



TIPO DE MINIESTACA E USO DO AIB NO ENRAIZAMENTO DE MULATEIRO

Bárbara Valentim de Oliveira¹, Susy Pereira Pinto¹, Rafael Barbosa Diógenes Lienard²,
Annanda Souza de Campos², Erlaine Bezerra Lima¹, Lucas Graciolli Savian²,
Bruno Antonio Lemos de Freitas², Felipe Coelho de Souza², Paulo André Trazzi^{2*}

Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, Brasil¹,
Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, Brasil²

*paulo.trazzi@ufac.br

RESUMO

Calycophyllum spruceanum (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. (mulateiro) é uma espécie amazônica de importância ecológica e econômica, com potencial para recuperação de áreas degradadas. No entanto, a propagação via sementes é limitada devido ao crescimento lento e desuniforme das plântulas. Este estudo avaliou o efeito do tipo de miniestaca (herbácea e lenhosa) e da aplicação de ácido indol-3-butírico (AIB) no enraizamento de miniestacas da espécie. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2×2 , combinando a aplicação de AIB (0 e 1000 ppm) com dois tipos de miniestacas. As variáveis analisadas incluíram enraizamento, formação de calos, mortalidade e sobrevivência após 30 dias. Miniestacas basais tratadas com AIB apresentaram os melhores resultados, com 95,2% de enraizamento e nenhuma mortalidade, evidenciando a eficácia da auxina em tecidos lignificados. Miniestacas apicais também responderam positivamente ao AIB, com 76,2% de enraizamento. Os tratamentos sem AIB apresentaram menor desempenho e maior mortalidade, especialmente nas estacas apicais. A formação de calos foi mais frequente em estacas basais sem AIB, sugerindo potencial rizogênico futuro. Conclui-se que a aplicação de ácido indol-3-butírico a 1000 ppm favorece o enraizamento de *Calycophyllum spruceanum*, especialmente em miniestacas basais. A miniestaquia aliada à aplicação de AIB é uma técnica eficiente para a propagação clonal do mulateiro, recomendada para produção de mudas e projetos de restauração florestal.

Palavras-chave: *Calycophyllum spruceanum*, ácido indol-3-butírico, miniestaquia.

INTRODUÇÃO

Calycophyllum spruceanum (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. (Rubiaceae), conhecido como mulateiro ou pau-mulato, é uma espécie arbórea nativa da Amazônia, amplamente distribuída no Brasil, Bolívia, Equador e Peru. Sua madeira, de alta densidade ($0,78 \text{ g cm}^{-3}$), apresenta propriedades físico-mecânicas favoráveis, como flexibilidade e resistência à deterioração, sendo amplamente utilizada na indústria madeireira (SANTOS *et al.*, 2016).

Além de seu valor comercial, a espécie é adaptada a solos de baixa fertilidade e apresenta potencial para recuperação de áreas degradadas, o que a torna promissora para restauração ecológica. No entanto, a propagação via sementes é dificultada pelo crescimento lento e desuniforme das plântulas, o que incentiva o uso de técnicas de propagação vegetativa, como a miniestaquia (XAVIER *et al.*, 2013).

A miniestaquia utiliza propágulos vegetativos de brotações caulinares juvenis mantidas em minijardins clonais. A técnica proporciona alta produtividade de brotos, manutenção da juvenilidade e elevado potencial de enraizamento, sendo adotada com sucesso em diferentes espécies florestais e frutíferas, como *Aniba rosaeodora*, *Acacia mearnsii*, *Handroanthus heptaphyllus*, *Eugenia uniflora* e *Vaccinium* spp. (MENEZES *et al.*, 2018; ENGEL *et al.*, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2016; PEÑA *et al.*, 2015; KOYAMA *et al.*, 2018).

Para potencializar o enraizamento, a aplicação de ácido indol-3-butírico (AIB), uma auxina sintética estável e eficaz, tem se mostrado essencial, sobretudo em espécies com baixa capacidade rizogênica (DUTRA *et al.*, 2005). Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do tipo de miniestaca e da aplicação de AIB no enraizamento de mudas de *Calycophyllum spruceanum*.

MATERIAL E MÉTODOS

Local

A pesquisa foi realizada no interior da casa de vegetação do Viveiro de Produção de Mudas, no Parque Zoobotânico da Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco – AC, dos meses de setembro a outubro de 2024. O município está a 10°1'S e 67°42'W, à altitude de 160 m. O clima é do tipo AWI (quente e úmido), conforme a classificação de Köeppen, com temperatura média máxima de 33,6 °C, e temperatura média mínima de 18,1 °C (SOUSA, 2020).

Espécie utilizada

As mudas de *Calycophyllum spruceanum* foram produzidas a partir de sementes coletadas no Projeto de Assentamento Benfica, em Rio Branco–AC. Após desinfecção em solução de hipoclorito de sódio a 1% por 5 minutos, as sementes foram semeadas a lanço em sementeiras com areia lavada, mantidas em casa de vegetação com sombreamento de 50% (tela de poliolefina).

Após 30 dias, foi feita a repicagem das plântulas para tubetes contendo substrato comercial florestal. Os tubetes foram dispostos em bandejas e mantidos sob as mesmas condições de cultivo. Com aproximadamente 180 dias de idade, as mudas passaram por movimentação dos tubetes (prática conhecida como "dança") visando reduzir a competição por recursos e impedir que as raízes ultrapassassem os limites dos recipientes.

Após seis meses no viveiro, as mudas foram transplantadas para vasos com volume de 5 litros (20 cm de diâmetro na parte superior), preenchidos com uma mistura de substrato comercial florestal e areia lavada, na proporção de 3:1 (volume:volume).

Concluído o período de aclimatação de 30 dias, procedeu-se à decepa das mudas, com corte a 10 cm da base, visando estimular a emissão de brotações e estabelecer o minijardim clonal.

Minijardim clonal

O minijardim foi estabelecido em maio de 2024, utilizado bancadas suspensas em ambiente protegido, com solo coberto por ráfia e brita, no interior da casa de vegetação. Para constituição do minijardim, foram definidas, em média, 3 minicepas por vaso.

O manejo do minijardim foi feito principalmente com irrigações diárias e fertilizações semanais com macro e micronutrientes. A nutrição mineral das minicepas foi realizada por fertirrigação manual, com intensidade de 150 ml. semana-1. A solução nutritiva utilizada na fertirrigação foi preparada com as seguintes concentrações de sais solúveis (em mg L⁻¹), conforme os resultados de Barbosa Filho *et al.* (2018): monoamônio fosfato (40); sulfato de magnésio (133); nitrato de potássio (219); sulfato de amônio (123); nitrato de cálcio (200); ácido bórico (5,88); sulfato de manganês (5,33); molibdato de sódio (0,05); sulfato de cobre (0,4); sulfato de zinco (5); sulfato de ferro (33).

Enraizamento

Para a condução do teste de enraizamento, utilizou-se a parte aérea das mudas oriundas do minijardim clonal. As miniestacas, com comprimento médio de 8 a 10 cm, foram classificadas em dois tipos: herbáceas (apicais) e lenhosas (basais).

As miniestacas foram imersas em solução de ácido indol-3-butírico (AIB) a 1000 ppm por 60 segundos. Em seguida, foram inseridas em substrato comercial e mantidas em casa de vegetação com irrigação automatizada. Um grupo controle, sem aplicação de AIB, também foi incluído.

O experimento seguiu delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 × 2, combinando os dois tipos de miniestacas com ou sem aplicação de AIB. Cada parcela experimental foi composta por sete plantas.

Análises estatísticas

Trinta dias após a implantação, as miniestacas foram avaliadas e determinadas as seguintes variáveis: miniestaca viva com raiz (%)- percentual de miniestacas que sobreviveram e apresentaram formação de raízes; viva com calo (%)- percentual de miniestacas vivas que desenvolveram calos, mas sem formação de raízes; viva sem raiz (%)- percentual de miniestacas que permaneceram vivas, porém sem calo ou raiz visível e mortalidade (%).

Os resultados do teste de enraizamento foram submetidos à análise de homogeneidade de variância (Bartlett, $p < 0,05$) e de normalidade dos erros (Shapiro-Wilk, $p < 0,05$). Atendidas as pressuposições, foi realizada análise de variância (teste F, $p < 0,05$), com base no delineamento em blocos casualizados (DBC). Havendo diferença significativa, aplicou-se o teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação entre as médias. Para os dados expressos em porcentagem, efetuou-se a transformação pela equação arcsen ($y/100$), a fim de atender aos

pressupostos do modelo estatístico. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software RStudio (versão 2025.05.0-496).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados obtidos no experimento demonstrou que houve variação significativa entre os tratamentos avaliados quanto à sobrevivência e ao enraizamento das miniestacas de *Calycoiphyllum spruceanum* (mulateiro), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Percentagem média de enraizamento, formação de calo, miniestacas mortas e miniestacas vivas, em miniestacas basais e apicais com ou sem a aplicação de AIB, em mulateiro (*Calycoiphyllum spruceanum*).

Table 1. Mean percentages of rooting, callus formation, dead mini-cuttings, and live mini-cuttings in basal and apical mini-cuttings with or without application of IBA in *Calycoiphyllum spruceanum*.

Miniestaca	Vivas com raiz (%)	Vivas com calo (%)	Vivas sem raiz (%)	Mortalidade (%)
Apical com AIB	76,2 a	0,0 a	4,8 a	19,0 b
Apical sem AIB	57,6 b	0,0 a	18,5 a	23,8 b
Basal com AIB	95,2 a	0,0 a	4,8 a	0,0 a
Basal sem AIB	57,1 b	4,8 a	23,8 a	14,3 a

Legenda: Cada variável foi analisada independentemente, diferentes letras nas colunas indicam diferenças significativas entre os tratamentos, conforme o teste de Tukey ($p<0,05$).

As miniestacas basais tratadas com ácido indol-3-butírico (AIB) a 1000 ppm apresentaram os melhores resultados, com 95,2% de enraizamento e ausência de mortalidade. Esses dados confirmam a eficácia do regulador de crescimento em tecidos mais lignificados. Segundo Mindêllo Neto *et al.* (2006), taxas superiores a 70% são comercialmente satisfatórias. Esse desempenho pode estar associado à maior reserva de carboidratos e à maturação tecidual típica das estacas basais.

As miniestacas apicais também responderam positivamente ao AIB, com 76,2% de enraizamento, superando o tratamento controle, que obteve 57,6%. Esse ganho reforça a eficácia do AIB, conforme apontado por Xavier *et al.* (2013), que destacam sua estabilidade química e baixa mobilidade como fatores que favorecem a rizogênese.

As estacas basais sem AIB apresentaram 57,1% de enraizamento, semelhante às apicais sem tratamento. Contudo, apenas nesse grupo foi observada calogênese (4,8%) e mortalidade de 14,3%. A formação de calos pode indicar potencial para enraizamento futuro, especialmente em espécies de difícil propagação. Hartmann *et al.* (2011) apontam que a calogênese pode anteceder a emissão radicular, o que também foi observado por Endres *et al.* (2007) em estacas de *Caesalpinia echinata* Lam.

As maiores taxas de mortalidade ocorreram nas estacas apicais, com 23,8% sem AIB e 19% com AIB. Devido a maior juvenilidade, essas estacas são mais sensíveis à desidratação e patógenos, como relatado por Oliveira *et al.* (2016).

Dessa forma, os resultados evidenciam a importância da interação entre tipo de miniestaca e uso de AIB. O melhor desempenho das estacas basais tratadas com AIB reforça seu potencial para a propagação clonal do mulateiro, sendo uma estratégia promissora para restauração ecológica.

CONCLUSÕES

A aplicação de ácido indol-3-butírico a 1000 ppm favorece o enraizamento de *Calycoiphyllum spruceanum*, especialmente em miniestacas basais.

A miniestaquia aliada à aplicação de AIB é uma técnica eficiente para a propagação clonal do mulateiro, recomendada para produção de mudas e projetos de restauração florestal.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA FILHO, J.; CARVALHO, M. A.; OLIVEIRA, L. S.; KONZEN, E. R.; BRONDANI, G. E. Mini-cutting technique for *Khaya anthotheca*: selection of suitable IBA concentration and nutrient solution for its vegetative propagation. *Journal of Forestry Research*, [S.L.], v. 29, n.1, p. 73-84, 2018.

DUTRA, L. F.; KERSTEN, E.; FACHINELLO, J. C. Época de coleta, ácido indolbutírico e triptofano no

enraizamento de estacas de pessegueiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 327-333, 2002.

ENDRES, L.; MARROQUIM, P. M. G.; SANTOS, P. M. dos; SOUZA, N. N. F. de. Enraizamento de estacas de Pau-Brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) tratadas com ácido indol butírico e ácido naftaleno acético. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 3, jun. 2007.

ENGEL, M. L.; HIGA, A. R.; ALCANTARA, G. D.; FLÔRES JUNIOR, P. C.; SOARES, I. D. Enraizamento de miniestacas de diferentes clones de *Acacia mearnsii* De Wildeman com aplicação de AIB. **Revista Espacios**, Caracas, v. 38, n. 23, 2017.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, p. 221, 2005.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. New Jersey: Prentice Hall. 8 ed. 2011, 915 p.

KOYAMA, R. K.; ASSIS, A.; BORGES, W.; YAMAMOTO, L.; COLOMBO, R.; ZEFFA, D.; BARROS, L.; BARREIRA, B.; SHAHAB, I.; AHMED, S.; ROBERTO, S. Multiplication of blueberry mini-cuttings in different growth media. **Agronomy Science and Biotechnology**, v. 4, n. 1, p. 28, 2018.

MENEZES, A.; SAMPAIO, P. T.; BLIND, A. D. Propagação de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) por estacas e miniestacas. **Nucleus**, v. 15, n. 1, p. 515- 522, 2018.

MINDÊLLO NETO, U. R.; TELLES, C. A.; BIASI, L. A. Enraizamento de estacas lenhosas de ameixeiras tratadas com ácido indolbutírico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 448-452, 2006.

OLIVEIRA, T. P. de; BARROSO, D. G; LAMÔNICA, K. R.; CARVALHO, G. C. M. W. de. Application type and AIB minicuttings in seedling production of *Handroanthus heptaphyllum* Mattos. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 313-321, 2016.

PEÑA, M. L. P.; ZANETTE, F.; BIASI, L. A. Época de coleta e ácido indolbutirico no enraizamento de miniestacas de pitangueira. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 5, p. 3055-3068, 2015.

SANTOS, A. B.; RIBEIRO-OLIVEIRA, J. P.; CARVALHO, C. M. Sobre a botânica, a etnofarmacologia e a química de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Campinas, v.18, n.1, supl. 1, p.383-389, 2016.

SOUSA, J. W. Características climáticas do município de Rio Branco, Acre, período de 1990-2019. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 2, 2020.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura Clonal: Princípios e Técnicas**. 2 ed. Viçosa: UFV, p. 272, 2013.