

## EFEITOS DA APLICAÇÃO DE NITRATO E AMÔNIO NO METABOLISMO PRIMÁRIO DE *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown (VERBENACEAE)

Bruna Monaiza Silva de Oliveira<sup>1\*</sup>, Mirella Larissa Lima da Silva<sup>2</sup>, Maria Eduarda Magalhães de Paula<sup>3</sup>, Jessie Marinho de Oliveira<sup>4</sup>, Marcus Vinicius Loss Sperandio<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade (PPGBio), Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

<sup>2</sup>Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade (PPGBio), Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

<sup>3</sup>Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade (PPGBio), Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

<sup>4</sup>Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade (PPGBio), Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

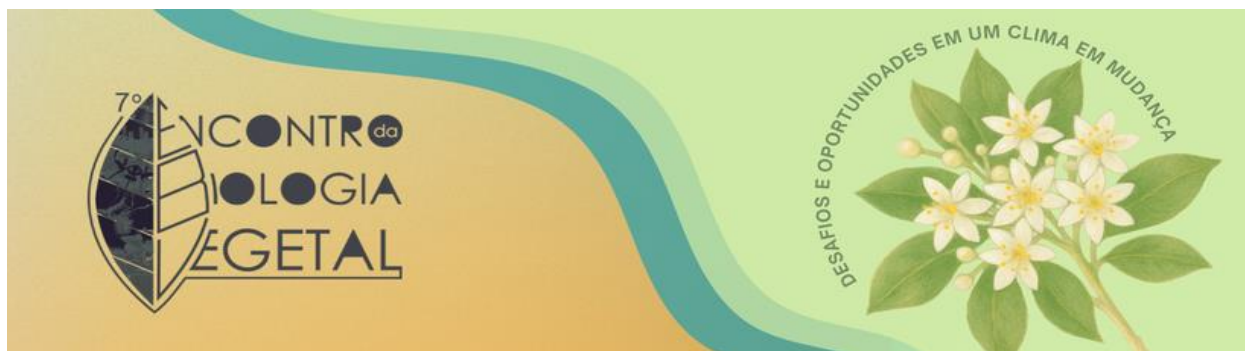
<sup>5</sup>Professor do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade (PPGBio), Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

\*brunamonaiza44@gmail.com

### RESUMO

*Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown é uma planta medicinal amplamente utilizada devido ao seu potencial terapêutico, atribuído ao óleo essencial secretado por tricomas glandulares. O metabolismo primário da espécie pode ser influenciado por fatores nutricionais, como a forma de fornecimento do nitrogênio (N), essencial ao crescimento vegetal. Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes formas de N (nitrato, amônio e nitrato de amônio) sobre o metabolismo primário de *L. alba*. Foram analisados os teores de N-amino livre, proteínas solúveis, carboidratos solúveis e acúmulo de nitrato nos tecidos após cultivo sob diferentes formas de N. As plantas tratadas com N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (nitrato) apresentaram maiores teores de N-amino livre nas folhas. O acúmulo de proteínas foi mais evidente nas folhas novas com N-NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> (nitrato de amônio), enquanto os carboidratos aumentaram nas raízes com N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (amônio) e N-NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>. O acúmulo de nitrato nas folhas não diferiu entre os tratamentos, mas foi menor nas raízes com N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Os resultados demonstram que diferentes formas de N influenciam a distribuição de compostos nitrogenados e carboidratos nos tecidos, o que pode impactar processos fisiológicos e o metabolismo secundário. Conclui-se que a forma de N aplicada interfere diretamente nas vias metabólicas primárias de *L. alba*.

**Palavras-chave:** Plantas medicinais; Nutrição; Nitrogênio.



## INTRODUÇÃO

*Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown é uma planta medicinal aromática, nativa das Américas e amplamente cultivada no Brasil. Seu óleo essencial secretado por seus tricomas glandulares é rico em compostos químicos com propriedades terapêuticas, como ação analgésica, anti-inflamatória, antioxidante, antiviral e antifúngica [1], [2], [3]. Esses compostos, derivados do metabolismo secundário, são influenciados por fatores ambientais e nutricionais, como a disponibilidade de nitrogênio (N) [4].

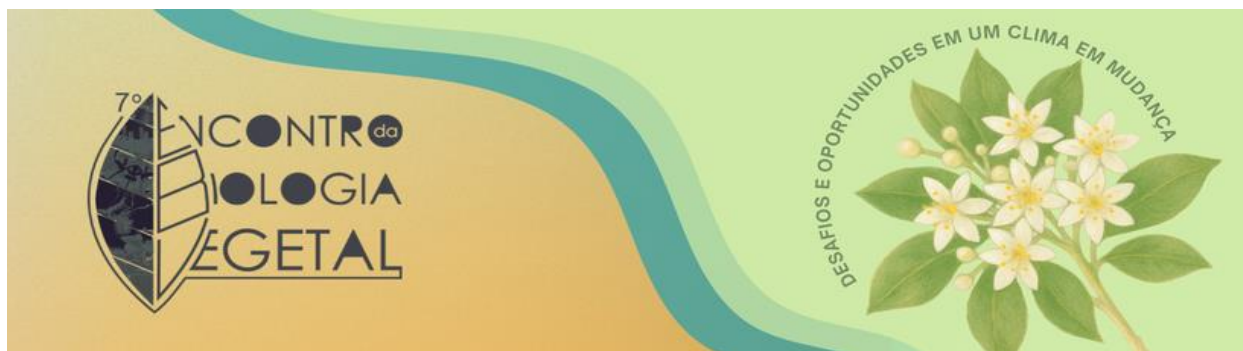
O N é um macronutriente essencial na formação de aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos e clorofila [5]. As plantas o absorvem principalmente como nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) ou amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), cujas diferenças fisiológicas afetam o metabolismo vegetal. A escolha da fonte de N pode impactar tanto o crescimento quanto a qualidade de espécies medicinais [6].

Diante disso, compreender a influência de diferentes formas de N na fisiologia de *L. alba* é fundamental para otimizar seu cultivo. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  e nitrato de amônio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) no metabolismo primário de *L. alba*.

## METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na casa de vegetação da Área de Botânica, pertencente ao Departamento de Biologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE/Sede) ( $8^\circ 00' 45.6''\text{S}$ ;  $34^\circ 57' 03.8''\text{W}$ ).

Estacas de *L. alba* ( $\pm 15$  cm) foram plantadas em sacos de polietileno com capacidade de 5 L, preenchidos com areia lavada, substrato comercial e condicionante (4:1:1). Após 30 dias do transplante, iniciaram-se os tratamentos com N, aplicados nas formas de nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ), amônio ( $\text{N-NH}_4^+$ ), nitrato de amônio ( $\text{N-NH}_4\text{NO}_3$ ) e um grupo controle (sem aplicação de N). A concentração foi de 2 mM de N, fornecida em três aplicações de 100 mL por planta, com

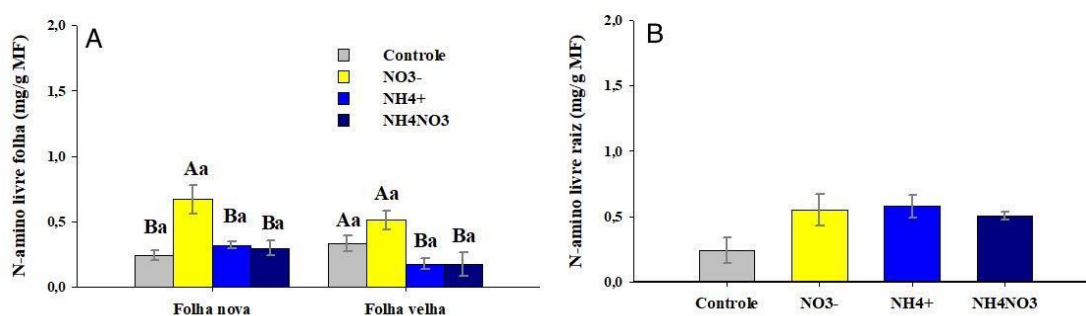


intervalo de 10 dias, conforme protocolo adaptado de Silva e Sperandio [7]. A coleta foi realizada 45 dias após o início do experimento.

Foram determinados os teores de N-amino livre, proteínas solúveis, carboidratos solúveis e nitrato em folhas (novas e velhas) e raízes, com leituras em espectrofotômetro, seguindo o protocolo de Bezerra Neto e Barreto [8]. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK), adotando-se o nível de significância de  $p < 0,05$ , utilizando o software RStudio.

## RESULTADOS

A forma de N aplicada influenciou significativamente os parâmetros do metabolismo primário de *L. alba*. Os teores de N-amino livre foram superiores nas folhas, tanto novas quanto velhas, de plantas tratadas com  $\text{NO}_3^-$ . Contudo, em folhas velhas, o tratamento controle também superou significativamente os tratamentos com  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (Figura 1).



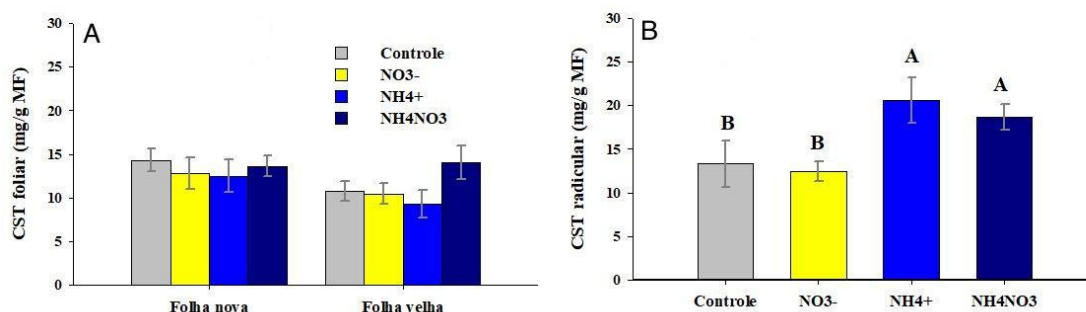
**Figura 1** – Teores de N-amino livre nas folhas novas e velhas, analisadas separadamente (A), e nas raízes (B) de *L. alba* sob efeito de diferentes formas de N. Tratamentos: Controle (plantas tratadas apenas com água, sem adição de N); Nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ); Amônio ( $\text{N-NH}_4^+$ ); e Nitrato de amônio ( $\text{N-NH}_4\text{NO}_3$ ). Letras maiúsculas indicam diferenças significativas entre os tratamentos com N, e letras minúsculas indicam diferenças entre os tipos de folhas ( $p < 0,05$ ; teste de SNK).

Para os carboidratos solúveis totais (CST), não houve diferenças significativas entre os tratamentos nas folhas (novas ou velhas). No entanto, nas



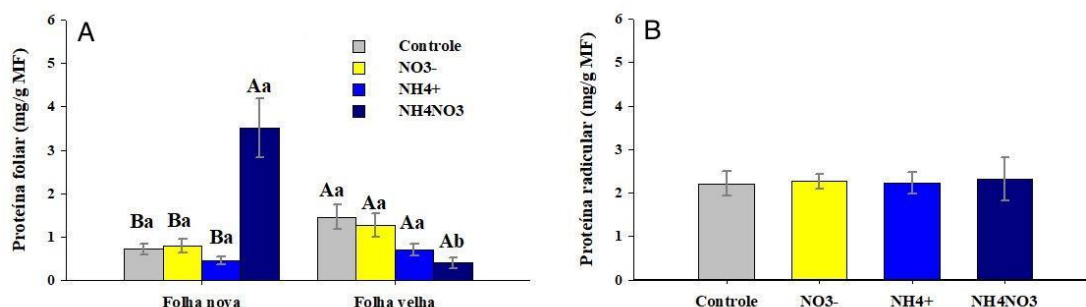
raízes, os tratamentos com  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  resultaram em maior acúmulo de carboidratos, comparados ao controle e ao tratamento com  $\text{NO}_3^-$  (Figura 2).

**Figura 2** – Teores de carboidratos solúveis totais nas folhas novas e velhas, analisadas separadamente (A), e nas raízes (B) de *L. alba* sob efeito de diferentes formas de N. Tratamentos: Controle (plantas tratadas apenas com água, sem adição de N); Nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ); Amônio ( $\text{N-NH}_4^+$ ); e Nitrato de amônio ( $\text{N-NH}_4\text{NO}_3$ ).

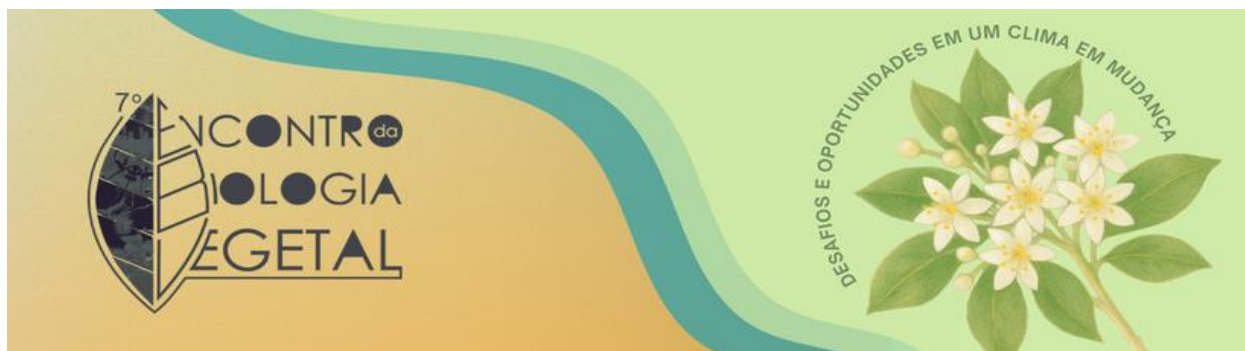


Letras maiúsculas indicam diferenças significativas entre os tratamentos com N, e letras minúsculas indicam diferenças entre os tipos de folhas ( $p < 0,05$ ; teste de SNK).

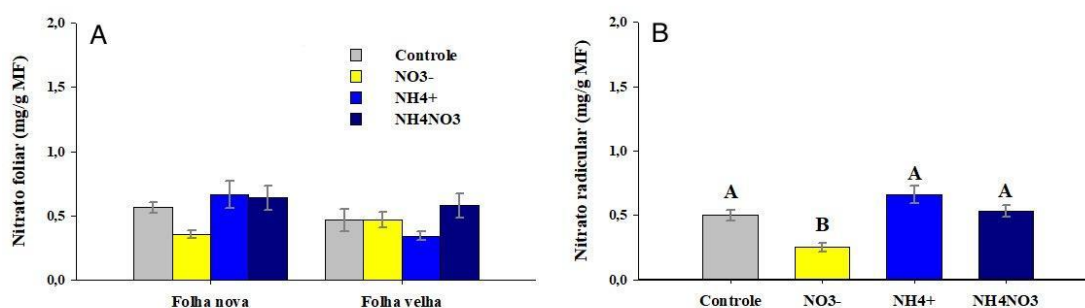
Nas folhas novas, o tratamento com  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  apresentou os maiores teores de proteínas solúveis totais, enquanto nas folhas velhas essa mesma forma resultou nos menores valores. Nas raízes, os teores de proteínas permaneceram estáveis entre os tratamentos, sem diferenças estatísticas, indicando pouca influência da fonte de N sobre esse parâmetro (Figura 3).



**Figura 3** – Teores de proteínas solúveis totais nas folhas novas e velhas, analisadas separadamente (A), e nas raízes (B) de *L. alba* sob efeito de diferentes formas de N. Tratamentos: Controle (plantas tratadas apenas com água, sem adição de N); Nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ); Amônio ( $\text{N-NH}_4^+$ ); e Nitrato de amônio ( $\text{N-NH}_4\text{NO}_3$ ). Letras maiúsculas indicam diferenças significativas entre os tratamentos com N, e letras minúsculas indicam diferenças entre os tipos de folhas ( $p < 0,05$ ; teste de SNK).



Em relação ao acúmulo de nitrato, não houve diferença significativa entre os tratamentos nas folhas. Já nas raízes, a aplicação de  $\text{NO}_3^-$  resultou nos menores níveis de acúmulo, enquanto os tratamentos com  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  apresentaram os maiores teores, o que evidencia uma maior retenção de nitrato nesses tecidos (Figura 4).

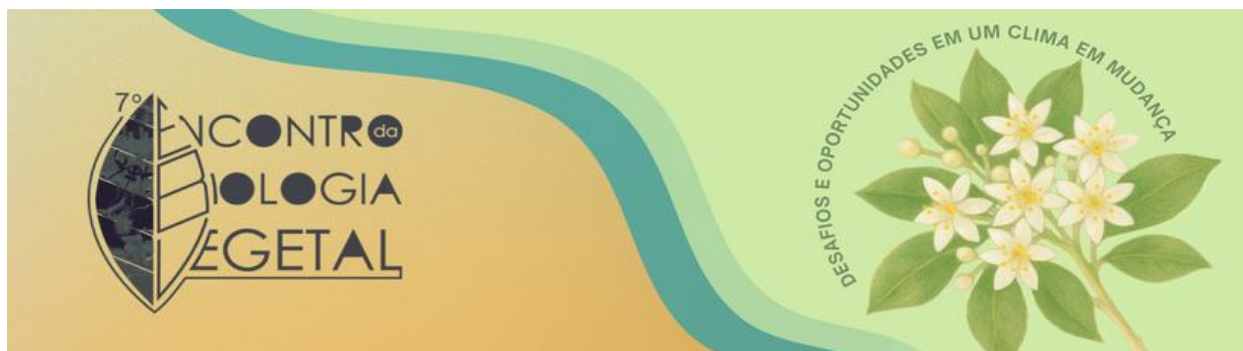


**Figura 4** – Teores de nitrato nas folhas novas e velhas, analisadas separadamente (A), e nas raízes (B) de *L. alba* sob efeito de diferentes formas de N. Tratamentos: Controle (plantas tratadas apenas com água, sem adição de N); Nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ); Amônio ( $\text{N-NH}_4^+$ ); e Nitrato de amônio ( $\text{N-NH}_4\text{NO}_3$ ). Letras maiúsculas indicam diferenças significativas entre os tratamentos com N ( $p < 0,05$ ; teste de SNK).

## DISCUSSÃO

A forma de N aplicada impactou os níveis de aminoácidos, carboidratos, proteínas e nitrato em *L. alba*. O  $\text{NO}_3^-$  promoveu maior acúmulo de N-amino livre nas folhas, demonstrando sua eficiência na síntese nitrogenada nesses tecidos. Isso é consistente com sua alta mobilidade no floema e assimilação preferencial em folhas, onde a energia fotossintética é mais disponível [9]. Por outro lado, o  $\text{NH}_4^+$  foi mais eficaz em promover o acúmulo de carboidratos solúveis nas raízes, pois é assimilado preferencialmente nesse órgão. Isso ocorre porque sua forma livre pode ser tóxica em altas concentrações, tornando necessário seu rápido metabolismo e o transporte dos compostos nitrogenados para a parte aérea via xilema [10].

Os maiores teores de proteínas foram observados em folhas novas com o tratamento  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , o que pode ser por conta da maior assimilação de N



quando as duas formas foram supridas [11]. Por outro lado, folhas velhas apresentaram menor acúmulo proteico, indicando uma provável remobilização desses compostos durante a senescência [12].

Quanto ao nitrato, não houve variação significativa nas folhas, o que pode indicar um controle homeostático na sua alocação e assimilação. No entanto, o menor acúmulo nas raízes sob tratamento com  $\text{NO}_3^-$  pode ser explicado pela sua rápida translocação e assimilação na parte aérea [13].

## CONCLUSÃO

A forma de N aplicada modulou o metabolismo primário de *L. alba*, influenciando a alocação de compostos entre folhas e raízes. O  $\text{NO}_3^-$  favoreceu a síntese de aminoácidos nas folhas, o  $\text{NH}_4^+$  e o  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  estimularam o acúmulo de carboidratos nas raízes, e o  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  elevou os níveis de proteínas em tecidos jovens. Tais resultados são fundamentais para o manejo nutricional de *L. alba*, contribuindo para práticas de cultivo mais eficientes e sustentáveis.

## REFERÊNCIAS

- [1] Borges AS et al. (2022) *Plants* 11(21):3002.
- [2] Kumari KMU et al. (2023) *Journal of Herbal Medicine* 41:100733.
- [3] Borromeo I et al. (2024) *Int J Mol Sci* 25(15):8276.
- [4] Moreau D et al. (2019) *Functional Ecology* 33(4):540–552.
- [5] LI S et al. (2020) *Sci Rep*, 10:7509.
- [6] Ravazzolo L et al. (2020) *Int. J. Mol. Sci.* 21(2):686.
- [7] Silva MB, Sperandio MVL (2024) *J Plant Growth Regul* 43:4848-4865.
- [8] Bezerra Neto B, Barreto LP (2011) *Análises Químicas e Bioquímicas em Plantas*. Editora da UFRPE.
- [9] Zhou X et al. (2020) *New Phytologist* 229(6):3184–3194.
- [10] Aluko OO et al. (2022) *Plants (Basel)* 11(23):3295.
- [11] Chen M et al. (2023) *Front. Plant Sci.*, 14.
- [12] Poucet T et al. (2022) *The Plant Journal* 112(4):1014–1028.
- [13] Rashed A et al. (2022) *Proc. EUA* 119(31):e2122460119.