



I WORKSHOP DE HORTICULTURA NO SEMIÁRIDO
& VIII SEMANA DE AGRONOMIA
02 a 06 de setembro de 2024

Aumento da eficiência fotossintética de plantas de rabanete suplementadas com magnésio em condições de seca

Rita de Cássia do Nascimento MEDEIROS-SÁ¹, Milena Emanuela de Jesus BARROS¹, Viviane Silva MARTINS¹, Luan Cordeiro de Souza BARBOSA¹, Rayane Nunes GOMES¹, Paulo Cássio Alves LINHARES¹

I Workshop de Horticultura no semiárido & VIII Semana de Agronomia

¹Universidade Estadual da Paraíba, Campus IV, Catolé do Rocha. *E-mail: ritaspotify2020@gmail.com

RESUMO: Com o objetivo de avaliar se o magnésio (Mg) suplementar pode aliviar os danos do déficit hídrico na atividade fotossintética de plantas de rabanete, foi conduzida uma pesquisa, em delineamento de blocos casualizados, com 6 tratamentos (n= 6). Os tratamentos (T) foram: Mg foliar (sem: Mg0% e com: Mg2%) em plantas de rabanete sob condições hídricas [irrigado e déficit hídrico (DH)], com base na capacidade de campo (CC): T₁ = Irrigado + Mg0%; T₂ = Irrigado + Mg2%; T₃ = DH50%CC + Mg0%; T₄ = DH50%CC + Mg2%, T₅ = DH30%CC + Mg0% e T₆ = DH30%CC + Mg2%. Foram avaliadas: as eficiências do uso da água (EUA), intrínseca do uso da água (EUA_i) e de carboxilação (A/C_i). Os maiores valores de EUA e A/C_i foram registrados com as plantas T₂ e T₄. Para a EUA_i foi observado reduções significativas nas plantas T₅ e T₆. O menor valor de A/C_i foi apresentado pelas plantas T₅. Contudo, o magnésio (Mg2%) suplementar promoveu maior eficiência fotossintética das plantas de rabanete em condições bem irrigadas e com déficit hídrico a 50% CC. Já em déficit hídrico de 30% CC este tratamento não foi suficiente para atenuar os danos desse estresse abiótico.

PALAVRAS-CHAVE: *Raphanus sativus* L.; fator abiótico; sulfato de magnésio; fotoassimilados.

INTRODUÇÃO

A hortaliça rabanete (*Raphanus sativus* L.), da família Brassicaceae, tem como característica o pequeno porte, comestível de forma crua em saladas, com tamanhos, formatos e cores diferentes (AMIRABAD et al., 2020). Este vegetal apresenta um crescimento rápido, com um ciclo que fica em média de 35 dias, estando no ponto de colheita e adaptado a diferentes condições climáticas, seu cultivo tem sido expandido em diversas regiões do mundo (RIBEIRO et al., 2024).

Neste contexto, é fundamental o manejo adequando de fatores como água, solo, luz e nutrientes para a obtenção de sua produção de forma satisfatória. Dentre os fatores abordados, a água pode ser um dos mais importantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas, por atuar em diversas reações bioquímicas, regulação térmica, ajustamento osmótico, absorção de nutrientes e translocação de fotoassimilados (MENEZES-SILVA et al., 2017, SILVA et al., 2021; SILVA et al., 2022). Com isso, torna-se imprescindível evitar a falta de água nas plantas, para não promover o déficit hídrico, que é um fator abiótico mais limitante a produção vegetal (ANDRADE et al., 2022).

De forma natural as plantas respondem com diferentes respostas de defesas aos efeitos da restrição hídrica, sendo que, esses mecanismos podem ser intencionados através da suplementação foliar com magnésio (Mg), devido ao mesmo, ser macronutriente essencial atuante em diversas bioquímicas, da atividade fotossintética das plantas (CAKMAK et al., 1994; HERMANS et al., 2004; PRADO, 2021).

Com isso, com a hipótese de que o Mg pode manter a eficiência fotossintética de plantas de rabanete em condições de restrição hídrica, devido ser um macronutriente com ação nos mecanismos bioquímicos da assimilação de carbono, essa pesquisa foi realizada. Objetivou-se avaliar se o Mg suplementar pode aliviar os danos do déficit hídrico na atividade fotossintética de plantas de rabanete.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação localizada no Centro de Ciências Humanas e Agrárias (CCHA), da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campus IV, município paraibano de Catolé do Rocha, no período de dezembro de 2023 a janeiro de 2024. O município fica localizado a 6° 20' 28" Sul e Longitude de 37° 44' 59" Oeste, a 272 m de altitude, com classificação climática segundo Koppen do tipo BSh, semiárido quente e seco, vegetação do tipo Caatinga, Sertão e temperatura média de 27,00°C, com pluviosidade média anual de 874,40 mm e, concentrada nos meses de fevereiro a abril, distribuída de forma irregular (FIGUEREDO et al., 2024).

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 2x3, sendo 6 tratamentos com 6 repetições = 36 unidades experimentais. Os tratamentos (T) foram: a suplementação com Mg foliar (sem: Mg0% e com: Mg2%) de plantas de rabanete em diferentes condições hídricas [irrigado e déficit hídrico (DH)], com base na capacidade de campo (CC), como descritos a seguir: T₁ = Irrigado + Mg0%; T₂ = Irrigado + Mg2%; T₃ = DH50%CC + Mg0%; T₄ = DH50%CC + Mg2%, T₅ = DH30%CC + Mg0% e T₆ = DH30%CC + Mg2%.

A unidade experimental foi um saco plástico de polietileno com capacidade de 3 dm³, com uma planta de rabanete. Utilizou-se o cultivar de rabanete híbrido Rubro F1, cultivado em solo areno-argiloso, com acréscimo de substrato a base de esterco bovino curtido. Realizou-se a sementeira em bandejas de polietileno e após 7 dias da germinação, as mudas foram transplantadas para os sacos de polietileno e protegidas por tela sombrite, com taxa de sombreamento de 50%, para evitar danos causadas pela alta radiação solar, e em seguida, foram irrigadas normalmente até o surgimento das primeiras folhas verdadeiras.

Para os tratamentos com aplicação de Mg foliar (Mg2%) utilizou-se o Sulfato de Magnésio [MgSO₄.7H₂O (Sinth - PA)], na concentração de 2% (V/V) do Mg (LINHARES, 2021). Foram realizadas duas aplicações: no décimo dia após o transplantio e a segunda, décimo quinto dia após a primeira aplicação. Nas plantas sem aplicação de Mg (Mg0%) foi aplicada água potável via foliar.

As aplicações foram feitas com um pulverizador manual com capacidade para 1,5 L (Compressão Prévia; Ducampo®). Na preparação da solução de Mg (Mg2%) e da água (Mg0%) foi adicionado óleo mineral na concentração de 0,01%, para quebrar a tensão superficial da água, e aumentar a área de molhamento das folhas, sendo a aplicação realizada até o ponto de escorrimento (FERNÁNDEZ et al., 2006). Na aplicação, foram tomados os cuidados necessários para evitar o contato das plantas dos tratamentos com Mg0% com o Mg aplicado nas plantas dos demais tratamentos.

A irrigação foi diariamente, de forma manual, com água de abastecimento local, usando um béquero de 1 L e uma proveta de 100 mL. As plantas do T₁ e T₂ foram mantidas a 80% da CC. A lâmina de água correspondente a cada tratamento das condições hídricas testadas, foi determinada pelo método da lisimetria de drenagem, sendo utilizados dois drenos de referência, para cada tratamento, em parcela adicional. O volume aplicado foi estimado, pela média de consumo de água por 2 plantas. Assim, o volume aplicado foi obtido através da diferença entre a lâmina aplicada menos o valor médio da drenagem, dividido pelo número de plantas.

Avaliaram-se: as eficiências do uso da água (EUA), intrínseca do uso da água (EUAI) e de carboxilação (A/Ci). Os dados de trocas gasosas, obtidos de uma folha totalmente expandida de cada planta, formada após a aplicação dos tratamentos testados, foram registrados com um analisador de gases por infravermelho de fluxo aberto (IRGA) (CIRAS-3, PP System, Amesbury, MA, EUA), com controle de temperatura a 25 °C, irradiação de 1200 μmol fótons m⁻² s⁻¹ e vazão de ar de 400 mL min⁻¹ no nível atmosférico de CO₂ (ANDRADE et al., 2022).

Com a obtenção dos dados, eles foram submetidos a análises de homogeneidade das variâncias (LEVENE; BARTLETT, $p \geq 0,05$) e normalidade (SHAPIRO-WILK, $p \geq 0,05$), como uso da plataforma R versão 4.4.1., com o pacote *car* (FOX; WEISBERG, 2019). Foi realizada uma análise de variância (Teste F, $p \leq 0,05$), e as médias foram comparadas com a utilização do teste Tukey ($p \leq 0,05$), usando o software Sisvar®, versão 5.8 (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores valores de EUA e A/Ci foram registrados com as plantas Irrigado + Mg2% e DH50%CC + Mg2% (Figura 1A e C). De outra forma, as plantas DH30%CC+ Mg2% foram as que apresentaram os menores resultados de EUA (Figura 1A). A maior eficiência do uso da água em condições de déficit hídrico, é uma resposta da planta através do fechamento estomático, como estratégia de adaptação a esse estresse

abiótico (KASIRAJAN et al., 2020). Esse resultado se deve ao estímulo da maior atividade fotossintética das plantas de rabanete, promovida pela suplementação com o Mg, que é um mineral envolvendo nas reações bioquímicas de assimilação de carbono (HERMANS et al., 2004; PRADO, 2021).

Para a EUAi foi observado reduções significativas nas plantas DH30%CC+ Mg0% e DH30%CC+ Mg2%, em comparação aos demais tratamentos, que foram semelhantes entre si (Figura 1B). O menor valor de A/C_i foi apresentado pelas plantas DH30%CC+ Mg0% (Figura 1C). Plantas que conseguem manter a eficiência no uso da água em condições de restrição hídrica, apresentam maior capacidade de tolerância a esse fator estressante (MENEZES-SILVA et al., 2017; SILVA et al., 2021; SILVA et al., 2022).

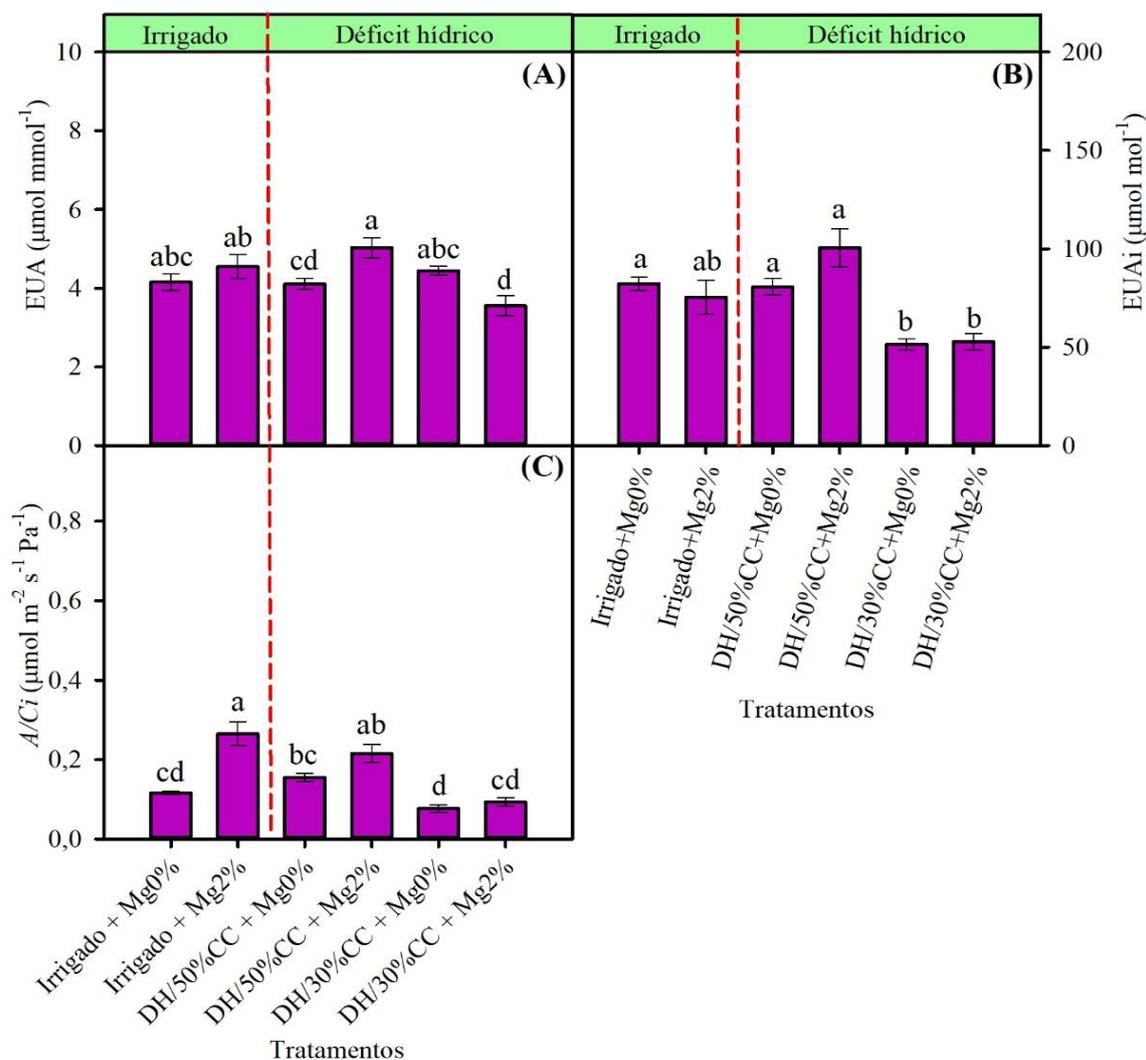


Figura 1. Eficiências do uso da água (EUA, A), intrínseca do uso da água (EUAi, B) e instantânea de carboxilação (A/C_i , C), de plantas de rabanete sem (Mg0%) e com (Mg2%) suplementação com magnésio foliar sob diferentes condições hídricas. Médias com mesma letra não diferem entre si (Tukey, $p \leq 0,05$). As barras representam o erro padrão da média ($n= 6$).

CONCLUSÕES

O magnésio (Mg2%) suplementar promoveu maior eficiência fotossintética das plantas de rabanete em condições bem irrigadas e com déficit hídrico a 50%CC.

Já em condições de déficit hídrico de 30%CC este tratamento não foi suficiente para atenuar os efeitos desse estresse abiótico na eficiência fotossintética das plantas de rabanete.

REFERÊNCIAS

- AMIRABAD, S. A.; BEHTASH, F.; VAFAEE, Y. Selenium mitigates cadmium toxicity by preventing oxidative stress and enhancing photosynthesis and micronutrient availability on radish (*Raphanus sativus* L.) cv. Cherry Belle. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 27, p.12476-12490, 2020.
- ANDRADE, L. I. F.; LINHARES, P. C. A.; FONSECA, T. M.; SILVA, A. A.; SANTOS, J. P.; PEREIRA, M. P.; SILVA, V. A.; MARCHIORI, P. E. R. Photosynthetic efficiency and root plasticity promote drought tolerance in coffee genotypes. *Acta Physiologiae Plantarum*, v. 44, n. 109, p. 2022.
- CAKMAK, I.; HENGELER, C.; MARSCHNER, H. Partitioning of shoot and root dry matter and carbohydrates in bean plants suffering from phosphorus, potassium and magnesium deficiency. *Journal of Experimental Botany*, v. 45, n. 9, p. 1245-1250, 1994.
- FERNÁNDEZ, V.; RÍO, V. D.; ABADÍA, J.; ABADÍA, A. Foliar iron fertilization of peach (*Prunus persica* (L.) Batsch): effects of iron compounds, surfactants and other adjuvants. *Plant and Soil*, v. 289, p. 239-252, 2006.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 37, n. 4 [S.l.], p. 529-535, 2019.
- FIGUEREDO, G. M.; SOUSA, C. S.; MESQUITA, E. F.; MESQUITA, F. O.; DINIZ, J. P. C.; BRITO NETO, J. F.; MELO, A. S.; ARAÚJO ROCHA, J. L. Variability of temperature, rainfall and reference evaporation of catolé do Rocha PB municipality, semi-arid region of Brazil. *Revista JRG de Estudos Acadêmicos*, v. 7, n.14, p. 1-13, 2024.
- FOX, J.; WEISBERG, S. An {R} companion to applied regression, third edition. Thousand Oaks CA: Sage. 2019. Disponível em: <<https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/>>. Acessado em 25 de janeiro de 2021.
- HERMANS, C.; JOHNSON, G.N.; STRASSER, R.J.; VERBRUGGEN, N. Physiological characterization of magnesium deficiency in sugar beet: acclimation to low magnesium differentially affects photosystems I and II. *Planta*, v. 220, n. 2, p. 344-355, 2004.
- KASIRAJAN, L.; VALIYAPARAMBATH, R.; VELU, J.; HARI, H.; SRINIVASAVEDANTHAM, V.; ATHAIAPPAN, S. Gene expression studies of *Saccharum spontaneum*, a wild relative of sugarcane in response to salinity stress. *Biotechnology and Applied Biochemistry*, v. 68, n. 2, p. 288-296, 2020.
- LINHARES, P. C. A. Tolerância ao déficit hídrico de mudas de *Coffea arabica* L. suplementadas com magnésio foliar. 2021. Tese (Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fisiologia Vegetal), Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG. 99 p.: il.
- MENEZES-SILVA, P. E.; SANGLARD, L. M. P. V.; ÁVILA, R. T.; MORAIS, L. E.; MARTINS, S. C. V.; NOBRES, P.; PATREZE, C. M.; FERREIRA, M. A.; ARAÚJO, W. L.; FERNIE, A. R.; DAMATTA, F. M. Photosynthetic and metabolic acclimation to repeated drought events play key roles in drought tolerance in coffee. *Journal of Experimental Botany*, v. 68, n. 15, p. 4309-4322, 2017. DOI:10.1093/jxb/erx211
- PRADO, M. R. Magnesium. In: *Mineral nutrition of tropical plants*. Springer, page: 165-174, 2021.
- RIBEIRO, J. E. S.; SILVA, A. G. C.; COÊLHO, E. S.; OLIVEIRA, P. H. A.; SILVA, E. F.; OLIVEIRA, A. K. S.; SANTOS, G. L.; LIMA, J. V. L.; SILVA, T. I.; SILVEIRA, L. M.; BARROS JÚNIOR, A. P. Melatonin mitigates salt stress effects on the growth and production aspects of radish. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.28, n.4, e279006, 2024.
- SILVA, A. A.; LINHARES, P. C. A.; ANDRADE, L. I. F.; CHAVES, J. T. L.; BARBOSA, J. P. R. A. D.; MARCHIORI, P. E. R. Potassium supplementation promotes osmotic adjustment and increases water use efficiency in sugarcane under water deficit. *Sugar Tech*, v. 23, n. 5, p. 1075-1084, 2021.
- SILVA, A. A.; RUBIO, Z. C. C.; LINHARES, P. C. A.; ROCHA E SILVA, K.; PIMENTEL, G. V.; MARCHIORI, P. E. R. Genotypic variation of sugarcane for salinity tolerance: Morphological and physiological responses. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 46, e000122, 2022.