

ABORDAGENS TEÓRICAS E PRÁTICAS EM PESQUISA

COORDENADORES

Patricia Biegging

Raul Inácio Busaello

ISBN 978-85-7221-811-5

2027

Micheli Reis da Rocha

Hendrick da Costa de Souza

Vinícius Zardo Gonçalves

Maria Fernanda Damasio Moreira

Nilton Cesar Mantovani

Keilor Secco Copelli

Hilda Hildebrand Soriani

EFEITOS DO ÁCIDO INDOLBUTÍRICO NA PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *EUCALYPTUS DEGLUPTA*:

UMA ABORDAGEM POR MINIESTAQUIA E ESTAQUIA

RESUMO:

O *Eucalyptus deglupta* Blume, conhecido como eucalipto-arco-íris, apresenta elevado potencial para uso florestal e ornamental, mas carece de informações sobre sua propagação vegetativa. Neste estudo, avaliou-se o efeito de diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de miniestacas e estacas da espécie, conduzindo dois experimentos sob condições controladas de casa de vegetação. Na miniestaquia, observou-se incremento linear no enraizamento, na emissão de brotações e na massa seca radicial com o aumento das concentrações de AIB, destacando-se 5.000 mg L⁻¹ como o tratamento de melhor desempenho. Já na estaquia, as estacas apresentaram respostas diferenciadas, com redução da sobrevivência em concentrações mais elevadas de AIB e melhor equilíbrio fisiológico em doses moderadas, especialmente 2.000 mg L⁻¹. As análises de componentes principais reforçaram os padrões univariados, sintetizando mais de 70% e 87% da variabilidade para miniestaquia e estaquia, respectivamente, e evidenciando a relação entre o estímulo hormonal e o desempenho das estacas. Os resultados demonstram que a resposta ao AIB depende do tipo de propágulo e do balanço fisiológico entre reservas internas e suplementação hormonal, contribuindo para estabelecer orientações práticas para a propagação clonal do eucalipto-arco-íris.

Palavras-chave: *Eucalyptus deglupta*; AIB; Enraizamento adventício; Clonagem.

INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* tem elevada relevância nos plantios florestais comerciais destinados à produção de papel, celulose, madeira e carvão, devido ao seu rápido crescimento e à ampla adaptação a diferentes condições edafoclimáticas (IBÁ, 2024). Pertencente à família Myrtaceae, o gênero *Eucalyptus* tem sua origem na Oceania e reúne mais de 800 espécies (The Angiosperm Phylogeny Group, 2016). No Brasil, as principais espécies cultivadas são *E. grandis*, *E. urophylla*, *E. benthamii*, *E. camaldulensis*, *E. dunnii*, *E. saligna*, *E. tereticornis*, *E. brassiana* e *E. citriodora* (Gontijo, 2018; Gonçalves *et al.*, 2013).

O Brasil apresenta grande potencial para a introdução e cultivo de novas espécies florestais, a exemplo do *Eucalyptus deglupta* Blume, também conhecido como eucalipto-arco-íris, devido ao seu tronco multicolorido. O eucalipto-arco-íris é originário do sul das Filipinas, Indonésia e Nova Guiné, sendo também cultivado em diferentes locais, como Porto Rico, Samoa, Malásia, Costa do Marfim, Costa Rica e Honduras (Flores *et al.*, 2016). Trata-se de uma espécie tropical, rústica e de rápido desenvolvimento (Lorenzi *et al.*, 2018), podendo alcançar até três metros de crescimento ao ano em condições favoráveis, o que a torna atrativa para usos na indústria do papel, no paisagismo ornamental e na produção madeireira (Flores *et al.*, 2016; Lorenzi *et al.*, 2018). Além disso, a espécie apresenta potencial para sistemas agrossilvipastoris (Castañeda *et al.*, 2000). Dessa forma, torna-se fundamental obter informações adequadas sobre a produção de mudas da espécie, a fim de garantir sua propagação eficiente e ampliar suas possibilidades de cultivo.

A propagação vegetativa é o principal método para produção de mudas de eucalipto, permitindo aumentos em produtividade por manter as características da planta-matriz, garantindo a formação de plantios clonais uniformes, produtivos e com resistência a pragas e

doenças (Maravilha *et al.*, 2023; Tomar *et al.*, 2023). As principais técnicas de propagação vegetativa utilizadas são estaquia, miniestaquia e micropropagação. Entretanto, o sucesso dessas técnicas depende do enraizamento adventício dos propágulos vegetativos.

A indução de raízes adventícias em estacas é um processo complexo que envolve eventos de desdiferenciação, rediferenciação, alongamento e divisão celular (Wamhoff *et al.*, 2024). Nesse contexto, a utilização de reguladores de crescimento, do grupo das auxinas, pode potencializar o enraizamento adventício de estacas (Wang *et al.*, 2024). O ácido indolbutírico (AIB) é uma das auxinas mais utilizadas na propagação vegetativa, sendo eficaz na promoção do desenvolvimento radicial e apresentando bons resultados em diversos materiais genéticos de eucalipto (Souza *et al.*, 2023; Souza; Mantovani, 2025).

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo investigar o efeito do ácido indolbutírico na propagação por estaquia e miniestaquia de eucalipto arco-íris, buscando compreender sua influência no desenvolvimento radicial e na eficiência do enraizamento visando à propagação clonal da espécie.

ESTRATÉGIAS EXPERIMENTAIS PARA A PROPAGAÇÃO DE *EUCALYPTUS DEGLUPTA*

CONDIÇÕES GERAIS DOS EXPERIMENTOS

Foram conduzidos dois experimentos, sendo um de estaquia e outro de miniestaquia. Os experimentos foram realizados em casa de vegetação vinculada ao Departamento de Engenharia Florestal

da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), localizada no campus de Frederico Westphalen – RS (27°22'S, 53°25'O). A região apresenta clima do tipo Cfa, caracterizado como subtropical úmido. A temperatura média anual é de 19,1 °C, com extremos que variam de 0 °C nas mínimas a 38 °C nas máximas (Alvares *et al.*, 2013).

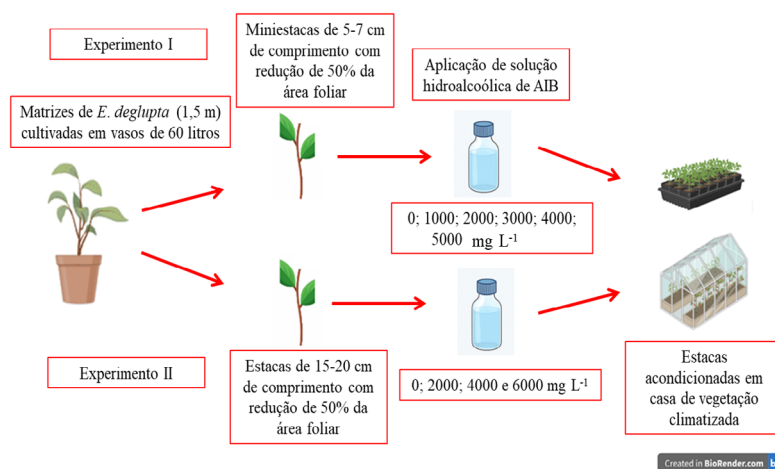
O estudo da miniestaquia foi conduzido utilizando mudas seminais de *Eucalyptus deglupta*, com altura média de 1,5 m, cultivadas individualmente em vasos de PVC com capacidade de 60 litros contendo substrato comercial. As miniestacas foram cortadas com comprimento entre 5 e 7 cm de brotos jovens destas plantas. Cada miniestaca foi padronizada com um par de folhas, submetidas à redução de 50% da área foliar, a fim de minimizar a perda de água por transpiração e favorecer o enraizamento (Souza; Mantovani, 2025).

Para a indução da rizogênese, foram testadas seis concentrações de ácido indolbutírico (AIB), aplicadas na forma de solução hidroalcoólica 50%, na qual a base das miniestacas foi imersa por 20 segundos. Os tratamentos avaliados foram: 0 mg L⁻¹ (controle), 1000 mg L⁻¹, 2000 mg L⁻¹, 3000 mg L⁻¹, 4000 mg L⁻¹ e 5000 mg L⁻¹ da auxina. Posteriormente o material vegetal foi estaqueado em tubetes de polipropileno com volume de 110 cm³, organizados em bandejas também de polipropileno contendo 96 células. O substrato empregado foi constituído por partes iguais de vermiculita expandida, casca de pinus e de eucalipto, fibra de coco e papel reciclado. Após o estaqueamento no substrato as miniestacas permaneceram em casa de vegetação climatizada sob condições controladas de temperatura (25 ± 2 °C) e umidade relativa do ar (80 ± 5%), sendo irrigadas por meio de sistema de nebulização (Figura 1).

Este experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por quatro repetições, sendo cada repetição constituída por 16 miniestacas por tratamento.

As variáveis avaliadas incluíram: a sobrevivência das miniestacas, retenção foliar, formação de brotos, enraizamento, expressos em porcentagem e a massa seca radicial, expressa em gramas. Os dados foram coletados aos 120 dias da instalação do experimento.

Figura 1 - Fluxograma representando as etapas conduzidas nos dois experimentos



Fonte: Autores, 2026.

O experimento da estaquia foi realizado no mesmo local do experimento da miniestaquia. As plantas matrizes utilizadas também foram as mesmas utilizadas no primeiro estudo. A coleta do material vegetativo consistiu na seleção de brotos jovens, dos quais foram excisadas estacas com 15 a 20 cm de comprimento. Para padronização, cada estaca permaneceu com um par de folhas reduzidas à metade de sua área, procedimento recomendado para reduzir a perda hídrica e favorecer a formação de raízes adventícias (Souza; Mantovani, 2025).

A fim de avaliar as respostas à aplicação de auxina, foram testadas quatro concentrações de ácido indolbutírico (AIB), preparadas

em solução hidroalcoólica 50%. A base das estacas foi imersa nas soluções por 20 segundos, correspondendo aos tratamentos: 0 mg L⁻¹, 2000 mg L⁻¹, 4000 mg L⁻¹ e 6000 mg L⁻¹. Após o tratamento hormonal, o material vegetal foi estaqueado em tubetes de 110 cm³ dispostos em bandejas de 96 células. O substrato utilizado foi o mesmo do experimento anterior.

Neste experimento de estaquia as unidades experimentais permaneceram em casa de vegetação climatizada, nas mesmas condições do experimento anterior. O delineamento empregado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, cada uma formada por dez estacas por tratamento (Figura 1).

A coleta dos dados foi conduzida em dois momentos: aos 30 dias após a instalação, registrou-se a sobrevivência, a retenção foliar e a formação de brotos e, aos 60 dias, o enraizamento e a massa seca radicial, obtida após secagem das raízes em estufa, expressa em gramas.

Os dados de ambos os experimentos foram submetidos à verificação da normalidade dos resíduos e da homogeneidade das variâncias, utilizando os testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. Em seguida, realizou-se a análise de variância (ANOVA). Quando constatadas diferenças significativas, as médias foram comparadas por meio de análise de regressão polinomial, adotando-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Foi calculada a dose de máxima eficiência técnica (DMET) de AIB para as variáveis que apresentaram efeito quadrático. Para as variáveis que não atenderam aos pressupostos estatísticos, os dados foram transformados pela função arcosseno $\sqrt{(x/100)}$. As análises estatísticas foram conduzidas com o auxílio dos programas estatísticos SISVAR (Ferreira, 2000), R (R Core Team, 2018) e PAST versão 4.03 (Hammer *et al.*, 2001). Além disso, realizou-se a análise de componentes principais (PCA) com o objetivo de identificar padrões de variação multivariada entre

os tratamentos, permitindo avaliar a correlação entre as variáveis e agrupar os tratamentos de acordo com sua similaridade quanto às respostas obtidas.

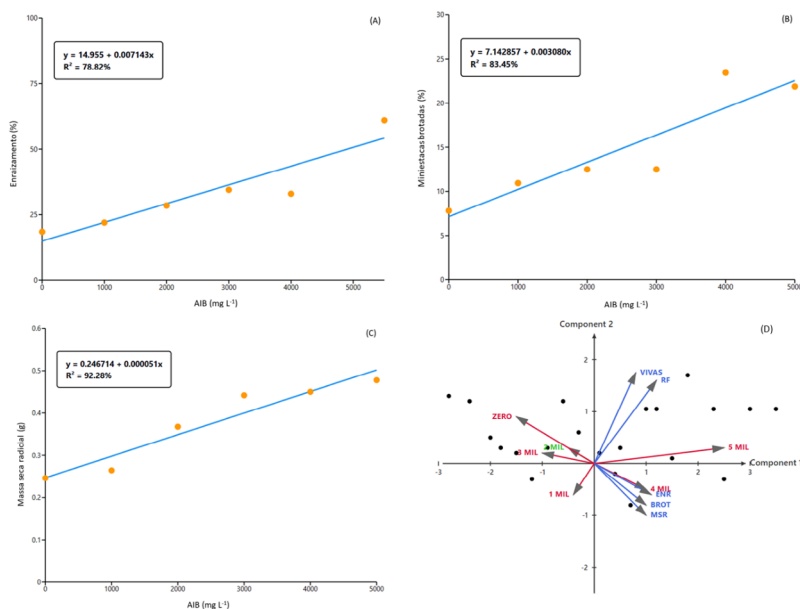
RESPOSTAS DE *EUCALYPTUS* *DEGLUPTA* AO AIB

DESEMPENHO DAS MINISTACAS

Na miniestaquia, as concentrações de AIB exerceram efeito significativo sobre o desempenho das ministacas. O enraizamento, a emissão de brotações e a massa seca radicial apresentaram comportamento linear crescente com o aumento da concentração da auxina (Figura 2). Entre as concentrações avaliadas, 5.000 mg L⁻¹ apresentou os melhores resultados, com 60,94% de enraizamento, 21,87% de ministacas brotadas e 0,48 g de massa seca radicial. Por outro lado, a sobrevivência e a retenção foliar não apresentaram efeito significativo, com médias de 27,86% e 18,96%, respectivamente.

A análise de componentes principais (PCA) reforçou esse padrão (Figura 2D). Os dois primeiros componentes explicaram conjuntamente 71,04% da variabilidade total. As variáveis relacionadas ao enraizamento, à massa seca radicial e à emissão de brotações apresentaram cargas positivas e estiveram associadas às maiores concentrações de AIB, especialmente 4.000 e 5.000 mg L⁻¹.

Figura 2 - Percentual de enraizamento (A), miniestacas brotadas (B), massa seca radicial (C) e análise dos componentes principais (PCA) (D) de *Eucalyptus deglupta* submetidas a diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB).



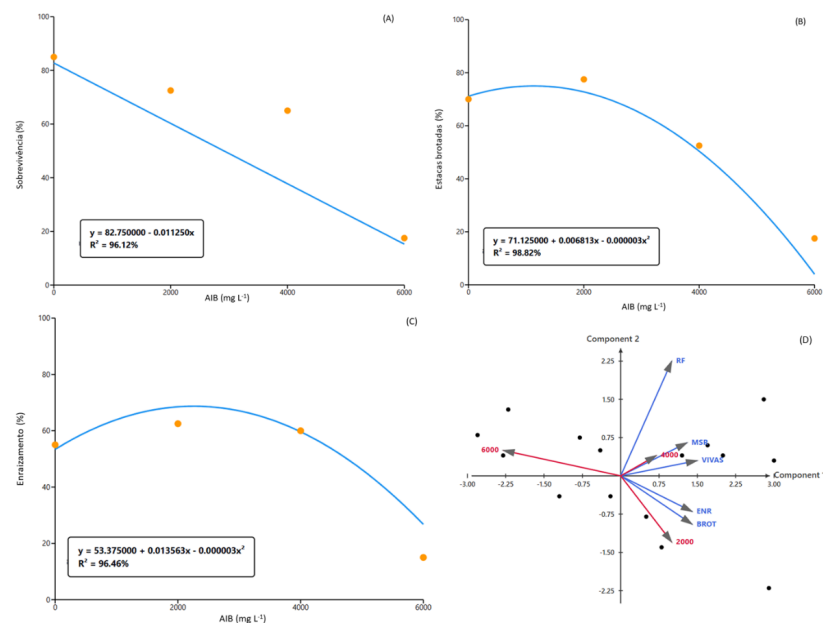
Fonte: Autores, 2026.

DESEMPENHO DAS ESTACAS

Na estaquia convencional, a resposta ao AIB foi diferente daquela observada na miniestaquia. A sobrevivência apresentou comportamento linear decrescente, sendo a maior média observada no controle, com 85% (Figura 3A). A formação de brotos apresentou comportamento quadrático, com **dose de máxima eficiência técnica (DMET)** estimada em 1.136 mg L⁻¹ de AIB (Figura 3B). O enraizamento também apresentou resposta quadrática, com DMET estimada em 2.260 mg L⁻¹ (Figura 3C). Os maiores valores observados foram de 55% no controle e 62,5% com 2.000 mg L⁻¹ de AIB.

A PCA sintetizou 87,37% da variabilidade total nos dois primeiros eixos (Figura 3D). O tratamento com 2.000 mg L⁻¹ esteve associado às variáveis número de estacas enraizadas, brotadas e vivas. A retenção foliar e a massa seca radicial não apresentaram efeito significativo, com médias gerais de 58,75% e 0,32 g, respectivamente.

Figura 3 - Percentual de sobrevivência (A), estacas brotadas (B), enraizamento (C) e análise dos componentes principais (PCA) (D) de *Eucalyptus deglupta* submetidas a diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB).



Fonte: Autores, 2026.

INTERPRETAÇÃO FISIOLÓGICA DAS RESPOSTAS

Os resultados encontrados no estudo de miniestaquia demonstram que o aumento das concentrações de AIB exerceu influência significativa sobre o desempenho das miniestacas de

Eucalyptus deglupta, promovendo incrementos lineares no enraizamento, na emissão de brotações e, na massa seca radicial. Esse comportamento confirma o papel fisiológico das auxinas no estímulo à formação de primórdios radiciais e na ativação de processos metabólicos envolvidos na rizogênese (Hartmann *et al.*, 2011). A resposta observada indica que, nas condições avaliadas, o aumento da concentração de AIB favoreceu diferentes parâmetros de desenvolvimento das miniestacas.

Os ganhos observados com o uso de AIB neste estudo estão de acordo com aqueles observados em outras espécies e híbridos de *Eucalyptus*. Rocha *et al.* (2022), ao trabalharem com miniestacas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus pellita*, verificaram incremento expressivo no enraizamento, alcançando 95% ao utilizarem 8.000 mg L⁻¹ de AIB. Resultados semelhantes também foram relatados por Brondani *et al.* (2010) para *Eucalyptus benthamii* x *Eucalyptus dunnii*, assim como por Queiroz (2014) para *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus urophylla*, reforçando que a aplicação exógena de auxinas constitui uma prática amplamente eficiente para diferentes materiais genéticos do gênero.

A análise multivariada por PCA para a miniestaquia reforçou os resultados univariados ao evidenciar que as variáveis relacionadas ao enraizamento foram fortemente influenciadas pelas concentrações crescentes de AIB (Figura 2D). A associação positiva entre o enraizamento, a emissão de brotações e a massa seca radicial no PC1 sugere que esses parâmetros são concomitantemente estimulados pelo AIB, o que está em consonância com o papel da auxina na indução de meristemas adventícios e na ativação de rotas metabólicas de crescimento (Taiz; Zeiger, 2024).

A aplicação de AIB influenciou de maneira diferenciada os parâmetros avaliados na estaquia de *Eucalyptus deglupta*, evidenciando que o balanço hormonal exógeno exerce papel decisivo no desempenho fisiológico do material propagado. A redução linear da

sobrevivência com o aumento da concentração de AIB indica que as maiores doses não favoreceram a manutenção das estacas vivas (Figura 3A). Esse padrão sugere que concentrações elevadas de auxina em estacas com maior comprimento podem ocasionar efeitos fitotóxicos, afetando processos metabólicos essenciais e reduzindo a manutenção da viabilidade tecidual. Em estacas de maior comprimento, como as utilizadas no segundo experimento, espera-se maior acúmulo de reservas estruturais e fisiológicas, incluindo carboidratos e auxinas endógenas, o que pode reduzir a necessidade de suplementação exógena. Mayer *et al.* (2002) destacam que estacas mais longas tendem a apresentar maior quantidade de reservas e número de gemas, fatores que conferem maior autonomia metabólica e favorecem o estabelecimento inicial, o que pode explicar o melhor desempenho do tratamento controle e das menores concentrações de AIB.

Com relação à emissão de brotações, observou-se resposta quadrática, com ponto de máxima eficiência técnica estimada (DMET) em 1.136 mg L^{-1} de AIB (Figura 3B). Esse comportamento indica que doses moderadas do regulador são suficientes para estimular a retomada do crescimento caulinar, enquanto concentrações excessivamente altas podem inibir a brotação pela priorização da rota rizogênica ou por efeito tóxico. Esse resultado reforça que o balanço hormonal adequado é mais determinante que a intensidade do estímulo, coerente com o princípio de que o AIB atua de forma dose-dependente sobre diferentes processos morfogénéticos (Taiz; Zeiger, 2024).

O enraizamento das estacas também apresentou efeito quadrático, com DMET estimada em 2.260 mg L^{-1} de AIB. Entretanto, os maiores valores observados ocorreram tanto no tratamento controle (55%) quanto na concentração de 2.000 mg L^{-1} (62,5%), revelando que a ausência do regulador ou doses moderadas resultaram em desempenho superior (Figura 3C). Essa resposta reforça novamente a influência do comprimento das estacas, uma vez que tecidos mais longos apresentam maiores quantidades de carboidratos e

hormônios endógenos, conferindo maior capacidade rizogênica intrínseca (Mayer *et al.*, 2002). Assim, a suplementação hormonal elevada pode ter sido desnecessária ou até prejudicial, reduzindo o balanço fisiológico ideal para a formação de raízes adventícias.

Na PCA da estaquia, a associação das estacas enraizadas, brotadas e vivas com o tratamento de 2.000 mg L⁻¹ demonstra que essa concentração promoveu o melhor equilíbrio entre estímulo hormonal e condição fisiológica das estacas longas, posicionando-se como a dose mais eficiente dentro do contexto experimental (Figura 3D). Esse agrupamento multivariado reforça a interpretação univariada, indicando que, embora o controle tenha apresentado boa sobrevivência e enraizamento, a dose intermediária de AIB permitiu respostas mais integradas entre crescimento aéreo e formação radicial.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados evidenciam que a concentração de AIB deve ser definida considerando-se o tipo de propágulo utilizado. Na miniestaquia, o aumento da concentração até 5.000 mg L⁻¹ esteve associado a incrementos no enraizamento, na emissão de brotações e na biomassa radicial. Na estaquia, entretanto, o uso de concentrações elevadas não resultou em vantagem geral, e a dose de 2.000 mg L⁻¹ apresentou associação mais favorável entre sobrevivência, brotação e enraizamento. Essas diferenças ressaltam que o comprimento da estaca e sua condição fisiológica podem modificar a necessidade de suplementação hormonal.

Do ponto de vista prático, os resultados fornecem uma base inicial para o estabelecimento de protocolos de propagação vegetativa de *Eucalyptus deglupta*. A miniestaquia mostrou resposta

positiva às maiores concentrações avaliadas, enquanto a estaquia convencional apresentou melhor equilíbrio em ausência ou presença moderada de AIB. Como as respostas foram obtidas sob condições controladas e com o material vegetal descrito no estudo, a adoção desses valores em escala operacional deve ser acompanhada de validações adicionais.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- BRONDANI, G. E.; GROSSI, F.; WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; ARAUJO, M. A. Aplicação de IBA para o enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage x *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 4, p. 667-674, 2010.
- CASTAÑEDA, A. H. J.; IBRAHIM, M. O. F.; JIMÉNEZ, F.; FINEGAN, B.; KASS, D. Dinámica productiva de sistemas silvopastoriles con *Acacia mangium* y *Eucalyptus deglupta* en el trópico húmedo. **Agroforestería en las Américas (CATIE)**, v. 7, n. 26, p. 50-52, 2000.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows® versão 4.0. /n: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos, SP. **Programas e Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 235.
- FLORES, T. B.; ALVARES, C. A.; SOUZA, V. C.; STAPE, J. L. **Eucalyptus no Brasil: zoneamento climático e guia para identificação**. Piracicaba: IPEF, 2016. 448 p.
- GONTIJO, D. O. **Silvicultura do eucalipto: principais espécies cultivadas no Brasil e suas características**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (MBA em Manejo Florestal de Precisão) – Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.
- GONÇALVES, J. L. M.; ALVARES, C. A.; HIGA, A. R.; SILVA, L. D.; ALFENAS, A. C.; STAHL, J.; FERRAZ, S. F. B.; LIMA, W. 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 Ecology and Management**, v. 301, p. 6-27, 2013.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, 4 (1), 1-9.

HARTMANN, H. T.; DAVIES, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8th Edition. New Jersey: Prentice-Hall, 2011. 915p.

IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório Anual 2024**. São Paulo: IBÁ, 2024. Disponível em: <https://iba.org/relatorio2024.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2025.

LORENZI, H.; BENEDITO, L.; ANTÔNIO, M. Árvores e arvoretas exóticas no Brasil. 1. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2018.

MARAVILHA, L. F.; CANGUÇU, V. S.; TITON, M.; AZEVEDO, M. L. Dinâmica de enraizamento de miniestacas de eucalipto produzidas em minijardins com diferentes modelos de estufins. **Série Técnica IPEF**, v. 26, n. 48, p. 263-267, 2023.

MAYER, N. A.; PEREIRA, F. M.; NACHTIGAL, J. C (2002) Efeito do comprimento de estacas herbáceas de dois clones de umezeiro (*Prunus mume* Sieb & Zucc.) no enraizamento adventício. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 24: 500-504.

QUEIROZ, L. M. R. **Resposta da rizogênese em miniestacas de clones de *Eucalyptus* spp. à utilização de fitohormônio**. 2014. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Florestal) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2014.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, 2018.

ROCHA, F. M.; TITON, M.; FERNANDES, S. J. O.; SANTOS, P. H. R.; LAIA, M. L.; PENA, C. A. A. Uso de estufim e de AIB para o enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake × *Eucalyptus pellita* F. Muell. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 1460-1478, 2022.

SOUZA, H. C.; GASPARIN, E.; ARAÚJO, M. M.; SANTOS, O. P.; PIMENTEL, N.; ASSIS, T. F. Efeito do ácido indolbutírico na estaquia de híbridos de *Corymbia* spp. **Série Técnica IPEF**, v. 26, n. 48, p. 584-588, 2023.

SOUZA, H.C.; MANTOVANI, N. Efeitos do genótipo, do AIB e da estação do ano na miniestaquia de *Eucalyptus* spp. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 18, n. 3, e16227, 2025.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2024.

THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of The Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.

TOMAR, A.; SINGH, B. K.; PRIYA, S.; YADAV, A.; SINGH, S. Clonal forestry: the future of tree growing. /n: SINGH, S.; TOMAR, A. **Clonal forestry: principles and practices**. Narendra Publishing House, 2023. p. 1-22.

WAMHOFF, D.; MARXEN, A.; ACHARYA, B.; GRZELAK, M.; DEBENER, T.; WINKELMANN, T. Genome-wide association study (GWAS) analyses of early anatomical changes in rose adventitious root formation. **Scientific Reports**, v. 14, p. 1-16, 2024.

WANG, S.; WU, H.; ZHANG, Y.; SUN, G.; QIAN, W.; QU, F.; ZHANG, X.; HU, J. Transcriptome reveals the regulation of exogenous auxin inducing rooting of non-rooting callus of tea cuttings. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 25, n. 15, p. 1-14, 2024.7

Hendrick da Costa de Souza

Doutorando em Engenharia Florestal na Universidade Federal de Santa Maria.

E-mail: hendricksouza96@gmail.com

Hilda Hildebrand Soriani

Doutora em Ciências – Biologia Comparada e professora do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria Campus Frederico Westphalen.

E-mail: hilda.soriani@ufsm.br

Keilor Secco Copelli

Graduado em Engenharia Florestal na Universidade Federal de Santa Maria Campus Frederico Westphalen.

E-mail: keilor1903@gmail.com

Maria Fernanda Damasio Moreira

Graduada em Engenharia Florestal na Universidade Federal de Santa Maria Campus Frederico Westphalen.

E-mail: mariadamasio.moreira@gmail.com

Micheli Reis da Rocha

Mestranda em Engenharia Florestal na Universidade Federal de Santa Maria.

E-mail: micheli.reisdarocha@gmail.com

Nilton Cesar Mantovani

Doutor em Botânica e professor do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria Campus Frederico Westphalen.

E-mail: mantovani.nilton@ufsm.br

Vinícius Zardo Gonçalves

Graduando em Engenharia Florestal na Universidade Federal de Santa Maria Campus Frederico Westphalen.

E-mail: zgvinicius@gmail.com