



COMPARAÇÃO DE TECNOLOGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA RADICULAR DE EUCALIPTOS EM VIVEIRO

Marcos Ilson de Oliveira Texeira¹, Poliana Coqueiro Dias Araujo¹, Françóyse Dávila de Souza Silva¹
Maria das Graças Amâncio²

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró¹;
DVA²

marcos.teixeira55319@alunos.ufersa.edu.br

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos das tecnologias DVA Maximize, Tellus e sua combinação, comparando-as com produtos comerciais (C1 e C2), no desenvolvimento radicular, qualidade das mudas e crescimento inicial de eucalipto. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando mudas do genótipo KL104, cultivadas em vasos com substrato específico. O delineamento foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos, incluindo controle com água, aplicações individuais e combinadas dos produtos. As avaliações abrangiam área foliar, características radiculares (área externa, comprimento) e massas fresca e seca, analisadas estatisticamente com ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$). Os resultados demonstraram que o tratamento combinado Maximize + Tellus (T3) promoveu maior massa fresca e área foliar, diferindo significativamente do controle (T0) e do tratamento com C1 (T4). Além disso, houve forte correlação positiva entre massa fresca e seca ($r = 0,90$), indicando que o ganho em turgidez celular refletiu em maior acúmulo de biomassa. A área foliar também foi superior em Maximize + Tellus (T3), C2 (T5) e C1 + C2 (T6), evidenciando maior capacidade fotossintética. Conclui-se, o tratamento com as tecnologias Maximize + Tellus proporcionou maior massa fresca e área foliar, destacando-se dos demais. A análise de regressão confirmou que o aumento na massa fresca está positivamente associado ao maior desenvolvimento radicular e acúmulo de massa seca. Assim, o uso combinado das tecnologias se mostra eficiente como estratégia para produção de mudas.

Palavras-chave: propagação, bioestimulantes, silvicultura, Maximixe, Tellus

INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro se destaca mundialmente pela alta produtividade de espécies como o *Eucalyptus*, impulsionado pelas condições edafoclimáticas favoráveis, avanços no melhoramento genético e no manejo silvicultural (SOUSA *et al.*, 2021). Dentro desse contexto, a etapa de produção de mudas exerce papel fundamental em plantios comerciais, uma vez que mudas bem formadas, com alta qualidade morfofisiológica, são determinantes para o rápido estabelecimento no campo, garantindo maior crescimento inicial e produtividade ao longo do ciclo (GOMES *et al.*, 2019).

A qualidade das mudas está diretamente relacionada ao equilíbrio entre parte aérea e sistema radicular, sendo que o desenvolvimento radicular adequado é essencial para assegurar maior capacidade de exploração do solo, absorção eficiente de água e nutrientes, além de conferir resistência a estresses bióticos e abióticos (GOMES *et al.*, 2019; SCHORN *et al.*, 2020). Contudo, durante a fase de viveiro, diversos fatores podem impactar negativamente o crescimento das raízes, como limitações nutricionais, estresse hídrico, baixa qualidade física do substrato e práticas de manejo inadequadas.

Diante desse cenário, a adoção de tecnologias como bioestimulantes, condicionadores de solo e indutores de crescimento radicular tem se consolidado como uma estratégia eficiente nos viveiros florestais. Esses produtos atuam na modulação de processos fisiológicos das plantas, favorecendo maior emissão de raízes, aumento da superfície de absorção e, consequentemente, melhor desenvolvimento das mudas (BUSATO *et al.*, 2023; FARIA *et al.*, 2019).

Diante desse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos das tecnologias DVA Maximize, Tellus e da sua combinação, além de comparar com os produtos comerciais K e R, no desenvolvimento do sistema radicular, na qualidade das mudas e no crescimento inicial de plantas de eucalipto.

MATERIAL E MÉTODOS

Condições experimentais

As mudas de eucalipto (genótipo KL104 – *E. urophylla* x *E. tereticornis*) foram obtidas via miniestaquia, utilizando o substrato comercial Carolina Soil® para o enraizamento. O experimento foi conduzido em casa de vegetação nas dependências da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, com temperatura média de 28°C e umidade relativa do ar de 67,1% durante o período avaliado. Utilizou-se vasos de 4,5 litros preenchidos com substrato composto por uma mistura de areia, terra de subsolo e material orgânico bovino (esterco) na proporção 3:2:1. Esta composição foi escolhida para proporcionar boas condições físicas.

Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, composto por sete tratamentos, com cinco repetições cada, totalizando 35 unidades experimentais. Os tratamentos avaliados foram: controle – água (T0), Maximize 2 mL/L (T1), Tellus 4 mL/L (T2), Maximize + Tellus (T3), C1 2 mL/L (T4), C2 20 g/L (T5) e C1 + C2 (T6). As aplicações foram realizadas via solução, utilizando 200 mL das soluções por vaso. As aplicações ocorreram semanalmente, sempre no final da tarde, totalizando quatro aplicações consecutivas ao longo de quatro semanas.

Avaliações realizadas

As avaliações incluíram a área foliar e caracteres do sistema radicular, sendo estes a área externa da raiz e o comprimento radicular. Para o processamento das avaliações foram tomadas imagens das folhas e sistema radicular. As imagens digitais foram processadas e analisadas por meio do software ImageJ®, utilizando protocolos previamente estabelecidos (SCHNEIDER *et al.*, 2012), para quantificação de características morfológicas vegetais. A massa fresca do sistema radicular foi determinada imediatamente após a coleta, utilizando balança de precisão. Em seguida, as amostras foram submetidas à secagem em estufa de circulação de ar forçada, mantida a 65 °C, até atingirem peso constante, para determinação da massa seca.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), por meio do software GraphPad Prism®. Quando identificadas diferenças significativas, aplicou-se o teste de Tukey, adotando-se nível de significância de 5%. As correlações entre as variáveis foram avaliadas por meio do coeficiente de correlação de Pearson. As análises de imagens foram realizadas exclusivamente no software ImageJ®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1A, observa-se diferença estatística significativa ($p = 0,0307$), em que o tratamento T3 se destacou em relação ao T0 (p ajustado = 0,0447) e ao T4 (p ajustado = 0,0291), enquanto os demais tratamentos não apresentaram diferenças entre si. Já para os caracteres massa seca, área externa da raiz e comprimento de raiz, não houve diferença estatística ($p > 0,0500$).

Esse maior acúmulo de massa fresca no T3 pode estar associado ao aumento da absorção de água, promovido por um sistema radicular funcional, resultando em maior turgidez celular, fator essencial para o crescimento e manutenção da estrutura celular (TAIZ *et al.*, 2017, p. 96).

Na correlação geral (Figura 1F), observa-se forte relação positiva entre massa fresca com a massa seca ($r = 0,74$; $p < 0,0001$), indicando que plantas com maior acúmulo de água também tendem a acumular mais massa seca. Esse comportamento se mantém de forma ainda mais intensa no T3 (Figura 1H), onde a correlação é muito forte ($r = 0,90$; $R^2 = 0,8186$; $p = 0,0348$), evidenciando que o aumento de massa fresca nesse tratamento também reflete um ganho proporcional em massa seca.

O caractere área externa da raiz também apresentou correlação positiva com massa fresca ($r = 0,65$, $p < 0,0001$, Figura 1G; $r = 0,90$, $R^2 = 0,5657$, Figura 1I), indicando que, à medida que a superfície radicular aumenta, há maior capacidade de absorção de água e nutrientes, refletindo em um maior acúmulo de biomassa. Embora as comparações individuais entre tratamentos não tenham revelado diferenças estatisticamente significativas para esse parâmetro, a tendência observada sugere que plantas com sistemas radiculares mais desenvolvidos e com

maior área de contato com o solo tendem a apresentar melhor desempenho em termos de crescimento vegetativo (BITENCOURT *et al.*, 2022; BRAGA *et al.*, 2020).

Além disso, o caractere área foliar (Figura 1E) apresentou diferença estatística significativa ($p = 0,0012$), com destaque dos tratamentos T3, T5 e T6 em relação aos tratamentos T0 e T1, sendo que a comparação direta entre T3 e T0 foi significativa (p ajustado = 0,0433), assim como entre T5 e T1 (p ajustado = 0,0225) e T6 e T1 (p ajustado = 0,0486). Esse incremento na área foliar reflete diretamente em maior capacidade fotossintética, favorecendo o acúmulo de biomassa e o desenvolvimento das plantas, segundo Taiz *et al.* (2017, p. 246), onde se destaca que a expansão foliar está diretamente relacionada à disponibilidade de água e ao balanço osmótico adequado.

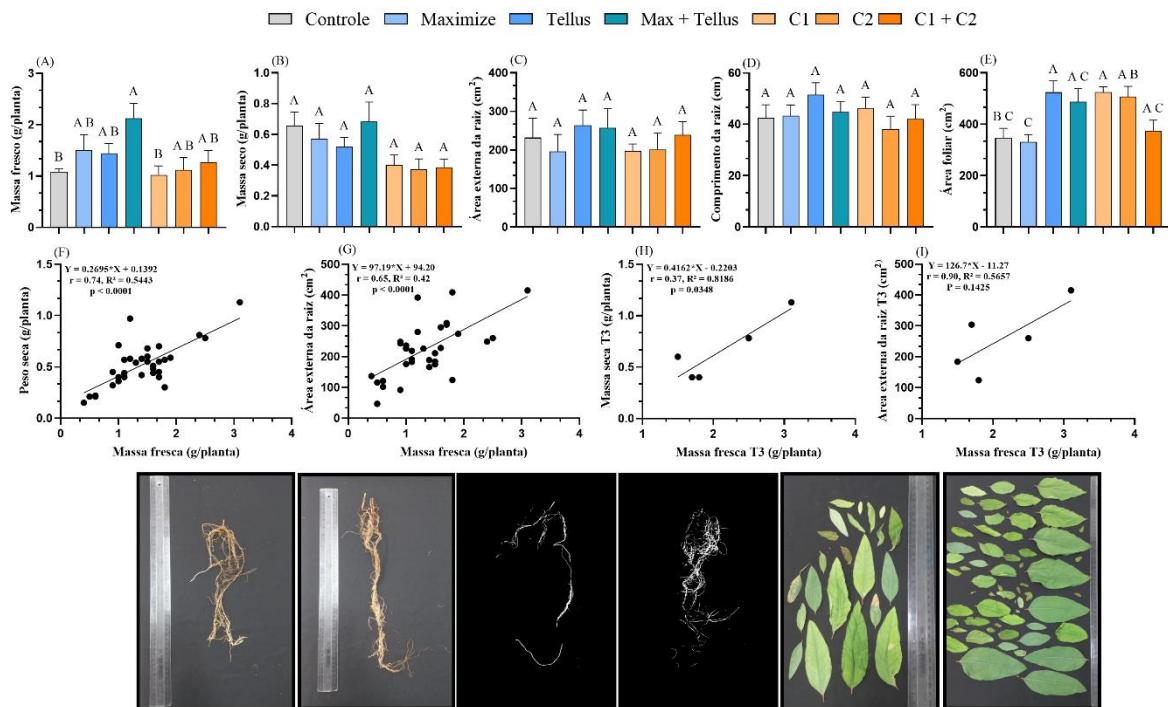


Figura 1: Efeito das tecnologias de adubação para produção de mudas. Massa fresca (A), massa seca (B), área externa da raiz (C), comprimento da raiz (D) e área foliar (E). Barras seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey 5%. Gráficos de dispersão para massa fresca x massa seca (F), massa fresca x área externa da raiz (G), correlações específicas para o tratamento T3 entre massa fresca e massa seca (H) e entre massa fresca e área externa da raiz (I). As linhas representam os ajustes de regressão linear, com respectivos coeficientes de determinação (R^2), coeficientes de correlação (r), equações e valores de p .

CONCLUSÕES

O tratamento com as tecnologias Maximize + Tellus (T3) proporcionou maior massa fresca e área foliar, destacando-se dos demais. A análise de regressão confirmou que o aumento na massa fresca está positivamente associado ao maior desenvolvimento radicular e acúmulo de massa seca. Sendo assim o uso combinado das tecnologias se mostra eficiente como estratégia para produção de mudas.

AGRADECIMENTOS

Poliana Coqueiro Dias Araujo
Maria das Graças Amâncio

REFERÊNCIAS

- BUSATO, J. G.; ZANDONADI, D. B.; SOUSA, I. M.; MARINHO, E. B.; DOBBSS, L. B.; MÓL, A. R. Efeito do extrato húmico solúvel em água e biofertilizante sobre o desenvolvimento de mudas de *Callophyllum brasiliense*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [S. l.], v. 36, n. 86, p. 161–168, 2023. Disponível em: <https://pfb.sede.embrapa.br/pfb/article/view/1024>. Acesso em: 26 maio 2025. DOI: <https://doi.org/10.4336/2016.pfb.36.86.1024>.
- FARIA, J. C. T.; SILVA, L. J.; ALMEIDA, R. P.; SANTOS, C. A.; ARAÚJO, J. S. Manejo da densidade de plantas durante a produção de mudas em viveiro. **Ciência Florestal**, [S. l.], v. 29, n. 3, p. 1187–1198, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/30030>. Acesso em: 26 maio 2025. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509830030>.
- GOMES, S. H. M.; GONÇALVES, F. B.; FERREIRA, R. A.; PEREIRA, F. R. M.; RIBEIRO, M. M. J. Avaliação dos parâmetros morfológicos da qualidade de mudas de *Paubrasilia echinata* (pau-brasil) em viveiro florestal. **Scientia Plena**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 011701, 2019. Disponível em: <https://scientiaplena.org.br/sp/article/view/3811>. Acesso em: 26 maio 2025. DOI: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2019.011701>.
- SCHORN, L. A.; SIMIONI, F. J.; FREITAS, M. A. M.; LIMA, L. B.; BAZANI, J. H. Desempenho em viveiro de três espécies florestais nativas sob diferentes ambientes de luminosidade. **Disciplinarum Scientia | Naturais e Tecnológicas**, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 15–29, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumNT/article/view/3093>. Acesso em: 26 maio 2025.
- SOUSA, L. F. C.; OLIVEIRA, J.; FERREIRA, P. S. A.; SANDIM, A. S. A. Modelo de ranqueamento empresarial para análise da relevância das empresas no setor de florestas plantadas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [S. l.], v. 41, e201901820, 2021. Disponível em: <https://pfb.sede.embrapa.br/pfb/article/view/1820>. Acesso em: 26 maio 2025. DOI: <https://doi.org/10.4336/2021.pfb.41e201901820>.
- SCHNEIDER, C. A.; RASBAND, W. S.; ELICEIRI, K. W. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. **Nature Methods**, v. 9, p. 671–675, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1038/nmeth.2089>
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- Bitencourt, G. de A., Deknes, L. B., & Antônio Laura, V. Crescimento de mudas de eucalipto em solo com aplicação do lodo de curtume. **Scientia Plena**, [S. l.], v. 18, n. 3, 2022. DOI: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2022.034901> Disponível em: <https://scientiaplena.org.br/sp/article/view/6247>
- Braga, G. C. M., Cairo, P. A. R., de Novaes, A. B., & Neto, C. D. S. M. Avaliação do potencial de regeneração de raízes em sete clones de eucalipto. In: **Engenharia florestal: desafios, limites e potencialidade**. Editora Científica Digital, p. 180-194, 2020. DOI: [10.37885/200700664](https://doi.org/10.37885/200700664)