA AMAZÔNIA OCIDENTAL. Scielo. Disponível em https://www.scielo.br/j/pab/alang . Acesso em 14 de agosto de 2023.

GONDIM, T; THOMAZINI M.CAVALCANTE M.SOUZA J.; ASPECTOS DA PRODUÇÃO DE CUPUAÇU. EMBRAPA. Disponível em https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br . Acesso em 14 de agosto de 2023.

NETO,S; FREUDENBERG, N; MINOSSO,S; NOVELLI,D; NETO,R; CONDICIONADORES DE SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO ORG NICA DE MUDAS DE CUPUAÇU. SCIELO. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbf/a/g4Z3tCkcjhNJ . Acesso em: 16 de agosto de 2023.

SILVA, Bianca Cavalcante da. Avaliação da omissão de nutrientes no desenvolvimento e estado nutricional de plantas jovens de cupuaçuzeiro (Theobroma grandiflorum) progênie 32. Orientador: Ismael Matos Viégas. 2018. 81 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Capanema, 2018

Moreira, A., Garcia y Garcia, A., Heinrichs, R., & Malavolta, E. (2003). Influência do magnésio, boro e manganês na absorção de zinco por raízes destacadas de duas cultivares de arroz. Semina: Ciências Agrárias, 24(2), 213–218. https://doi.org/10.5433/1679-0359.2003v24n2p213