

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

IGOR DE SOUZA BITÚ

ÁCIDO INDOLBUTÍRICO NA MINIESTAQUIA DE *Libidibia ferrea*
(MART. EX TUL) L. P. QUEIROZ

RECIFE

2019

IGOR DE SOUZA BITÚ

**ÁCIDO INDOLBUTÍRICO NA MINIESTAQUIA DE *Libidibia ferrea*
(MART. EX TUL) L. P. QUEIROZ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Ricardo Gallo

**RECIFE
2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B624

Bitú, Igor de Souza Bitú

Ácido indolbutírico na miniestaquia de Libidibia ferrea (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz / Igor de Souza Bitú Bitú. -
2019.

40 f. : il.

Orientador: Ricardo Gallo.

Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em
Engenharia Florestal, Recife, 2019.

1. AIB. 2. Enraizamento de estacas. 3. Jucá. 4. Pau-ferro. 5. Propagação vegetativa. I. Gallo, Ricardo, orient. II. Título

CDD 634.9

IGOR DE SOUZA BITÚ

**ÁCIDO INDOLBUTÍRICO NA MINIESTAQUIA DE *Libidibia ferrea*
(MART. EX TUL) L. P. QUEIROZ**

Aprovado em 05 de dezembro de 2019

BANCA EXAMINADORA

Dra. Eliane Cristina Sampaio de Freitas
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Examinadora

MSc. Guilherme Ferreira Simiqueli
Universidade Federal de Viçosa
Examinador

Dr. Ricardo Gallo
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Orientador

**RECIFE
2019**

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a minha família, que significam tudo para mim, em especial meu pai, Francisco e minha mãe Hilma, que sempre prestaram todo o apoio necessário para que pudesse chegar até aqui, me dando condições e oportunidades que muitos não tiveram, sem esquecer obviamente do meu irmão Rafael, que também sempre esteve comigo. E claro, não poderia deixar de mencionar todos os outros familiares que estiveram sempre apoiando e principalmente cobrando.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, ao nosso departamento e em especial a todos os docentes e funcionários que fazem com que esse departamento seja o que é.

Aos colegas de curso, hoje companheiros e companheiras de profissão, em especial a todos aqueles que estiveram ao meu lado durante a maior parte do percurso.

Ao orientador Ricardo Gallo, por ter topado logo de cara nosso projeto, e em muitos momentos subsidiado nossas pesquisas. Aos amigos Bruno, Eliane, Lidiane, Lucas, Marcos e Paulo companheiros e companheiras de linha de pesquisa, que ajudaram bastante.

Aos meus amigos e amigas de longa data, que vem me cobrando sempre, Alyne Arruda, Ana Paula, Gustavo, Rafael e Vinícius.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mudanças de <i>Libidibia ferrea</i> após o plantio nos recipientes definitivos.	18
Figura 2. Casa de sombra no viveiro florestal da UFRPE.....	20
Figura 3. Estrutura para manutenção de tubetes em pleno sol.	21
Figura 4. Produtividade do jardim clonal de <i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz, após 60 dias de instalação do jardim clonal.	23
Figura 5. Presença de raiz no fundo do tubete (%) nas estacas de <i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz após 40 dias em casa de vegetação.	24
Figura 6. Linha de tendência e equação das variáveis Vigor (A), Brotação (B), Tamanho do broto (C), número de folhas (D), presença raiz no fundo do tubete (E) e número de raízes aparentes no fundo do tubete (F), de <i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz após 35 dias em casa de sombra.	26
Figura 7. Linha de tendência e equação das variáveis Presença de Folha Inicial (A), Número de Brotos (B), Tamanho dos Brotos (C) e Número de folhas (D) de <i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz após 100 dias.	28
Figura 8. Linha de tendência e equação das variáveis presença de presença de calo (A), número de raízes (B), tamanho de raiz (C) e volume de raiz (D) de <i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz ao final de 100 dias.....	29
Figura 9. Linha de tendência e equação da massa seca de <i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz ao final de 100 dias.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resumo da análise de variância em cada fase da pesquisa.....	22
-------------------------------------------------------------------------------	----

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE TABELAS	6
RESUMO	8
ABSTRACT	9
INTRODUÇÃO	10
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
O pau-ferro	12
Propagação de espécies nativas	13
Jardim clonal e minijardim clonal	14
Estaquia, seleção e qualidade de estacas	15
Reguladores de crescimento para enraizamento	16
METODOLOGIA	18
Instalação do jardim clonal	18
Estaquia em casa de vegetação	19
Casa de sombra	20
Pleno sol	20
Estatísticas	21
RESULTADOS	22
Produtividade de Estacas	23
Casa de Vegetação	23
Casa de Sombra	24
Pleno Sol	27
DISCUSSÃO	31
CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34

RESUMO

O pau-ferro, *Libidibia ferrea* (Mart. Ex Tul.) L. P. Queiroz, é uma árvore nativa do Brasil encontrada na Caatinga, no Cerrado e na Mata Atlântica. Na região Nordeste tem diversos usos, desde energia (lenha e carvão), até construções, cercas, forragem e medicinal. As suas sementes apresentam dormência que deve ser quebrada por escarificação caso se queira uma germinação acima de 50 %, justificando o uso do processo de produção de mudas por miniestaqueia. Desta maneira, o objetivo deste trabalho é avaliar a viabilidade de propagação vegetativa para a espécie e definir uma concentração de ácido indolbutírico para futuras avaliações. As avaliações foram feitas no viveiro do departamento de ciência florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) em Recife, onde foi montado um jardim clonal seminal para obtenção das estacas que seriam testadas em relação à influência do uso do ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento da espécie. O experimento foi conduzido por um período de 100 dias, de modo a observar seu desenvolvimento em 3 fases, casa de vegetação (40 dias), onde foi avaliada a mortalidade de estacas, presença de brotação, vigor dos brotos e a presença de raiz no fundo dos tubetes, casa de sombra (35 dias), onde foi avaliada a mortalidade das estacas, brotação, vigor do broto, presença de raiz no fundo do tubete, número de folhas e tamanho do broto, e pleno sol (25 dias), onde foi avaliada a abscisão de folhas, a emissão de folhas, presença e tamanho dos brotos, formação de calo, número de raízes, tamanho da maior raiz, volume de raiz e massa seca da parte aérea, da raiz e da raiz mais calo. Após o final do experimento e avaliação das suas tendências e a derivação de suas equações se chegou à conclusão de que a *Libidibia ferrea* (Mart. Ex Tul.) L. P. Queiroz tem enorme potencial para a propagação vegetativa, onde a sobrevivência média ao final de 100 dias foi de quase 70 % e que a dosagem de 4000 mg L⁻¹ de AIB é a mais indicada para ajudar no enraizamento de suas estacas.

Palavras-chave: AIB, enraizamento de estacas, jucá, pau-ferro, propagação vegetativa.

ABSTRACT

The pau-ferro, *Libidibia ferrorea* (Mart. Ex Tul.) L.P. Queiroz, a tree native to Brazil, is found in the Caatinga, the Cerrado and the Atlantic Forest. In the Northeast region it has several uses, from energy (firewood and charcoal), to construction, fences, forage and medicine. Its seeds present dormancy that must be broken by scarification if a germination above 50% is desired, justifying the use of the seedling production process by mini-cutting. Thus, the objective of this work evaluate the viability of vegetative propagation for species and to define a concentration of indolbutyric acid for future evaluations. The evaluations were carried out in the nursery of the forest science department of the Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) in Recife, where a seminal clonal garden was set up to obtain the cuttings that would be tested for the influence of the use of indolbutyric acid (IBA) in the rooting of the species. The experiment was conducted for a period of 100 days in order to observe its development in 3 phases, house of vegetation (40 days), where the mortality of cuttings, presence of sprouting, vigor of sprouts and the presence of root at the bottom of the tubetes, house of shade (35 days), where the mortality of cuttings was evaluated, sprouting, vigor of the shoot, presence of root at the bottom of the tube, number of leaves and size of the shoot, and full sun (25 days), where the abscission of leaves, emission of leaves, presence and size of the shoots, formation of callus, number of roots, size of the largest root, volume of root and dry mass of the aerial part, the root and the most callus root were evaluated. After the end of the experiment and the evaluation of its trends and the derivation of its equations, it was concluded that *Libidibia ferrea* (Mart. Ex Tul.) L. P. Queiroz has enormous potential for vegetative propagation, where the average survival at the end of 100 days was almost 70% and that the dosage of 4000 mg L⁻¹ of IBA is the most indicated to help in the rooting of its cuttings.

Keywords: IBA, rooting of piles, jucá, pau-ferro, vegetative propagation.

INTRODUÇÃO

O pau-ferro, *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz, também conhecido pelo sinônimo *Caesalpinia férrea* Mart. ex Tul, é uma árvore endêmica, encontrada na região Nordeste e Sudeste do Brasil, distribuída entre os domínios fitogeográficos da Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (LEWIS, 2015). É uma árvore nativa de grande importância na região nordeste do Brasil, apresentando diversos usos pela população local, dentre eles, uso medicinal (ALVES; SANTOS, 2016), construção, veterinário, combustível (lenha e carvão) e como forragem para animais (CARVALHO et al., 2012).

Na área de medicina, o pau-ferro apresenta diversos usos, dentre eles antimicrobiano (MAGALHÃES 2015), redução de glicemia (SOUZA, 2017), larvicida (CAVALHEIRO et al., 2009) e complemento nutricional (SILVA et al., 2010).

Para uma germinação superior a 50 % o pau-ferro necessita de quebra de dormência, pelo do processo de escarificação física (DANTAS et al., 2015). A diferença de forma e tamanho da semente também afeta sua capacidade germinativa e velocidade de germinação, onde sementes arredondadas e de maior espessura tem maior qualidade fisiológica (BIRUEL; PAULA; AGUIAR, 2010).

A maior parte da produção de mudas de espécies nativas brasileiras provém de sementes, e muitas delas apresentam algum tipo de limitação para atender a demanda comercial por mudas. A propagação vegetativa por enraizamento de estacas e o resgate de espécies florestais brasileiras ainda é pouco conhecido, podendo a multiplicação vegetativa por material juvenil de origem seminal torna-se uma alternativa para a produção de mudas durante todo o ano (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2013).

A propagação vegetativa é amplamente difundida e utilizada pelas grandes empresas florestais, porém ainda há uma forte demanda por parte de pequenos produtores, viveiristas, cooperativas, organizações não governamentais (ONGS) e instituições de pesquisa e desenvolvimento. A importância dessas técnicas na produção de mudas florestais é facilmente confirmada ao se observar que a maioria das florestas plantadas de eucaliptos é oriunda de mudas obtidas por métodos de propagação vegetativa (FERRARI; GROSSI; WANDLING, 2004)

Com todos esses usos, a problemática da dormência e seleção das sementes, a propagação vegetativa, pela técnica de miniestaquia pode vir a ser uma maneira de ampliar a oferta de mudas de pau-ferro, incentivando a produção de mudas para repor os estoques da

espécie. Dessa forma, é importante avaliar a viabilidade da reprodução do pau-ferro pela técnica de miniestaquia, e a ação de reguladores de crescimento como o ácido indolbutírico (AIB) na eficácia do enraizamento e sobrevivência das estacas.

Deste modo, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o enraizamento de *Libidibia ferrea* pelo processo de miniestaquia, determinando a viabilidade da técnica de miniestaquia e a melhor concentração de AIB para a propagação vegetativa para esta espécie, em função de avaliações do desenvolvimento de raiz e da parte aérea das estacas.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O pau-ferro

A *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz, também conhecida pelo seu basônimo *Caesalpinia ferrea* Martius, popularmente conhecido como pau-ferro ou Jucá, é uma árvore nativa, endêmica do Brasil, com distribuição geográfica nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte na região Nordeste e Espírito Santo, Minas Gerais e Rio de Janeiro na região Sudeste do Brasil, encontrando-se distribuída entre os domínios fitogeográficos da Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (LEWIS, 2015).

O pau-ferro é tolerante a seca e tem um crescimento de moderado a rápido, com incremento médio anual (IMA) variando de 10,55 a 17,20 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ aos 22 anos de idade. A espécie pode chegar a 30 metros de altura e diâmetro de até 150 centímetros, a densidade de sua madeira é alta, variando de 1,12 a 1,27 g cm³, e o valor de sua madeira já variou entre R\$ 136,67 e R\$ 570,00 reais (2014/2015) o metro cúbico (CAMPOS FILHO; SARTORELLI, 2015).

Em Mossoró-RN (5°11' Sul, 37°20' Oeste), foi testado em plantio experimental o crescimento em altura e diâmetro da base de mudas de pau-ferro, encontrando um crescimento de 0,55 a 0,62 metros de altura e 0,71 a 0,95 centímetros de diâmetro da base em medições aos 6 e 9 meses, respectivamente. Resultado este, inferior ao de outras espécies utilizadas no mesmo experimento, como teca (*Tectona grandis* L. F.), eucalipto (*Eucalyptus* sp) e sabiá (*Mimosa caesapiniifolia* Benth.) (DIÓGENES, 2019).

Em um estudo sobre plantas usadas em uma comunidade no agreste paraibano, foi observado que a população da região utiliza sua madeira com diversas finalidades, entre elas, combustível (lenha e carvão), construção, forragem, medicinal e veterinário (CARVALHO et al., 2012). Outros usos incluem ainda a fabricação de arcos para instrumentos de corda (ANGYALOSSY; AMANO; ALVES, 2005).

Seu potencial farmacêutico tem sido estudado em diferentes trabalhos, tendo sido registrado que o estrato aquoso das sementes tem capacidade de degradar celulose e amido, além de atividade larvicida contra *Aedes aegypti* (CAVALHEIRO et al., 2009). A pomada feita a partir do seu caule apresentou possível atividade antimicrobiana (OLIVEIRA et al., 2010), atividade essa, também relatada a partir de extrato de suas folhas (MAGALHÃES 2015).

Foi registrado ainda o potencial de uso da casca de seus frutos e de suas folhas como complemento alimentar de ferro, manganês e zinco por apresentar uma concentração maior que outras plantas medicinais utilizadas comumente pela população (SILVA et al., 2010), além de contribuição significativa na redução dos níveis de glicemia e aumento de captação de glicose nos tecidos em experimentos com ratos (SOUZA, 2017).

Estudo na cidade de Mossoró-RN (5°11' Sul, 37°20' Oeste) com estacas lenhosas, semilenhosas, herbáceas e de raiz, com comprimentos variando de 10 a 18 cm, e duas regas diárias, concluiu que é possível se propagar a espécie por estaquia, com enraizamento de até 30 % para estacas de mudas de 6 meses de idade e até 85 % para estacas obtidas de raízes (SANTOS et al., 2016). Este baixo enraizamento de estacas confirma a importância de avaliar a técnica de miniestaquia para a espécie.

Propagação de espécies nativas

A produção de mudas a partir de sementes representa grande parte das mudas de árvores nativas, e muitas delas apresentam algum tipo de limitação para atender a demanda comercial por mudas (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2013). A dormência é uma estratégia para distribuição da germinação ao longo do tempo, em geral, pode se dar pela dispersão de sementes em diferentes estágios de maturação, pela dependência de fatores ambientais para sua superação ou por dormência embrionária (FOWLER; BIANCHETTI, 2000).

A propagação vegetativa de espécies florestais utiliza vários métodos em nível comercial, onde os principais são estaquia, micropropagação, microestaquia, miniestaquia e enxertia (FERRARI; GROSSI; WANDLING, 2004).

Estudos em espécies nativas tem sido feito para diversas espécies, alguns exemplos são erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. ST. – Hil.) (WENDLING; SOUZA JUNIOR, 2009), pau-brasil (*Paubrasilia echinata* (Lam.) Gagnon, H. C. Lima & G. P. Lewis.) (ENDRES et al., 2007), araucária (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze.) (PIRES; WENDLING; BRONDANI, 2013), aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi.) (HOLANDA et al., 2012) e cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) (XAVIER et al., 2003).

Um dos maiores desafios da propagação em espécies nativas é a impossibilidade de decepta da árvore selecionada, a reprodução a partir de material juvenil de origem seminal é uma alternativa, viabilizando a produção de mudas durante todo o ano (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2013).

Estudo conduzido com estacas de 12 espécies arbóreas da Floresta Nacional de Irati, Paraná, com AIB e enraizante natural comercial encontrou resultados entre 2 % e 69 % de enraizamento, onde metade das espécies obteve taxas de enraizamento superior a 30 %. O tratamento com AIB proporcionou melhor resultado em uma das espécies, enquanto o enraizante natural em 3 e ainda 4 das espécies apresentaram propensão natural ao enraizamento de estacas (INOUE; PUTTON, 2007)

Para a propagação do Guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess.), a miniestaquia se mostrou bastante viável, com índice de enraizamento superior a 85 % independentemente do uso de reguladores de crescimento para enraizamento, havendo uma redução no tempo de enraizamento a depender do tipo de substrato (SILVA et al., 2010).

A não necessidade de reguladores, em especial do AIB, também foi relatada para a erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire), que teve valores médios de 75 % de sobrevivência aos 120 dias com estacas oriundas de material de origem seminal (WENDLING; SOUZA JUNIOR, 2009) e para cedro rosa (*Cedrela fissilis* Vell.) com até 79 % de sobrevivência aos 120 dias com estacas de material de origem seminal (XAVIER et al., 2003). Enquanto que para *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax o tratamento com 8000 mg L⁻¹ de AIB teve o melhor resultado, ainda que baixo (14 %), (FERREIRA et al., 2009).

A variedade de resultados encontrados para a eficácia do uso de reguladores de crescimento como o ácido indolbutírico (AIB) em árvores nativas sugere a necessidade de se ampliar os estudos.

Jardim clonal e minijardim clonal

A propagação vegetativa é uma prática consagrada, na qual são desenvolvidos indivíduos com características mais desejáveis, com maior produção e qualidade. As plantas obtidas por propagação vegetativa são geneticamente iguais entre si, tendo suas diferenças causadas apenas pelo ambiente (CAVALCANTI JÚNIOR; BARROS, 2002).

Por força da lei, entende-se por jardim clonal o “conjunto de plantas, matrizes ou básicas, destinado a fornecer material de multiplicação de determinada cultivar” (BRASIL, 2003).

Estes jardins são pomares formados por matrizes selecionadas para a produção de propágulos de qualidade que mantenham as características genotípicas da matriz por meio da reprodução assexuada (CAVALCANTI JÚNIOR, 2000).

Os jardins clonais têm como objetivo a produção de material de propagação de caráter juvenil e vigor vegetativo, sendo utilizado para obtenção de propágulos para outros métodos como estaquia, enxertia e cultivo *in vitro*. (CARVALHO; SILVA, 2012).

A instalação de um minijardim clonal tem como diferencial a redução de área e o aumento na produtividade de propágulos vegetativos quando comparado com os jardins clonais convencionais (HIGASHI; SILVEIRA; GONÇALVES, 2000). A montagem do minijardim clonal pode ser feita em diversos tipos de recipientes, como exemplo, vasos de polipropileno de variados volumes, caixas de fibra de vidro variadas e canaletões de fibrocimento (HIGASHI; SILVEIRA; GONÇALVES, 2002).

Estaquia, seleção e qualidade de estacas

O processo de propagação vegetativa por segmentos de ramos, folhas e raízes em um meio adequado para enraizamento e desenvolvimento é chamado de estaquia (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2013). Por meio de um processo complexo de expressões gênicas, anatômicas e fisiológicas, células vegetais na base das estacas, chamadas de totipotentes, sofrem desdiferenciação e são redirecionadas para a formação de meristemas, originando raízes adventícias (ALFENAS et al., 2009).

Essa técnica de propagação é amplamente empregada em espécies de valor comercial, podendo ser viável a propagação de espécies nativas em grande quantidade em um curto espaço de tempo. Também tem como vantagem a manutenção de características genotípicas e produção de mudas em espécies com reprodução sexuada difícil. Porém, traz a desvantagem de restringir a variedade genética e sistema radicular fasciculado (OLIVEIRA et al., 2001).

Para um bom desenvolvimento das estacas é importante atentar para o genótipo, condições fisiológicas e nutricionais da planta matriz a fornecer as estacas e condições ambientais, em especial luminosidade, temperatura e umidade (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2013).

É recomendado o uso de casa de vegetação para proporcionar condições favoráveis a propagação vegetativa, em especial em relação à umidade e temperatura. Sendo recomendado que a umidade tenha valores superiores a 80 %. A etapa seguinte é a de casa de sombra, estrutura em geral com sombreamento de 50 %. Após essa aclimatação, as mudas

são transferidas para área de pleno sol, onde completam seu crescimento até o momento do plantio ou venda das mudas (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2013).

A miniestaquia pode ser dividida em 5 fases, produção de brotos, enraizamento, aclimação a sombra, crescimento e rustificação. Para a garantia da qualidade desses clones é importante avaliar fatores como altura, diâmetro do coleto, número de folhas, sanidade, nutrição e sistema radicular (ALFENAS et al., 2009).

Reguladores de crescimento para enraizamento

Para acelerar e aumentar a quantidade e qualidade de raízes pode-se utilizar tratamento com reguladores de crescimento ou outras substâncias durante o tratamento das estacas. Alguns exemplos são o ácido indolacético (AIA), ácido naftalenoacético (ANA) e ácido indolbutírico (AIB) (OLIVEIRA et al., 2001). Xavier, Wendling e Silva (2013) classificam essas substâncias como Auxinas, e para as citocininas dão como exemplo o furfuriloamino-purina (KIN), o Isopenteniladenina (2iP) e o benzilaminopurina (BAP).

O uso de auxinas promove aumento da resposta, porém, após certo nível pode ter efeito inibitório, de modo geral, uma alta relação entre a auxina e citocinina favorece o enraizamento, a baixa relação favorece brotações e o alto nível de ambas favorece o aparecimento de calos (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2013).

Estudo com o uso de ácido indolbutírico (AIB) em estacas de dois cultivares de amoreira preta (*Rubus sp. L.*) durante 15 segundos mostrou que para a cultivar “Guarani” a aplicação de 2000 mg L⁻¹ de AIB aumentou o percentual de enraizamento, brotação, número de folhas, número de brotos e peso da matéria seca das brotações, enquanto para a cultivar “Brazos” os maiores valores foram nas estacas não tratadas com AIB (VILLA et al., 2003).

Para a Guabiroba (*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg.) as estacas lenhosas tem melhor resultado que estacas herbáceas, assim como a época da colheita influencia diretamente na eficiência da indução hormonal, sendo o tratamento de 1000 mg L⁻¹ de ácido indolacético (AIA) o mais eficaz (MARTINS et al., 2015).

No caso do paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) além da influência do AIB, se notou que a parte da planta de onde a estaca era retirada influenciava no resultado do enraizamento, sendo que para estacas da base se recomenda a utilização de 2.545,71 ppm de AIB e 3.979,71 ppm para estacas da região mediana, enquanto as estacas apicais foram consideradas impróprias (ROSA; PINHEIRO, 2001).

O pau brasil (*Paubrasilia echinata* (Lam.) Gagnon, H. C. Lima & G. P. Lewis.) apresentou um maior índice de enraizamento com o uso de AIB e AIA por via líquida, enquanto teve um resultado inferior, até mesmo em comparação ao controle, quando as auxinas foram disponibilizadas em forma de pó. Por via líquida, tanto a concentração de 2500 quanto a de 5000 mg L⁻¹ de ambos os tratamentos tiveram resultados superiores ao controle (ENDRES et al., 2007).

A variedade de resultados encontrados mostra que os reguladores de crescimento apresentam diferentes respostas para cada espécie, para diferentes tipos de estacas e para diferentes modos de aplicação.

METODOLOGIA

Instalação do jardim clonal

Para instalação do jardim clonal foram escolhidas 40 mudas produzidas de uma única matriz, por via seminal, procedentes do município de Tamandaré-PE, com tamanho aproximado de um metro. Essas mudas foram transportadas para o viveiro florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, onde foram aclimatadas durante 15 dias até serem transferidas para os recipientes definitivos. Foram então, plantadas em vasos de 5,5 litros, com uma mistura de substrato comercial, vermiculita e solo de textura argilosa em uma relação de 2:1:1.

Após o plantio nos vasos foram alocadas em uma bancada na casa protegida do viveiro (Figura 1), onde após período de um mês com regas dia sim dia não (em função da umidade do substrato) foram disponibilizadas em quatro blocos de nove plantas, mantendo o mesmo regime de regas até o início do experimento. As mudas remanescentes foram mantidas separadas caso houvesse morte de algum indivíduo antes do início dos experimentos.

Figura 1. Mudanças de *Libidibia ferrea* após o plantio nos recipientes definitivos.



Após esse tempo, foi realizada a nutrição com 20 gramas de NPK 15-09-12 da Forth Cote, que além dos 15 % de nitrogênio (N), 9 % de fósforo (P) e 12 % de potássio (K) garante ainda 1,3 % de magnésio (Mg), 6 % de enxofre (S), 0,05 % de cobre (Cu), 0,46 % de ferro (Fe), 0,06 % de manganês (Mn) e 0,02 % de molibdênio (Mo). Após mais um mês foi feita aplicação do inseticida Evidence 700 WG que foi repetida após uma semana. Para o início das avaliações foi respeitado um período de 30 dias entre a aplicação de reforço e o corte de indução de brotações.

Para a obtenção de estacas foram avaliados 3 tratamentos, corte a 15 cm da base, quebra a 30 cm da base com corte aos 45 cm e corte aos 45 cm da base. Os tratamentos foram realizados de maneira aleatória em 3 das 9 plantas de cada bloco do jardim clonal. Após 60 dias, no momento da coleta das estacas, foi feita uma avaliação quantitativa de brotos e de estacas produzidas por cada indivíduo.

Estaquia em casa de vegetação

Foram selecionadas 160 estacas semilenhosas, as quais foram divididas em 4 blocos e 4 tratamentos. Os tratamentos avaliados foram, 0 mg L⁻¹ (controle), 1000 mg L⁻¹, 2500 mg L⁻¹, 5000 mg L⁻¹ ácido indolbutírico (AIB), totalizando 10 repetições (estacas) por tratamento por bloco. As concentrações de AIB foram usadas por via líquida, sendo dissolvidas em hidróxido de sódio (NaOH).

As estacas foram coletadas com 7 centímetros de comprimento, contendo uma única folha, que foi cortada de maneira a deixar apenas os dois folíolos mais próximos da estaca. Cada estaca ficou com base imersa no AIB por 1 minuto sendo estaqueada logo em seguida em uma mistura 1:1 de substrato comercial e vermiculita, sendo então mantidas em casa de vegetação fechada com plástico translúcido e rega automatizada de hora em hora das 7 h às 17 h com uma rega extra as 12:30 h, 3 minutos por vez, mantendo o ambiente controlado com uma média de umidade de 96,30 % e temperatura média de 27,09 °C.

Após 40 dias de casa de vegetação, foram avaliadas quanto a mortalidade das estacas (%), presença de brotação (%), vigor dos brotos e presença de raiz no fundo dos tubetes (%) e transferidas para casa de sombra.

Para avaliar o vigor foi criado um padrão de qualidade de 4 níveis (1 a 4), onde o nível 1 equivalia a um broto totalmente murcho e escurecido, o nível 2 a um broto com folhas muito danificadas, porém, com o broto e a gema com aparência vistosa, o nível 3 brotos

vistosos, mas sem nenhuma folha totalmente aberta e o nível 4 onde o broto se apresentava tenro e com folhas totalmente abertas.

Casa de sombra

As estacas foram mantidas por 35 dias na casa de sombra coberta com sombrite 50% (Figura 2) e com o mesmo tempo de regas, sendo avaliadas ao final do período quanto a mortalidade das estacas (%), brotação (%), vigor, que foi avaliado pela mesma metodologia utilizada na casa de vegetação, presença de raiz no fundo do tubete (%), número de raízes visíveis no fundo do tubete, número de folhas totalmente abertas e tamanho do broto (cm). Sendo transferidos para pleno sol após o período.

Figura 2. Casa de sombra no viveiro florestal da UFRPE



Pleno sol

Nesta etapa, foi mantido o mesmo regime de rega da casa de sombra durante mais 25 dias antes da avaliação final (Figura 3).

Ao final do período em pleno sol, foi avaliado a presença da folha deixada no início do estaqueamento (abscisão de folhas), o número de brotação por estaca, o tamanho dos brotos (cm), a quantidade de folhas dos brotos (emissão de folhas), a presença da estaca no tubete, a mortalidade das estacas (%), a presença de calos na base da estaca (%), o número de raízes, tamanho da maior raiz (cm), volume de raiz (ml) determinado por diferença de

volume em proveta de 25 ml, a massa seca da parte área (g), de raiz mais calo (g) e apenas da raiz. Para a obtenção da massa seca o material foi disposto em estufa com circulação interna a 70 ° C durante 3 dias e posterior pesagem em balança analítica.

Figura 3. Estrutura para manutenção de tubetes em pleno sol.



Estatísticas

As análises de variâncias foram processadas em software R versão 3.5.3 (R Core Team, 2019) com auxílio do pacote ExpDes versão 1.2.0 (Ferreira et al, 2018). Foi realizado o teste de Shapiro-Wilk para a normalidade residual e o teste de O'Neill e Mathews para homogeneidade de variâncias, ambos com 5 % de significância. Para variáveis significativas perante análise de variância, foram processadas o teste de média Tukey a 5 % de significância para as qualitativas, e foram geradas equações de regressão para as variáveis quantitativas.

RESULTADOS

Análise de Variância

O resultado da análise de variância mostrou que não houve diferença estatística para os tratamentos avaliados na fase de jardim clonal (corte a 15 cm da base, quebra a 30 cm da base com corte aos 45 cm e corte aos 45 cm da base). Para fase de casa de vegetação foi encontrada diferença estatística apenas para a variável raiz no fundo do tubete (RFT). Para casa de sombra (Sombrite 50 %) e pleno sol, apenas a mortalidade das estacas (M. Estacas) não foi significativa. Para massa seca, todas as avaliações foram significativas. O resumo da análise de variância pode ser observado a seguir (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância em cada fase da pesquisa.

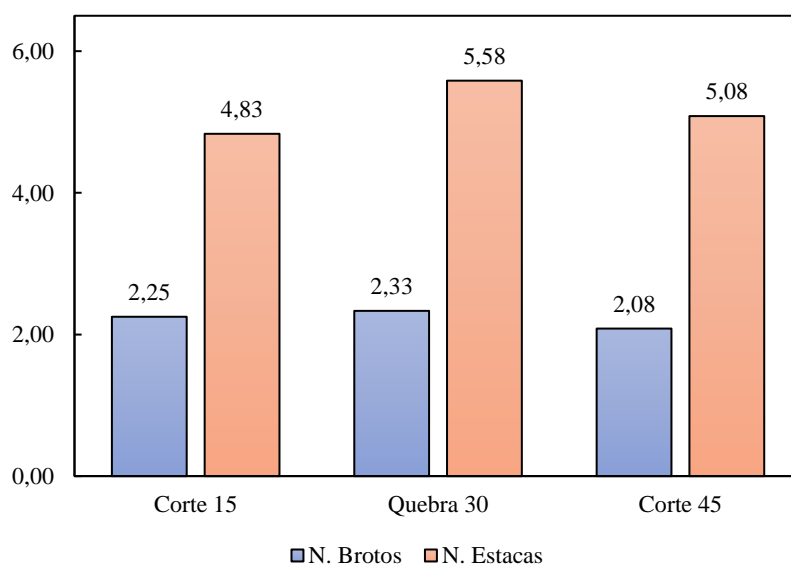
Jardim Clonal	p Valor	Pleno Sol	p Valor
N. Brotos	0,52274	M Estacas	0,119307
N. Estacas	0,77462	F. Inicial	0,0101362*
		N. Brotos	0,019691*
		T. Broto	0,01371*
		N. Folhas	0,00977*
		P. Calo	0,003845*
		N. Raiz	0,0438*
		T. Raiz	0,00115*
		V. Raiz	0,000338*
Casa de Vegetação	p Valor	Massa Seca	p Valor
M. Estacas	0,78345	MS. Aérea	0,020834*
Vigor	0,26077	MS. Raiz	0,000353*
Brotação	0,22665	MS. Raiz + Calo	0,0005705*
RFT	0,00148*		
Casa de Sombra	p Valor		
M. Estacas	0,44309		
Vigor	0,000681*		
Brotação	0,00048*		
T. Broto	0,000726*		
N. Folhas	0,005983*		
RFT	0,0004*		
N. RFT	0,000345*		

*Significativo a 5 % de probabilidade.

Produtividade de Estacas

Na colheita das estacas, feita 60 dias após os tratamentos realizados na condução do jardim (corte a 15 cm da base, quebra a 30 cm da base com corte aos 45 cm, e corte aos 45 cm da base), não foi encontrado diferença estatística para as características avaliadas de acordo com a análise de variância (Tabela 1). A Figura 4, mostra as médias das quantidades de brotos por planta por tratamento e o número médio de estacas obtidas por planta em cada tratamento.

Figura 4. Produtividade do jardim clonal de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz, após 60 dias de instalação do jardim clonal.



Casa de Vegetação

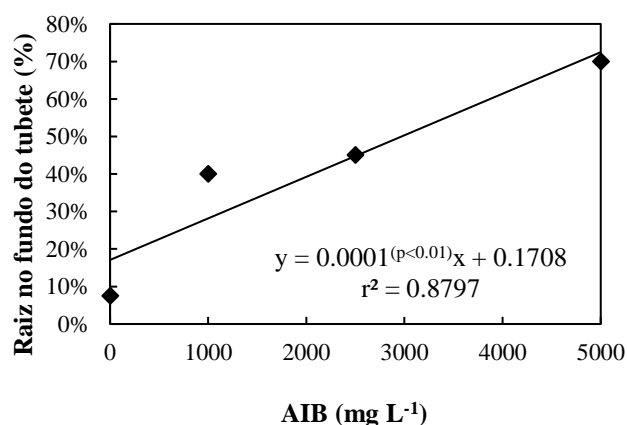
Ao final da etapa da casa de vegetação, conforme análise de variância (Tabela 1), o uso de AIB não gerou diferença estatística ($p > 0,05$) para as variáveis mortalidade de estacas, vigor e brotação.

A mortalidade das estacas na casa de vegetação foi de 2,5 % para todos os tratamentos, exceto o de 1000 mg L⁻¹ que apresentou 0 % de mortalidade.

O vigor apresentou valores de 0,2 para o controle (sem AIB), 0,975 para a dose mais baixa de AIB, 0,725 para a dose intermediária e 1,25 para maior dose de AIB.

Nesta fase, o aumento expressivo da presença de raízes no fundo do tubete gerou diferença estatística ($p \leq 0,05$) (Tabela 1), demonstrando relação entre o maior enraizamento das estacas e o aumento da concentração de AIB (Figura 5).

Figura 5. Presença de raiz no fundo do tubete (%) nas estacas de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz após 40 dias em casa de vegetação.



Casa de Sombra

Na fase de casa de sombra não houve diferença estatística ($p > 0,05$) apenas em relação a mortalidade (Tabela 1), os valores da mortalidade de estacas até o final da fase foram de 40 % para o controle (sem AIB), 20 % para o tratamento com 1000 mg L⁻¹ de AIB, 25 % para o tratamento com 2500 mg L⁻¹ AIB e 22,5 % para o tratamento com 5000 mg L⁻¹ AIB.

As linhas de tendência e equação para as variáveis brotação, vigor, tamanho do broto, número de folhas, presença de raiz no fundo do tubete e número de raízes aparentes no fundo do tubete podem ser vistas na Figura 6.

O vigor médio das mudas, em uma escala de 1 a 4, foi de 0,475 para o controle (sem AIB), 2,13 para a menor concentração de AIB, 1,8 para a concentração intermediária e 2,13 para a maior concentração de AIB. A curva de tendência do vigor em relação ao uso do AIB e a equação que melhor explica tem tendência quadrática e ao deriva-la se encontra o valor máximo da curva do nível de vigor na concentração de 4500 mg L⁻¹ de AIB onde o vigor obtido seria equivalente ao nível 3 (Figura 6A).

A média de brotação nas estacas na fase de casa de sombra foi de 20 % para o controle e 62,5 %, 62,5 % e 65 % para as crescentes doses de AIB. A tendência e a equação que

melhor explicam o comportamento da variável são quadráticas e ao derivar a equação, se encontra a máxima porcentagem de 75,4 % quando a concentração for de 3512,5 mg L⁻¹ de AIB (Figura 6B).

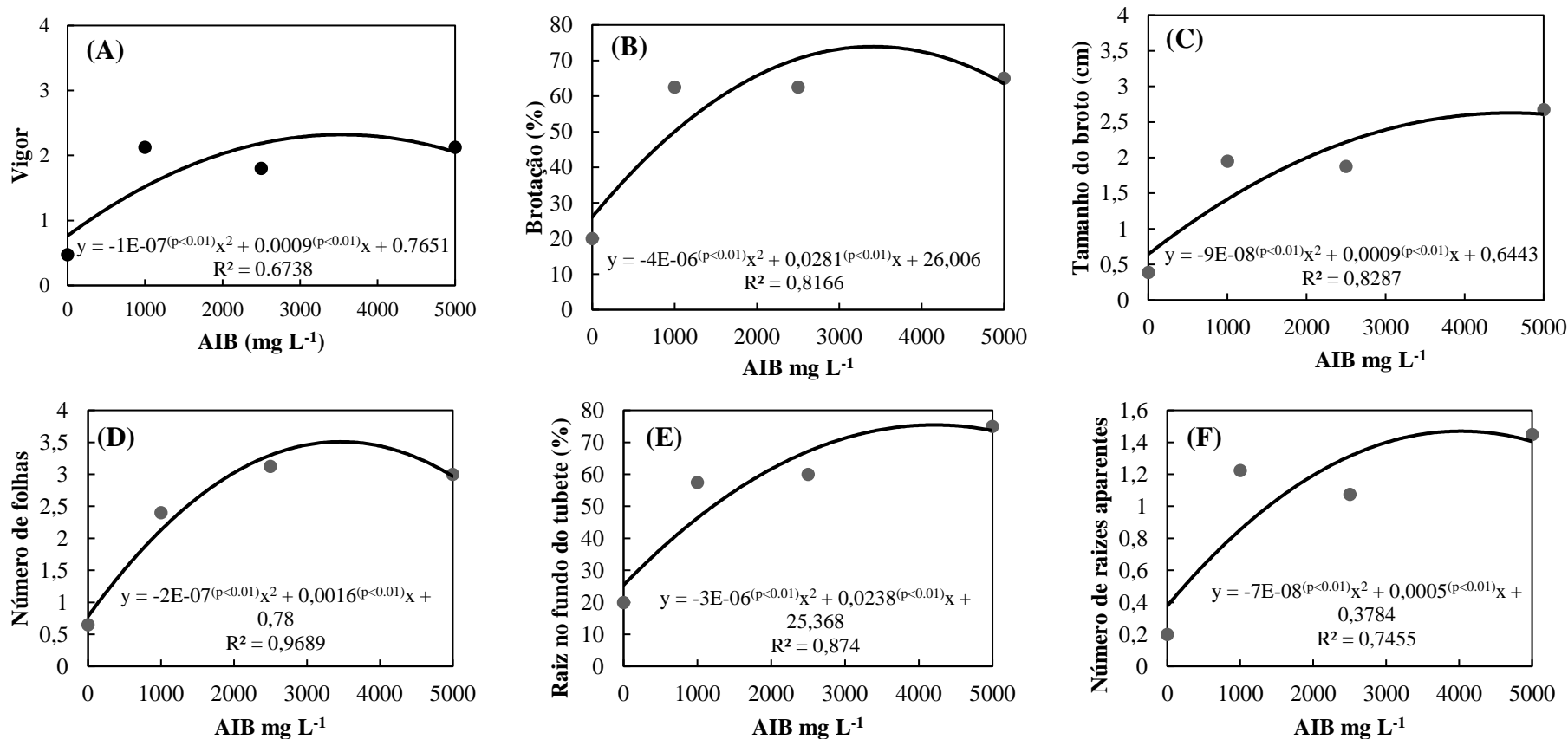
O tamanho médio em centímetros dos brotos após a fase de casa de sombra foi de 0,39 cm para o controle, 1,95 cm para 1000 mg L⁻¹, 1,88 cm para 2500 mg L⁻¹ e 2,68 cm para 5000 mg L⁻¹. Ao derivar a equação da linha de tendência o valor ótimo correspondeu a concentração de 5000 mg L⁻¹ de AIB, onde o valor calculado foi igual a 3 centímetros, resultado numericamente maior que a média obtida no experimento que foi de aproximadamente 2,7 centímetros (Figura 6C).

A quantidade média de folhas nas mudas foi de 0,65 folha para o controle, 2,4 folhas para a menor concentração de AIB, 3,13 folhas para a concentração intermediária e 3 folhas para a maior concentração. Após derivar a equação da linha de tendência se obteve o valor máximo de 4 folhas para a concentração de 4000 mg L⁻¹ de AIB (Figura 6D).

A presença de raiz no fundo do tubete foi de 20 % para o controle, 57,5 % para 100 mg L⁻¹, 60 % para 2500 mg L⁻¹ e 75 % para 5000 mg L⁻¹, esses resultados (Figura 10) mostram uma tendência quadrática para as concentrações avaliadas. Ao derivar a equação da linha de tendência encontramos o ponto máximo no nível de concentração de 3966,7 mg L⁻¹ de AIB com um valor de 72,6 % de raízes no fundo do tubete (Figura 6E).

A quantidade média de raízes encontrada no fundo dos tubetes foi de 0,2 para o controle e 1,225, 1,075 e 1,45 para as sucessivas doses de AIB, mostrando uma tendência quadrática que ao ser derivada se encontrou o ponto máximo na concentração de 3571,4 onde a média seria de 1,3 raiz por tubete (Figura 6F).

Figura 6. Linha de tendência e equação das variáveis Vigor (A), Brotação (B), Tamanho do broto (C), número de folhas (D), presença raiz no fundo do tubete (E) e número de raízes aparentes no fundo do tubete (F), de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz após 35 dias em casa de sombra.



Pleno Sol

A análise de variância da mortalidade das estacas não se mostrou significativa ($p > 0,05$), porém, a manutenção da folha deixada no momento do estaqueamento, o número e tamanho dos brotos, quantidade de folhas, presença de calos e o número de raízes emitidas na base das estacas, tamanho da maior raiz e volume de raiz apresentaram diferença entre os tratamentos ($p \leq 0,05$) (Tabela 1).

Ao final do experimento, as médias de mortalidade foram de 40 %, 22,5 %, 37,5 % e 27,5 % respectivamente para controle, e níveis de AIB em 1000, 2500 e 5000 mg L⁻¹. O controle teve uma mortalidade numericamente maior que os demais tratamentos, porém, enquanto os demais tratamentos tiveram alguma mortalidade registrada durante a fase que ficaram em pleno sol, o controle manteve ao final dessa fase a mesma quantidade de estacas vivas que ao final da fase da casa de sombra.

As linhas de tendência e equações das variáveis presença de folha inicial, número de brotos, tamanho dos brotos, número de folhas pode ser observado na Figura 7

A presença da folha que foi deixada no início do estaqueamento foi de 18 % para o controle, 37,5 % para 1000 mg L⁻¹, 45 % para 2500 mg L⁻¹ e 47,5 % para 5000 mg L⁻¹. Ao se derivar a equação da linha de tendência se chegou ao ponto de máxima em 4.225 mg L⁻¹ de AIB, com o valor de 55 % (Figura 7A).

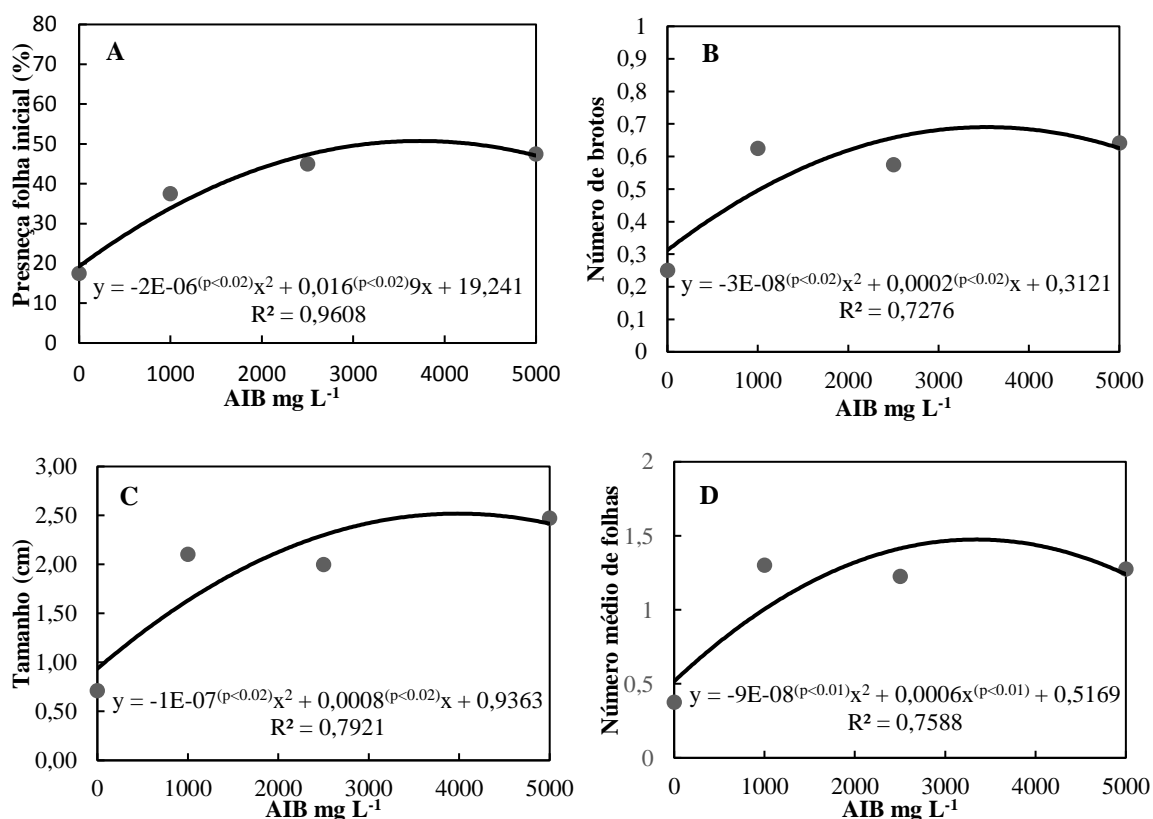
O número médio de brotos por muda foi de 0,25 para o controle, 0,625 para 1000 mg L⁻¹ de AIB, 0,575 para 2500 mg L⁻¹ de AIB e 0,641 para 5000 mg L⁻¹ de AIB, não se encontrando nenhuma muda com mais de um broto. Ao se derivar a equação da linha de tendência se encontra um ponto de máxima em 3333 mg L⁻¹ de AIB com o valor médio de número de brotos em 0,6454 (Figura 7B).

O tamanho médio dos brotos ao final do período de avaliação foi de 0,71 para o controle, 2,10 para 1000 mg L⁻¹ de AIB, 2,0 para 2500 mg L⁻¹ de AIB e 2,47 para 5000 mg L⁻¹ de AIB, A derivação da linha de tendência obteve ponto máximo de 4000 mg L⁻¹ de AIB com valor médio de 2,54 centímetros (Figura 7C). O maior broto encontrado tinha o valor de 9,5 centímetros, porém a mortalidade de algumas estacas e a variação de tamanho (CV = 33,64 %) baixaram a média.

O número médio de folhas ao final do período foi de 0,38 para o controle, 1,3, 1,23 e 1,28 para os sucessíveis níveis de AIB. Ao se derivar a equação da linha de tendência se encontra que o valor ótimo para o número médio de folhas é de 3333 mg L⁻¹ de AIB, com uma produção de 1,52 folhas por muda (Figura 7D). A diferença entre os níveis não parece

justificar o uso de doses mais altas de AIB quando a de 1000 mg L⁻¹ tem um resultado próximo (1,3 para 1000 e 1,52 para 3333 mg L⁻¹ de AIB).

Figura 7. Linha de tendência e equação das variáveis Presença de Folha Inicial (A), Número de Brotos (B), Tamanho dos Brotos (C) e Número de folhas (D) de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz após 100 dias.



As linhas de tendência e equações das variáveis presença de calo, número de raízes, tamanho de raiz e volume de raiz pode ser observado na Figura 8.

A presença de calo na base das estacas foi observada em 45 % das estacas do controle, 17,5 % das estacas com 1000 mg L⁻¹, 5 % das estacas com 2500 mg L⁻¹ e 5 % das estacas com 5000 mg L⁻¹. A tendência linear foi escolhida por realismo biológico, já que a equação quadrática daria uma presença negativa de calos em concentrações intermediárias (Figura 8A).

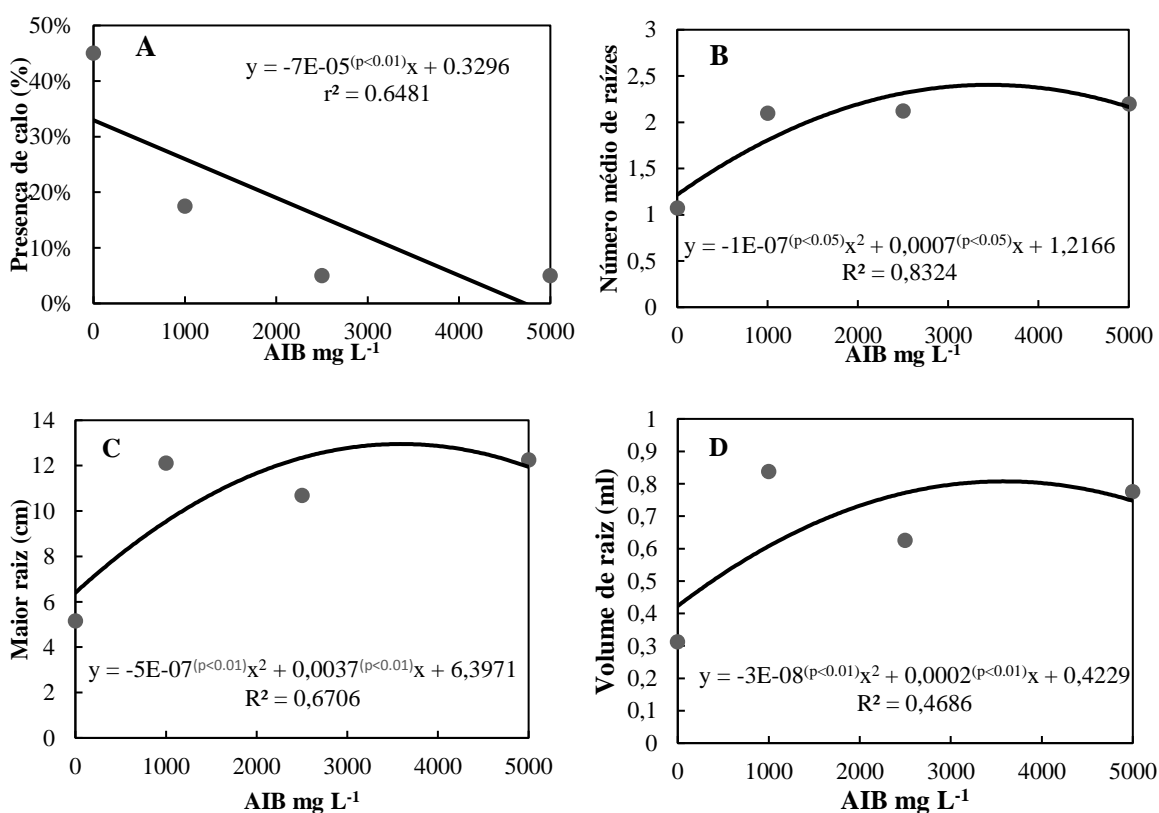
O número médio de raízes encontradas na base das estacas foi de em média 1,075 para controle, 2,1 para 1000 mg L⁻¹, 2,1 para 2500 mg L⁻¹ e 2,2 para 5000 mg L⁻¹. O que mostra que o AIB teve influência não só na velocidade em que as raízes apareceram, mas

também na quantidade de raízes adventícias geradas. Ao calcular o vértice da curva do número médio de raízes se encontra o valor máximo de 2,44 raízes com uma concentração de 3500 mg L⁻¹ de AIB (Figura 8B).

O tamanho médio da maior raiz para os tratamentos avaliados foi de 5,16 centímetros para o controle (sem AIB), 12,12 centímetros para 1000 mg L⁻¹ de AIB, 10,70 centímetros para 2500 mg L⁻¹ de AIB e 12,25 centímetros para 5000 mg L⁻¹ de AIB. O ponto máximo encontrado ao derivar a equação da linha de tendência é de 3700 mg L⁻¹ de AIB com um resultado de 13,24 centímetros (Figura 8C).

O volume médio das raízes, incluindo as estacas mortas, foi de 0,31 mL para o controle, 0,84, 0,63 e 0,78 mL para doses de AIB em ordem crescente. O valor máximo, calculado derivando a equação da linha de tendência do volume, foi de 0,76 no ponto 3333 mg L⁻¹ de AIB (Figura 8D).

Figura 8. Linha de tendência e equação das variáveis presença de presença de calo (A), número de raízes (B), tamanho de raiz (C) e volume de raiz (D) de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz ao final de 100 dias.



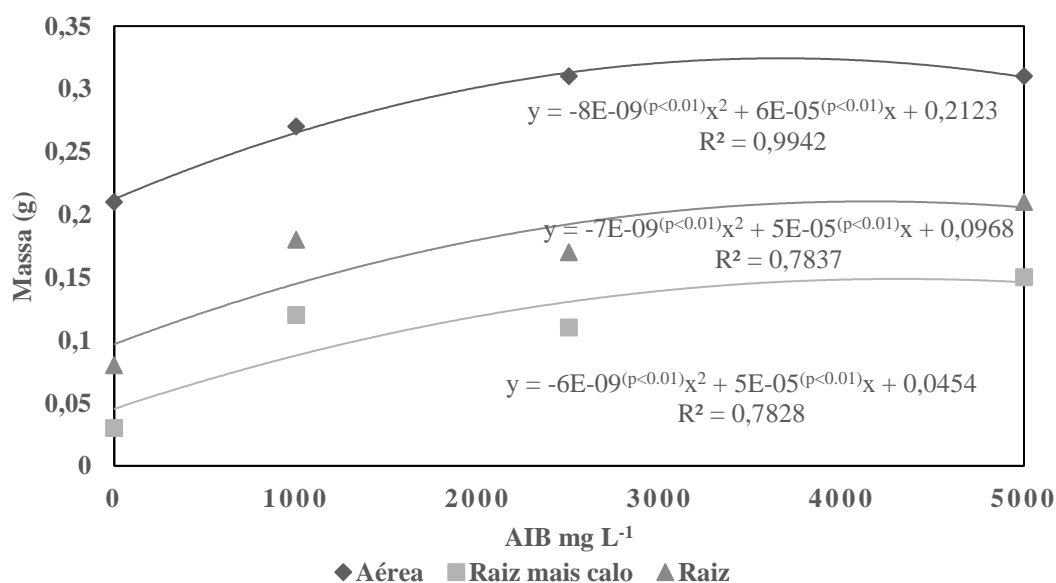
A massa seca da parte aérea, de calo mais raiz e apenas da raiz tiveram resultados estatisticamente diferentes entre si ($p \leq 0,05$) de acordo com a análise variância (Tabela 1). As linhas de tendência e equações para as variáveis de massa seca podem ser encontradas na Figura 9.

Os resultados médios obtidos para a massa seca da parte aérea das mudas, foi de 0,21 gramas por estaca para o controle, 0,27 gramas por estaca para 1000 mg L⁻¹ de AIB, 0,31 gramas por estaca para 2500 mg L⁻¹ de AIB e 0,31 gramas por estaca para 5000 mg L⁻¹ de AIB. O ponto máximo calculado pela derivada da equação da linha de tendência corresponde a concentração de 3750 mg L⁻¹ de AIB e uma massa de 0,32 gramas;

A média da massa seca do somatório da massa do calo e das raízes foi de 0,08 gramas por estaca para o controle e de 0,18, 0,17 e 0,24 gramas por estaca para as sucessivas doses de AIB. Ao derivar a equação da linha de tendência encontramos o valor de 3571 mg L⁻¹ de AIB para o ponto máximo, onde a massa calculada equivale a 0,19 gramas por estaca.

A média de massa seca quando considerado apenas as raízes foi de 0,03 gramas para o controle (sem AIB), 0,12 gramas para o menor nível de concentração (1000 mg L⁻¹ de AIB), 0,11 para o nível intermediário (2500 mg L⁻¹ de AIB), e 0,15 gramas para o nível mais alto (5000 mg L⁻¹ de AIB). O valor máximo encontrado ao derivar a equação da linha de tendência foi na concentração de 4167 mg L⁻¹ de AIB, onde a concentração equivale a 0,15 gramas por estaca.

Figura 9. Linha de tendência e equação da massa seca de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz ao final de 100 dias.



DISCUSSÃO

A mortalidade das estacas não teve uma diferença estatística entre os tratamentos, essa não diferenciação entre os tratamentos, em relação a morte de estacas, também foi encontrada para o cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) (FARIA; SACRAMENTO, 2003) e para o pau brasil (*Paubrasilia echinata*) (ENDRES et al., 2007). A sobrevivência de até 60 % independentemente do uso do ácido indolbutírico mostra que o processo de miniestaca para a espécie é bastante viável, o que pode ajudar na adoção da espécie para plantios com finalidade comercial.

A umidade média na casa de vegetação ficou em 96,3%, o que de acordo com Xavier; Wendling e Silva (2013), é positivo por estar acima de 80%, porém pode aumentar a mortalidade por estar perto do ponto de saturação, o que dificulta as trocas gasosas e propicia um ambiente favorável para o desenvolvimento de doenças. Esse fato pode explicar o motivo de a maioria das estacas mortas terem apresentado podridão do tecido vegetal na base.

A média de temperatura interna na casa de vegetação foi de 27,09 graus célsius, quando o ideal para o enraizamento de espécies florestais é de 25 a 30 °C (BERTOLOTI; GONÇALVES, 1980), mostrando que a temperatura não foi fator limitante. A temperatura média do lado de fora da casa de vegetação registrou uma média de 26,35 °C também se mostrando satisfatória, porém é importante salientar que o experimento foi conduzido durante meses chuvosos (final de maio até início de setembro).

Os resultados mostram que o AIB melhorou a emissão de brotos pelas mudas, encontrando um valor ideal de 3333 mg L⁻¹ de AIB com uma média de 0,6454 brotos por planta. É possível transformar esse valor em porcentagem, pois nenhuma estaca apresentou mais de uma brotação, o que significa que a média é formada pela presença e ausência de brotações. Deste modo, para 3333 mg L⁻¹ se teria 64,54 % de brotação. Em outro estudo com a mesma espécie, estacas semilenhosas de 12 cm obtiveram 18 % de brotação e estacas de raiz de 18 cm obtiveram 65 % de brotação, ambas sendo mantidas em ambiente sombreado e com duas regas diárias (SANTOS et al., 2016). As miniestacas tiveram resultado de brotação superior as estacas semilenhosas, porém próximo do obtido para estacas de raiz. Esse resultado pode estar ligado ao tamanho das estacas utilizadas, a utilização da casa de vegetação ou idade das plantas que cederam o material propagativo.

Comparando com outras espécies, para *Tibouchina moricandiana* var. *vinacea* não foi encontrada diferença na quantidade de estacas que apresentaram brotações (PEREIRA et al., 2015). Mas no estudo de *Malvaviscus arboreus* Cav. foi observado que para estacas lenhosas e semilenhosas houve uma maior brotação na concentração de 6000 mg L⁻¹ de AIB (LOSS et al., 2009).

O uso de ácido indolbutírico mostrou influência na abscisão das folhas, onde o tratamento de controle teve uma maior queda (82 %) e a queda foi diminuindo de acordo com o aumento das concentrações de AIB, e se encontrou um valor ideal de 4000 mg L⁻¹ de AIB. Em espécie da mesma família já se demonstrou que uma menor abscisão das folhas aumenta a sobrevivência (ENDRES et al., 2007).

A presença de calo na base da estaca mostrou uma tendência de redução com o aumento das doses de AIB em relação ao controle. O maior percentual de estacas apresentando calosidades no tratamento de controle também foi encontrado em *Malvaviscus arboreus* Cav. (LOSS et al., 2009).

A concentração ótima de AIB para a massa seca da raiz de 4167 mg L⁻¹ de AIB, trouxe um resultado de 0,15 g de raiz por estaca (150 mg), resultado muito superior ao estudo com estacas de 18 cm obtidas de raiz do pau-ferro onde foi encontrada tendência linear crescente de AIB, com valores de aproximadamente 20 mg para 2000 mg L⁻¹ de AIB e 100 mg para 8000 mg L⁻¹ de AIB (SANTOS et al., 2016). Esse resultado superior talvez tenha explicação no tempo em que os estudos foram conduzidos, 100 dias contra 60 dias.

Comparando com outras espécies, para pessegueiro ‘Okinawa’ se observou que a dose mais alta testada (2000 mg L⁻¹) foi a de melhor resultado para o enraizamento (AGUIAR et al., 2005), assim como para outros 6 cultivares de pessegueiros que tiveram maior massa seca com o uso do AIB em concentrações de até 3000 mg L⁻¹ (OLIVEIRA; NIENOW; CALVETE, 2005). Porém, para figueira (*Ficus carica* L.) foi observado que a massa seca das raízes tiveram melhor resultado com a concentração a 4000 mg L⁻¹ (PIO et al., 2003), valor próximo ao encontrado no atual experimento.

Para o tamanho da maior raiz, em comprimento, Oliveira; Nienow e Calvete (2005) também registraram um comprimento maior em tendência crescente de acordo com a concentração, porém, para pessegueiro não se observou diferença no comprimento da raiz (OLIVEIRA; NIENOW; CALVETE, 2005). Para estacas de 18 cm extraídas de raízes de pau ferro o resultado encontrado mostrou uma curva de tendência com ponto máximo entre 4000 e 6000 mg L⁻¹ de AIB com valores de comprimento entre 10 e 14 cm (SANTOS et al.,

2016) enquanto para miniestaquia foi calculado que uma concentração de 3700 mg L⁻¹ de AIB equivale a aproximadamente 13 cm.

CONCLUSÃO

A produção de estacas para os procedimentos não tem diferença entre os tratamentos utilizados (corte a 15 cm, quebra a 30 cm com corte a 45 cm e corte aos 45 cm), sugere-se a utilização do tratamento de corte a 15 cm pelo menor espaço ocupado, porém, é necessário fazer um acompanhamento por mais tempo para confirmar essa tendência a longo prazo.

A mortalidade máxima de 40% para o controle, e média geral de sobrevivência das estacas em 68,1 % mostra que a espécie tem um grande potencial de propagação pela técnica de miniestaquia.

Para a maior parte das variáveis o nível ótimo de ácido indolbutírico calculado está entre 3300 e 4300 mg L⁻¹ de AIB, sendo que para produção de massa seca de raiz o nível ideal se encontra em 4167 mg L⁻¹ de AIB. Desta maneira, se recomenda o uso da concentração de 4000 mg L⁻¹ de AIB para a propagação vegetativa da *Libidibia ferrea* (Mart ex Tul.) L. P. Queiroz pelo método da miniestaquia.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. S. De; SANTOS, C. E. dos; MORAIS, V. J. de; ROBERTO, S.R. Enraizamento de estacas semilenhosas do pessegueiro “Okinawa” submetidas a diferentes dosagens de ácido indolbutírico. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, PR, v. 27, n. 3, p. 461–466, 2005. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303026559012>>. Acesso em: 27 nov. 2019.

ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e Doenças do Eucalipto**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. 500 p.

ALVES, M. da C.; SANTOS, C. P. F. Dos. Do uso popular à validação farmacológica: Uma revisão sobre três espécies da Caatinga. I Congresso Internacional Da Diversidade Do Semiárido 2016 , **Anais**. Disponível em: <www.conidis.com.br>. Acesso em: 21 nov. 2019.

ANGYALOSSY, V.; AMANO, E.; ALVES, E. S. Madeiras utilizadas na fabricação de arcos para instrumentos de corda: Aspectos anatômicos. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, MG, v. 19, n. 4, p. 819–834, 2005.

BERTOLOTI, G.; GONÇALVES, A. N. **Enraizamento de estacas**: especificações técnicas para construção do módulo de propagação. Piracicaba, SP: IPEF-LCF/ESALQ/USP, 1980. 9p. (Circular Técnica IPEF.94)

BIRUEL, R. P.; PAULA, R. C. de; AGUIAR, I. B. de. Germinação de sementes de *Caesalpinia leiostachya* (Benth.) Ducke (Pau-Ferro) classificadas pelo tamanho e pela forma. **Revista Arvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 2, p. 197–204, 2010.

BRASIL. **Lei n 10.711, de 5 de agosto de 2003**. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e mudas e dá outras providências; Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2003/L10.711.htm>. Acesso em: 4 out. 2019.

CAMPOS FILHO, E. M.; SARTORELLI, P. A. R. **GUIA DE ÁRVORES COM VALOR ECONÔMICO**. São Paulo, SP. Agroicone, 2015.

CARVALHO, J. M. F. C.; SILVA, M. M. de A. **Plantas Matrizes na Propagação Vegetativa**. Campina Grande: Embrapa Algodão, p. 36, 2012. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br>>. Acesso em: 4 out. 2019.

CARVALHO, T. K. N.; SOUZA, R. F.; MENESES, S.; S.; S.; RIBEIRO, J. P. O.; FÉLIX, L. P.; LUCENA, R. F. P. Plantas Usadas Por Uma Comunidade Rural Na Depressão Sertaneja No Nordeste Do Brail. **Revista Biofar.**, v. 4, p. 92–120, 2012.

CAVALHEIRO, M. G.; FARIAS, D. F.; GEORGIA, S. F.; NUNES, E. P. E.; CAVALCANTI, F.S.; ILKA, M. V.; MELO, V. M. M.; CARVALHO, A. F. U. Atividades biológicas e enzimáticas do extrato aquoso de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart., Leguminosae. **Revista Brasileira de Farmacologia**, Brasília, DF, v. 19, n. 2, p. 586–591, 2009.

CAVAICANTI JÚNIOR, A. T. **Formação dos jardins clonais na embrapa agroindústria tropical**. Embrapa agroindústria tropical, Fortaleza, Brasil. 4p. (Instruções Técnicas, n.3) 2000 Disponível em: <www.cnpat.embrapa.br>. Acesso em: 4 out. 2019.

CAVALVANTI JÚNIOR, A. T.; BARROS, L. de M. **Jardins Clonais e Jardins de Semente para a Produção de Mudras de Cajueiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 33p (Documentos 51),

DANTAS, J. M.; Costa, M. V. da.; SOUZA, D. M. M.; MAIA, C. E. Quebra de dormência em sementes de *Libidibia ferrea* Martius. **Blucher Chemistry Proceedings**, v. 3, n. 1, p. 56-62, 2015.

DIÓGENES, F. E. G. **Teste de espécies arbóreas para cultivo em regiões semiáridas**. 2009. 42f. Monografia (Graduação em Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Mossoró, RN.

ENDRES, L.; MARROQUIM, P. M. G.; SANTOS, C. 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. **Ciencia Rural**, Santa Maria, SC, v. 37, n. 3, p. 886–889, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v37n3/a46v37n3.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2019..

FARIA, J. C.; SACRAMENTO, C. K. do. Enraizamento e crescimento de estacas herbáceas do cacauero (clones Cepec 42, tsh 516 e tsh 1188) em função da aplicação do ácido indolbutírico (AIB). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP., v. 25, n. 1, p. 192–194, 2003.

FERRARI, M. P.; GROSSI, F.; WANDLING, I. **Propagação Vegetativa de Espécies Florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 22p. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

FERREIRA, B. G. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R.; KOEHLER, H. S. Metodologias de aplicação de AIB no enraizamento de estacas semilenhosas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, SP, v. 11, n. 1, p. 196–201, 2009.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. **ExpDes: Experimental Designs**. R package version 1.2.0. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=ExpDes>. 2018

Flora do Brasil 2020 em construção. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 28 Nov. 2019

FOWLER, A. J. P.; BIANCHETTI, A. Dormência em sementes florestais. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. (Série Documentos, 40). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/16837/1/doc40.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2019.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. A.; GONÇALVES, A. N. A evolução do jardim clonal na produção de mudas. **IPEF NOTÍCIAS**, Piracicaba, p. 4–5, 2000. Disponível em: <www.ipef.br>. Acesso em: 14 nov. 2019.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. de A.; GONÇALVES, A. N. **Nutrição e adubação em minijardim clonal hidropônico de Eucalyptus**. Circular Técnica IPEF, Piracicaba, n. 194, 2002. 21p.

HOLANDA, F. S. R.; VIEIRA, T. R. S.; ARAÚJO FILHO, R. N.; SANTOS, T. de O.; ANDRADE, K. V. S.; CONCEIÇÃO, F. G. da. Propagation through cutting technique of species occurring in the Lower São Francisco River in Sergipe State with different concentrations of indolbutiric acid. **Revista Árvore**, v. 36, n. 1, p. 75–82, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622012000100009&lng=en&tlng=en>. Acesso em: 30 out. 2019.

INOUE, M. T.; PUTTON, V. Macropropagação de 12 espécies arbóreas da floresta ombrófila mista. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 37, n. 1, p. 55–61, 2007. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/7841/5533>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

LEWIS, G. P. **Libidibia**. Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/FichaPublicaTaxonUC/FichaPublicaTaxonUC.do?id=FB109828>>. Acesso em: 3 out. 2019.

LOSS, A.; ITEIXEIRA, M. B.; SANTOS, T. J.; GOMES, V. M.; QUEIROZ, L. H. Indução do enraizamento em estacas de *Malvaviscus arboreus* Cav. com diferentes concentrações de ácido indol–butírico (AIB). **Acta Scientiarum**. Agronomy, Maringá, PR, v. 31, n. 2, p. 269–273, 2009.

LUIZ DA SILVA, R.; OLIVEIRA, M. L. de.; MONTE, M. A.; XAVIER, A. PROPAGAÇÃO CLONAL DE GUANANDI (*Calophyllum brasiliense*) POR MINIESTAQUIA. **Agronomia Costarricense**, v. 34, n. 1, p. 99–104, 2009. Disponível em: <www.cia.ucr.ac.cr>. Acesso em: 26 nov. 2019.

MAGALHÃES, L. S.; Pussente, C. G.; Azevedo, L. R. de.; Crespo, J. M. R. S. Avaliação da atividade antibacteriana do extrato de *Caesalpinia ferrea* Martius e desenvolvimento de uma formulação fitocosmética. **Revista Científica da Faminas**, v. 11, n. 1, p. 27–43, 2015.

MARTINS, L. S.; MANTELLI, M.; SANTOS, S. C.; NETTO, A. P. C.; PINTO, F. Estaquia e concentração de reguladores vegetais no enraizamento de *Campomanesia adamantium*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 38, n. 1, p. 58–64, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-18X2015000100009&lng=pt&nrm=iso&tlng=es>. Acesso em: 21 nov. 2019.

OLIVEIRA, A. F.; BATISTA, J. S.; PAIVA, E. S.; SILVA, A. E.; FARIAS, Y. J. M. D.; DAMASCENO, C. A. R.; BRITO, P. D.; RODRIGUES, C. M. F.; FREITAS, C. I. A. Avaliação da atividade cicatrizante do jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *ferrea*) em lesões cutâneas de caprinos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 12, n. 3, p. 302–310, 2010.

OLIVEIRA, A. P. de; NIENOW, A. A.; CALVETE, E. O. Qualidade do sistema radicular de estacas semilenhosas e lenhosas de pessegueiro tratadas com AIB. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 27, n. 2, p. 346–348, 2005.

OLIVEIRA, M. C. de.; RIBEIRO, J. F.; RIOS, M. N. da S. **Enraizamento de Estacas para Produção de Mudanças de Espécies Nativas de Matas de Galeria**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 4 p. (Embrapa Cerrados. Recomendação técnica, 41).

PEREIRA, M. de O.; GRABIAS, J.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; NAVROSKI, M. C. Enraizamento de estacas de *Tibouchina moricandiana* var. *vinacea* em função da forma de aplicação e concentrações de AIB. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, Lages, PR, v. 14, n. 3, p. 210–216, 2015. Disponível em: <http://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/223811711432015210/pdf_2>. Acesso em: 24 nov. 2019.

PIO, R.; Ramos, J.D.; Chalfun, N.N.J.; Coelho, J.H.C.; Gontijo, T.C.A. e Carrijo, E. Enraizamento de estacas apicais de figueira tratadas com sacarose e ácido indolbutírico por imersão rápida. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 9, n. 1, 2003. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/505/508>>. Acesso em: 27 nov. 2019.

PIRES, P. P.; WENDLING, I.; BRONDANI, G. Ácido indolbutírico e ortotropismo na miniestaquia de *Araucaria angustifolia*. **Revista Arvore**, v. 37, n. 3, p. 393–399, 2013.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. 2019.

ROSA, L. S.; PINHEIRO, K. A. O. PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE ESTACAS DE PARICÁ (*Schizolobium amazonicum* Huber Ex . Ducke) OBTIDAS DE MATERIAL JUVENIL E IMERSAS EM ÁCIDO INDOL-3- BUTÍRICO. **Revista Ciência Agrária**, v. 35, n. 35, p. 79–88, 2001. Disponível em: <<http://ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/2086/621>>. Acesso em: 21 nov. 2019.

SILVA, C. S.; Nunes, P. de O.; MESCOUTO, C. S. T.; MÜLLER, R. C. S.; PALHETA, D. da C.; FERNANDES, K. das G. Avaliação do uso da casca do fruto e das folhas de *Caesalpinia ferrea* Martius como suplemento nutricional de Fe, Mn e Zn. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v. 30, n. 3, p. 751–754, 2010.

SANTOS, L. W. dos.; COELHO, M. de F. B.; AZEVEDO, R. A. B. de.; DOMBROSKI, J. L. D.; CAMILI, E. C. *Caesalpinia ferrea* Mart. ex. Tul. var. *ferrea*: STUDY OF VEGETATIVE PROPAGATION. **International Journal of Agriculture and Environmental Research**, v. 2, n. 05, p. 1138–1148, 2016.

SILVA, R. L.; OLIVEIRA, M. L. de.; ANTONIO, M. M.; XAVIER, A. Propagação clonal de guanandi (*calophyllum brasiliense*) por miniestaquia. **Agronomia Costarricense**, San José, v. 34, n. 1, p. 99–104, 2010. Disponível em: <www.cia.ucr.ac.cr>. Acesso em: 26 nov. 2019.

SOUZA, C. S. V. De. **Avaliação da atividade antiobesidade do extrato aquoso dos frutos de libidibia ferrea (mart.) L.p. Queiroz em ratos wistar**. 2017, 89p. Dissertação (Mestrado em Patologia) - Universidade Federal de Pernambuco - UFRPE, Recife, PE.

TITON, M.; XAVIER, A.; OTONI, W. C.; REIS, G. G. dos.. Efeito do aib no enraizamento de miniestacas e microestacas de clones de *eucalyptus grandis* w. Hill ex maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 1, p. 1–7, 2003.

VILLA, F.; PIO, R.; CHALFUN, N. N. J.; GONTIJO, T. C. A.; COELHO, J. H. C.; DUTRA, L. F. Propagação de amoreira-preta utilizando estacas lenhosas. **Ciencia e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27 n.4, p. 829-834, 2003.

WALTER, L. S.; SANTOS, C. A. dos.; OLIVEIRA, L. dos S.; Silva, E. C. A. da. Influência de tratamentos pré-germinativos e crescimento inicial de plântulas de *Libidibia ferrea*. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 38, 2018.

WENDLING, I.; SOUZA JUNIOR, L. **Propagação vegetativa de erva-mate (*ilex paraguariensis* saint hilaire) por miniestaquia de material juvenil**. 2009.

XAVIER, A.; SANTOS, G.A.; WENDLING, I.; OLIVEIRA, M.L. Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. **Revista Árvore**, v. 27, n.2, p. 139-143, 2003.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. da. 2013. *Silvicultura clonal: princípios e técnicas*. Viçosa, MG: 2 ed. UFV. 272 p.