

EFEITOS DA APLICAÇÃO DE CARNITINA NA MORFOFISIOLOGIA DE
Trifolium repens

MATA¹, Djair Alves da; SOARES², Vanessa de Azevedo; ARAUJO³, Damiana Justino;
SOUZA⁴, Tancredo Augusto Feitosa de; BATISTA⁵, Diego Silva

¹Universidade Federal da Paraíba, UFPB.

²Universidade Federal da Paraíba, UFPB.

³Universidade Federal da Paraíba, UFPB.

⁴Universidade Federal da Paraíba, UFPB.

⁵Universidade Federal da Paraíba, UFPB.

*E-mail do autor correspondente: alvesdjair52@gmail.com

RESUMO: A utilização de bioestimulantes naturais, como a carnitina, é uma importante alternativa para aumentar a produtividade e enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas à agricultura. Entretanto, como seus efeitos variam de acordo com sua concentração e a cultura estudada, é importante avaliar seu potencial em espécies como o trevo-branco, uma forrageira modelo para o estudo de leguminosas que realizam associação com bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos. Assim, o objetivo da presente pesquisa foi investigar os efeitos de concentrações e modos de aplicação de carnitina na morfofisiologia do trevo-branco (*Trifolium repens*). Os tratamentos consistiram de três concentrações aplicadas via foliar (10, 100 e 1000 μ M) e quatro via solo (100, 500, 1000 e 5000 μ M), além de um controle (água). As plantas foram cultivadas por 115 dias, em seguida, foram analisadas variáveis de crescimento e fisiologia. A aplicação foliar, com doses de 100 e 1000 μ M, aumentou a matéria seca total, altura, taxa de crescimento relativo, área foliar, teor de clorofila e eficiência fotossintética (F_v/F_m 0,78–0,79) das plantas. Já a aplicação via solo resultou em um efeito dependente da dose, com a dose de 5000 μ M proporcionando ganhos de até 65% na matéria seca. Os resultados obtidos confirmam o potencial bioestimulante da carnitina no crescimento do trevo-branco, com a aplicação via foliar (de 100-1000 μ M) e via solo (5000 μ M) sendo as mais eficientes.

Palavras-chave: *Trifolium repens*; carnitina; crescimento vegetal; eficiência fotossintética

Introdução

A falta de chuvas limita o desenvolvimento das plantas, impactando a fotossíntese, a divisão das células, e o crescimento vegetal. A duração dessa situação intensifica o número de espécies de oxigênio reativo, causando problemas ao danificar membranas e organelas, e prejudicando a eficiência fisiológica (1, 2). Desse modo, a carnitina, um composto bioativo, tem atraído atenção, por influenciar o metabolismo energético das plantas, oferecendo resistência ao oxigênio oxidativo e protegendo as membranas celulares (3, 4).

É importante destacar que a carnitina é muito investigada em relação as suas ações e respostas sobre o ser humano e animais, porém, recentemente alguns estudos demonstraram sua presença em células vegetais, embora em pouca quantidade, e isso fomenta uma gama de estudos sobre esse composto e como ele afeta o metabolismo de lipídios e as respostas das plantas a estresses abióticos (5, 6).

A carnitina impacta significativamente no crescimento das plantas ao mitigar os efeitos do estresse abiótico, tornando as plantas mais vigorosas e saudáveis (7), maximizando sua eficiência em relação a utilização dos recursos disponíveis no meio (8). Resultados positivos da aplicação de carnitina foram observados em rúcula, onde houve uma indução da sua capacidade antioxidante e melhora da fotossíntese (9, 10). Outros estudos mostram o potencial da carnitina em impulsionar respostas à estresses bióticos, habilitando defesas contra o ataque de formigas e outros insetos (11). No entanto, os efeitos da carnitina variam de acordo com sua concentração e a espécie estudada, tornando necessário avaliar seu potencial e concentração ideal para cada espécie, como é o caso do trevo-branco.

O trevo-branco (*Trifolium repens* L.) é uma importante leguminosa, cultivada como forrageira para alimentação animal no mundo todo. Ele apresenta grande resiliência, crescimento rápido e capacidade de associação com bactérias fixadoras de nitrogênio, o que melhora a fertilidade do solo. Até o momento, não existem estudos investigando o potencial da carnitina como bioestimulante nessa espécie. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o potencial da carnitina como um bioestimulante natural, sobre o crescimento do trevo-branco, bem como sua concentração e forma de aplicação ideais. Os resultados são relevantes ao propor uma alternativa agroecológica que melhore o vigor das plantas, além de fornecer informações para futuros estudos com estresses abióticos, um tema necessário, sobretudo em resposta às mudanças climáticas, que desafiam a agricultura (1).

Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado na casa de vegetação do Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias CHSA/UFPB, Campus Bananeiras-PB, com o objetivo de avaliar o efeito das diferentes concentrações de carnitina no crescimento de *Trifolium repens* (trevo-branco). Os tratamentos consistiram de diferentes concentrações e formas de aplicação de carnitina. Os tratamentos foram: controle (água); quatro concentrações de carnitina aplicadas via solo (100 μ M, 500 μ M, 1000 μ M e 5000 μ M); e três concentrações aplicadas via foliar (10 μ M, 100 μ M e 1000 μ M) totalizando 8 tratamentos, com 4 repetições. Cada repetição correspondeu a um vaso de 3 L de capacidade, contendo 5 plantas e resultando em 32 vasos. Os tratamentos foram aplicados a cada 7 dias.

Após 30 dias de cultivo, os dados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey ($P \leq 0.05$).

Resultados e Discussão

As aplicações de carnitina, realizadas tanto por via foliar quanto radicular, resultaram em respostas distintas e expressivas na produção de matéria seca total em trevo-branco. As doses foliares de 10, 100 e 1000 μ M aumentaram a biomassa em comparação ao controle, com aumentos variando entre 18 % e 41 %. Estes resultados estão em concordância com os obtidos em outras espécies, como o rabanete (9)

Em contraste, as aplicações via solo evidenciaram um efeito dose-dependente. A concentração de 100 μ M reduziu a matéria seca total, enquanto as doses maiores, sobretudo 5000 μ M, alcançou valores expressivos de até 17,31 g por planta, (acréscimo de 65%). Resultados semelhantes foram observados em milho (12), em que doses moderadas-alta de carnitina estimularam a respiração mitocondrial e o peso fresco de plântulas.

Com a aplicação via solo, concentrações elevadas (5000 μ M) resultaram em maior direcionamento de recursos para o sistema radicular (44,41%), acompanhado de redução da fração foliar (18,10%). Esses achados corroboram com os de Santos et al. (13), que observaram aumento similar na fração radicular de *Eryngium foetidum* (de 30 % para 45-50 %) após aplicação foliar de 100 μ M sob estresse hídrico, interpretado como mecanismo de conservação de água e recuperação.

Em contraste, nas aplicações radiculares em baixas concentrações (100 μ M), ocorreram reduções expressivas tanto na área foliar quanto na eficiência fotossintética

(Fv/Fm), efeitos que foram revertidos apenas em doses muito elevadas. Esse padrão é consistente com Oney-Birol (2019) (6), que verificaram inibição em doses intermediárias (0,1 mM) de L-carnitina radicular em cevada sob salinidade, mas promoção de divisão celular e vigor com 1 mM. Altas concentrações radiculares estimulam respiração mitocondrial, revertendo impactos negativos em crescimento vegetativo (12). Além disso, vale destacar que o estímulo ao crescimento vegetativo e à eficiência fotossintética por aplicações foliares de carnitina tem sido associado à modulação de pigmentos e integridade de membranas em diversas espécies (9, 13 e 4).

Conclusões

Os resultados obtidos confirmam o potencial bioestimulante da carnitina para o trevo-branco, com a aplicação via foliar na faixa de 100 – 1000 μ M e a via solo na dose de 5000 μ M, sendo as mais eficientes em estimular o ganho em produtividade e vigor vegetativo dessa espécie.

Referências

1. SELEIMAN, M. F.; AL-SUHAIBANI, N.; ALI, N. et al. Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects. *Plants*, v. 10, p. 259, 2021.
2. XIONG, D.; NADAL, M. Linking water relations and hydraulics with photosynthesis. *The Plant Journal*, v. 101, p. 800–815, 2020.
3. BOURDIN, B.; ADENIER, H.; PERRIN, Y. Carnitine is associated with fatty acid metabolism in plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 45, p. 926–931, 2007.
4. CHARRIER, A.; RIPPA, S.; YU, A.; NGUYEN, P. J.; RENOU, J. P.; PERRIN, Y. The effect of carnitine on Arabidopsis development and recovery in salt stress conditions. *Planta*, v. 235, p. 123–135, 2012.
5. WOOD, C.; MASTERSON, C.; THOMAS, D. R. The role of carnitine in plant cell metabolism. In: TOBIN, A. K. (ed.). *Plant Organelles*. Society for Experimental Biology Seminar Series. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. p. 229–263.
6. ONEY-BIROL, S. Exogenous L-carnitine promotes plant growth and cell division by mitigating genotoxic damage of salt stress. *Scientific Reports*, v. 9, p. 1–12, 2019.
7. FORDE, B. G.; ROBERTS, M. R. Glutamate receptor-like channels in plants: a role as amino acid sensors in plant defence? *F1000Prime Reports*, 2014.

8. ZULFIQAR, F.; YOUNIS, A.; ABIDEEN, Z.; FRANCINI, A.; FERRANTE, A. Bioregulators can improve biomass production, photosynthetic efficiency, and ornamental quality of *Gazania rigens* L. *Agronomy*, v. 9, p. 773, 2019.
9. HENSCHER, J. M.; DANTAS, E. F. O.; AZEVEDO-SOARES, V. et al. Drought stress mitigation by foliar application of L-carnitine and its effect on radish morphophysiology. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 2023.
10. SINGH, S.; SINGH, D. R.; BANU, S.; SALIM, K. M. Determination of bioactives and antioxidant activity in *Eryngium foetidum* L.: a traditional culinary and medicinal herb. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India. Section B, Biological Sciences*, v. 83, p. 453–460, 2013.
11. RODRIGUES, T. L. M.; SILVA, M. E.; GURGEL, E. S. et al. *Eryngium foetidum* L. (Asteraceae): a literature review of traditional uses, chemical composition, and pharmacological activities. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2022.
12. TURK, H.; ERDAL, S.; DÜMLÜPINAR, R. A aplicação de carnitina exógena aumenta o transporte de ácidos graxos para as mitocôndrias e estimula a respiração mitocondrial em mudas de milho cultivadas em condições normais e frias. *Criobiologia*. 2019.
13. SANTOS, S. K.; GOMES, D. S.; SANTOS, L. W. O.; SOARES, V. A.; DANTAS, E. F. O.; HENSCHER, J. M.; BATISTA, D. S. Exogenous carnitine mitigates the deleterious effects of mild-water stress on arugula by modulating morphophysiological responses. *Journal of Plant Growth Regulation*, 2022.