

Nota Técnica

Influência do ácido indolbutírico no enraizamento de miniestacas caulinar e foliar de mogno-africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.)

Influence of indolbutiric acid on rooting of stem and leaf minicuttings of african mahogany (*Khaya grandifoliola* C. DC.)

Maria Luiza de Azevedo¹, Miranda Titon¹,
Evandro Luiz Mendonça Machado¹, Sebastião Lourenço de Assis Júnior¹,
Eliane Cristina Sampaio de Freitas²

¹Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, Brasil

²Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de concentrações de ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de miniestacas caulinar e foliar de *Khaya grandifoliola* (Meliaceae), conhecida popularmente como mogno-africano. Foram utilizadas minicepas obtidas a partir de mudas de origem seminal. As miniestacas caulinares e foliares apresentavam comprimento de 4 e 8 cm respectivamente, com área foliar reduzida a 75%. As bases das miniestacas foram imersas em quatro concentrações de AIB (0, 500, 1000 e 2000 mg L⁻¹) por 20 segundos. Os experimentos foram instalados em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos, três repetições e doze miniestacas por repetição. Logo depois do estaqueamento, as miniestacas foram mantidas em casa de vegetação por 90 dias. Após esse período, para as miniestacas foliares foram avaliados a porcentagem de enraizamento e o número de raízes, já para as miniestacas caulinares, analisaram-se apenas seis miniestacas por repetição, avaliando a porcentagem de sobrevivência e enraizamento. As miniestacas caulinares restantes foram transferidas para casa de sombra, onde permaneceram por mais 30 dias, e posteriormente (120 dias após o estaqueamento) avaliaram-se porcentagem de sobrevivência e enraizamento, altura, diâmetro do coleto, e massa seca da parte aérea e raízes. As miniestacas foliares não foram consideradas adequadas para a propagação do mogno-africano, uma vez que não houve desenvolvimento da parte aérea. Para as miniestacas caulinares, a concentração de 2000 mg L⁻¹ de AIB foi a que apresentou a maior taxa de enraizamento (72%), sendo recomendada para a propagação vegetativa por miniestaquia da espécie.

Palavras-chave: Enraizamento adventício; Reprodução assexuada; Propagação vegetativa

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of concentrations of indolebutyric acid (IBA) on rooting of stem and leaf minicuttings of *Khaya grandifoliola* (Meliaceae), popularly known as African mahogany. Mini-stumps used were obtained from seminal origin seedlings. The minicuttings stem and leaf had length of 4 and 8 cm, respectively, with the leaf area reduced to 75%. The bases of the minicuttings were immersed in four concentrations of IBA (0, 500, 1000 and 2000 mg L⁻¹) for 20 seconds. The experiments were installed in a completely randomized design with four treatments, three replicates and twelve minicuttings per replicate. Shortly after staking, the minicuttings were kept in a greenhouse for 90 days. After this period, for leaf minicuttings the percentage of rooting and the number of roots were evaluated, already stem minicuttings, only six minicuttings were analyzed per repetition, evaluating the percentage of survival and rooting. The remaining stem cuttings were transferred to the shade house, where they remained for 30 days and posteriorly (120 days after staking) the percentage of survival and rooting, height, diameter of the collection, and dry mass of the aerial part and roots were evaluated. Leaf minicuttings were not considered suitable for the propagation of the African mahogany, since there was no development of the aerial part. For stem cuttings, the concentration of 2000 mg L⁻¹ of IBA was the one with the highest rooting rate (72%), is recommended for the vegetative propagation by minicuttings of the species.

Keywords: Adventitious rooting; Asexual reproduction; Vegetative propagation

1 INTRODUÇÃO

A madeira obtida de reflorestamento é uma tendência de mercado, visto que são empregadas práticas mais racionais na utilização dos recursos ambientais, além de serem legalizadas (SOUZA, 2012). A implantação de povoamentos florestais é considerada economicamente viável, além de propiciar benefícios ambientais, reduzindo a pressão sobre os remanescentes de vegetações nativas (CASTRO *et al.*, 2010). Devido à demanda por madeira de reflorestamento para serraria, tem aumentado a procura por espécies alternativas, que detenham características tecnológicas desejáveis (BRIGHENTI; MULLER, 2014).

Entre as espécies exóticas introduzidas no Brasil objetivando a formação de plantios comerciais, o mogno africano, caracteriza-se por apresentar madeiras de excelente qualidade e alto valor comercial (PINHEIRO *et al.*, 2011). Entre os mognos africanos, *Khaya grandifoliola* C. DC. destaca-se pelo crescimento rápido, melhor desrama natural e caule mais retilíneo (PINHEIRO *et al.*, 2011). Por muitos anos foi

identificado erroneamente como *Khaya ivorensis*. Recentemente, pesquisadores perceberam a falha na identificação da espécie (PENNINGTON; CHEEK, 2015). No entanto, rotineiramente suas sementes e mudas ainda são comercializadas como *Khaya ivorensis*. Por meio do desenvolvimento de trabalhos e publicações científicas, é esperado que em breve a nomenclatura correta seja habitualmente utilizada (SILVA *et al.*, 2020).

Apesar das características mencionadas, alguns aspectos limitam seu cultivo no país. Dentre eles, ressalta-se a dificuldade de produção de mudas, visto que a produção seminal não atende a demanda do mercado, não tendo um fornecimento contínuo; o difícil processo de coletas das sementes devido às árvores serem de grande porte; a perda de viabilidade em pequeno espaço de tempo; e o elevado preço das sementes (PINHEIRO *et al.*, 2011). Perante o exposto, a propagação vegetativa torna-se uma possibilidade para a produção de mudas do mogno.

Em relação aos métodos de propagação vegetativa, a estaquia e a miniestaquia são as mais utilizadas no setor florestal para a produção em larga escala de mudas de plantas selecionadas (BRONDANI *et al.*, 2008). A possibilidade de se produzir grande número de plantas a partir de uma única planta-matriz, em pequeno espaço de tempo, baixo custo e fácil execução constitui um dos principais benefícios da propagação vegetativa por estacas (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

A miniestaquia consiste no uso de brotações de plantas propagadas pela técnica de estaquia ou mudas produzidas por sementes. Nesse método, as plantas que fornecem as brotações (minicepas) são acondicionadas em sistemas, como canaletão, sacos plásticos, tubetes ou vasos. O conjunto dessas minicepas forma o minijardim clonal (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2009). Logo depois da poda dos ápices das plantas (minicepas), estas emitem brotações (miniestacas) que são coletadas em intervalo de tempo regular, estaqueadas e mantidas em casa de vegetação, originando as novas mudas (WENDLING; DUTRA, 2008). Para espécies do gênero *Eucalyptus*, as miniestacas são normalmente produzidas nas dimensões de 4 a 8 cm de comprimento, possuindo de um a três pares de folhas (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2009).

Para a formação de raízes adventícias em estacas são necessários certos níveis de substâncias reguladoras de crescimento. Muitas substâncias podem promover ou inibir a iniciação de raízes adventícias dependendo da espécie, do estado de maturação da planta-matriz, entre outros fatores (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2013). Dentre as substâncias que apresentam propriedades reguladoras de crescimento vegetal, as auxinas são as mais usadas no enraizamento de estacas lenhosas. A mais recomendada é o ácido indolbutírico (AIB), por ser fotoestável e menos tóxico para as plantas que as demais auxinas sintéticas (HARTMANN *et al.*, 2011).

A viabilidade da propagação comercial por estaquia e miniestaquia depende da capacidade de enraizamento de cada espécie, da qualidade do sistema radicial formado e do desenvolvimento posterior da planta (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005). As variáveis associadas à qualidade do sistema radicial são muito importantes para produção das mudas, sendo fator decisivo no desenvolvimento destas no campo, determinando desse modo a qualidade da muda (SIMÕES; SILVA; SILVA, 2012).

Perante o exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de concentrações de ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de miniestacas caulinar e foliar de *Khaya grandifoliola* (mogno-africano).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização do local dos experimentos

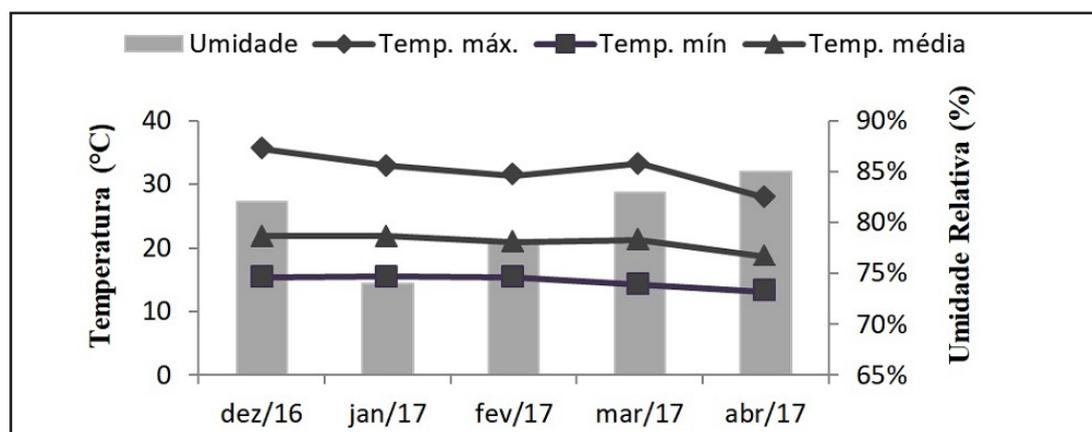
Os experimentos foram desenvolvidos no período de dezembro de 2016 a abril de 2017, no Departamento de Engenharia Florestal, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), em Diamantina - MG.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cwb,

temperado úmido, com chuvas no verão e inverno seco. A temperatura média anual é de 18,3°C, apresentando mínima média de 14,1°C e máxima média de 23,7°C (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2018). A precipitação média anual é de 1404 mm, o período chuvoso ocorre de outubro a março, representando 88% do total precipitado durante o ano (VIEIRA *et al.*, 2010).

Os dados de umidade relativa do ar e temperatura obtidos da estação meteorológica instalada nos locais em que foram realizados os experimentos são apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Temperatura máxima, média, mínima e umidade relativa do ar. Os dados de dezembro a março são referentes à estação meteorológica localizada dentro da casa de vegetação, e os dados de abril da estação meteorológica da casa de sombra



Fonte: Autores (2019)

2.2 Formação das minicepas

O material vegetativo utilizado foi originado de mudas de mogno-africano (*Khaya grandifoliola*). A espécie foi identificada no Herbário Dendrológico Jeanine Felfili, apresentando a exsicata com o número de registro HDJF5841. As minicepas foram produzidas em tubetes, a partir de sementes coletadas em área de plantio comercial localizada no município de Apucarana - PR. As sementes foram germinadas em câmara

do tipo BOD em agosto de 2016, e, posteriormente, as plântulas foram transplantadas para tubetes plásticos, com volume de 180 cm³, contendo substrato composto por 70% Bioplant[®] + 30% vermiculita e 5g L⁻¹ de Osmocote[®] (15-9-12) de liberação lenta de seis meses. Os tubetes foram dispostos em bandejas com capacidade de 10 litros, preenchidas com água e solução nutritiva, que eram renovadas semanalmente. A fertirrigação de superfície era composta por sulfato de amônio (111,59 mg L⁻¹), ureia (322,75 mg L⁻¹), fosfato de amônio (346,07 mg L⁻¹), sulfato de cobre (5,89mg L⁻¹), fosfato de potássio (522,11 mg L⁻¹), cloreto de ferro (24,20 mg L⁻¹), sulfato de zinco (21,99 mg L⁻¹), sulfato de magnésio (152,12 mg L⁻¹), ácido bórico (2,86 mg L⁻¹), molibdato de sódio (0,252 mg L⁻¹) e nitrato de cálcio (441,92 mg L⁻¹) (MALAVOLTA, 1980). Após 90 dias, realizou-se a poda da parte apical das mudas buscando estimular a formação de brotações pela quebra da dominância apical.

2.3 Coleta e preparo das miniestacas

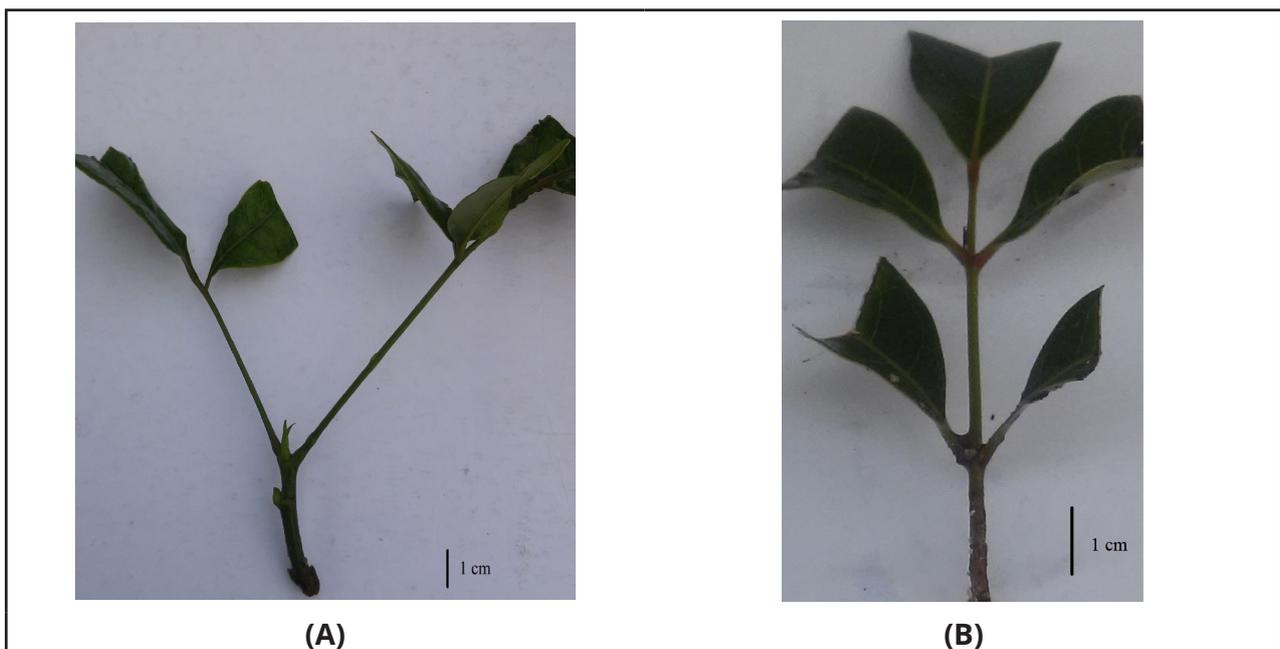
A coleta das miniestacas foi realizada após 30 dias da poda do ápice das mudas. As brotações foram coletadas utilizando uma tesoura de poda higienizada com álcool (70% v/v), no início da manhã, objetivando a redução da transpiração das miniestacas. Para garantir as condições de vigor e turgescência, o material vegetal foi mantido em um balde com água, protegido da radiação solar, até o preparo das miniestacas.

O período entre a confecção das miniestacas e o estaqueamento destas no substrato foi realizado o mais rápido possível, visando evitar a perda de vigor e a oxidação da base das miniestacas.

Foram desenvolvidos dois experimentos distintos, no primeiro utilizaram-se miniestacas caulinares e no segundo miniestacas foliares. Em ambos os experimentos, os tratamentos consistiram na utilização de solução de ácido indolbutírico (AIB) em quatro concentrações (0, 500, 1000 e 2000 mg L⁻¹), dissolvido em hidróxido de sódio (NaOH) a 1,0 mol L⁻¹, e acrescido de água destilada.

Para o primeiro experimento utilizaram-se miniestacas caulinares obtidas da parte apical, as quais foram preparadas com um corte reto na base para evitar a formação de raízes unilaterais. As miniestacas apresentaram comprimento de 4,0 cm ($\pm 1,0$ cm), nas quais foram mantidas duas folhas, com dois pares de folíolos reduzidos em aproximadamente 75% da sua área foliar. Para o segundo experimento, foram utilizadas miniestacas foliares, apresentando comprimento de 8,0 cm ($\pm 1,0$ cm), contendo a raque foliar e cinco folíolos reduzidos em aproximadamente 75% da sua área foliar (Figura 2).

Figura 2 – Padrões de miniestacas de mogno-africano (*Khaya grandifoliola* C. DC., família Meliaceae) utilizados nos experimentos. A) Miniestaca caular. B) Miniestaca foliar



Fonte: Autores (2019)

A região basal das miniestacas foi imersa na solução de AIB por vinte segundos. Após serem submetidas aos tratamentos, foram estaqueadas em tubetes plásticos de volume de 180 cm³, com inserção de aproximadamente 2 cm da região basal da miniestaca no substrato. Este foi composto por 70% vermiculita, 30% casca de arroz, acrescidos de 8 g L⁻¹ Osmocote® (15-9-12) com liberação lenta de 5 a 6 meses. Os

experimentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), consistindo em quatro tratamentos, com três repetições e doze miniestacas por repetição.

2.4 Condução dos experimentos e análise estatística

Após o estaqueamento, os experimentos foram mantidos em casa de vegetação coberta com filme plástico de 150 microns de espessura e sombrite com redução de 50% da luminosidade, submetidos a irrigações diárias de 30 segundos a cada 20 minutos por nebulização (nebulizador FOGGER com vazão de 7 L/hora).

Após 90 dias, os experimentos foram retirados da casa de vegetação, e estes foram avaliados. Para o experimento com miniestacas foliares, avaliaram-se a porcentagem de enraizamento e o número de raízes por miniestacas, sendo finalizado neste local o experimento.

Para o experimento de miniestacas caulinares, avaliaram-se apenas seis miniestacas por repetição, selecionadas de maneira aleatória, sendo analisadas a porcentagem de sobrevivência (miniestacas que apresentavam folhas ou brotações) e a porcentagem de enraizamento. O restante das miniestacas caulinares foi transferido para aclimação em casa de sombra coberta com tela de sombreamento de 50%. Estas receberam cinco irrigações diárias de cinco minutos (microaspersor bailarina invertida, com vazão de 85 L/hora), durante um período de 30 dias. Posteriormente (120 dias após o estaqueamento), foram avaliados a porcentagem de sobrevivência (miniestacas que apresentavam folhas ou brotações) e de miniestacas enraizadas, o número médio de raiz, o diâmetro do coleto, a altura (medida do coleto até a gema apical), e a matéria seca da parte aérea e raízes.

Para esses experimentos foram consideradas enraizadas as miniestacas que possuíam no mínimo uma raiz adventícia com comprimento igual ou superior a 0,5 cm. Para mensuração do diâmetro e altura, foram utilizados paquímetro digital e régua milimetrada, respectivamente.

Para obtenção da matéria seca da parte aérea e do sistema radicial, os materiais foram acondicionados em sacos de papel, devidamente identificados, e levados à estufa de circulação forçada, a 65°C, até massa constante. Utilizou-se para a pesagem uma balança digital de precisão. Para avaliar o sistema radicial, foi retirado todo o excesso de substrato com água.

Os dados foram submetidos aos testes de Bartlett e Shapiro-Wilk para verificar a homogeneidade de variância residual e a distribuição normal dos resíduos, respectivamente. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância, e quando houve diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste F, utilizou-se regressão a 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do *software* R, versão 3.0.1 (R CORE TEAM, 2013), utilizando os pacotes ExpDes.pt (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2018).

Os dados de porcentagem de miniestacas caulinares enraizadas aos 90 dias após o estaqueamento foram submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, a 5% de significância e, posteriormente, a correlação de Spearman. A escolha pelo teste não paramétrico foi devido aos dados não atenderem aos requisitos de homogeneidade de variância e normalidade, mesmo depois de transformados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Enraizamento de miniestacas caulinares em diferentes concentrações de AIB

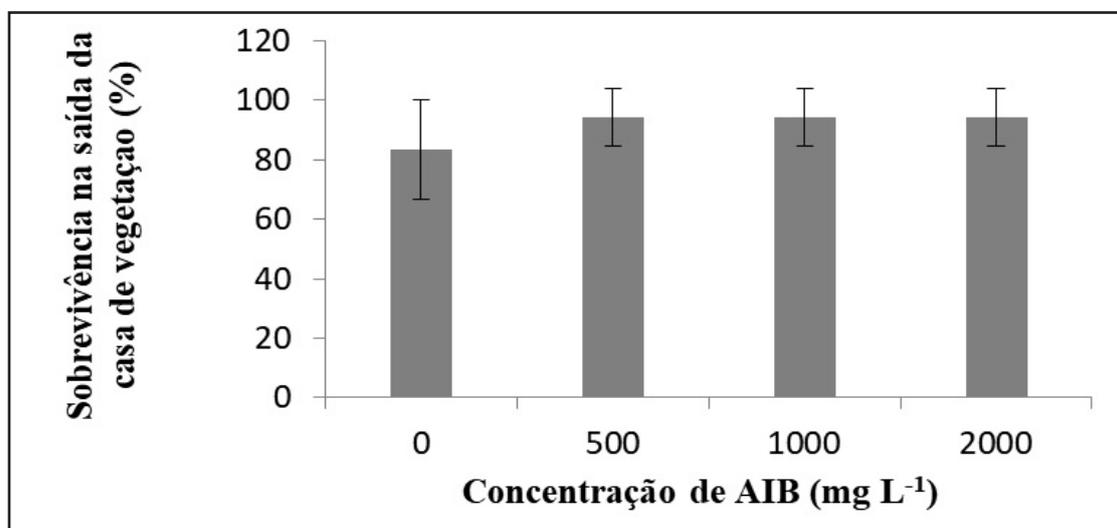
3.1.1 Sobrevivência e enraizamento aos 90 dias

Em relação à sobrevivência das miniestacas aos 90 dias após o estaqueamento em substrato e mantidas em casa de vegetação, não houve diferença significativa ($p > 0,05$, pelo teste F) entre as concentrações de AIB testadas. Percebe-se que ocorreu alta porcentagem de sobrevivência das miniestaca (média geral de 91%), independentemente do tratamento utilizado (Figura 3). Esses resultados assemelham-se aos estudos com miniestacas caulinares encontrados por Souza *et al.* (2009) com

Toona ciliata e por Vasconcelos *et al.* (2016) com o *Khaya senegalensis*, ambas as espécies também pertencentes à família Meliaceae, e que apresentaram 100% de sobrevivência.

O alto índice de sobrevivência é explicado, dentre várias razões, pela presença de folhas nas miniestacas, que são fonte de carboidratos, os quais fornecem energia para sua manutenção (HARTMANN *et al.*, 2011). Outro motivo pode ser o controle das condições ambientais no interior da casa de vegetação, que asseguram a manutenção da sobrevivência dos propágulos vegetativos para formação das raízes (WENDLING; XAVIER, 2005). Vale destacar, ainda, que a sobrevivência das miniestacas em casa de vegetação não assegura o sucesso no enraizamento, porém é um ponto muito importante para que se alcance esse objetivo (ROSA *et al.*, 2009). Dessa forma, os maiores índices de mortalidade podem acontecer durante a transferência da casa de vegetação para a casa de sombra (aclimatação), devido às alterações das condições ambientais, como por exemplo, a redução de temperatura e umidade (BRONDANI *et al.*, 2008).

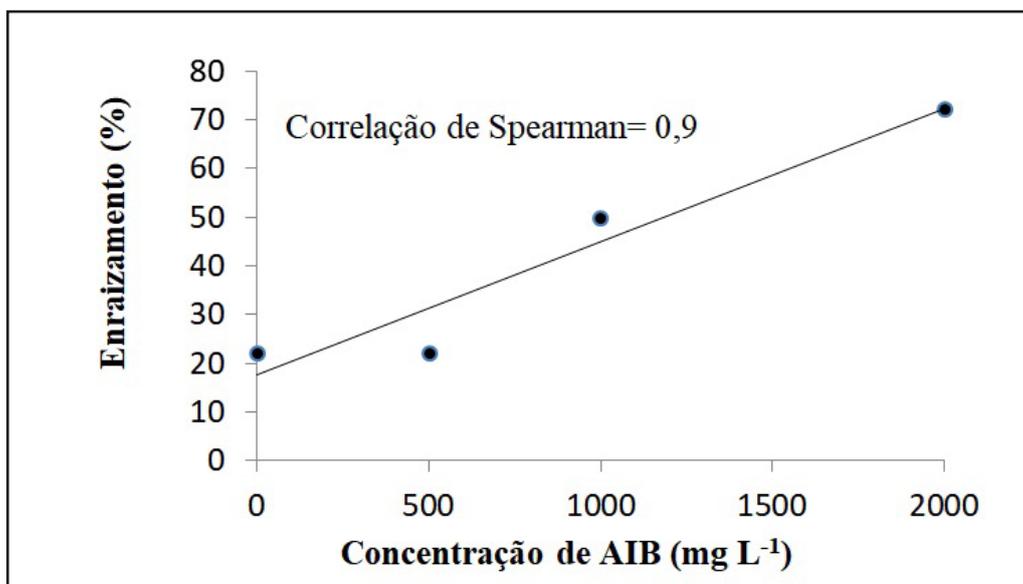
Figura 3 – Sobrevivência das miniestacas caulinares de *Khaya grandifoliola* C. DC. (Meliaceae) aos 90 dias após o estaqueamento em substrato e mantidas em casa de vegetação, em diferentes concentrações de AIB. As barras indicam o desvio-padrão



Fonte: Autores (2019)

Para o enraizamento, aos 90 dias após o estaqueamento em substrato, verificou-se efeito significativo pelo teste Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) para as concentrações do regulador de crescimento, e correlação de Spearman igual a 0,9. O coeficiente alto e positivo deste último demonstra uma relação crescente entre as concentrações do AIB e o enraizamento. A maior porcentagem de enraizamento (72%) ocorreu no tratamento com 2000 mg L^{-1} de AIB, enquanto que para a testemunha obteve-se baixo percentual de enraizamento (22%) (Figura 4).

Figura 4 – Porcentagem de enraizamento de miniestacas caulinares de *Khaya grandifoliola* C. DC. (Meliaceae) aos 90 dias após o estaqueamento em substrato e mantidas em casa de vegetação



Fonte: Autores (2019)

Segundo Xavier, Wendling e Silva (2013), o aumento da concentração de auxinas aplicadas em estacas induz a formação de raízes até certo ponto, a partir do qual qualquer acréscimo do nível de auxina torna-se inibitório. Neste trabalho, as miniestacas de *Khaya grandifoliola* responderam de forma crescente às concentrações de AIB utilizadas, sendo observados 72% de enraizamento para a maior concentração utilizada (2000 mg L^{-1}).

3.1.2 Sobrevivência e enraizamento aos 120 dias

Para a sobrevivência e enraizamento das miniestacas aos 120 dias após o estaqueamento em substrato e mantidos em casa de sombra, houve diferença significativa ($p < 0,05$, pelo teste F) entre as concentrações de AIB.

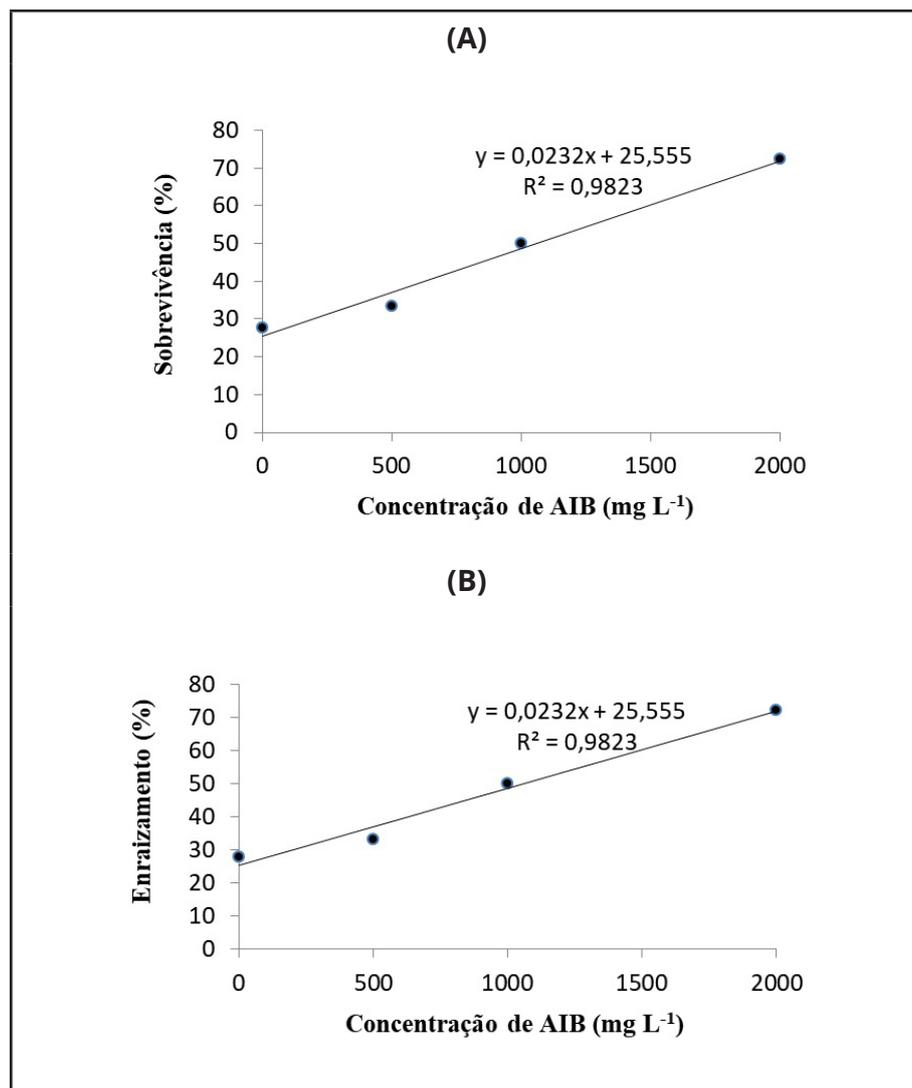
O acréscimo da concentração de AIB aumentou linearmente a porcentagem de miniestacas vivas (Figura 5A), o que resultou em uma sobrevivência de 72% na concentração de 2000 mg L⁻¹. Verificou-se uma redução da sobrevivência quando comparada com a casa de vegetação, o que era esperado, visto que as miniestacas quando retiradas da casa de vegetação sofrem um impacto devido às mudanças das condições ambientais, como umidade, luz e temperatura. Além disso, ao sair da casa de vegetação, algumas miniestacas podem não estar enraizadas ou não possuem raízes suficientes para garantir sua sobrevivência na sequência do processo. No entanto, foram consideradas sobreviventes, por possuírem folhas verdes. Sem as raízes, as miniestacas mantidas na casa de sombra exaurem suas reservas energéticas ocasionando sua posterior mortalidade (HARTMANN *et al.*, 2011). Esse fato demonstra a importância do conhecimento do período ótimo de permanência das miniestacas na casa de vegetação, para que ocorra adequadamente o enraizamento (FERREIRA *et al.*, 2004). A porcentagem de enraizamento seguiu a mesma tendência linear da sobrevivência. Esse fato ocorreu devido à porcentagem de miniestacas vivas nesse ambiente estar relacionada com a formação de sistema radicular adequado (Figura 5B).

Analisando o enraizamento em função das concentrações de AIB aos 120 dias, percebe-se que com a maior concentração de AIB, 2000 mg L⁻¹, obteve-se um aumento de 45% de enraizamento, quando comparado com as miniestacas sem o regulador de crescimento, isso indica que a espécie respondeu de forma positiva ao aumento das concentrações usadas de auxina. Os valores encontrados assemelham-se aos de Barbosa Filho *et al.* (2018) em seu estudo com miniestacas de *Khaya anthotheca*,

em que obtiveram porcentagens de enraizamento variando de 17 a 81%, sendo os melhores índices encontrados na concentração de 2000 mg L⁻¹ de AIB.

Para as variáveis número médio de raiz, altura, diâmetro do coleto, matéria seca de parte aérea e matéria seca de raiz aos 120 dias após o estaqueamento em substrato, somente o diâmetro do coleto apresentou diferença significativa ($p < 0,05$, pelo teste F).

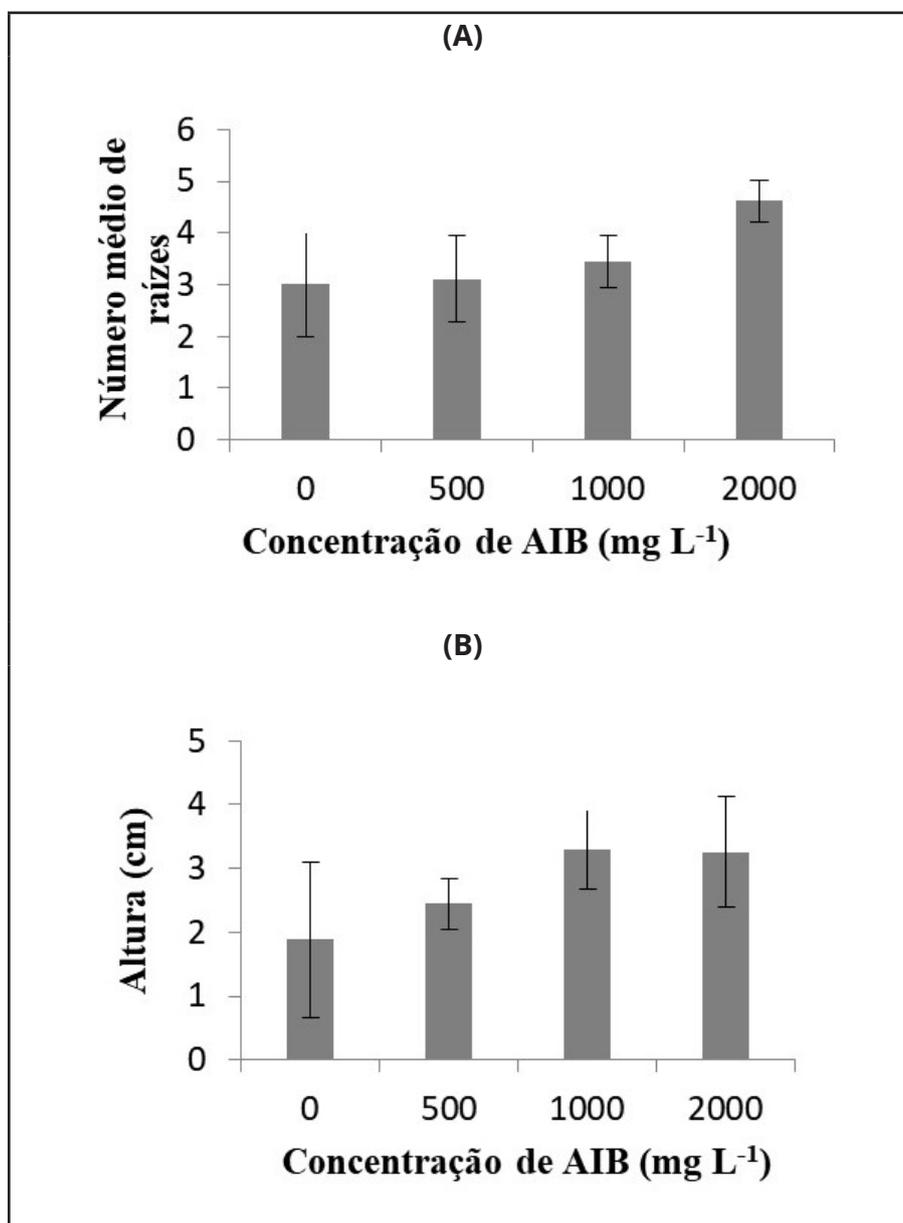
Figura 5 – Miniestacas caulinares de *Khaya grandifoliola* C. DC. (Meliaceae) em função das concentrações de AIB, aos 120 dias após o estaqueamento em substrato e mantidos em casa de sombra. A) Porcentagem de sobrevivência. B) Porcentagem de enraizamento



Fonte: Autores (2019)

Apesar de não apresentarem diferenças significativas, a concentração de 2000 mg L⁻¹ foi a que promoveu o maior valor absoluto para número médio de raízes (4,62) e as concentrações de 1000 mg L⁻¹ e 2000 mg L⁻¹ as maiores alturas (3,29 e 3,26 cm, respectivamente) (Figura 6).

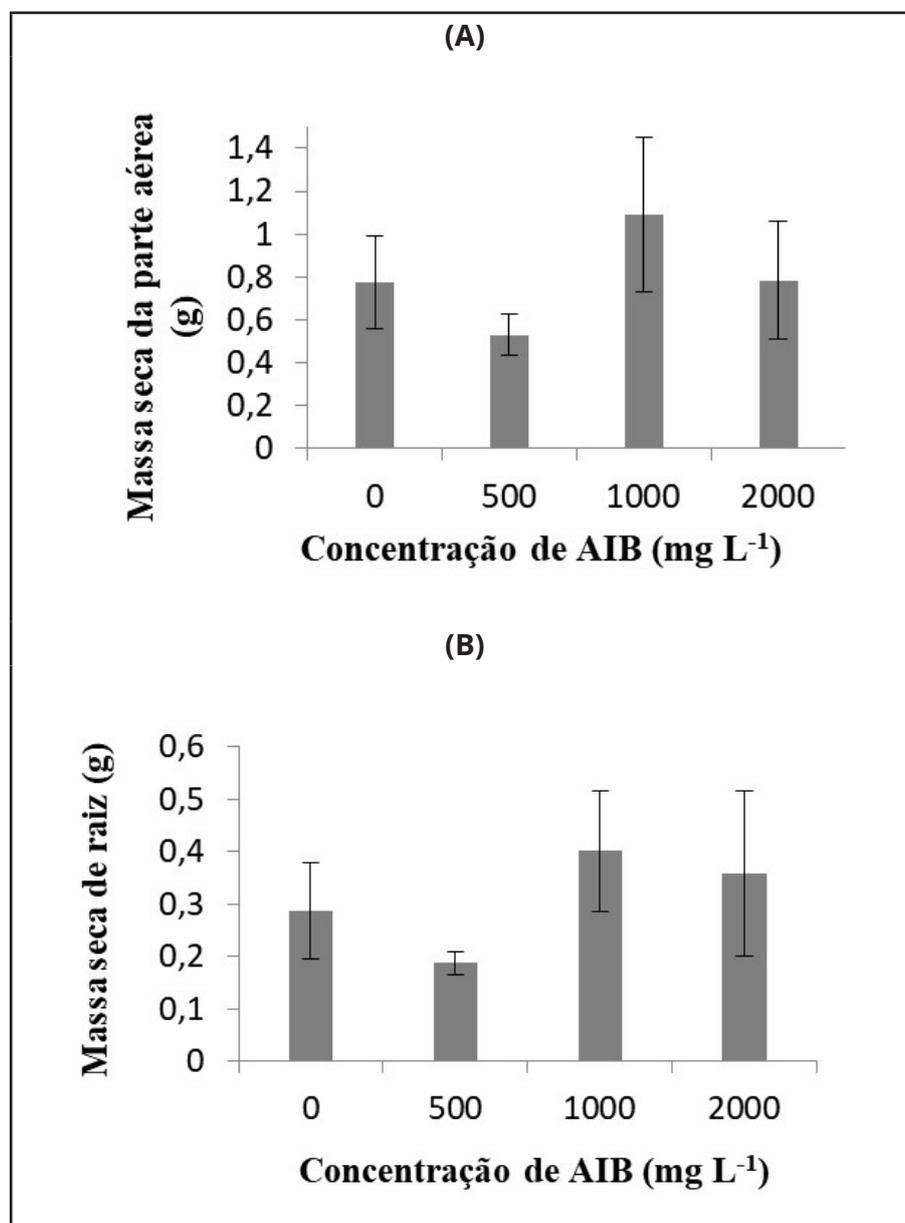
Figura 6 – Miniestacas caulinares de *Khaya grandifoliola* C. DC. (Meliaceae), aos 120 dias após o estaqueamento em substrato e mantidos em casa de sombra, em diferentes concentrações de AIB. A) Número de raízes. B) Altura. As barras indicam o desvio-padrão



Fonte: Autores (2019)

As matérias secas da parte aérea e de raiz não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$, pelo teste F) entre as concentrações de AIB. A concentração de 1000 mg L^{-1} foi a que propiciou os maiores valores de biomassa de parte aérea (1,09 g) e raiz (0,40 g) (Figura 7).

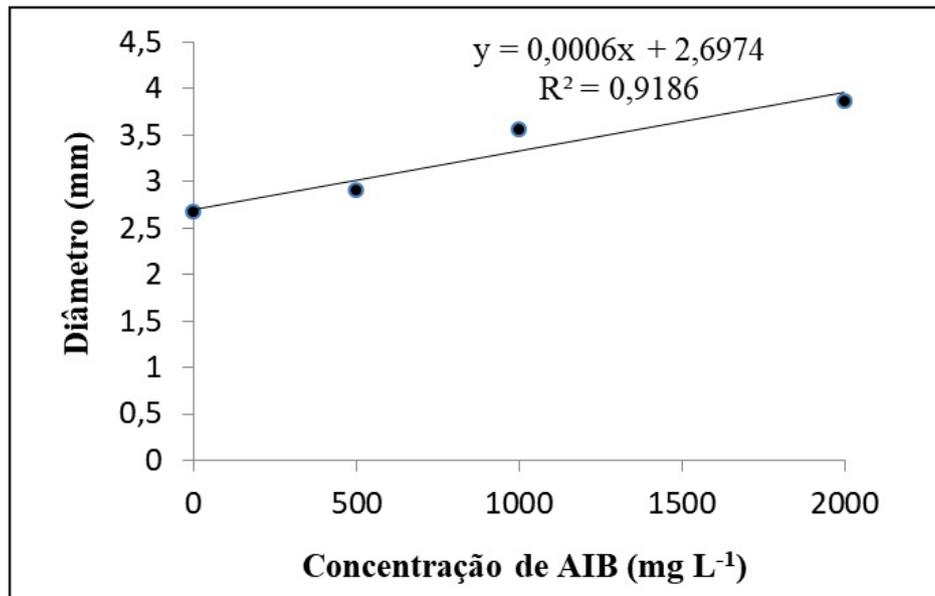
Figura 7 – Miniestacas caulinares de *Khaya grandifoliola* C. DC. (Meliaceae), aos 120 dias após o estaqueamento em substrato e mantidos em casa de sombra, em diferentes concentrações de AIB. A) Massa seca da parte aérea. B) Massa seca de raiz. As barras indicam o desvio-padrão



Fonte: Autores (2019)

O diâmetro obteve um aumento linear em função das concentrações de AIB, apresentando na concentração de 2000 mg L⁻¹ diâmetro médio de 3,89 mm (Figura 8).

Figura 8 – Diâmetro do coleto das miniestacas caulinares de *Khaya grandifoliola* C. DC. (Meliaceae), aos 120 dias de idade, em diferentes concentrações de AIB



Fonte: Autores (2019)

Verificou-se que o procedimento de poda do ápice caulinar das mudas de *Khaya grandifoliola* para a coleta de miniestacas não afetou a sobrevivência das mesmas. Esse fato indica a sustentabilidade do minijardim clonal, viabilizando a propagação vegetativa da espécie pelo método da miniestaquia.

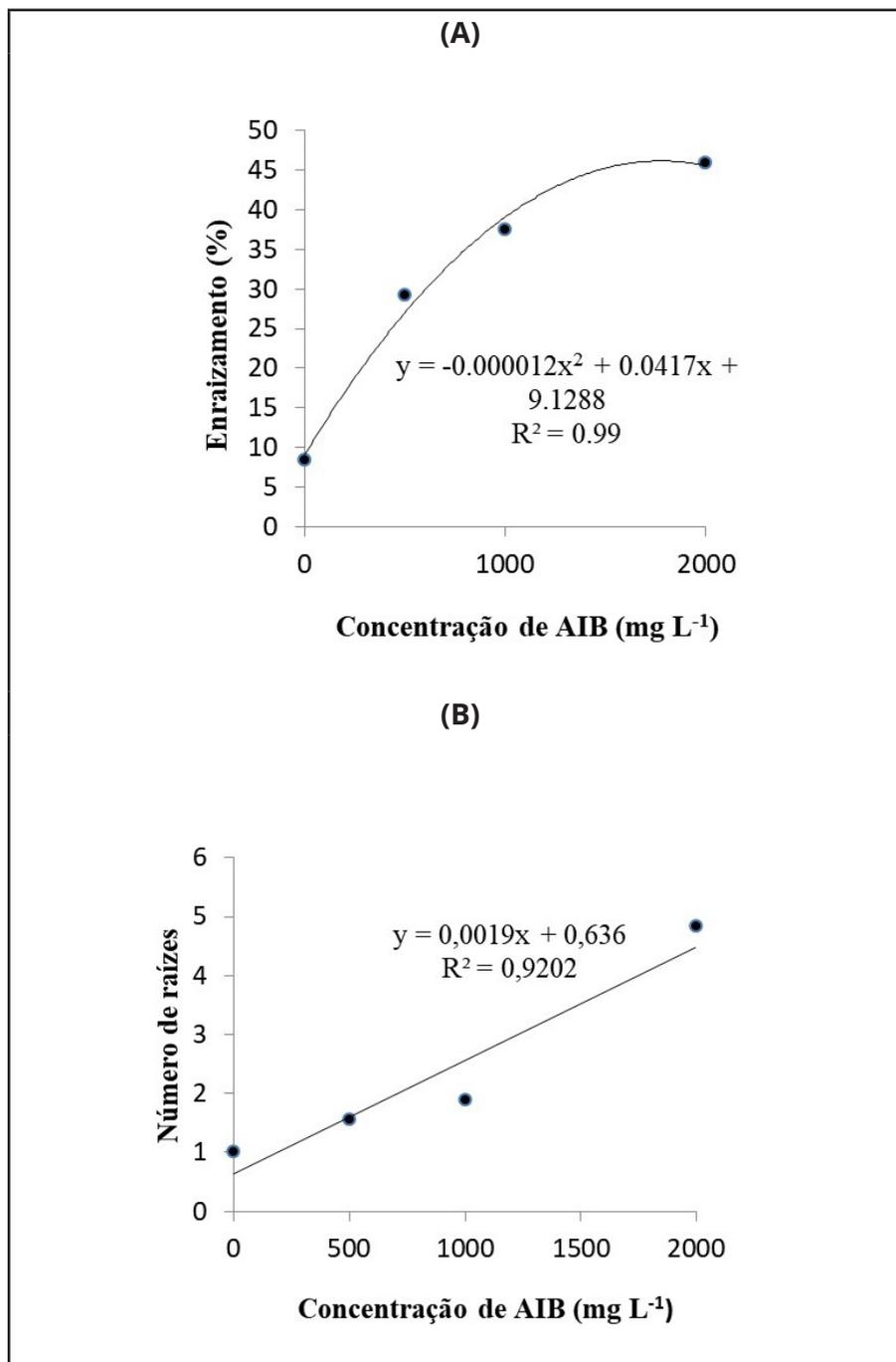
3.2 Enraizamento de miniestacas foliares em diferentes concentrações de AIB

Houve diferenças significativas entre as concentrações de AIB testadas ($p < 0,05$) para as variáveis porcentagens de enraizamento e número de raízes aos 90 dias após o estaqueamento em substrato e mantidas em casa de vegetação

Obteve-se um comportamento de crescimento quadrático para a porcentagem de enraizamento de miniestacas foliares em relação às concentrações de AIB,

apresentando 46% de enraizamento para a concentração de 2000 mg L⁻¹. Já o número de raízes aumentou de forma linear, exibindo na concentração de 2000 mg L⁻¹ média de 4,8 raízes (Figura 9).

Figura 9 – Miniestacas foliares de *Khaya grandifoliola* C. DC. (Meliaceae), aos 90 dias após o estaqueamento em substrato e mantidas em casa de vegetação, em diferentes concentrações de AIB. A) Porcentagem de enraizamento. B) Número de raízes



Fonte: Autores (2019)

Embora as miniestacas foliares tenham respondido de maneira positiva à aplicação do AIB, apresentando durante o período de avaliação a formação e crescimento radicular, essas não foram consideradas adequadas para a propagação vegetativa do mogno-africano, visto que não houve emissão de brotações (Figura 10). O desenvolvimento da parte aérea é uma característica muito importante para a produção de mudas de qualidade, uma vez que, após o esgotamento das reservas da estaca, a presença de novas folhas é fundamental para a nutrição da planta (GOMES; KRINSKI, 2016).

Figura 10 – Miniestacas foliares de *Khaya grandifoliola* C. DC. (Meliaceae) enraizadas, porém sem o desenvolvimento da parte aérea



Fonte: Autores (2019)

Xavier, Santos e Oliveira (2003), e Moraes *et al.* (2014), em seus experimentos, respectivamente com as espécies *Cedrela fissilis* (cedro-rosa) e *Toona ciliata* (cedro-australiano), pertencentes à família Meliaceae, também não tiveram desenvolvimento de parte aérea nas miniestacas foliares enraizadas, indicando que, para essas espécies, esse tipo de estaca não possui a competência de desenvolver novos meristemas caulinares. Betanin e Nienow (2010), trabalhando com *Erythrina falcata*, também relataram o não desenvolvimento de brotações nas miniestacas foliares, sugerindo a inexistência ou impossibilidade de as folhas formarem gemas vegetativas capazes de regenerarem uma planta.

4 CONCLUSÕES

A produção de mudas de *Khaya grandifoliola* (mogno-africano), Meliaceae, por meio da miniestaquia é uma alternativa viável para a propagação da espécie, utilizando-se como propágulos as partes apicais de brotos oriundos de minicepas cultivadas em viveiro.

A utilização de miniestacas foliares de *Khaya grandifoliola* não é considerada adequada para a propagação vegetativa da espécie.

A aplicação de AIB influencia no enraizamento das miniestacas de *Khaya grandifoliola*, sendo a concentração de 2000 mg L⁻¹ recomendada para a espécie.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA FILHO, J. *et al.* 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, jan. 2018.
- BETANIN, L.; NIENOW, A. A. Propagação vegetativa da corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) por estaquia caulinar e foliar. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 871-880, out./dez. 2010.
- BRIGHENTI, A. M.; MULLER, M. D. Tolerância de plantas de *Khaya Ivorensis* e *Toona ciliata* A Herbicidas. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 747-754, dez. 2014.
- BRONDANI, G. E. *et al.* Ácido indolbutírico em gel para o enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cabbage x *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 153-158, 2008.
- CASTRO, F. S. *et al.* Zoneamento agroclimático para a espécie do gênero *Pinus* no Estado do Espírito Santo. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 1, p. 235-250, jan./mar. 2010.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2005. 221 p.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes.pt**: Experimental Designs Package (Portuguese). R package version 1.2.0. [s. l.: s. n.], 2018.

FERREIRA, E. M. *et al.* Determinação do tempo ótimo do enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus spp.* **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, p. 183-187, abr. 2004.

GOMES, E. N.; KRINSKI, D. Propagação vegetativa de Piper amalago (Piperaceae) em função de tipos de estaca e substratos. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 25, n. 2, p. 199-210, 2016.

HARTMANN, H. T. *et al.* **Plant propagation**: principles and practices. 8th ed. Boston: Prentice Hall, 2011. 915 p.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (Brasil). **Normais Climatológicas do Brasil 1981-2010**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>. Acesso em: maio 2018.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MORAES, D. G. *et al.* Enraizamento de miniestacas caulinares e foliares juvenis de *Toona ciliata* M. Roemer. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 26, n. 1, p. 47-54, jan./mar. 2014.

PENNINGTON, T.D, CHEEK, M. **Khaya grandifoliola C. DC.** Pará, 2015. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublicoHVUC/ConsultaPublicoHVUC.do?idTestemunho=4658185>. Acesso em: maio 2021.

PINHEIRO, A. L. *et al.* **Ecologia, silvicultura e tecnologia de utilização dos mognos africanos (Khaya spp.)**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Agrossilvicultura, 2011. 102 p.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2013. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 21 jul. 2018.

ROSA, L. S. *et al.* Efeito da dose de nitrogênio e de formulações de substratos na miniestaquia de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 1025-1035, 2009.

SILVA, M. G. *et al.* Indolbutyric Acid (IBA) in the African Mahogany (*Khaya grandifoliola* C. DC.) cuttings and mini-cuttings development. **Advances in Forestry Science**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 1009-1016, jun. 2020.

SIMÕES, D.; SILVA, R. B. G.; SILVA, M. R. Composição do substrato sobre o desenvolvimento da qualidade e custo de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 91-100, jan./mar. 2012.

SOUZA, F. M. **Caracterização socioeconômica e ambiental de produtos florestais não madeireiros de famílias agroextrativistas, em quatro municípios de Goiás**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

SOUZA, J. C. A. V. *et al.* Propagação vegetativa de cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roemer) por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 2, p. 205-213, mar. 2009.

VASCONCELOS, R. T. *et al.* Rooting of African mahogany (*Khaya senegalensis* A. Juss.) leafy stem cuttings under different concentrations of indole-3-butyric acid. **African Journal of Agricultural Research**, [s. l.], v. 11 n. 23, p. 2050-2057, jun. 2016.

VIEIRA, J. P. G. *et al.* Estudo da precipitação mensal durante a estação chuvosa em Diamantina, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 7, p. 762-767, fev. 2010.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F. **Solução nutritiva para condução de minicepas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2008. 5 p. (Circular Técnica, 157).

WENDLING, I.; XAVIER, A. Influência do ácido indolbutírico e da miniestaquia seriada no enraizamento e vigor de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 921-930, ago. 2005.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A.; OLIVEIRA, M. L. Enraizamento de miniestaca caulinar e foliar na propagação vegetativa de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 351-356, maio 2003.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2009. 272 p.

XAVIER, A.; WENDLING, L.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. 2. ed. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2013. 279 p.

Contribuição de Autoria

1 – Maria Luiza de Azevedo

Engenheira Florestal, Ma.

<https://orcid.org/0000-0002-8771-3630> • marialuiza.eng01@gmail.com

Contribuição: Conceituação, Análise Formal, Investigação, Metodologia, Visualização, Escrita - primeira redação

2 – Miranda Titon

Engenheira Florestal, Dra., Professora

<https://orcid.org/0000-0002-5940-5390> • mirandatiton@gmail.com

Contribuição: Conceituação, Análise Formal, Investigação, Metodologia, Administração do projeto, Recursos, Supervisão, Escrita - revisão e edição

3 – Evandro Luiz Mendonça Machado

Engenheiro Florestal, Dr., Professor

<https://orcid.org/0000-0002-9301-5257> • machadoelm@gmail.com

Contribuição: Conceituação, Investigação, Escrita - revisão e edição

4 – Sebastião Lourenço de Assis Júnior

Engenheiro Florestal, Dr., Professor

<https://orcid.org/0000-0003-2272-4897> • lourencoufvjm@gmail.com

Contribuição: Conceituação, Escrita - revisão e edição

5 – Eliane Cristina Sampaio de Freitas

Engenheira Florestal, Dra., Professora

<https://orcid.org/0000-0003-3460-8586> • elianesampaiofreitas@hotmail.com

Contribuição: Conceituação, Escrita - revisão e edição

Como citar este artigo

Azevedo, M. L.; Titon, M.; Machado, E. L. M.; Assis Júnior, S. L.; Freitas, E. C. S. Influência do ácido indolbutírico no enraizamento de miniestacas caulinar e foliar de mogno-africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.). *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 898-919, 2021. DOI 10.5902/1980509837225. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509837225>. Acesso em: xx mês-abreviado 2021.