

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

QUANTIFICAÇÃO DE AÇÚCARES SOLÚVEIS EM *Eucalyptus urophylla* SOB DEFICIÊNCIA HÍDRICA E DIFERENTES PROPORÇÕES DE $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$

**Leandro Dias da Silva, Marcos Ferreira Almeida, Laércio Novato Ribeiro Filho,
João Victor Martins de Araújo Almeida, Milton Carriço Sá, Raul Antônio Araújo
do Bonfim, Paulo Araquém Ramos Cairo.**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, Estrada do Bem-Querer, km 4, Caixa Postal 95, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil, CEP 45031-900.
leodias5@yahoo.com, marcosagro2014@gmail.com, laelcionovato@gmail.com,
joaovmartins1408@gmail.com, milton.carriço@hotmail.com, raularaujoraul@gmail.com,
pcairo@uol.com.br

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da adubação nitrogenada, baseada em variações na proporção de nitrato e amônio, nos teores de açúcares solúveis para conferir tolerância à deficiência hídrica em plantas jovens de eucalipto. O estudo foi realizado em casa de vegetação, no *Campus* da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) em Vitória da Conquista-BA. Foram utilizadas mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, transplantadas para vasos com capacidade de 0,015 m³, contendo areia lavada. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3, sendo dois regimes hídricos - irrigado (100% da capacidade de vaso) e deficiência (suspensão completa da irrigação por 15 dias) – e três proporções de nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+) na adubação nitrogenada (100:0, 50:50 e 0:100), com seis repetições, sendo uma planta por vaso. Verifica-se que houve diferenças significativas entre as proporções de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ e entre os regimes hídricos. As proporções mistas (50:50) e somente com amônio (0:100) não demonstraram alterações nos teores de açúcares solúveis em folhas de plantas jovens de Eucalipto.

Palavras-chave:

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônoma - Agronomia.

Introdução

O gênero *Eucalyptus* se destaca entre as espécies florestais devido à alta produtividade, crescimento rápido e capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais (REZENDE *et al.*, 2013). No Brasil, o eucalipto é muito utilizado para o reflorestamento, produção de papel, celulose e madeira (GONÇALVES, 2013). 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 (FERNANDES *et al.*, 2015).

Na cultura do eucalipto, os sintomas da deficiência hídrica são mais visíveis e drásticos na fase de muda (BOLZAN-MARTINS *et al.*, 2008). Para mitigar os efeitos da deficiência hídrica, algumas tecnologias têm sido testadas, seja com o propósito de conferir às plantas maior tolerância a esta condição (MENDES, 2015).

As plantas absorvem nitrogênio (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). De acordo com Soares *et al.* (2021) a adubação nitrogenada mista com NO_3^- e NH_4^+ torna as plantas de *Eucalyptus urophylla* mais tolerantes à deficiência hídrica.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Diante ao exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da adubação nitrogenada, baseada em variações na proporção de nitrato e amônio, nos teores de açúcares solúveis para conferir tolerância à deficiência hídrica em plantas jovens de eucalipto.

Metodologia

O estudo foi realizado em casa de vegetação, no *Campus* da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) em Vitória da Conquista – BA. As coordenadas geográficas locais são 14° 53' 08" de latitude sul e 40° 48' 02" de longitude oeste de Greenwich, com altitude de 881 m. O clima, conforme classificação de Köppen, é do tipo Cwb, com precipitação média anual de 733,9 mm, concentrada nos meses de novembro a março, e temperatura média anual de 20,2 °C, cujas médias máxima e mínima variam entre 26,4 °C e 16,1 °C, respectivamente (SEI, 2014).

Foram utilizadas mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144. Ao completarem 100 dias de idade, as mudas foram selecionadas quanto à uniformidade de tamanho e número de folhas, e plantadas em vasos plásticos com volume de 0,015 m³, preenchidos com areia lavada, previamente passada em peneira de malha 5 mm. Após o transplântio, as plantas foram adubadas com solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1952) com modificações (Tabela 1), em volume suficiente para que o substrato pudesse atingir a capacidade de vaso. Inicialmente, a solução nutritiva sofreu aumento gradativo na sua força iônica (30%, 60% e 90%), a cada sete dias, de modo a favorecer a adaptação das mudas ao novo substrato, após o transplântio. Durante esse período, o pH da solução nutritiva foi de 5,5.

Tabela 1. Composição química da solução nutritiva fornecida por planta para diferentes proporções de NO₃⁻:NH₄⁺.

Composição química	Proporção NO ₃ ⁻ :NH ₄ ⁺		
	100:0	50:50	0:100
	Quantidade fornecida (mmol)		
KH ₂ PO ₄	1	1	1
NH ₄ Cl	-	7,5	15
KCl	-	-	5
CaCl ₂	-	3,75	5
MgSO ₄	2	2	2
KNO ₃	5	5	-
Ca(NO ₃) ₂	5	1,25	-
FeSO ₄ .7H ₂ O	0,089	0,089	0,089
	Quantidade fornecida (μmol)		
H ₂ MoO ₄ .H ₂ O	0,11	0,11	0,11
CuCl ₂	0,29	0,29	0,29
ZnCl ₂	0,74	0,74	0,74
MnCl ₂ .4H ₂ O	9,15	9,15	9,15
H ₃ BO ₃	46,25	46,25	46,25

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3, sendo dois regimes hídricos - irrigado (a 100% da capacidade de vaso) e deficiência hídrica (suspensão completa da irrigação por 15 dias) – e três proporções de nitrato e amônio na adubação nitrogenada (100:0, 50:50, e 0:100), com seis repetições, sendo uma planta por vaso, totalizando 36 plantas.

Para a obtenção do extrato, foi utilizado, como extrator, 15 mL de solução tampão fosfato de potássio 0,1 M, adicionados a 200 mg de material vegetal seco, homogeneizado e triturado. O volume total do extrator foi dividido em três volumes iguais, para a realização de três centrifugações de 45 minutos, a 2.500 x g. O sobrenadante foi recolhido para quantificação. A quantificação dos teores de açúcares solúveis foi baseada no método proposto por Yemm e Willis (1954). Foi adicionada uma alíquota do extrato a 2 mL de antrona, completando com água deionizada até atingir o volume reacional de 3 mL, em recipiente mantido sob resfriamento. O volume reacional foi colocado em banho-maria, a 100 °C,

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

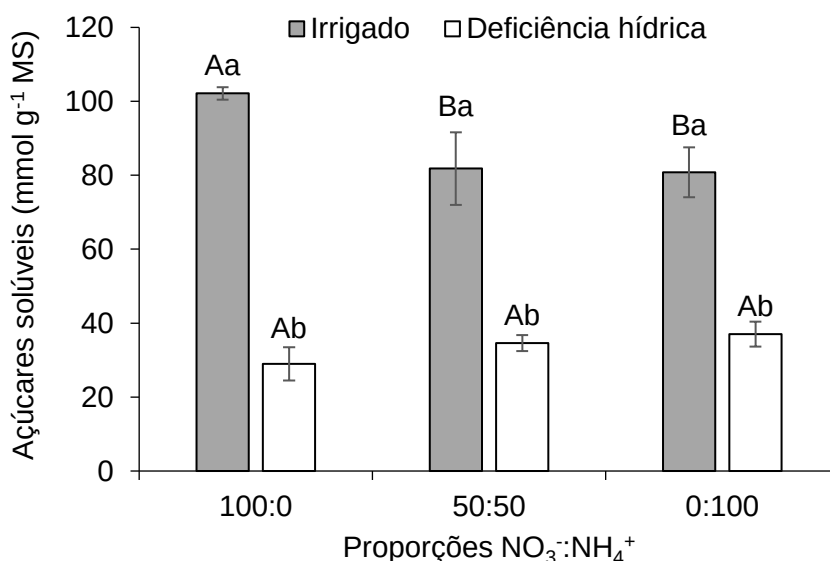
por 3 minutos, com posterior resfriamento, para a realização das leituras espectrofotométricas a 620 nm. Os resultados foram expressos em mg de açúcares solúveis g^{-1} massa seca.

Os dados foram avaliados quanto à homogeneidade, pelo teste de Cochran e quanto à distribuição normal dos resíduos, pelo teste de Lilliefors. Logo após, foram submetidos à análise de variância e quando indicado, ao teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Sisvar 5.4.

Resultados

Verifica-se que houve diferenças significativas entre as proporções de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ e entre os regimes hídricos (Figura 1). Maior valor médio de $102,12 \text{ mmol g}^{-1} \text{ MS}$ foi encontrado na proporção de 100:0 sob condição plena de irrigação. Além disso, o menor valor médio ($29 \text{ mmol g}^{-1} \text{ M}$) também foi encontrado para a proporção de 100:0, em plantas submetidas à seca. Plantas sob condições irrigadas, na proporção 100:0 foi a única que diferiu entre os regimes hídricos.

Figura 1 – Teores de açúcares solúveis em plantas jovens de *Eucalyptus urophylla* sob diferentes proporções de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$.



Letras maiúsculas diferem entre as proporções de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ e minúsculas entre os regimes hídricos a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Fonte: Próprio autor (2023).

Discussão

Os mecanismos de tolerância à seca sob baixo conteúdo de água, permitem que a planta mantenha seu metabolismo, mesmo que o potencial hídrico foliar esteja reduzido. Eles incluem o fechamento estomático e ajustamento osmótico através da síntese de solutos (CRUZ *et al.*, 2023). O aumento evidenciado em plantas sob condições irrigadas, pode estar relacionada à redução de sua síntese e com o aumento da hidrólise do amido. O acúmulo de solutos osmoticamente ativos garante a absorção de água pelas plantas, proporcionando o turgor e a manutenção do metabolismo celular, evitando a morte da planta (COSTA *et al.*, 2015). Esse mecanismo se dá através do acúmulo, no vacúolo ou no citosol, de solutos compatíveis como os açúcares solúveis que contribuem para a manutenção do equilíbrio hídrico, prevenção das plantas contra a desidratação nociva e preservação da integridade de proteínas, enzimas e membranas celulares (ASHRAF *et al.*, 2011; MARIJUAN; BOSCH, 2013).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Conclusão

As proporções mistas (50:50) e somente com amônio (0:100) não demonstraram alterações nos teores de açúcares solúveis em folhas de plantas jovens de Eucalipto.

Referências

- ASHRAF, M.; AKRAM, N. A.; ALQURAINY, F.; FOOLAD, M. R. Drought tolerance: roles of organic osmolytes, growth regulators, and mineral nutrients. **Adv. Agron.**, v.111, p.249–296, 2011.
- BOLZAN MARTINS, F. A.; STRECK, N. A.; CORDEIRO DA SILVA, J.; WILKER MORAIS, W.; SUSIN, F.; NAVROSKI, M. C.; VIVIAN, M. A. Deficiência hídrica no solo e seu efeito sobre transpiração, crescimento e desenvolvimento de mudas de duas espécies de eucalipto. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, v. 32, n. 3, p. 1297–1306, 2008.
- COSTA, A. S.; FREIRE, A. L. O.; BAKKE, I. A.; PEREIRA, F. H. F. Respostas fisiológicas e bioquímicas de plantas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) ao déficit hídrico e posterior recuperação. **Irriga**, v.20, n.4, p.705–717, 2015.
- CRUZ, N. T.; PORTO, E. M. V.; RAMOS, B. L. P.; SANTOS, H. P.; SEIXAS, A. A.; DA SILVA SANTOS, A. P. Estresse hídrico em plantas forrageiras: uma breve revisão. **Rev. Cien. Rural**, v. 25, n. 1, 221–238, 2023.
- FERNANDES, E. T.; CAIRO, P. A. R.; NOVAES, A. B. Respostas fisiológicas de clones de eucalipto cultivados em casa de vegetação sob deficiência hídrica. **Cienc. Rural**, v. 45, n. 1, p. 29–34, 2015.
- GONÇALVES, J. L. D. M.; ALVARES, C. A.; HIGA, A. R.; SILVA, L. D.; ALFENAS, A. C.; STAHL, J.; FERRAZ, S. F. D. B.; LIMA, W. D. P.; BRANCALION, P. H. S.; HUBNER, A.; BOUILLET, J. P. D.; LACLAU, J. P.; NOUVELLON, Y.; EPRON, D. Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalypt plantations. **Forest Ecol. Manage.**, v. 301, p. 6–27, 2013.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The waterculture method for growing plants without soil**. Berkley: The college of Agriculture/University Of California, p. 32, 1952.
- 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. **Sci. Reports**, v. 10, n. 11975, p. 1–14, 2020.
- MARIJUAN, M. P.; BOSCH, S. M. Ecophysiology of invasive plants: osmotic adjustment and antioxidants. **Trends Plant Sci.**, v. 18, n. 12, p. 660–666, 2013.
- MENDES, H. S. J. **Fenotipagem para estudos de tolerância a deficiência hídrica em eucalipto**. 2015. 67 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015.
- REZENDE, J. B.; PEREIRA, J. R.; BOTELHO, D. O. Expansão da cultura do eucalipto nos municípios mineiros e gestão territorial. **Cerne**, v. 19, n. 1, p. 1–7, 2013.
- SEI – Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Anuário estatístico da Bahia 2014**. Salvador: 2014, v. 28. Disponível em: http://www.sei.ba.gov.br/images/publicacoes/download/anuario_estatistico/anuario_e

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

statistico_2014.pdf. Acesso em: 31 ago. 2023.

SOARES, P. P. S.; CAIRO, P. A. R.; SILVA, L. D.; MATSUMOTO, S. N.; BONFIM, R. A. A.; BARBOSA, M. P.; SÁ, M. S.; ALMEIDA, M. F.; MESQUITA, N. L. S. Mitigating water stress by increasing NO_3^- : NH_4^+ ratio in young *Eucalyptus urophylla* plants. **Trees**, v. 36, p. 81–91, 2021.

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. **Biochem. J.**, v. 57, n. 3, p. 508–514, 1954.

Agradecimentos

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, pelo suporte no desenvolvimento da pesquisa. Ao CNPq, CAPES e FAPESB pela concessão das bolsas de estudos aos autores. À empresa Heliagro – Science and Crops® pelo fornecimento das sementes.