

5.01.03 – Agronomia / Fitotecnia.

MITIGAÇÃO DO ESTRESSE HÍDRICO POR ADUBAÇÃO NITROGENADA COM PROPORÇÕES IGUAIS DE $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ EM PLANTAS JOVENS DE *Eucalyptus urophylla*Milton Carriço Sá^{1*}, Paulo Araquém Ramos Cairo², Leandro Dias da Silva³, Raul Antônio Araújo do Bonfim⁴, Mateus Pires Barbosa⁴, Leonardo Santos de Oliveira¹

1. Graduando em Engenharia Agrônômica, Programa de Iniciação Científica, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)
2. Professor Titular, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAGRO-UESB)/Orientador
3. Bolsista Pós-Doc (PPGAGRO-UESB)
4. Engenheiro Agrônomo, Mestrando (PPGAGRO-UESB)

Resumo

Realizou-se um experimento em casa de vegetação, com o objetivo de avaliar os efeitos da adubação com nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+), separadamente e misturados em proporções iguais, sobre características morfofisiológicas e bioquímicas de plantas jovens de *Eucalyptus urophylla* submetidas à deficiência hídrica. Utilizou-se o esquema fatorial 2×3 , sendo dois regimes hídricos (irrigado e não irrigado) e três proporções $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ (100/0, 50/50 e 0/100), com seis repetições. Avaliaram-se número de folhas, área foliar, altura de plantas, comprimento de raiz, massa seca de parte aérea e de raiz, potencial osmótico, extravasamento de eletrólitos e teores de açúcares solúveis totais e amido. A proporção 50/50, em plantas não irrigadas, favoreceu o crescimento, preveniu o extravasamento de eletrólitos, aumentou mais o teor de açúcares solúveis totais e reduziu o potencial osmótico, sugerindo mitigação do estresse hídrico por osmorregulação.

Palavras-chave: Ajuste osmótico; nitrogênio; relações hídricas.

Apoio financeiro: FAPESB.

Introdução

No sudoeste da Bahia, onde é comum a ocorrência de períodos prolongados de seca, o clone AEC 144 de *Eucalyptus urophylla* se destaca pelo seu bom desempenho produtivo e tolerância ao estresse hídrico. Nos estádios iniciais de crescimento, entretanto, essa tolerância pode não ser efetiva para prevenir o estresse hídrico, causando reduções no turgor celular, que resultam em menor altura de planta, diâmetro do caule, área foliar e matéria seca (SILVA *et al.*, 2018). O estresse hídrico também diminui a condutância estomática e as trocas gasosas foliares, reduzindo as taxas de transpiração e fotossíntese líquida, especialmente na fase de muda (HUSSAIN *et al.*, 2019). No entanto, o estresse hídrico pode ser atenuado pela osmorregulação, que reduz o potencial osmótico celular, favorecendo o influxo de água para a célula e a manutenção do turgor (ANJUM *et al.*, 2017).

O crescimento do eucalipto também depende da nutrição mineral, especialmente de nitrogênio (N), que constitui moléculas orgânicas essenciais, como clorofilas, ácidos nucléicos e proteínas (ACEVEDO *et al.*, 2021). As plantas absorvem N principalmente nas formas inorgânicas de nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+). A absorção de NH_4^+ requer menor custo energético e pode aumentar a absorção de água pelas plantas e ativar enzimas antioxidantes, mas o seu acúmulo pode causar toxidez (TAIZ *et al.*, 2017). O NO_3^- , por sua vez, pode mitigar o estresse hídrico, seja aliviando potencialmente o estresse do fotossistema, seja atuando na osmorregulação do vacúolo (MARANGONI *et al.*, 2020).

Neste estudo, objetivou-se avaliar os efeitos de NO_3^- e NH_4^+ , fornecidos separadamente e misturados em proporções iguais, sobre características morfofisiológicas e bioquímicas de plantas jovens de *Eucalyptus urophylla* submetidas à deficiência hídrica.

Metodologia

O estudo foi realizado em casa de vegetação, no *campus* da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia em Vitória da Conquista, BA (14°53'08" ao sul e 40°48'02" a oeste, altitude 881 m), entre dezembro de 2020 e maio de 2021. O clima, conforme classificação de Köppen, é do tipo Cwa (tropical de altitude), com temperaturas entre 16,1 °C (mínima) e 26,4 °C (máxima), e média anual de 20,2 °C.

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial 2×3 , sendo dois regimes hídricos – irrigado e não irrigado (100% e 30% da capacidade de vaso, respectivamente) – e três proporções de NO_3^- e NH_4^+ (100/0, 50/50 e 0/100), com seis repetições, sendo uma planta por vaso, totalizando 36 plantas. Mudanças de *Eucalyptus urophylla* clone AEC 144 com 90 dias de idade foram transplantadas em vasos (20 dm³) contendo areia lavada, previamente passada em peneira de malha 5 mm. Durante a aclimação nos vasos (três semanas), as plantas foram adubadas com solução nutritiva padrão. Após esse período, a solução nutritiva foi modificada para contemplar as proporções de NO_3^- e NH_4^+ . Após 30 dias, suspendeu-se a irrigação em um grupo de plantas, a fim de implementar os regimes hídricos, os quais foram monitorados por meio da pesagem dos vasos e adição de água deionizada.

Aos 10 dias após a suspensão da irrigação, foram avaliados: número de folhas, área foliar, altura de plantas, comprimento da raiz principal, massa seca da parte aérea e da raiz. O potencial osmótico foliar foi

determinado pouco antes do amanhecer, em folhas adultas e completamente expandidas do terço médio da planta, utilizando-se uma câmara de pressão (SCHOLLANDER *et al.*, 1965). O extravasamento de eletrólitos foi determinado nas mesmas folhas, conforme descrito por Heath e Packer (1968). Os teores de açúcares solúveis totais e amido foram determinados de acordo com Yemm e Willis (1954) e Brasil (1999), respectivamente.

Os dados foram submetidos a teste de normalidade e análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), e as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa SISVAR 5.4.

Resultados e Discussão

Características morfológicas, tais como número de folhas, área foliar, altura de plantas e comprimento de raiz, não foram alteradas pelas proporções $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$, quando se avaliam separadamente as plantas irrigadas e não irrigadas. Por outro lado, comparando-se os regimes hídricos, verifica-se que, nas plantas não irrigadas, o número de folhas e a área foliar foram menores sob a proporção 100/0, mas não diferiram das irrigadas, sob 50/50 e 0/100 (Figuras 1A e 1B). Em relação à altura de plantas, contudo, verificou-se um efeito inverso, isto é, houve um decréscimo nas plantas não irrigadas, sob proporções 50/50 e 0/100 (Figura 1C). O comprimento da raiz, por sua vez, foi menor nas plantas não irrigadas, independentemente das proporções $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$, mas os valores sugerem que, sob restrição hídrica, a inibição do crescimento da raiz pode ter sido menos afetada sob a proporção 50/50 (Figura 1D).

Avaliando-se apenas o efeito das proporções $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ sobre a massa seca da parte aérea e da raiz, os maiores valores foram alcançados sob 50/50, seguidos de 100/0 e 0/100, independentemente do regime hídrico. Em relação à massa seca da parte aérea, houve um decréscimo nas plantas não irrigadas, sob as proporções 0/100 e 100/0, mas manteve-se inalterada sob 50/50 (Figura 1E). Nas raízes, contudo, a massa seca foi maior nas plantas não irrigadas, independentemente das proporções $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ (Figura 1F).

O potencial osmótico não foi afetado pelas proporções $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$, quando se avaliam separadamente as plantas irrigadas e não irrigadas. Comparando-se os regimes hídricos, entretanto, observou-se redução no potencial osmótico nas plantas não irrigadas, mas apenas sob a proporção 50/50 (Figura 2A). Em relação ao extravasamento de eletrólitos, que resulta do aumento da fluidez das membranas em decorrência do estresse hídrico, comprometendo os processos vitais de funcionamento celular, verificou-se que somente a proporção 50/50 contribuiu para prevenir o seu incremento nas plantas não irrigadas (Figura 2B).

Houve uma elevação no teor de açúcares solúveis totais nas plantas não irrigadas, e os resultados sugerem que esse aumento pode ter ocorrido de forma mais acentuada sob a proporção 50/50 (Figura 2C). O teor de amido não variou entre as proporções $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$, quando se avaliam separadamente as plantas irrigadas e não irrigadas. Comparando-se os regimes hídricos, entretanto, observou-se uma redução no teor de amido nas plantas não irrigadas, independentemente das proporções $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ (Figura 2D).

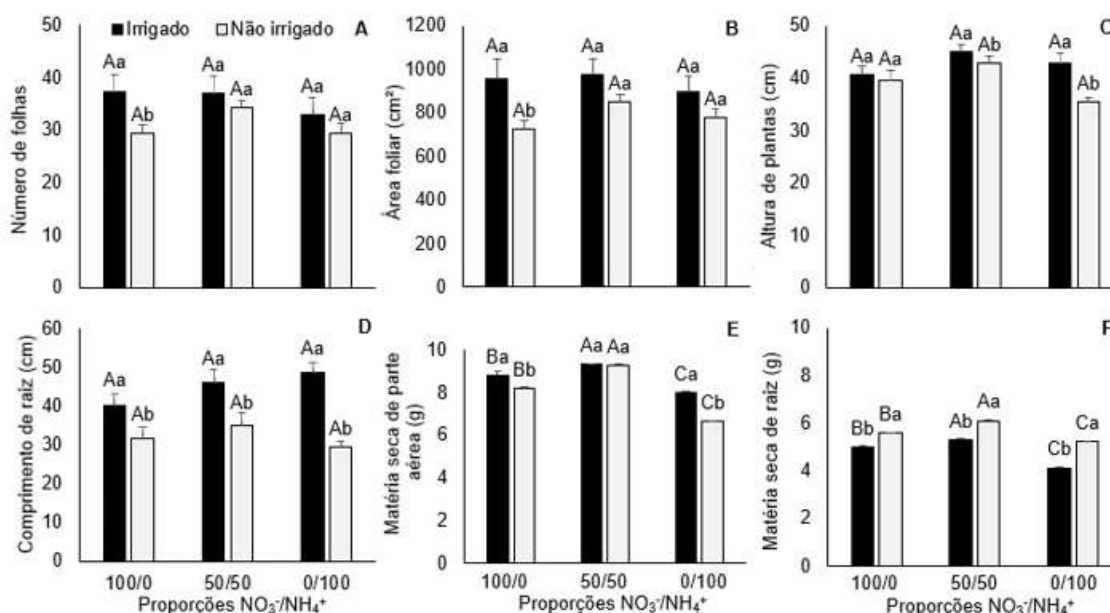


FIGURA 1. Número de folhas [A], área foliar [B], altura de plantas [C], comprimento de raiz [D], massa seca de parte aérea [E] e massa seca de raiz [F], em função das proporções $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$, em plantas jovens de *Eucalyptus urophylla* clone AEC 144 submetidas aos regimes irrigado e não irrigado.

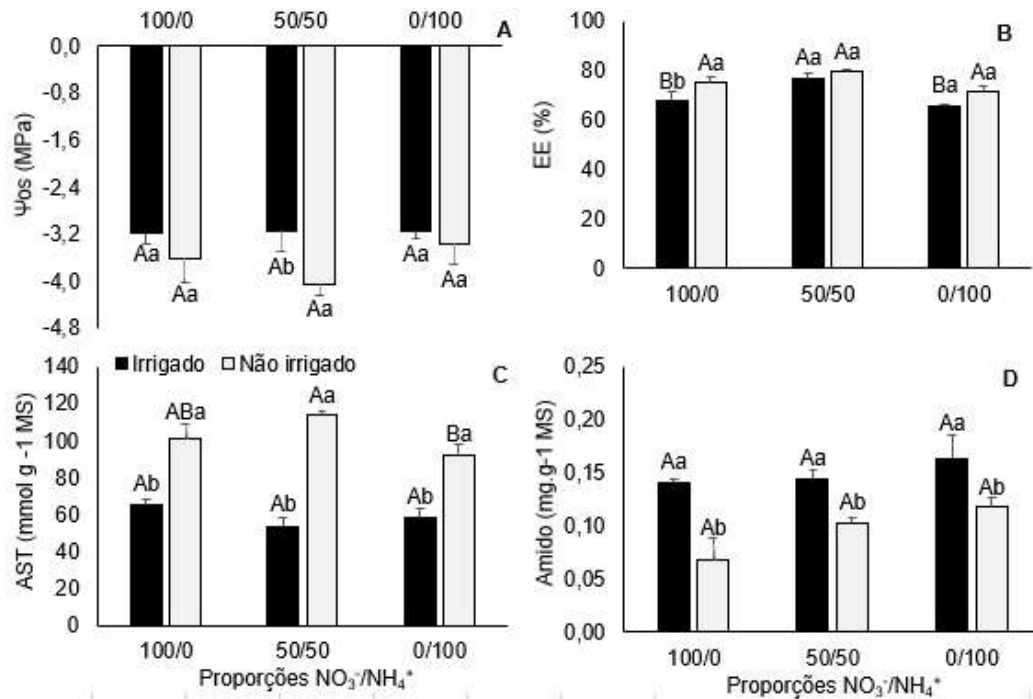


FIGURA 2. Potencial osmótico (Ψ_{os}) [A], extravasamento de eletrólitos (EE) [B], teor de açúcares solúveis totais (AST) [C] e teor de amido [D] em função das proporções NO₃⁻/NH₄⁺, em folhas de plantas jovens de *Eucalyptus urophylla* clone AEC 144 submetidas aos regimes irrigado e não irrigado.

Conclusões

Nas plantas não irrigadas, as características morfofisiológicas tiveram melhor desempenho sob proporção 50/50, indicando que a mistura NO₃-NH₄⁺ mostrou-se mais efetiva que somente uma forma iônica do nutriente para promover o crescimento. A proporção 50/50 aumentou mais o teor de açúcares solúveis totais e reduziu o potencial osmótico, sugerindo mitigação do estresse hídrico por osmorregulação.

Referências bibliográficas

- ACEVEDO, M.; RUBILAR, R.; DUMROESE, R.K.; OVALLE, J.; SANDOVAL, S.; TRUBERT, R.C. Nitrogen loading of *Eucalyptus globulus* seedlings: nutritional dynamics and influence on morphology and root growth potential. **New Forests**, v. 52, p. 31-46, 2021.
- ANJUM, S. A.; ASHRAF, U.; ZOHAIB, A.; TANVEER, M.; NAEEM, M.; ALI, I.; TABASSUM, T.; NAZIR, U. Growth and development responses of crop plants under drought stress: a review. **Zemdirbyste**, v. 104, n. 3, p. 267-276, 2017.
- BRASIL. Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Instrução Normativa n° 20, de 21 de julho de 1999. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>.
- HEATH, R.L.; PACKER, L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts: Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. **Archives in Biochemistry and Biophysics**, v. 125, n. 1, p. 189-198, 1968.
- HUSSAIN, H. A.; MEN, S.; HUSSAIN, S.; CHEN, Y.; ALI, S.; ZHANG, S.; ZHANG, K.; LI, Y.; XU, Q.; LIAO, C.; WANG, L. Interactive effects of drought and heat stresses on morpho-physiological attributes, yield, nutrient uptake and oxidative status in maize hybrids. **Scientific Reports**, v. 9, n. 3890, p. 1-12, 2019.
- MARANGONI, L.F.B.; FERRIER-PAGÈS, C.; ROTTIER, C.; BIANCHINI, A.; GROVER, R. Unravelling the different causes of nitrate and ammonium effects on coral bleaching. **Scientific Reports**, v. 10, n. 11975, p. 1-14, 2020.
- SCHOLANDER, P.F.; BRADSTERRET, E.D.; HEMMINGSEN, E.A.; HAMMEL, H.T. Sap pressure in vascular plants. **Science**, v. 148, n. 3668, p. 339-346, 1965.
- SILVA, P. H. M.; BRUNE, A.; ALVARES, C. A.; AMARAL, W.; MORAES, M. L. T.; GRATTAPAGLIA, D.; PAULA, R. C. Selecting for stable and productive families of *Eucalyptus urophylla* across a country-wide range of climates in Brazil. **Canadian Journal of Forestry Research**, v. 49, n. 1, p. 87-95, 2018.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre, Artmed, 2017. 858 p.
- YEMM, E.W.; WILLIS, A.J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochemical Journal**, v. 57, n. 3, p. 508-514, 1954.