

## **Sobrevivência e crescimento de estacas radiculares de *Campomanesia pubescens* tratadas com ácido indol-3-butírico**

*Survival and growth of *Campomanesia pubescens* root cuttings treated with indole-3-butyric acid*

**Alejandro Hurtado Salazar<sup>1</sup>, Francielly Rodrigues Gomes<sup>2</sup>, Danielle Fabíola Pereira da Silva<sup>3</sup>, Cláudia Dayane Marques Rodrigues<sup>4</sup>, Angelita Lorryne Soares Lima Ragagnin<sup>5</sup>, Andreia Somera<sup>6</sup>**

**RESUMO:** A propagação sexuada de *Campomanesia pubescens* é limitada pelo fato de suas sementes serem recalcitrantes e apresentarem baixo índice de germinação e rápida perda de viabilidade, sendo a estquia uma alternativa para a propagação, no entanto, devido à baixa taxa de sobrevivência das estacas, torna-se necessário o uso de reguladores de crescimento vegetal. Objetivou-se avaliar a sobrevivência e o crescimento de estacas radiculares de *C. pubescens* tratadas com o ácido indol-3-butírico. As estacas coletadas em matrizes com um ano de idade foram tratadas com ácido indol-3-butírico (nas concentrações: 0, 2000, 4000, 6000 e 8000 mg L<sup>-1</sup>) e mantidas em casa de vegetação no substrato com areia lavada. Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, composto por cinco tratamentos com quatro repetições de oito estacas. As estacas foram avaliadas quanto ao número de estacas com brotações; número de estacas mortas; quantidade total de raízes; número de folhas por estaca; comprimento das folhas; diâmetro do caule principal; matéria fresca e seca da parte aérea; comprimento da raiz principal e matéria fresca total. Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão. A suplementação exógena até 2000 mg L<sup>-1</sup> de ácido indol-3-butírico promoveu um incremento na sobrevivência e desenvolvimento das estacas, dados pela baixa mortalidade, diâmetro do caule, número de folhas, comprimento da raiz principal e massa seca e fresca. É possível propagar estacas de *C. pubescens* utilizando baixas concentrações de ácido indol-3-butírico através de estquia radicular.

**Palavras-chave:** AIB; Auxina; Espécie nativa; Gabiroba; Reguladores de crescimento.

**ABSTRACT:** The sexual propagation of *Campomanesia pubescens* is limited by the fact that its seeds are recalcitrant and exhibit low germination rates and rapid loss of viability, making cutting propagation a viable alternative, however, due to the low survival rate of cuttings, the use of plant growth regulators becomes necessary. This study aimed to evaluate the survival and growth of root cuttings of *C. pubescens* treated with indole-3-butyric acid. Root cuttings collected from one-year-old mother plants were treated with indole-3-butyric acid (at concentrations of 0, 2000, 4000, 6000, and 8000 mg L<sup>-1</sup>) and maintained in a greenhouse using washed sand as substrate. A completely randomized experimental design was adopted, consisting of five treatments with four replicates of eight cuttings each. The cuttings were evaluated for the number of sprouted cuttings; number of dead cuttings; total number of roots; number of leaves per cutting; leaf length; main stem diameter; fresh and dry shoot biomass; main root length; and total fresh biomass. The data were subjected to analysis of variance and regression analysis. Exogenous supplementation of indole-3-butyric acid up to 2000 mg L<sup>-1</sup> promoted an increase in cutting survival and development, evidenced by lower mortality, greater stem diameter, higher leaf number, increased main root length, and greater fresh and dry biomass. It is feasible to propagate *C. pubescens* using low concentrations of indole-3-butyric acid through root cutting.

**Keywords:** Auxin; Gabiroba; IBA; Native species; Plant Growth Regulators.

<sup>1</sup> Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professor na Universidade de Caldas, Manizales, Colômbia.

<sup>2</sup> Doutoranda em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Jaboticabal (SP), Brasil.

<sup>3</sup> Doutora em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professora na Universidade Federal de Jataí (UFJ), Jataí (GO), Brasil.

<sup>4</sup> Graduanda em Agronomia na Universidade Federal de Jataí (UFJ), Jataí (GO), Brasil.

<sup>5</sup> Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Jataí (UFJ), Jataí (GO), Brasil.

<sup>6</sup> Agrônoma pela Universidade Federal de Goiás (UFG), Jataí, (GO), Brasil.



## 1 INTRODUÇÃO

A *Campomanesia pubescens*, popularmente conhecida como gabirobeira, é uma espécie pertencente à Família das Myrtaceae que ocorre naturalmente no Cerrado brasileiro e se destaca dentre as frutíferas nativas de interesse econômico, apresentando atributos sensoriais apreciados tanto na indústria quanto no consumo in natura, servindo de matéria prima na elaboração de sucos, doces, sorvetes e licores (Machado *et al.*, 2024; Pereira *et al.*, 2022).

A propagação sexuada da *C. pubescens* em larga escala limita a produção de mudas para fins comerciais, uma vez que seu uso acarreta em maior variabilidade genética entre as plantas, resultando em grande diferença no vigor das plantas e na qualidade de frutos; somado à isto, o uso de sementes pode ser limitado pela recalcitrância das sementes, que toleram curtos períodos de armazenamento, além do mais, as plantas propagadas por sementes apresentam longo período juvenil, caracterizado por um longo período de improdutividade (Pereira *et al.*, 2017; Leão-Araújo *et al.*, 2022; Braga *et al.*, 2023).

Uma alternativa apropriada para a propagação da gabirobeira é a propagação vegetativa pelo método da estaquia, que consiste na habilidade de regenerar tecidos de órgãos como ramos, folhas ou raízes destacados de uma planta mãe (Gomes *et al.*, 2021). Este método de propagação possui baixo custo e é uma forma de manter a uniformidade entre as plantas, especialmente as espécies nativas (Santoro *et al.*, 2022). Estudos já utilizam esse método na propagação da *Campomanesia adamantium* (gabiroba) (Martins *et al.*, 2015), *Rubus erythrocycladus* (amora-verde) (Balestrin *et al.*, 2020) e *Genipa americana* (jenipapo) (Rosa *et al.*, 2024).

Dante da falta de tecnologias eficientes e seguras para a propagação da gabirobeira, o cultivo via estaquia ainda requer refinamento, principalmente pelas dificuldades observadas em seu enraizamento (Gomes *et al.*, 2021; Souza *et al.*, 2021). Tal dificuldade torna necessário o uso de reguladores de crescimento radicular para promover o melhor enraizamento das estacas, tornando-as viáveis (Liu *et al.*, 2025).

Dentre os reguladores de crescimento, destaca-se o ácido indol-3-butírico (AIB), uma das auxinas sintéticas responsáveis por promover o enraizamento e desenvolvimento das estacas, entretanto, a concentração necessária para estimular a sobrevivência e o desenvolvimento das estacas depende de alguns fatores, como tipo de estaca, idade da planta mãe e níveis endógenos de auxina nas estacas (Oliveira *et al.*, 2020). Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a sobrevivência e o desenvolvimento das estacas radiculares de *C. pubescens* tratadas com diferentes concentrações de ácido indol-3-butírico.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental pertencente à Universidade Federal de Jataí (localizada em 17°55'35" SGr., 51°42'45" WGr., com altitude de 672 m).

Por se tratar de um estudo que envolveu exclusivamente material vegetal, não houve necessidade de aprovação do comitê de ética para a execução do mesmo.

As estacas radiculares de gabirobeira (*C. pubescens*) foram colhidas no pomar experimental, em período anterior ao início do florescimento, em plantas matrizes com um ano de idade propagadas por sementes. Após a coleta do material as estacas radiculares foram padronizadas com 5 cm de comprimento (Gomes *et al.*, 2021), e selecionadas apenas as estacas que apresentavam diâmetro similares, variando entre 1,61 e 2,94 cm. As estacas selecionadas foram imersas durante 15 segundos em água destilada (testemunha) e em solução de AIB diluído em NaOH hidroalcóolico (6 mol L<sup>-1</sup>), seguindo a metodologia adotada por Oliveira *et al.* (2020).

Após serem submetidas aos tratamentos, as estacas radiculares foram distribuídas em tubetes preenchidos com areia lavada e mantidas em casa de vegetação coberta com polietileno de baixa densidade e tela antiafídeo, por um período de 3 meses, em temperatura média de 29,45 °C. A irrigação foi realizada por sistema de nebulização, programada para ser ativada por 8 minutos de duração a cada intervalo de 10 minutos, das 6 às 18 horas, garantindo a manutenção da umidade do solo em nível constante. As estacas passaram a ser fertilizadas com sulfato de amônia (20% de nitrogênio e 24% de enxofre) após 45 dias de instalação do experimento.

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos (concentrações de AIB) e quatro repetições de oito estacas por parcela, totalizando 32 estacas para cada tratamento. Os tratamentos consistiram em uma testemunha (0 mg L<sup>-1</sup>) e quatro concentrações de AIB, a saber: 2000, 4000, 6000 e 8000 mg L<sup>-1</sup>.

Aos 190 dias após a instalação do experimento, as estacas foram avaliadas quanto ao número de estacas com brotações, número de estacas mortas, número total de raízes, número de folhas por estaca, comprimento das folhas (cm), comprimento do caule principal (cm), comprimento da raiz principal (cm), massa fresca da parte aérea (g), massa seca da parte aérea (g) e massa fresca total (g). Para a avaliação da massa fresca, a parte aérea foi destacada das raízes e pesada em balança digital com precisão 0,001 g. O material fresco foi mantido em estufa à 70 °C durante 72 horas para a avaliação da massa seca.

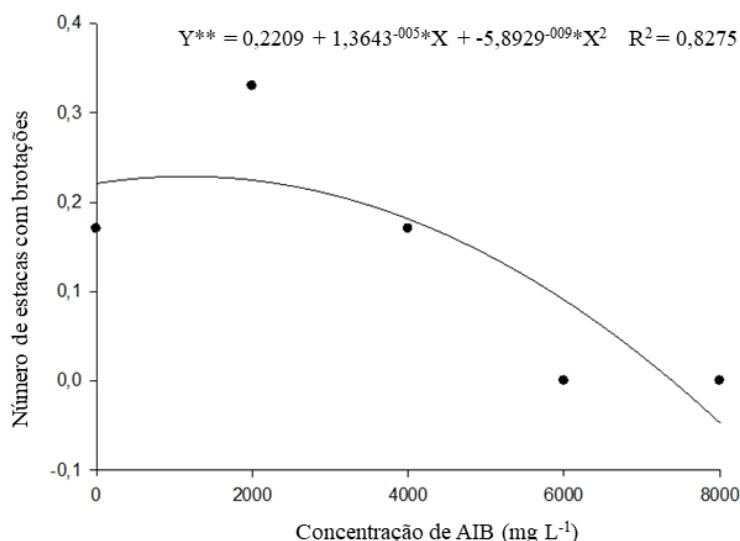
Os dados foram testados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk ( $P \leq 0,05$ ), submetidos à análise de variância e ajustados aos modelos de regressão dados em função das concentrações de AIB, por meio dos softwares AgroEstat (Barbosa; Maldonado Jr., 2015) e Origin Pro v.9.0 (OriginLab Corporation, 2012). A significância dos coeficientes de regressão, de determinação ( $R^2$ ) e o potencial para explicar o fenômeno biológico foram o critério para a escolha dos modelos. A transformação dos dados em porcentagem foi realizada utilizando a Equação (1):

$$\text{arc sen} \sqrt{\frac{X}{100}} \quad (1)$$

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de estacas com brotações apresentou comportamento quadrático decrescente. A curva atingiu seu ponto máximo na concentração 1157 mg L<sup>-1</sup>, na qual 0,25

estacas apresentaram brotações e acima desta concentração, houve uma redução no número de brotações (Figura 1).



\*\* Significativo ( $P \leq 0,05$ )

**Figura 1.** Número de estacas com brotações em estacas radiculares de *Campomanesia pubescens* tratadas com diferentes concentrações de ácido indol-3-butírico

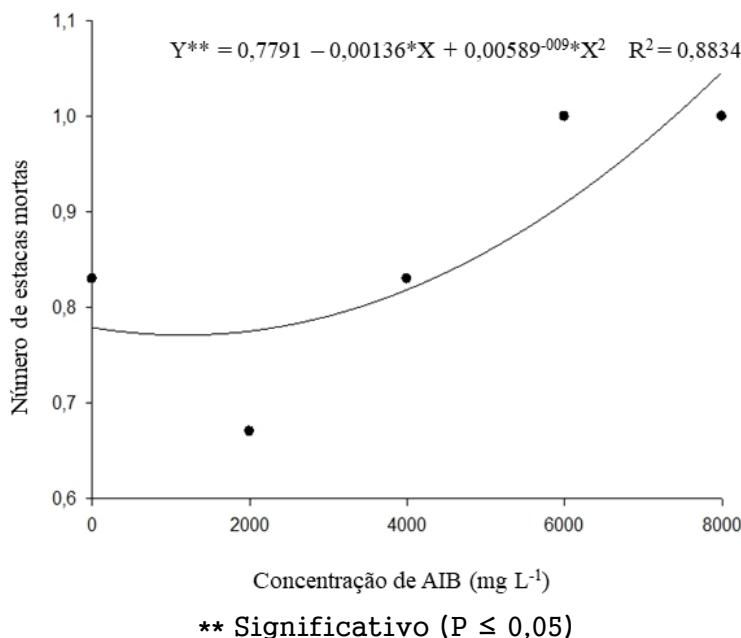
O aumento da formação de brotações em estacas tratadas com baixas concentrações de AIB pode ocorrer devido à ação da auxina no estabelecimento da competência e da determinação das células-alvo (Sekhukhune; Maila, 2024). Entretanto, a implementação exógena de auxinas possui efeito estimulante até certo nível, e a partir daí, o aumento na concentração pode causar um efeito inibitório, que está relacionado aos níveis endógenos que já estavam presentes nos tecidos das plantas, podendo levar a um desequilíbrio hormonal (Broch *et al.*, 2021), explicando, dessa forma, os resultados apresentados na Figura 1.

O número de estacas mortas apresentou comportamento quadrático crescente. A suplementação exógena de AIB até 2000 mg L⁻¹ apresentou efeito positivo na taxa de sobrevivência e concentrações mais elevadas levou a um aumento na mortalidade das estacas (Figura 2). Assim como para o número de brotações, tal comportamento pode ter ocorrido devido à uma fitotoxicidade causada pelas concentrações de auxina exógena mais altas, que pode desencadear um desequilíbrio nos níveis de hormônios endógenos (Zhao *et al.*, 2022).

A suplementação exógena de AIB até atingir a concentração de 2500 mg L⁻¹ pode apresentar efeito deletério, levando a uma redução na taxa de sobrevivência das estacas, independentemente da idade das plantas matrizes. Entretanto, para estacas coletadas em plantas matrizes mais novas, a taxa de sobrevivência após a suplementação exógena de AIB pode ser superior quando comparado às estacas oriundas de plantas matrizes em estádios avançados de desenvolvimento (Lattuada; Spier; Souza, 2011).

O aumento na mortalidade das estacas pode estar relacionado ao teor de auxina endógeno associado à suplementação exógena de ácido indol-3-butírico, além disso, o fato de não haver folhas nas estacas pode resultar na escassez de hormônios, carboidratos

e substratos essenciais para as reações metabólicas das estacas (Nogueira *et al.*, 2017). Resultados semelhantes têm sido observados em outras espécies do gênero *Campomanesia*, como *C. phaea* (Santoro *et al.*, 2022), *C. aurea* (Emer *et al.*, 2016), *C. adamantium* (Martins *et al.*, 2015) e até mesmo *C. pubescens* (Pereira *et al.*, 2017), nas quais a ausência de folhas e o manejo das concentrações de auxinas influenciam fortemente a sobrevivência e o potencial de enraizamento das estacas.



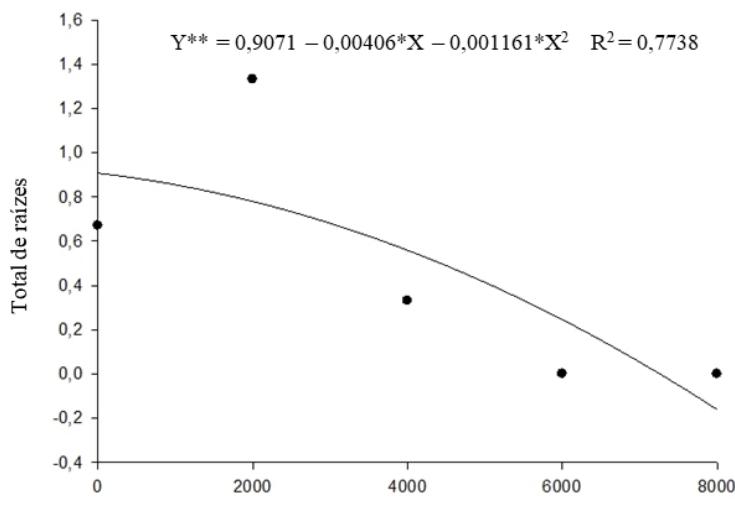
**Figura 2.** Número de estacas mortas em estacas radiculares de *Campomanesia pubescens* tratadas com diferentes concentrações de ácido indol-3-butírico

O número total de raízes apresentou comportamento quadrático decrescente, no qual estacas sem a suplementação exógena de auxina (testemunha) e tratadas com a menor concentração de AIB promoveram um aumento no número de raízes (Figura 3).

O desenvolvimento radicular, em estacas de algumas espécies, ocorre mesmo sem a aplicação exógena de fitormônios e o uso de reguladores vegetais não influenciam o enraizamento (Souza *et al.*, 2021). A concentração ideal de auxina exógena na promoção do enraizamento depende do teor de auxina endógena na planta, da espécie e da idade da planta (Nogueira *et al.*, 2017), sendo que altas concentrações de auxinas exógenas podem alterar os níveis hormonais e desfavorecer as auxinas endógenas, afetando o desenvolvimento das raízes (Stefanel; Reiniger; Serrote, 2021).

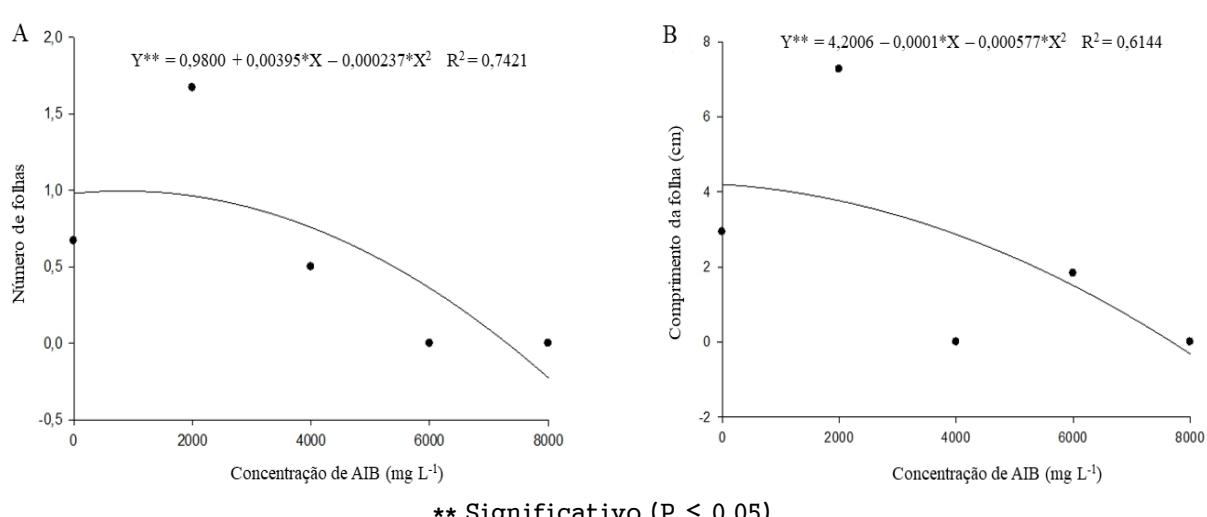
Com base nos resultados obtidos no presente trabalho (Figura 3) infere-se que os níveis de AIB endógenos apresentam níveis ideais para o enraizamento, e que a suplementação exógena gera um desequilíbrio hormonal, desfavorecendo o surgimento de novas raízes. Guasso *et al.* (2020) relatam efeito positivo da aplicação exógena de AIB no enraizamento de genótipos de kiwizeiros (*Actinidia deliciosa* e *Actinidia chinensis*) em baixas concentrações, no entanto, o aumento das concentrações resultou na redução da formação de raízes.

O comprimento e número de folhas por estaca apresentou comportamento quadrático decrescente, no qual a testemunha e as estacas tratadas com a menor concentração de AIB apresentaram um aumento em ambas as características (Figura 4A e B).



\*\* Significativo ( $P \leq 0,05$ )

**Figura 3.** Número total de raízes formadas em estacas radiculares de *Campomanesia pubescens* tratadas com diferentes concentrações de ácido indol-3-butírico



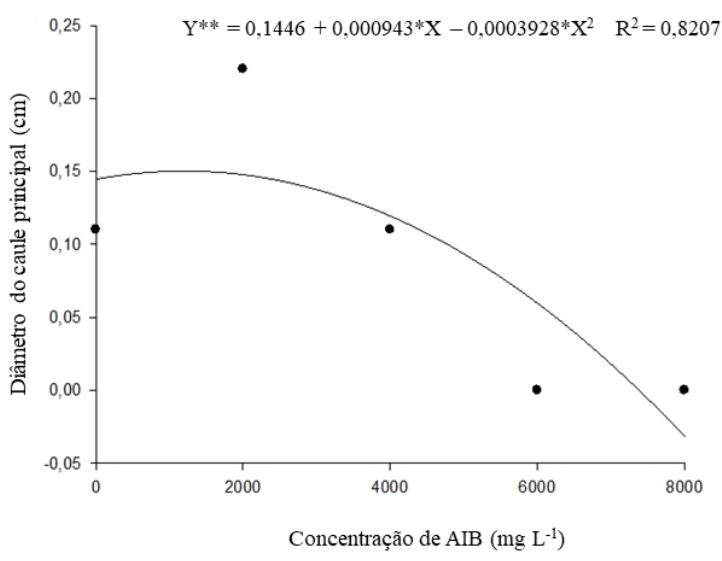
\*\* Significativo ( $P \leq 0,05$ )

**Figura 4.** Número de folhas (A) e comprimento das folhas (B) em estacas radiculares de *Campomanesia pubescens* tratadas com diferentes concentrações de ácido indol-3-butírico

Apesar das folhas atuarem como dreno de reservas das plantas (Santos *et al.*, 2020), elas também atuam como o local de síntese de auxinas e carboidratos, promovendo a sobrevivência de estacas de diversas espécies frutíferas. Além disso, as folhas são responsáveis pela síntese de compostos fenólicos que interagem com as auxinas e induzem o desenvolvimento das raízes adventícias (Khan *et al.*, 2024). O número de folhas auxilia na taxa de sobrevivência das estacas, independentemente de sua quantidade, provavelmente por conta da presença dos hormônios e carboidratos (Viana *et al.*, 2021).

No presente trabalho observa-se uma relação entre as características número de folhas e quantidade de raízes e estacas mortas, e a suplementação exógena de AIB ou a ausência de aplicação, sendo que quando o AIB foi aplicado em baixas concentrações ou quando não houve a aplicação do fitormônio, houve maior formação de folhas e, consequentemente, maior indução do enraizamento e sobrevivência das estacas, evidenciando o papel das folhas como fonte de carboidratos.

O diâmetro do caule principal apresentou comportamento quadrático decrescente, indicando que o aumento nas concentrações de AIB levou a uma redução nesta característica, sendo que a suplementação exógena de 2000 mg L<sup>-1</sup> resultou em maior diâmetro do caule (Figura 5).



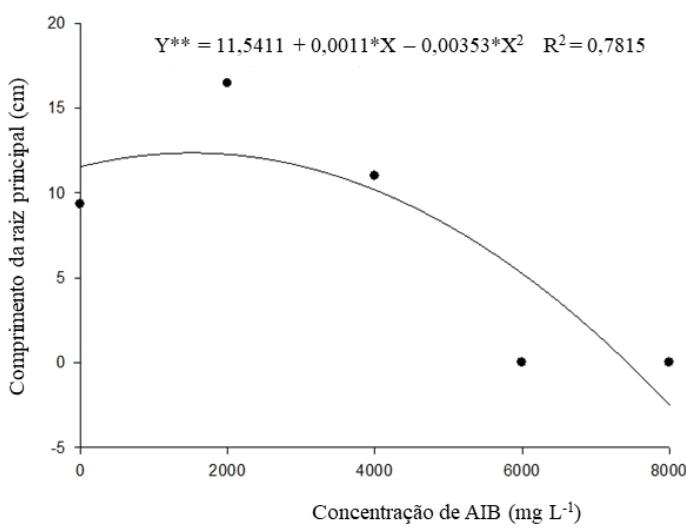
**Figura 5.** Diâmetro do caule principal em estacas radiculares de *Campomanesia pubescens* tratadas com diferentes concentrações de ácido indol-3-butílico

A inibição do crescimento vegetal possivelmente ocorreu devido ao desequilíbrio hormonal causado pelas concentrações de AIB mais altas, uma vez que estacas oriundas de plantas matrizes mais novas já possuem certo nível de auxina endógena e a suplementação exógena de tal hormônio provoca um desbalanço, inibindo o crescimento vegetativo e consequentemente, levando à morte das estacas (Zhao *et al.*, 2022), conforme pode ser observado na Figura 2.

O crescimento da raiz principal apresentou comportamento quadrático decrescente, no qual o aumento na concentração de AIB exógeno inibiu o crescimento da raiz principal. A suplementação exógena de 2000 mg L<sup>-1</sup> promoveu um incremento no crescimento da raiz principal (Figura 6).

O aumento no crescimento radicular representa uma vantagem, indicando melhor estabelecimento destas plantas em condições de campo, maior exploração do solo e translocação de nutrientes (Lynch *et al.*, 2021). A idade das plantas matrizes influencia o comprimento das raízes e estacas oriundas de plantas matrizes mais novas possuem diversas substâncias endógenas que promovem o crescimento radicular (Negri *et al.*, 2025). A redução no comprimento da raiz principal quando houve a suplementação

exógena de auxina pode ter ocorrido devido ao desequilíbrio hormonal associado aos altos níveis de auxina endógena (Gomes *et al.*, 2021).



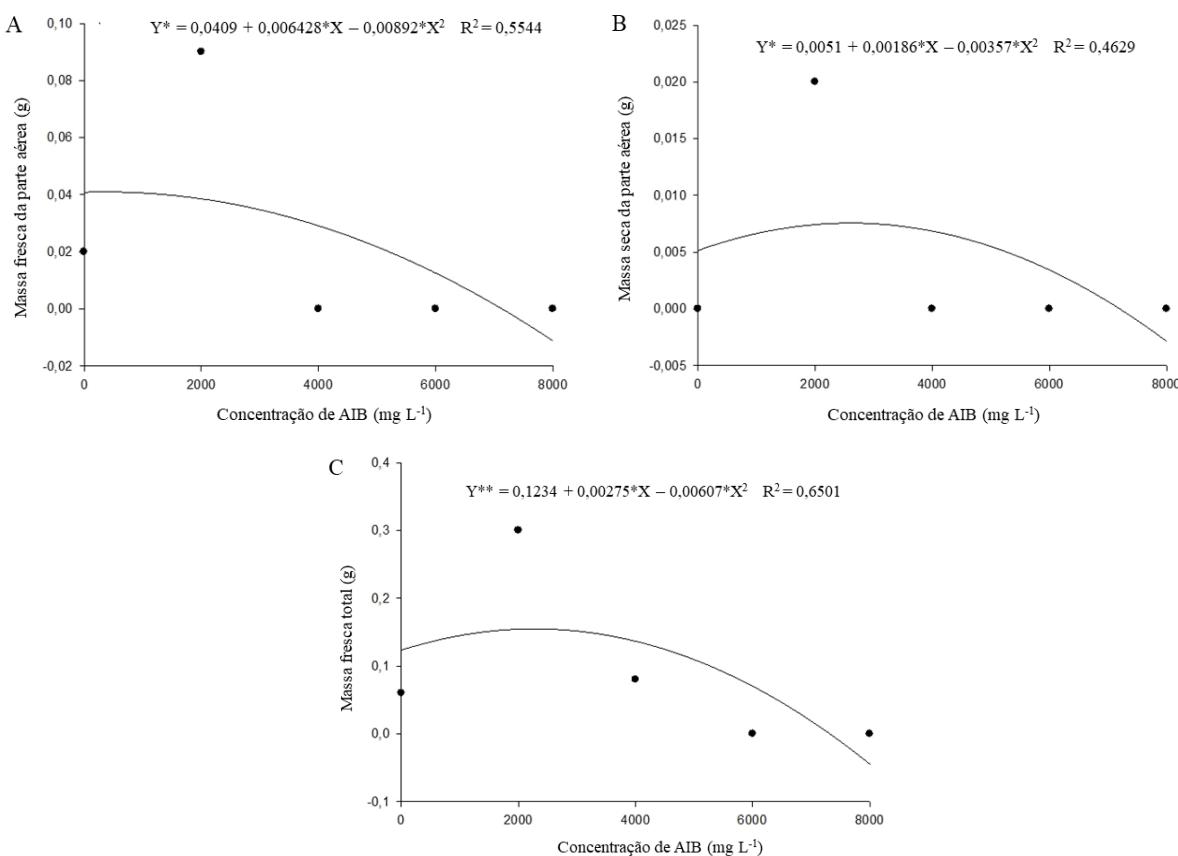
\*\* Significativo ( $P \leq 0,05$ )

**Figura 6.** Comprimento da raiz principal em estacas radiculares de *Campomanesia pubescens* tratadas com diferentes concentrações de ácido indol-3-butírico

A massa fresca e seca da parte aérea e a massa fresca total apresentaram comportamento quadrático decrescente, no qual o aumento na concentração de AIB levou a redução no acúmulo de massa. A suplementação exógena de  $0,3606 \text{ mg L}^{-1}$  resultou em maior acúmulo de massa fresca da parte aérea, enquanto a concentração  $0,2605 \text{ mg L}^{-1}$  promoveu o maior acúmulo de massa seca da parte aérea e a concentração de  $0,2265 \text{ mg L}^{-1}$  resultou em um maior acúmulo de massa fresca total (Figura 7A, B e C).

O aumento na massa fresca e seca da parte aérea promovido pelas menores concentrações de AIB pode estar relacionado ao equilíbrio hormonal obtido com as suplementações exógenas de auxina (Ranya *et al.*, 2024). O aumento na massa fresca total pode ter ocorrido devido ao aumento na quantidade de brotações, folhas e raízes promovido pelas menores concentrações. Ressalta-se que estacas coletadas no verão, como no presente estudo, possuem altos níveis de auxina em comparação com estacas coletadas em outras estações, pois estas estão em crescimento pleno (Ficko; Naeth, 2021), sendo que menores concentrações exógenas de AIB podem resultar em um incremento no crescimento vegetativo e concentrações elevadas podem inibir o crescimento das estacas.

A suplementação exógena de baixas concentrações de ácido indol-3-butírico mostrou-se eficaz para elevar a sobrevivência, estimular a formação de brotações e aprimorar atributos morfológicos essenciais ao vigor inicial das estacas de *Campomanesia pubescens*, demonstrando que a aplicação de baixas doses de auxina é uma estratégia prática e economicamente viável para otimizar protocolos de propagação vegetativa. Esses resultados reforçam o potencial da estaquia como método consistente para a produção de mudas de espécies nativas do Cerrado, contribuindo para superar limitações associadas à propagação sexuada e favorecendo tanto programas de restauração ecológica quanto iniciativas de cultivo e domesticação de frutíferas nativas, ao possibilitar a geração de mudas mais uniformes, vigorosas e com maior taxa de estabelecimento em viveiro.



\* e \*\* Significativo ( $P \leq 0,01$  e  $0,05$ , respectivamente)

**Figura 7.** Massa fresca da parte aérea (A), massa seca da parte aérea (B) e massa fresca total (C) em estacas radiculares de *Campomanesia pubescens* tratadas com diferentes concentrações de AIB

## 4 CONCLUSÃO

A suplementação exógena de ácido indol-3-butírico até a concentração de 2000 mg L<sup>-1</sup> aumentou a taxa de sobrevivência, a formação de brotações e os parâmetros de crescimento de estacas de *Campomanesia pubescens*, dados pelo diâmetro do caule, número de folhas, comprimento da raiz principal e massa seca e fresca.

O uso de altas concentrações resultou em um decréscimo na sobrevivência e nas características de crescimento.

A taxa de sobrevivência das estacas em baixas concentrações de ácido indol-3-butírico indica a viabilidade da propagação vegetativa por esta metodologia.

## REFERÊNCIAS

- BALESTRIN, J. T.; LAMB, R. O.; FERRARI, V.; ROGALSKI, J. M. Estaquia caulinar de *Rubus erythrocycladus* Mart. ex Hook.f. em diferentes concentrações de ácido indolbutírico. *RevUergs*, v.6, n.3, p.193-197, 2020. <http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.63.193-197>.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO-JÚNIOR, W. **AgroEstat**: sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2015. 396 p.

BRAGA, V. P.; SILVA, A. V.; DIAS, L. L. L.; REIS, E. F.; MACHADO, C. G.; COSTA NETTO, A. P.; ROCHA, D. I. Tolerance to desiccation and production of encapsulated units of gabiroba (*Campomanesia adamantium*) seeds. **Plant Cell Cult. & Micropropag.**, v.19, e-186, 2023. DOI: <https://doi.org/10.46526/pccm.2023.v19.186>.

BROCH, J. L.; SCHOFFEL, A.; BÜHRING, J. A.; GENZ, W. F.; CAMERA, J.N.; KOEFENDER, J. Extrato aquoso de tiririca na estaquia de guaco (*Mikania glomerata*). **Holos Environ.**, v. 37, n. 4, e9513, 2021. DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2021.9513>.

EMER, A. A.; SCHAFER, G.; AVRELLA, E. D.; DELAZERI, M.; VEIT, P. A.; FIOR, C. S. Influência de ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas de *Campomanesia aurea*. **Orn. Hortic.**, v. 22, n. 1, p. 94-100, 2016.

FICKO, S. A.; NAETH, M. A. Root development on cuttings of seven arctic shrub species for revegetation. **Arct. Antarct. Alp. Res.**, v. 53, n. 1, p. 237-251, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/15230430.2021.1976711>.

FRAGOSO, R. O.; STUEPP, C. A.; RICKLI, H. C.; ZUFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S. Maximum efficiency concentration of indole butyric acid in promoting the rooting of Japanese Flowering Cherry. **Ciênc. Rural**, v.47, e20150894, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150894>.

GILANI, S. A. Q.; SHAH, K.; AHMED, I.; BASIT, A.; SAJID, M.; BANO, A. S.; SHAHID, U. Influence of indole butyric acid (IBA) concentrations on air layerage in guava (*Psidium guajava* L.) cv. Sufeda. **Pure Appl. Biol.**, v.7, p.1-8, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.19045/bspab.2018.700194>.

GOMES, F. R.; BARBOSA, M. A.; RAGAGNIN, A. L. S. L.; SOUZA, A. L. P.; RODRIGUES, C. D. M.; SILVA, D. F. P. Cytokinins induce the development of *Campomanesia pubescens* root cuttings. **Comun. Sci.**, v.12, e3505, 2021. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v12.3505>.

GUASSO, L. Z.; SASSI, A.; SILVEIRA, S. M.; MARODIN, F. A.; SOUZA, P. V. D. Enraizamento de estacas herbáceas de quatro genótipos de kiwizeiros submetidas a tratamento com Ácido Indolbutírico. **Iheringia, Sér. Bot.**, v. 75, e2020016, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21826/2446-82312020v75e2020016>.

HOSSEL, C.; HOSSEL, J. S. A. O.; WAGNER-JÚNIOR, A. Tamanho de estaca e concentração de ácido indolbutírico na propagação do sabugueiro por estaquia. **Rev. Bras. Tecol. Agropecu.**, v.1, p.109-112, 2017.

KHAN, M. A.; WANG, Y.; MUHAMMAD, B.; UDDIN, S.; SAEED, A.; KHAN, D.; ALI, M.; SAEED, S.; KUI, J. Z. Morpho-physiological and phytohormonal changes during the induction of adventitious root development stimulated by exogenous IBA application in *Magnolia biondii* Pamp. **Braz. J. of Biol.**, v. 84, p. e255664, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.255664>.

LATTUADA, D. S.; SPIER, M.; SOUZA, P. V. D. Pré-tratamento com água e doses de ácido indolbutírico para estquia herbácea de pitangueiras. **Ciênc. Rural**, v.41, p.2073-2079, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011001200006>.

LEÃO-ARAÚJO, E. F.; FERREIRA, E. A. S.; SILVA, M. A.; COSTA, L. L.; PEIXOTO, N.; SOUZA, E. R. B. Dehydration tolerance and storage sensitivity of *Campomanesia adamantium* seeds. **Biosci. J.**, v.38, e38069, 2022. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v38n0a2022-53571>.

LIU, P.; ZHANG, S.; WANG, X.; DU, Y.; HE, Q.; ZHANG, Y.; SHEN, L.; HU, H.; ZHANG, G.; LI, X. Adventitious Root Formation in Cuttings: Insights from *Arabidopsis* and Prospects for Woody Plants. **Biomolecules**, v. 15, n. 8, p. 1089, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/biom15081089>.

LYNCH, J. P.; STROCK, C. F.; SCHNEIDER, H. M.; SIDHU, J. S.; AJMERA, I.; GALINDO-CASTAÑEDA, T.; KLEIN, S. P.; HANLON, M. T. Root anatomy and soil resource capture. **Plant Soil**, v.466, p.21–63, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-021-05010-y>.

MACHADO, G. G. L.; BARROS, H. E. A.; NATARELLI, C. V. L.; ARAÚJO, A. B. S.; RIBEIRO, C. H. M.; VILAS BOAS, E. V. Gabiroba (*Campomanesia pubescens*): características físico-químicas e fisiológicas do fruto durante o desenvolvimento. **Rev. Bras. Cien. Agrar.**, v. 19, n. 2, e3583, 2024. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v19i2a3583>.

MARTINS, W. A.; MANTELLI, M.; SANTOS, S. C.; NETTO, A. P. C.; PINTO, F. Estquia e concentração de reguladores vegetais no enraizamento de *Campomanesia adamantium*. **Rev. Cienc. Agrár.**, v.38, n.1, p.58-64, 2015. <https://doi.org/10.19084/rca.16869>.

NEGRI, I. S.; GÓMEZ BARREIRO, P.; COCKEL, C.; CHAPMAN, T. Factors affecting the vegetative propagation of ash (*Fraxinus excelsior* L.) from semi-hardwood and hardwood cuttings. **New Forests**, v. 56, n. 42, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11056-025-10103-y>.

NOGUEIRA, G. S.; SILVA, F. A. C.; KUNZE, G.; FIGUEIRÓ, J. P. S.; KRUCHELSKI, S.; ZUFFELATO-RIBAS K. C. Influência do número de folhas e da aplicação de IBA na estquia caulinar de *Ficus benjamina* L. **Agrarian**, v. 10, n. 36, p. 113-119, 2017. DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v10i36.3940>.

OLIVEIRA, J. A. A.; SILVA, D. F. P.; BRUCKNER, C. H.; GOMES, F. R.; RAGAGNIN, A. L. S. L.; ASSUNÇÃO, H. F. Initial development of peach rootstock genotypes propagated by herbaceous cuttings. **Rev. Bras. Frutic.**, v.42, n.6, e-626, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452020626>.

ORIGINLAB CORPORATION. ORIGINPRO (version 9.0) [software]. Northampton, MA: OriginLab Corporation, 2012. Disponível em: <https://www.originlab.com>. Acesso em: 22 de novembro de 2025.

PEREIRA, A. S.; PINTO, J. F. N.; AMARAL, E. V. E. J.; ROCHA, D. I.; REIS, E. F.; KUSTER, V. C. Diversidade intraespecífica de gabirobeira (*Campomanesia pubescens* (DC.) O. BERG) a partir de descrições morfoanatómicas. **Rev. Agrotecnol.**, v.13, n.2, p.14-23, 2022. DOI: <https://doi.org/10.31668/agrotec.v13i2.12847>.

PEREIRA, L. D.; COSTA, M. L.; PINTO, J. F. N.; ASSUNÇÃO, H. F.; REIS, E. F.; SILVA, D. F. P. Propagação de gabirobeiras via estquia associada ao ácido indolbutírico. **Rev. Bras. Agropec. Sustent.**, n.7, v.1, p.19-25, 2017. DOI: <https://doi.org/10.21206/rbas.v7i1.372>.

RANYA, H.; BRAHIM, O.; HAMZA, E.; FATHALAH, E.; CHAKIB, A. The Effect of Indoleacetic Acid and Indole-3-Butyric Acid Concentrations on the Rooting and Growth of *Thymus atlanticus* Cuttings. **J. of Horticult. Res.**, v. 32, n. 2, p. 87-90, 2024. DOI: <https://doi.org/10.2478/johr-2024-0021>.

ROSA, A. G.; SILVA, A. D. C. C.; SILVA, D. L.; ROSA, A. A. Stachy in jenipapeiro: effect of season and regulator. **Cad. Pedagog.**, v. 21, n. 2, e2657, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.54033/cadpedv21n2-017>.

SANTORO, M. B.; BROGIO, B. A.; TANAKA, F. A. O.; JACOMINO, A. P.; PEDROSO, R. M. Adventitious rooting and anatomical aspects of *Campomanesia phaea* stems. **Acta Sci. Agron.**, v. 44, n. 1, 2022. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v44i1.53602>.

SANTOS, M. A.; COSTA, A. C.; MEGGUER, C. A.; LIMA, J. S.; MAGALHÃES, P. A. N. R.; SOARES, M. P.; BATISTA, P. F.; REZENDE-SILVA, S. L. Phenology and fruit biometrics in different positions of reproductive branches of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg. **Rev. Cienc. Agrár.**, v.43, n.1, p.39-51, 2020. DOI: <https://doi.org/10.19084/rca.18153>.

SEKHUKHUNE, M. K.; MAILA, M. Y. Exogenous IBA stimulatory effects on root formation of *Actinidia deliciosa* rootstock and *Actinidia arguta* male scion stem cuttings. **Front. Sustain. Food Syst.**, v. 8, 1461871, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1461871>.

SOUZA, L. K. F.; SALAZAR, A. H.; GOMES, F. R.; PEREIRA, L. D.; ROCHA, D. I.; SILVA, D. F. P. Cytokinins induce the development of gabirobeira root cuttings. **Ciênc. Rural**, v.51, n.6, e20200074, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200074>.

STEFANEL, C. M.; REINIGER, L. R. S.; SERROTE, C. M. L. 6-Benzylaminopurine and 3-Indolebutyric acid on the *in vitro* multiplication of *Eugenia involucrata*. **Rev. Ceres**, v.68, p.491-497, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737x202168050014>.

VIANA, C. M. S. S.; MASIERO, M. A.; BERTE, E. A.; OLIVEIRA, S. Z.; TOLFO, E. F.; FOLHIATO, R. A.; KAIPER, E.; SOUZA, V. A.; CAMPOS, A. L.; LIMA, D. M. Número de folhas e comprimento de estaca no enraizamento de sanquésia. **Res., Soc. Dev.**, v. 10, n. 5, e7210514426, 2021 DOI: <https://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i5.14426>.

ZHAO, Y.; CHEN, Y.; JIANG, C.; LU, M.; ZHANG, J. Exogenous hormones supplementation improve adventitious root formation in woody plants. **Front. in Bioeng. and Biotec.**, v. 10, 1009531, (2022). DOI: <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.1009531>.