



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

MATHEUS AZEVEDO CARVALHO

INFLUÊNCIA DA MATURIDADE DE MINICEPAS NO VIGOR DE MINIESTACAS DE  
*Paratecoma peroba*

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO  
2023



MATHEUS AZEVEDO CARVALHO

INFLUÊNCIA DA MATURIDADE DE MINICEPAS NO VIGOR DE MINIESTACAS DE  
*Paratecoma peroba*

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO

2023

MATHEUS AZEVEDO CARVALHO

INFLUÊNCIA DA MATURIDADE DE MINICEPAS NO VIGOR DE MINIESTACAS DE  
*Paratecoma peroba*

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Aprovação em: 13 de fevereiro de 2023.

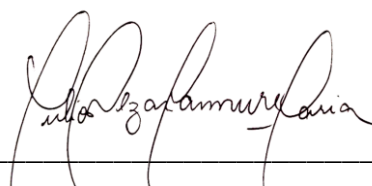
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. José Carlos Lopes

Universidade Federal do Espírito Santo

Avaliador



Dr. Júlio César Tannure Faria

Universidade Federal do Espírito Santo

Avaliador



Prof.ª. Dr.ª. Elzimar de Oliveira Gonçalves

Universidade Federal do Espírito Santo

Orientadora

"Agora vejo que vós outros maírs sois grandes loucos, pois atravessais o mar e sofreis grandes incômodos, como dizeis quando aqui chegais, e trabalhais tanto para amontoar riquezas para vossos filhos ou para aqueles que vos sobrevivem! Não será a terra que vos nutriu suficiente para alimentá-los também? Temos pais, mães e filhos a quem amamos; mas estamos certos de que depois da nossa morte a terra que nos nutriu também os nutrirá, por isso descansamos sem maiores cuidados."

Velho Tupinambá (Léry, 1576)

## AGRADECIMENTOS

À expansão da singularidade cósmica que iniciou todo esse processo;

Ao meu pai Alcenor Lopes Carvalho;

À minha Mãe Maria do Carmo Azevedo Carvalho;

Ao meu irmão Gabriel que ajudou em praticamente todos os trabalhos;

À Universidade Federal do Espírito Santo (UFES);

Ao Centro de Ciências Agrárias e Engenharias (CCAUE-UFES);

Ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira (DCFM);

Ao Viveiro Florestal Universitário;

À todos os professores do CCAUE-UFES, em especial ao Professor José Carlos Lopes que desde o início da graduação direcionou e incentivou meu desenvolvimento acadêmico e pessoal; e à professora Elzimar de Oliveira Gonçalves pela confiança, disponibilidade, orientação e paciência;

Ao Júlio Tannure pelas correções;

Ao lulo pela prestatividade;

Ao Raul pela ajuda na condução do minijardim

Aos meus amigos Breno, Emanuel, Francisco, Gabi, Lavínia e Luiz.

## RESUMO

A *Paratecoma peroba*, também conhecida como peroba amarela, é de grande importância econômica e ecológica, estando na lista de espécies ameaçadas. Sua floração possui ciclos supra-anuais, o que dificulta sua propagação. A silvicultura clonal de espécies nativas pode ser uma alternativa interessante para o fornecimento de mudas em todo ano. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a influência de diferentes idades de minicepas no vigor de miniestacas de *Paratecoma peroba*. Foi feita a poda drástica no minijardim clonal de *P. peroba* para induzir novas brotações, as quais deram origem às miniestacas, as minicepas possuíam dois; três e quatro anos, respectivamente. Após o estaqueamento as miniestacas foram levadas para a casa de vegetação por 85 dias e 31 dias na casa de sombra, posteriormente rustificadas a sol pleno por 34 dias. Foram avaliados: a taxa de sobrevivência (S%), comprimento da raiz (HR), altura da parte aérea (HPA) e diâmetro do colo (DC), além da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR) e a massa seca total (MST). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, considerando o delineamento inteiramente causalizado. Não houve diferença significativa entre os tratamentos no comprimento da raiz nem na sobrevivência (S%) das miniestacas; as miniestacas produzidas pelas cepas de anos apresentaram os menores valores de altura da parte aérea (HPA) e massa seca (MS), podendo ser devido a diversos fatores como o vigor das minicepas. No estudo realizado concluiu-se que minicepas de quatro anos de *Paratecoma peroba* ainda apresentarem aspectos de juvenilidade, apresentando 94% de sobrevivência após a rustificação, possibilitando uma menor rotatividade de minicepas nos minijardins, sendo uma alternativa viável de produção da espécie em viveiros florestais.

## ABSTRACT

*Paratecoma peroba* is of great ecological and economic importance, although it is listed as an endangered species due to its history of exploitation. Its flowering has cycles longer than one year (LINS; BIRTH, 2010), making its propagation difficult. clonal silviculture of native Brazilian species can be an interesting alternative, considering the effects of maturation on minicutting production. The objective of this work was to evaluate the influence of different ministump ages on the vigor of *Paratecoma peroba* minicuttings. The minicuttings were taken to the greenhouse for 55 days and 45 days to the shade house, after which the seedlings were rusted in full sun. Survival rate (S), root length (HR), shoot height (HPA) and stem diameter (DC) were evaluated, as well as shoot dry mass (MSPA), root dry mass (MSR) and total dry mass (MST). The data obtained were submitted to variance analysis by the F test, considering the completely causal design. There was no significant difference between the treatments in the length of the root or in the survival (S%) of the minicuttings; the minicuttings produced by the strains of years presented the lowest values of shoot height (HPA) and dry mass (MS), which may be due to several factors. In the study, it was concluded that four-year-old *Paratecoma peroba* mini-strains still present aspects of juvenility, presenting 94% survival after rustification, enabling a lower turnover of mini-strains in minigardens, being a viable alternative for the production of the species in forest nurseries.

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.2 Objetivos .....	2
<b>4. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
4.1. <i>Paratecoma peroba</i> .....	3
4.2. Propagação vegetativa de espécies florestais nativas .....	4
4.3. Minijardim clonal e miniestaquia.....	5
4.4. Efeito da juvenilidade na propagação clonal .....	6
4.6. Rizogênese em miniestacas.....	8
<b>5. METODOLOGIA</b> .....	<b>11</b>
5.1. Local do experimento .....	11
5.2. Formação dos minijardins .....	11
5.3. Estaqueamento .....	11
5.4. Casa de vegetação .....	12
5.5. Casa de sombra.....	12
5.6. Sol pleno .....	12
5.7. Análise estatística .....	12
<b>6. RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>7. CONCLUSÃO</b> .....	<b>21</b>
<b>8. REFERÊNCIA</b> .....	<b>22</b>



**LISTA DE TABELA**

- Tabela 1.** diâmetro do colo (DC) e altura da parte aérea (HPA) de miniestacas de *Paratecoma peroba* coletadas de minicepas de 2, 3 e 4 anos respectivamente; em casa de nebulização, casa de sombra e sol pelo. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade..... 16
- Tabela 2.** Sobrevivência (S); coeficiente de variância da sobrevivência (CV); comprimento da raiz (HR); coeficiente de variância (CV) do comprimento da raiz; de miniestacas provenientes de minicepas com três idades diferentes: 2, 3 e 4 anos respectivamente; após a rustificação (150 dias). Em que médias seguidas de mesma letra não se diferenciam entre si em nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. .... 18

## LISTA DE FIGURA

- Figura 1.** Fluxograma do ciclo de produção. As minicepas foram podadas, após 85 dias da poda foi feito o estaqueamento, as miniestacas de *P. peroba* ficaram por 85 dias na casa de nebulização, 31 dias na casa de sombra e 34 dias no sol pleno, totalizando 235 dias de produção, com mudas de 150 dias de *P. peroba* ..... 13
- Figura 2.** Etapas de produção: A) poda drástica nas minicepas de *Paratecoma peroba*; B, C) Minicepas de quatro anos de *P. peroba* após a poda drástica, com 20 e 81 dias respectivamente; D) *P. peroba* na casa de vegetação com sistema de nebulização logo após o estaqueamento; E) miniestacas na casa de vegetação; F) miniestacas de minicepas de quatro anos com 85 dias na casa de sombra; G) miniestacas de minicepas de quatro anos mudas em sol pleno com 116 dias; H) muda de minicepas de quatro anos após rustificação, com 150 dias; I) Preparo do material para fazer a massa seca. .... 14
- Figura 3.** Repartição da massa seca da parte aérea, caule e raiz, para miniestacas com 150 dias, coletadas de minicepas com 2, 3 e 4 anos respectivamente. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade. .... 20

## 1. INTRODUÇÃO

O bioma Floresta atlântica se estende por praticamente todo litoral brasileiro, estando presente em 15% do território nacional, no entanto restam apenas 12,4% da floresta original (SOS MATA ATLÂNTICA, 2021). A degradação das florestas sempre esteve entrelaçada com a história do Brasil. A redução da cobertura florestal brasileira começou com o primeiro ciclo extrativista, logo após a chegada dos portugueses, o objeto de interesse era o pau-brasil (*Paubrasilia echinata*), sendo extraído de maneira intensiva; os ciclos econômicos seguintes foram baseados na monocultura de cana-de-açúcar e posteriormente do café, que influenciaram significativamente para um problema ainda atual: a degradação da paisagem e o mau uso do solo.

A Mata Atlântica possui uma elevada biodiversidade e alto grau de endemismo, ainda sim é um dos biomas mais ameaçados do mundo, estando em processo contínuo de degradação. A ocupação agrícola pode ser apontada como um dos principais vetores de desmatamento, junto com a expansão urbana; esses processos mantêm o bioma em um alto grau de risco, com fragmentos florestais pequenos, a maior parte não ultrapassa 50 hectares e em 80 % dos casos encontram-se em propriedades privadas (SOS MATA ATLÂNTICA, 2022).

A família Bignoniaceae apresenta 120 gêneros e cerca de 800 espécies, com distribuição pantropical, ocorrendo principalmente nos neotrópicos, e possui forte presença no bioma Floresta Atlântica. *Paratecoma peroba* (Record) Kuhl, vulgarmente conhecida como peroba amarela, peroba do campo, ipê-peroba; é de grande importância econômica e ecológica, pois foi intensamente explorada no passado pelo seu potencial madeireiro e hoje em dia está listada como ameaçada de extinção (BRASIL, 2014). Ocorre de forma natural em Floresta Ombrófila e Floresta Estacional Semidecidual e possui características de secundária tardia. Sua altura pode atingir cerca de 40 m, o tronco pode medir de 40 a 80 cm de diâmetro, as folhas são compostas digitadas, sua dispersão é principalmente anemocórica, floração com ciclos supra-anuais (LINS; NASCIMENTO, 2010) e o crescimento das mudas em viveiro pode durar até oito meses (LORENZI, 2009).

Dada a dificuldade de se propagar sexualmente de algumas espécies, os viveiros restringem sua produção àquelas que apresentam maior quantidade de semente e alta taxa de germinação, resultando em pouca variedade de espécies. Nesse viés, a silvicultura clonal pode ser uma importante ferramenta para conter o

desmatamento ao fornecer um banco de matrizes que podem ser fonte de propágulos para produção comercial (OLIVEIRA et al., 2016) ou para recuperação de áreas degradadas. Entretanto, no Brasil a evolução da silvicultura clonal se baseou principalmente em produzir matéria prima de maior qualidade para a indústria, com foco em espécies exóticas; esse cenário vem mudando lentamente, apesar de ainda existirem poucos estudos, principalmente quando se olha a magnitude da biodiversidade e seu potencial mal explorado.

Na propagação clonal o efeito da maturação está correlacionado com o crescimento, capacidade de enraizamento, competência reprodutiva, alterações bioquímicas, efeito ciclófise e topófise; sendo a redução da capacidade do enraizamento de propágulos vegetativos com o envelhecimento ontogenético uma expressão da maturação, de maneira geral pode-se dizer que quanto mais juvenil for o propágulo vegetativo, maior é a chance de sucesso de enraizamento, tanto em termos percentuais, como na rapidez de formação e vigor (XAVIER et al., 2013).

Tendo em vista essas informações objetivou-se avaliar a influência da idade de minicepas no vigor de miniestacas de *Paratecoma peroba*, testando-se as hipóteses: (I) miniestacas de minicepas de dois anos de *P. peroba* são mais vigorosas por serem mais juvenis; (II) fatores externos possuem maior influência sobre o vigor que a diferença de idade entre as minicepas.

## 1.2 Objetivos

### **Gerais:**

Analisar a influência de diferentes idades de minicepas no vigor de miniestacas de *Paratecoma peroba*;

### **Específicos:**

Avaliar o crescimento em altura e diâmetro das miniestacas de *P. peroba* na saída da casa de vegetação;

Avaliar o crescimento em altura e diâmetro das miniestacas de *P. peroba* na saída da casa de sombra;

Avaliar a sobrevivência, crescimento em altura e diâmetro, enraizamento e acúmulo de massa seca de miniestacas de *P. peroba* após aclimação ao sol pleno.

## 4. REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1. *Paratecoma peroba*

O Brasil é um centro de diversidade da família Bignoniaceae (Gentry, 1980). Estima-se a ocorrência de aproximadamente 33 gêneros e 406 espécies, entre elas, 193 são endêmicas (FLORA DO BRASIL, 2020). Seu hábito é variado, incluindo lianas, arbustos e árvores, podendo ocorrer tanto em climas úmidos quanto secos, em áreas abertas, florestas ou mesmo em afloramentos rochosos (LOHMANN 2004; OLMSTEAD et al. 2009; FLORA DO BRASIL, 2020). Entre as Bignoniáceas arbóreas da Mata Atlântica podemos destacar a *Paratecoma peroba* (Record e Mell) Kuhl, espécie endêmica e ameaçada (GENTRY, 1992), vulgarmente conhecida como peroba amarela, peroba do campo, ipê-peroba, pertencente ao clado monofilético, Aliança Tabebuia (OLMSTEAD et al., 2009) e é Característica de matas de tabuleiro do sul da Bahia e do norte do Rio de Janeiro (NASCIMENTO; LIMA, 2008).

A *P. peroba* é uma espécie arbórea que pode atingir 40 m de altura e chegar aos 80 cm de diâmetro, suas folhas são palmadas, com 5 a 7 folíolos serrilhados, a inflorescência é formada por panículas terminais, com ciclos supra-anuais. Sua dispersão é principalmente anemocórica (LINS; NASCIMENTO, 2010; FLORA DO BRASIL, 2020). Morellato e Leitão Filho (1990) observaram que a queda foliar e as atividades reprodutivas ocorreram no mesmo período, sugerindo que há uma conexão entre a queda foliar, a síndrome de dispersão e a posição no estrato, que possui o vento como principal agente dispersor (anemocoria).

Engel e Martins (2005) observaram a fenologia de espécies arbóreas no município de Linhares, no estado do Espírito Santo. Entre as espécies estudadas, *P. peroba* apresentou floração anual, breve e irregular, ocorrendo no mês de novembro. A frutificação, também anual com longa e irregular duração, ocorre entre os meses de março a abril, as sementes apresentam curta viabilidade (DIAS, 2012).

O extrativismo madeireiro, intensificado pela perda de habitat levou a população de *P. peroba* ao declínio. Já foi considerada a madeira mais importante do estado do Rio de Janeiro, por conta de seu apelo comercial, utilizada em construções, acabamento de casas e mobiliário de luxo, foi intensamente explorada no estado desde as décadas de 60 e 70, diminuindo drasticamente o número de indivíduos, há relatos de exploração ilegal das árvores no sul do Espírito Santo e norte fluminense (CARVALHO et al., 2006; VILLELA et al., 2006; LINS; NASCIMENTO, 2007;

BOSCHETTI et al., 2014; MAIA, 2016). A *P. peroba* está constada como espécie ameaçada de extinção no livro vermelho da flora brasileira (BRASIL, 2014) e no livro fauna e flora ameaçadas de extinção no estado do Espírito Santo (FRAGA et al., 2019). Atualmente é considerada extinta no estado do Rio de Janeiro e estima-se que o número efetivo de indivíduos da espécie seja de aproximadamente 8.500 árvores (CNCFLORA, 2022).

#### **4.2. Propagação vegetativa de espécies florestais nativas**

O conhecimento sobre os métodos de propagação de mudas, assim como a disponibilidade de sementes, interfere diretamente na viabilidade de uso de espécies em grandes escalas, seja para fins ornamentais, silviculturais ou ambientais. Uma propagação vegetativa eficiente possibilita a formação de plantios clonais de alta produtividade, com melhorias na qualidade da madeira e possibilidade de transferência de componentes genéticos de geração a geração; no entanto se tem o problema do estreitamento da base genética, as tornando mais vulneráveis as adversidades do meio; além da dificuldade de enraizamento de algumas espécies, principalmente as de idade mais avançada (WENDLING, 2003).

A deriva genética causada pelo acentuado processo de fragmentação do Bioma Floresta Atlântica vem exercendo fortes pressões ecológicas e econômicas, dessa forma, torna-se necessário o desenvolvimento da silvicultura de espécies nativas para fortalecer o setor florestal no Brasil e contribuir para o cumprimento das metas climáticas estabelecidas no Acordo de Paris. (ROLIM et al., 2020). No processo de propagação sexuada, algumas limitações podem ser citadas como: sementes recalcitrantes e dormentes; baixo número de sementes ao longo do ano; frutificações supra-anuais; dificuldade de encontrar matrizes; falta de polinização; áreas florestais fragmentadas; além da dificuldade de colher os frutos no ponto de maturidade fisiológica (CARVALHO, 2003; SIMÃO et al., 2007; DIAS et al., 2012;). isso acaba limitando a diversidade de espécies nativas nos viveiros, com mudas muitas vezes originadas de uma mesma matriz. Para contornar o problema, a propagação clonal de espécies autóctones pode ser justificada (XAVIER et al., 2013). O minijardim clonal também pode ser formado por matrizes diversificadas para fins conservacionistas (OLIVEIRA et al., 2016).

Vários estudos mostram a eficiência e o potencial da propagação vegetativa em espécies florestais nativas, como o observado por Araújo et al. (2019, 2020) com miniestaquia de *Paratecoma peroba* (MOURA et al., 2019) com miniestacas de *Hymenaea courbaril*, com doses de Ácido indolacético (AIA) e substratos, em miniestacas de *Handroanthus chrysotrichus* com aplicação de regulador de crescimento do extrato aquoso dos tubérculos de tiririca (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2020), em miniestaquia de *Jacaranda mimosifolia* (CARVALHO et al., 2020) e com miniestacas de *Cedrela fissilis* submetidas a diferentes dosagens de ácido indolbutírico (AIB) (XAVIER et al., 2003). Além da possibilidade de usar técnicas de propagação vegetativa para fazer resgate de material adulto, normalmente conseguido por meio de brotações epicórpicas induzidas no toco ou em galhos retirados da copa da matriz (ALFENAS et al., 2009). Apesar de um futuro promissor, ainda é necessário aprofundar em estudos da área, principalmente para as espécies de difícil propagação sexuada.

#### **4.3. Minijardim clonal e miniestaquia**

Na década de 90, a silvicultura clonal foi marcada pela técnica de miniestaquia, uma evolução da estaquia convencional, inicialmente usada para o gênero *Eucalyptus*, possibilitou a propagação de genótipos de difícil enraizamento, aumentando a porcentagem de miniestacas enraizadas e melhorando o sistema radicular, influenciando diretamente o desempenho de mudas em campo, a qualidade da madeira e maior uniformidade nos plantios (ALFENAS et al., 2009; CONCEIÇÃO et al., 2020). Esta técnica também contribuiu para a ampliação da base silvicultural de espécies nativas de interesse econômicos (MOURA et al., 2019)

A clonagem vegetal é o processo de criar um grupo de plantas geneticamente idênticas a partir de um único progenitor. Isso é possível graças à totipotência celular, que permite que partes somáticas sejam induzidas a formar um indivíduo completo, desde que possua informação genética para expressão. Pode-se definir minijardim clonal como um conjunto de minicepas. Minicepas são fonte de propágulo vegetativo criado a partir de mudas, de origem seminal ou clonal. Essas mudas são podadas geralmente na altura de 10 cm, para que brotações epicórmicas se desenvolvam. brotações epicórmicas são brotações juvenis originadas a partir de gemas axilares latentes, com a finalidade de recompor a copa da planta (XAVIER et al., 2013). A gema

apical de plantas superiores geralmente exerce uma dominância sobre as gemas laterais, impedindo o seu desenvolvimento, a remoção do ápice caulinar pode estimular o crescimento das gemas laterais (TAIZ; ZEIGER, 2017). Essas brotações darão origem as miniestacas.

O ponto ideal de coleta de brotos para enraizamento não é bem definido, possui variações de acordo com o clone, brotações muito jovens ou maduras demais são inadequadas para o enraizamento, sendo que as jovens não enraízam e morrem enquanto as mais velhas tendem a permanecer verdes, emitindo poucas raízes ou apenas a formação de calos. Após o estaqueamento as miniestacas são mantidas em casa de nebulização, em seguida para a casa de sombra e posteriormente para o sol pleno, para rustificação, o tempo de passagem de cada etapa também pode variar de acordo com o clone. É fundamental manter túrgidos as minicepas e os propágulos, pois a falta de água provoca o estresse hídrico, afetando os níveis hormonais e prejudicar o enraizamento (ALFENAS et al., 2009).

O minijardim fica suspenso do solo, a uma altura de 1,30 m aproximadamente, em sua maioria são construídas em canaletas de alvenaria, podendo também ser dispostas em vasos ou tubos PVC. O minijardim tem vantagens em relação ao jardim clonal convencional, pois facilita tratos culturais como o controle de patógenos, condições nutricionais e hídricas, melhora a taxa de enraizamento; reduzindo o uso de reguladores vegetais; também garante maior uniformidade e facilidade de revigoração/rejuvenescimento; maior facilidade e rapidez na coleta de brotações para confeccionar as miniestacas; levando a uma melhora no rendimento por área e tempo na produção de mudas, (HIGASHI et al., 2000; ALFENAS et al., 2009).

#### **4.4. Efeito da juvenilidade na propagação clonal**

Existe uma variedade de termos para o fenômeno da maturação, Xavier et al. (2012) classifica alguns termos:

4.4.1 Fase juvenil: predominância de características juvenis em relação às maduras, corresponde ao estágio inicial de crescimento vegetativo, nessa etapa a planta não é capaz de induzir florescimento;

4.4.2 Fase adulta: predominância de características maduras em relação às juvenis, se caracteriza pela fase reprodutiva das plantas;

4.4.3 Idade cronológica: refere-se ao tempo decorrido desde a germinação da semente até a data observada, é o tempo de vida de uma planta;



4.4.4 Idade ontogenética: refere-se à passagem da planta por sucessivas fases de desenvolvimento (embriogênese, germinação, crescimento vegetativo e sexual, senescência);

4.4.5 Idade fisiológica: refere-se aos aspectos de vigor fisiológico, que diminui com o tempo, assim aumentando a susceptibilidade de doenças bióticas e abióticas ou a deterioração em geral;

4.4.6 Rejuvenescimento: reverter o estágio de uma planta, do adulto para o juvenil;

4.4.7 Revigoração: refere-se à aplicação de práticas culturais que melhorem o vigor fisiológico da planta.

A idade das minicepas é determinante para o sucesso da estaquia, a obtenção de material vegetativo com grau de juvenilidade adequado é um dos fatores limitantes na propagação de espécies nativas (DIAS et al., 2012). Geralmente estacas provenientes de um material vegetativo mais juvenil tem maior facilidade de enraizamento, principalmente quando a espécie tem dificuldade de enraizar. Sendo assim recomendável coletar material de brotações novas em plantas adultas, preferencialmente em zonas basais que possuem maior juvenilidade ontogenética. (FACHINELLO et al., 2005). A maior capacidade de enraizamento de plantas juvenis é mais favorecida pelo balanço hormonal, além da menor quantidade de inibidores do enraizamento, como também tecidos menos lignificados (HARTMANN et al. 2011; STUEPP et al., 2018).

Características anatômicas e fisiológicas são distintas para cada fase da planta, após a germinação é observado uma alta na taxa de crescimento vegetativo, nesse período a floração não pode ser induzida, mesmo sob condições favoráveis, pois a muda não possui maturidade fisiológica (SALISBURY; ROSS, 1978). A maturação é muito confundida com a idade cronológica, no entanto a idade cronológica não é reversível enquanto a maturação pode ser revertida.

Com o avanço da idade a planta tende à senescência e morte, no entanto o meristema maduro pode ser rejuvenescido, em algumas plantas é possível notar um gradiente de juvenilidade ontogenético, variável para cada espécie, sendo a base mais juvenil que o ápice da árvore (ZOBEL; TALBERT, 1984; HACKETT, 1987; ELDRIDGE et al., 1994)), essa maior juvenilidade ontogenética pode ser explicada pela idade que a planta se encontrava na formação do meristema basal, estando muito mais próximo

da região de germinação que as regiões terminais, para cada porção do material vegetativo a ser propagado existe uma resposta fisiológica distinta (XAVIER et al., 2013). Meristemas basais em geral são formados no início da vida da planta e os apicais são gerados quando a planta está mais madura, sendo certas características juvenis mantidas na porção basal de plantas adultas (HACKETT, 1987; HARTMANN et al., 2011). Em algumas espécies um gradiente de maturação fica evidente ao observar brotações basais que apresentam características juvenis, contrastando com brotações apicais, com características mais robustas (FRANCLET et al., 1987). A mudança de alta para baixa capacidade de enraizamento de estacas é uma das mais marcantes características da expressão de maturação (HACKETT, 1987a, ELDRIDGE et al., 1994). Para algumas espécies lenhosas estacas de mudas juvenis, de origem seminífera, enraízam mais facilmente do que outras de plantas mais velhas, que muitas vezes não enraízam (ZOBEL; TALBERT, 1984).

Segundo Greenwood e Hutchison (1993), o uso de propágulos de diferentes idades afeta a capacidade de crescimento em altura e diâmetro, ocorrendo uma redução na capacidade de crescimento com o envelhecimento ontogenético, o aumento da maturação também provoca uma redução no enraizamento. A jovialidade viabiliza o maior crescimento vegetativo, conseqüentemente uma superfície foliar maior, facilitando a produção de fotoassimilados, além da absorção de água e íons do solo (BOLIANI, 1986). Segundo Wendling e Xavier (2012), a escolha correta da fonte de propágulo diminui perdas relacionadas à inaptidão à propagação vegetativa, com mudas com baixo vigor aéreo e radicular, crescimento plagiotrópico, além de outras características indesejáveis. O entendimento dos mecanismos ligados a maturação contribui significativamente para a produção clonal de espécies nativas (STUEPP et al., 2018).

#### **4.6. Rizogênese em miniestacas**

O processo de formação das raízes em estacas é caracterizado pela desdiferenciação de células adultas resultando em primórdios radiculares, que formarão as raízes adventícias. Seu sucesso depende da condição fisiológicas das matrizes, juvenilidade dos propágulos, balanço hormonal, aplicação de reguladores vegetais, condição nutricional, barreiras anatômicas, tipos de substratos, tipo de estaca, época do ano e genótipo (DIAS et al., 2012; ZHANG et al., 2016).

Quando as estacas são colocadas em condições favoráveis ao enraizamento normalmente formam-se calos, que são uma massa de células parenquimáticas em diferentes estágios de lignificação. Esta formação é independente da formação de raízes adventícias, mas ambas ocorrem simultaneamente devido aos processos de divisão celular, que dependem de fatores internos e externos (ALVERENGA; CARVALHO, 1983; HARTMANN et al., 2002). A origem dessas raízes é endógena, formando-se próximo aos tecidos vasculares e crescem entre os tecidos localizados ao redor do seu ponto de origem. Em caules mais velhos, as raízes adventícias podem encontrar um obstáculo ao seu crescimento, devido a presença de uma bainha de esclerênquima perivascular, que pode desviar a raiz de seu curso, normalmente radial (APPEZZATO-DA-GLÓRIA; CARMELLO-GUERREIRO, 2012). A formação de raízes pode ser dividida em três etapas: Indução, Iniciação e Expressão. A Indução envolve os primeiros eventos bioquímicos e moleculares sem alterações morfológicas. A Iniciação é caracterizada pelas divisões celulares que resultam na formação de meristemas e primórdios radiculares. Por fim, a Expressão consiste no crescimento, alongamento e emergência dos primórdios radiculares. (ZOTTELE et al., 2020)

A rizogênese é uma reação complexa, tanto anatômica quanto fisiológica. Apesar da evolução das técnicas para enraizamento, seus fundamentos biológicos são pouco conhecidos, sendo que vários reguladores de crescimento como auxina e citocininas exercem influência na indução de raízes. Para que o enraizamento ocorra, é necessário que as células parenquimáticas estejam disponíveis e receptivas para regenerar regiões meristemáticas, além de haver mudanças nas relações entre inibidores e promotores de enraizamento (DAVIES JÚNIOR e HARTMANN, 1988).

O enraizamento adventício ocorre em decorrência do acúmulo de auxina na porção superior ao corte, devido a interrupção do transporte, o tratamento da base da estaca com solução de auxina pode intensificar o enraizamento (KERBAUY, 2004). Geralmente quando a relação auxina/citocinina é alta, a formação de raízes adventícias é favorecida, por outro lado se a relação for baixa a formação de ramos é favorecida, o nível alto das duas favorece a formação de calos (XAVIER, 2013). Em um estudo com eucaliptos foi observado que a concentração de inibidores da rizogênese aumentava com a idade, correlacionando com a diminuição da capacidade de enraizamento (HACKETT, 1987). Moncaleán et al. (2002) descobriram que, em *Prunus persica*, a concentração de ácido abscísico aumenta e a relação citocinina/ácido indolacético diminui à medida que os propágulos amadurecem. Com

base nessa descoberta, eles sugeriram que as proporções de citocinina/ácido indolacético e isopenteniladenina/zeatina são bons indicadores do estágio de desenvolvimento da espécie. Podemos dividir a facilidade ao enraizamento em 3 classes (HARTMANN et al., 2017):

- Quando possuem componentes endógenos suficientes para a rizogênese, quando expostos a condições ambientais favoráveis a formação de raízes ocorre rapidamente;
- As que possuem cofatores disponível, mas a auxina é limitante, a aplicação exógena pode aumentar a capacidade de enraizamento;
- Aqueles que a aplicação exógena de auxina não estimula um bom enraizamento, podendo ser pela falta de compostos ou falta sensibilidade das células em responder aos compostos, pode ter ou não auxina presente.

## 5. METODOLOGIA

### 5.1. Local do experimento

O experimento foi realizado no Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira em Jerônimo Monteiro – ES, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (DCFM-CCAUE-UFES), coordenadas: 20°47'S e 41°23'W. O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwa – inverno seco e verão chuvoso (ALVARES et al., 2013).

### 5.2. Formação dos minijardins

Em 2022 foi revigorado três minijardins de clones de *P. peroba* que estavam abandonados, através da indução de brotações laterais pela poda drástica das minicepas na altura entre 15 e 20 cm acima do substrato. Um minijardim foi formado em 2018 por minicepas a partir de mudas propagadas por via sexuada, com sementes coletadas no mesmo ano de matrizes de *P. peroba*, coletadas de 20 árvores matrizes localizadas no município de Linhares-ES, coordenada 19° 23' S e 40° 04' W. (ARAÚJO et al., 2019); o segundo minijardim foi formado em 2019, coletando-se miniestacas com 10 cm de altura de matrizes de *P. peroba* de origem seminal, produzidas por Araújo et al. (2019); o terceiro minijardim também foi de origem assexuada, estabelecido no ano de 2020 e propagadas por brotações de aproximadamente 10 cm de altura de matrizes de *P. peroba* de origem seminal, produzidas por Araújo et al. (2019). No total foram formados três minijardins, com minicepas de diferentes idades:

- **Minicepas de 4 anos:** origem seminal, dispostas em vasos de 16x25 (aproximadamente 5 litros);
- **Minicepas de 3 anos:** origem assexuada, dispostas em vasos de 16x25 cm (aproximadamente 5 litros);
- **Minicepas de 2 anos:** origem assexuada; dispostas em vasos de 12 x 20 cm (aproximadamente 2,26 litros).

### 5.3. Estaqueamento

Pós 85 dias da poda foram coletadas as brotações apicais mais vigorosas de 8 a 12 cm, mantidas submersas na água até o estaqueamento para manter as condições

de vigor e turgescência, as folhas foram reduzidas à metade e as miniestacas foram dispostas em tubetes de 180 cm<sup>3</sup> contendo substrato comercial e 6 kg m<sup>-3</sup> de fertilizante de liberação controlada (FLC), para que os nutrientes fiquem disponíveis para absorção da planta por mais tempo (YAMAMOTO., et. al.), cuja formulação é 13-6-16, com tempo de liberação de 5 a 6 meses. (ARAÚJO et al., 2020), os tubetes foram colocados em bandejas e levados para a casa de vegetação com sistema de nebulização intermitente (Figura 1 e 2).

#### **5.4. Casa de vegetação**

As miniestacas foram alocadas em canteiros suspensos na casa de vegetação, com sistema de nebulização intermitente, mantendo a umidade relativa do ar média superior a 80%. Após 85 dias de casa de vegetação foi avaliado altura da parte aérea (HPA) e diâmetro do colo (DC);

#### **5.5. Casa de sombra**

As bandejas foram levadas para a casa de sombra em canteiros suspensos, por 31 dias, foram avaliados: altura da parte aérea (HPA) e diâmetro do colo (DC);

#### **5.6. Sol pleno**

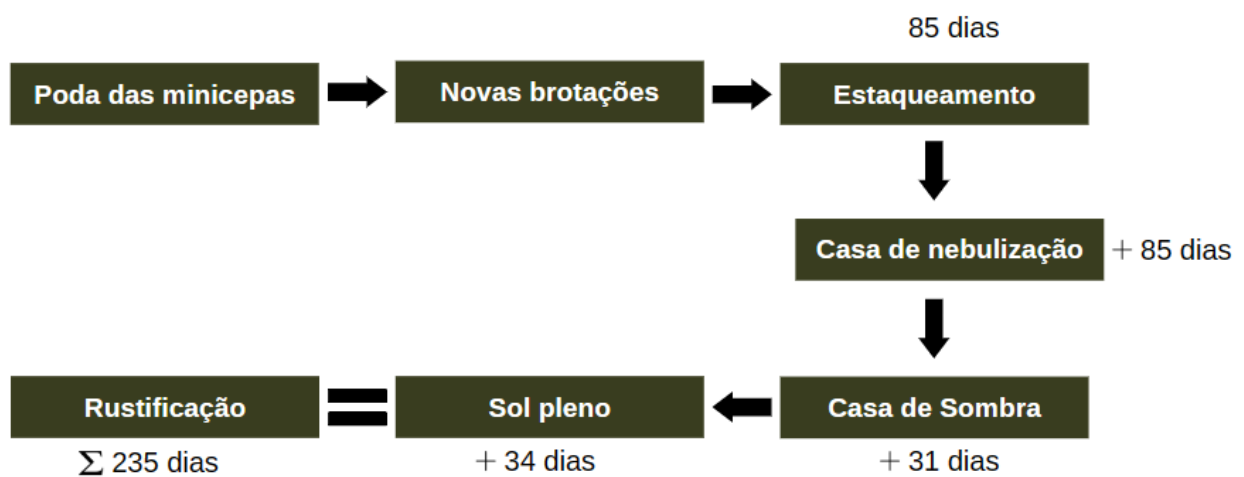
Por fim as mudas foram levadas para um canteiro suspenso em sol pleno por mais 34 dias, e então avaliado a sobrevivência (S%), altura da parte aérea (HPA), comprimento da raiz (HR), considerado o comprimento desde o colo à extremidade da raiz, e diâmetro do colo (DC), além da massa seca da parte aérea (MSPA, g planta<sup>-1</sup>), massa seca de raízes (MSR, g planta<sup>-1</sup>) e a massa seca total (MST, g planta<sup>-1</sup>). Para isso foi realizada a retirada das mudas dos tubetes, lavagem em água corrente do sistema radicular. Posteriormente, o material foi acondicionado em sacos de papel e colocado para secar em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 65 °C, por um período de aproximadamente, 72 h, sendo então pesado em balança analítica (0,0001 g).

#### **5.7. Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e o teste de Tukey ( $p < 0.05$ ) foi utilizado para comparações quando houve diferença significativa

entre as variáveis observadas nos tratamentos, as análises foram feitas pelo Microsoft Excel 2016®, considerando o delineamento inteiramente casualizado com arranjo das idades de quatro e três anos foi de quatro repetições x 20 miniestacas, para idade de dois anos o arranjo foi quatro repetições x 7 miniestacas, pois as minicepas tiveram menos brotações, possivelmente por menos vigor.

**Figura 1.** Fluxograma do ciclo de produção. As minicepas foram podadas, após 85 dias da poda foi feito o estaqueamento, as miniestacas de *P. peroba* ficaram por 85 dias na casa de nebulização, 31 dias na casa de sombra e 34 dias no sol pleno, totalizando 235 dias de produção, com mudas de 150 dias de *P. peroba*



Fonte: o autor, 2023



**Figura 2.** Etapas de produção: A) poda drástica nas minicepas de *Paratecoma peroba*; B, C) Minicepas de quatro anos de *P. peroba* após a poda drástica, com 20 e 81 dias respectivamente; D) *P. peroba* na casa de vegetação com sistema de nebulização logo após o estaqueamento; E) miniestacas na casa de vegetação; F) miniestacas de minicepas de quatro anos com 85 dias na casa de sombra; G) miniestacas de minicepas de quatro anos mudas em sol pleno com 116 dias; H) muda de minicepas de quatro anos após rustificação, com 150 dias; I) Preparo do material para fazer a massa seca.



Fonte: o autor, 2023



## 6. RESULTADO E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1 a altura da parte aérea (HPA) das miniestacas de *P. peroba* originadas de minicepas com quatro anos e três anos não diferiram significativamente e formaram um diâmetro de colo com poucas variações. Já as miniestacas originadas de minicepas de dois anos apresentaram os menores valores para a maioria das variáveis estudadas, esse resultado foram inesperados e não corroboram com estudos de autores como Greenwood e Hutchison (1993), no estudo de maturação de coníferas eles destacam que o crescimento em diâmetro e altura pode ser afetado pela diferença de idade das matrizes, sendo que a redução da capacidade de crescimento com o envelhecimento ontogenético; menores crescimentos em altura e diâmetro estão associados ao menor vigor do sistema radical, geralmente os propágulos mais juvenis adquirem maior crescimento do caule e acúmulo de biomassa. As condições fisiológicas, como a disponibilidade de nutrientes, a temperatura, a umidade e a luz, afetam diretamente o crescimento em altura, assim como o grau de lignificação dos propágulos (BENIN et al., 2013). O diâmetro do colo em mudas clonais pode indicar sua qualidade, Souza et al. (2006), trabalhando com mudas seminais, concluíram que mudas com maior diâmetro de coleta possuem maior sobrevivência pela capacidade de formação e crescimento de novas raízes. Diversas variáveis podem ter afetado a altura e diâmetro das miniestacas, o número amostral de miniestacas de minicepas de dois anos foi menor que os demais tratamentos o que pode gerar uma diferença significativa entre as idades, não podendo afirmar o real motivo do menor tamanho dessas miniestacas, sugere-se novos estudos para comparar as idades.

Wendling et al. (2003) sugeriram que minicepas apresentam baixa produtividade inicial, possivelmente por uma necessidade de adaptação inicial das minicepas ao ambiente, além de que após algumas podas é possível verificar um maior estímulo nas novas. Souza Junior e Wendling (2003) fizeram miniestaquia de *Eucalyptus dunnii*, e observaram maior produção de estacas na terceira e quarta coleta em relação a primeira e segunda, também associando ao desenvolvimento radicular das minicepas de origem seminal. Oscilações produtivas ocorrem por diversos fatores como: genótipo, temperatura, estresse hídrico, nutricional, esgotamento das brotações, coleta fora do prazo de tempo; entretanto o vigor pode

ser recuperado por tratos culturais, aumentando assim o número de brotações (XAVIER et al., 2013).

**Tabela 1.** diâmetro do colo (DC) e altura da parte aérea (HPA) de miniestacas de *Paratecoma peroba* coletadas de minicepas de 2, 3 e 4 anos respectivamente; em casa de nebulização, casa de sombra e sol pelo. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Idade(ano)	Casa de vegetação		Casa de Sombra		Sol Pleno	
	HPA (cm)	DC (cm)	HPA (cm)	DC (cm)	HPA (cm)	DC (cm)
2	6,84 b	2,55 ab	8,00 b	3,37 a	9,58 b	3,53 b
3	8,00 a	2,84 a	10,76 a	3,22 a	12,90 a	4,25 a
4	8,40 a	2,40 b	10,89 a	3,19 a	13,99 a	3,96 ab

Fonte: o autor, 2023

Segundo Silva (2019), a produção de mudas de *Paratecoma peroba* pela técnica de miniestaquia apresenta alto grau de enraizamento, indicando a possibilidade de uso da técnica para programas de melhoramento genético, para fins silviculturais e ambientais, principalmente por se tratar de uma espécie com ciclos de produção de semente supra-anuais. Araújo et al. (2019), utilizando o mesmo minijardim, relataram 82,5% de enraizamento de miniestacas mantidas em casa de vegetação climatizada. Carvalho et al. (2021) que também trabalharam com miniestaquia de *Paratecoma peroba*, utilizando brotos de minicepas de origem sexuada, observaram que independente do padrão de corte a propagação clonal se mostrou viável, não necessitando aplicação de ácido indol-butírico. Um sistema radicular robusto pode melhorar a atividade microbiana do solo no campo, aumentando a biomassa e promovendo uma melhor agregação e estruturação do solo (SOARES; CARNEIRO, 2010). Ao avaliar a eficiência do enraizamento de clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* Queiroz (2013) observou que miniestacas vigorosas e saudáveis produziram os melhores resultados de enraizamento.

Neste trabalho, como mostra a Tabela 2, independentemente da idade da minicepa ocorreu alta taxa de sobrevivência (S) das miniestacas, não apresentando diferença significativa entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ). Também não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) no comprimento da raiz, com 13,40 cm de comprimento médio entre as idades (Tabela 2). O uso de minijardim clonal de *P. peroba* se mostra uma alternativa viável para produção de mudas da espécie em viveiros florestais, com a possibilidade de utilização para a conservação de recursos genéticos ou para o melhoramento da espécie com objetivo comercial.

Oliveira et al. (2016) trabalharam com minijardim de *Handroanthus heptaphyllus*, espécie da mesma família da *P. peroba* (Bignoniaceae), notaram que o grau de juvenilidade e o balanço hormonal interno dos propágulos foram eficientes para estimular a emissão de 54% das raízes das miniestacas, após 30 dias, indicando a possibilidade da propagação vegetativa da espécie para diversos fins. Silva et al. (2010) conseguiram um elevado índice de enraizamento para *Calophyllum brasiliense*, maior que 85%, revelando um grande potencial para condução de minicepas em minijardim clonal. Em *Jacaranda mimosifolia* a porcentagem média de sobrevida foi de 79,4% e o percentual de enraizamento foi de 68,9% em 90 dias (FAUERHARMEL et al., 2020). Em um estudo de Carvalho et al. (2020) com espécies amazônicas a média de sobrevivência das miniestacas de *Jacaranda mimosifolia* foi 47,25% para a primeira coleta de estacas em plantas matrizes e 54, 26% para a segunda coleta e para a espécie *Myracrodruon urundeuva* apresentaram 100% de morte durante a condução do experimento. Em *Anadenanthera macrocarpa* Dias et al. (2015) observaram, aos 60 dias após a estaquia, um diâmetro médio de 2,1 mm nas miniestacas. Altoé et al. (2010) observou um diâmetro próximo a 7 mm aos 140 dias em miniestacas das espécies *Psidium guineense* e *Psidium cattleianum*, no mesmo trabalho o autor encontrou 95,83% e 91,66 de enraizamento para *Psidium guineense* e *Psidium cattleianum* respectivamente. Segundo Sant'ana (2023), é possível desenvolver um minijardim seminal de *Lecythis lanceolata* como fonte de propágulos vegetativos, no entanto o enraizamento adventício é baixo, mesmo aplicando auxina. Sendo essas também espécies nativas com potencial para propagação clonal, independente de qual for o objetivo.

Pires et al. (2011) avaliaram a diferença de idade de matrizes de erva-mate, as matrizes mais jovens proporcionaram melhores resultados para todas as variáveis, a técnica de miniestaquia se mostrou como alternativa para a produção de mudas da

espécie, sendo que a idade do material genético selecionado deve ser levada em conta. Segundo Pimentel et al. (2019), tanto o genótipo como a sazonalidade influenciam o enraizamento de miniestacas de *Ilex paraguariensis*, os propágulos coletados no outono e inverno obtiveram maior resposta ao enraizamento, não necessitando da aplicação de AIB. Sand (1989) estudou a influência da idade fisiológica da planta matriz de erva-mate na capacidade de enraizamento, as estacas caulinares e foliares provenientes de plantas matrizes de um ano de idade apresentaram enraizamento de 91,7 e 39,4%, respectivamente; as estacas provenientes de plantas de 60 anos tiveram enraizamento de apenas 6,8 e 2,6%. O mesmo autor sugere que após três anos de idade das plantas a juvenilidade diminui, mesmo ainda não alcançaram a maturação reprodutiva, que começa após o quinto e sexto ano de vida.

**Tabela 2.** Sobrevivência (S); coeficiente de variância da sobrevivência (CV); comprimento da raiz (HR); coeficiente de variância (CV) do comprimento da raiz; de miniestacas provenientes de minicepas com três idades diferentes: 2, 3 e 4 anos respectivamente; após a rustificação (150 dias). Em que médias seguidas de mesma letra não se diferenciam entre si em nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Idade	S (%)	CV (%)	HR (cm)	CV (%)
2	89 a	7	13,73 a	3
3	90 a	7	13,33 a	1
4	94 a	2	13,16 a	1

Fonte: o autor, 2023

O crescimento vegetativo é um processo dinâmico que envolve a absorção de nutrientes, água e luz, assim como a produção de novas células, tecidos e órgãos, é influenciado por fatores ambientais, como temperatura, umidade, luz, disponibilidade de nutrientes e água, bem como fatores genéticos, como a idade da planta, e a espécie. A massa seca é considerada um importante indicador da qualidade das mudas produzidas, pois segundo ela é o resultado da diferença entre o carbono absorvido pela fotossíntese e o carbono perdido pela respiração. Quanto maior o valor da MST, melhor será a qualidade da muda produzida, a sobrevivência e o crescimento

das plantas após o transplante no campo (LARCHER, 2006). Ao avaliar estacas de *Coffea canephora* com 7 cm de comprimento, Dias et al. (2012) observaram que a massa seca da parte aérea variou de acordo com a concentração de extrato aquoso de *Cyperus rotundus*. Estacas foram imersas em concentrações de 0, 400, 800 e 1200 g dm<sup>-3</sup> por 120 segundos, resultando em massa seca da parte aérea de 1,7; 1,8; 1,8 e 1,6 g, respectivamente.

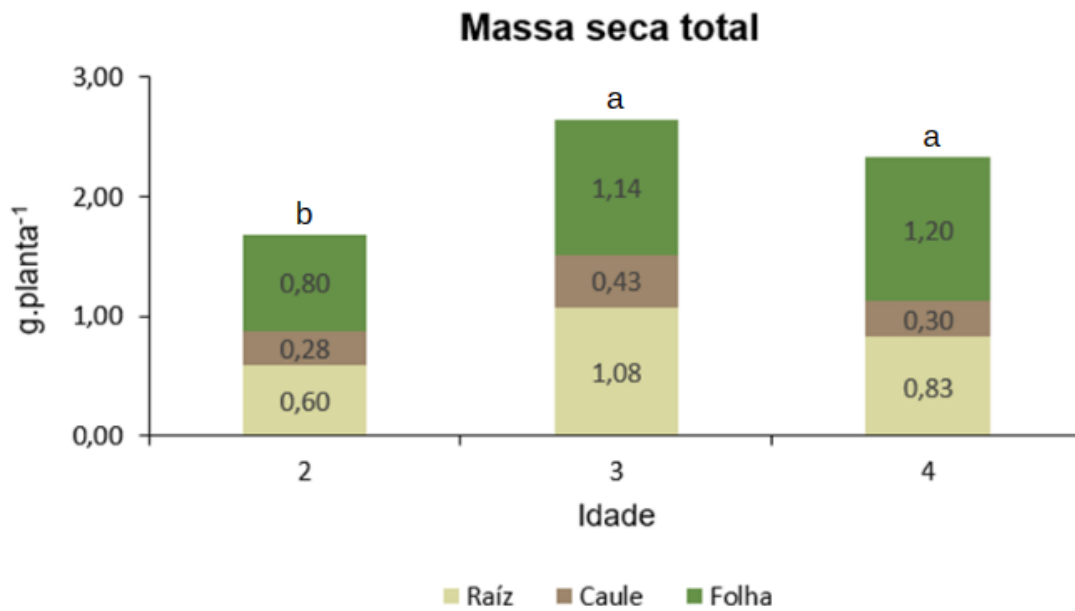
A massa seca vegetal pode ser um importante indicativo de vigor; quanto maior a massa seca, maior o acúmulo de nutrientes e energia disponíveis para a planta. No presente trabalho a massa seca total das miniestacas de cepas de três anos foi de 2,64 g planta<sup>-1</sup>, não apresentou contraste significativo com as miniestacas de minicepas de quatro anos (2,31 g planta<sup>-1</sup>). As minicepas de dois anos apresentaram os menores valores de massa seca total (1,69 g planta<sup>-1</sup>), diferindo significativamente com outros tratamentos ( $p < 0,05$ ) (Figura 3).

Apesar da taxa de sobrevivência não diferir entre as idades, o desenvolvimento em diâmetro, altura e massa seca foi menor em miniestacas de 2 anos, um resultado não esperado visto a maior juvenilidade dos propágulos, uma explicação plausível seria o volume do recipiente das minicepas de 2 anos que estavam em vasos menores, gerando brotações menos vigorosas. A escolha do tipo de recipiente e suas dimensões têm um impacto na qualidade e nos custos de produção de mudas de espécies florestais (CARNEIRO, 1987); um maior volume do recipiente possibilita a expansão do sistema radicular, além do armazenamento de água e nutrientes no solo (BÖHM, 1979), quando mudas são cultivadas em recipientes menores que seu volume ideal, o sistema radicular fica restrito e ocupa grande parte do volume do recipiente, isso significa menor capacidade do solo em reter água e nutrientes, exigindo maior frequência de irrigação e reposição nutricional. segundo Freitas et al. (2018), o volume do tubete das minicepas, quando menor que o ideal, pode afetar negativamente as brotações e, conseqüentemente, o número de miniestacas por minicepas.

Souza et al. (2014), estudando minicepas de *Toona ciliata* em canaletão e tubetes, verificaram maior produtividade em canaletão, sendo que as raízes ficam livres para explorar um maior volume, captando de forma eficiente água e nutrientes, refletindo na produção de massa seca; em tubetes nem a aplicação de sulfato de amônio supriu as necessidades das minicepas devido a limitação imposta ao sistema radicular. Silva et al. (2012) também estudando minicepas de *Toona ciliata* verificaram

que minijardim de canaletão produzem 270% a mais de miniestacas do que as minicepas do minijardim em tubetes, no período de sete meses.

**Figura 3.** Repartição da massa seca da parte aérea, caule e raiz, para miniestacas com 150 dias, coletadas de minicepas com 2, 3 e 4 anos respectivamente. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.



Fonte: o autor, 2023

## 7. CONCLUSÃO

A produção de mudas de *Paratecoma peroba* pela técnica de miniestaquia apresenta bons resultados de sobrevivência e enraizamento. Pelo estudo realizado conclui-se que minicepas podem permanecer por pelo menos 4 anos no minijardim e ainda apresentarem aspectos de juvenilidade, mantendo um bom vigor de miniestacas e assim diminuindo a rotatividade. O volume do vaso de minicepas possivelmente influenciou significativamente o vigor das miniestacas, sugere-se testar com minicepas de mesma idade.

## 8. REFERÊNCIA

ALFENAS, A. C., ZAUZA, E. A. V., MAFIA, R. G., ASSIS, T. F. Clonagem e doenças do eucalipto. Viçosa, MG: **Editora UFV**, 2009. 500 p.

ALTOÉ, J. A.; MARINHO, C. S.; TERRA, M. I. C.; BARROSO, D. G. Propagação de araçazeiro e goiabeira via miniestquia de material juvenil. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p.312-318, 2011.

ARAÚJO, E. F.; GONÇALVES, E. O.; SANTOS, A. R.; GIBSON, E. L.; CALDEIRA, M. V. W.; PEZZOPANE, J. E. M. Controlled release fertilizer in the rooting and performace of clones of *Paratecoma peroba*. **CERNE**, v..26, n .2, p. 202-211, 2020.

ARAÚJO, E. F.; GIBSON, E. L.; SANTOS, A. R.; GONÇALVES, E. O.; WENDLIG, I.; ALEXANDRE, R. S.; POLA, L. A. V. Mini-cutting technique for vegetative propagation of *Paratecoma peroba*. **CERNE**, v. 25, n. 3, p.314-325, 2019.

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. Anatomia vegetal. 2. ed. Viçosa: **Editora UFV**., 2022.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. Lista de espécies madeireiras comerciais ameaçadas de extinção. 2014. Disponível em: <[snif.florestal.gov.br](http://snif.florestal.gov.br)> . Acesso em: 26 out. 2022.

BENIN, C. C.; PERES, F. S. B.; GARCIA, F. A. O enraizamento de miniestacas apicais, in termediárias e basais em clones de *Eucalyptus benthamii*. **Floresta**, v. 43, n. 3, p. 421 - 428, 2013.

BOSCHETTI, W. T. N.; BARBOSA, A. A.; OLIVEIRA, J. T. S.; SANTOS, A. R. Identificação de madeiras do patrimônio histórico usadas em estruturas: estudo de caso da Fazenda Fortaleza. **Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**, v. 5, n. 3, p. 118-126, 2014.



BÖHM, W. Methods of studying root systems. Berlin: **SpringerVerlag**, 1979. 188p.

BOLIANI, A. C. **Efeitos do estiolamento basal, da juvenilidade e do uso de um regulador vegetal no enraizamento de estacas de raízes e de ramos herbáceos de algumas espécies frutíferas**. Piracicaba, SP :ESALQ, 1986. 121 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1986

CARNEIRO, J. G. A. Influência de recipientes e de estações de semeadura sobre o comportamento do sistema radicular e dos parâmetros morfológicos de mudas de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* L. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1987. 81p.

CARVALHO, A. ; NEVES, A. H. B.; TRONCO, K. M. Q. Propagação vegetativa de espécies florestais da Amazônia. **Brazilian Journal of Development**. v. 6, n. 10, p. 83417-83430, 2020.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa-CNPQ; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 1039 p.

CONCEIÇÃO, J. B. F.; FERREIRA, S. A. N.; LIMA, N. N. Vegetative rescue potential of Brazil nut through epicormic shoots on detached branches. **Acta Amazonica**, v. 50, n. 3, p. 199-203, set. 2020.

CNCFlora. *Paratecoma peroba* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 **Centro Nacional de Conservação da Flora**.

DIAS, J. R. M.; SILVA, E. D.A.; GONÇALVES, G, S.; SILVA, J, F.; SOUZA, E. F, M, S.; STA CHIW, R. Enraizamento de estacas de cafeeiro imersas em extrato aquoso de tiririca. **Coffee Science**, v. 7, n. 3, p. 259-266, 2012.

DIAS, P. C.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. S.; PAIVA, H. N.; CORREIA, A.C.G. Propagação vegetativa de progênies de meios-irmãos de angico-vermelho

(*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) por miniestaquia. **Revista Árvore**, v. 36, n. 3, p. 389-399, 2012.

DIAS, P. C.; OLIVEIRA, L. S.; XAVIER, A.; WENDLING, I. Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 72, p. 453, 2012.

DÍCKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

ELDRIDGE, K., DAVIDSON, J., HARDWIID, C., VanWYK, G. Eucalypt domestication and breeding. Oxford: **Clarendon Press**, 1994. p. 228-246.

ENGEL, V. L.; MARTINS, F. R. Reproductive phenology of Atlantic Forest tree species em Brazil: an eleven-year study. **Tropical Ecology**, v. 46, n. 1, p. 1 -16, 2005.

FACHINELLO, J.C. et al. **Propagação vegetativa por estaquia**. In: FACHINELLO et al. Propagação de plantas frutíferas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p.69-108.

FAUERHARMEL, M; BISOGNIN, DA; LENCINA, KH; TONETTO, T da S; MELTZER, JM; MAGGIONI, JH. Production of jacaranda plantlets by minicutting. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 5, suplemento 1: p. 1951-1962, 2020.

FRANCLET, A.; BOULAY, M.; BEKKAOUI, F.; FOURET, Y.; VERSCHOOREMARTOUZET, B.; WALKER, N. Rejuvenation. In: BONGA J. M.; DURZAN, D. J. (Eds.). Cell and tissue culture in forestry. Amsterdam: **Martinus Nijhoff Publishers**, 1987. p. 232-248.

FRAGA, C. N, FORMIGONI, M. H, CHAVES, F. G. Fauna e flora ameaçadas de extinção no estado do Espírito. **Instituto Nacional da Mata Atlântica**; Santa Teresa, ES: 2019. 432 p.

FREITAS, T. A. S. de; SOUZA, S. S. M. de; SANTOS, L. B. dos; MENDONÇA, A. V. R. Produtividade de minicepas de três espécies florestais em diferentes tamanhos de tubetes. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [S. l.], v. 38, 2018.

GARCIA, C.H. Tabelas para classificação de coeficientes de variação Piracicaba: **IPEF**, 1989. 12 p.

GENTRY, A.H. 1992. A synopsis of Bignoniaceae ethnobotany and economic botany. **Annals of the Missouri Botanical Garden**. 79: 53-64.

GREENWOOD, M. S., HUTCHISON, K. W. Maturation as an developmental process. In: AHUJA, M. R. e LIBBY, W. J. **Clonal forestry: genetics and biotecnology**. Budapest: Springer-Verlag, 1993. p. 14 – 33.

HACKETT, W. P. Donor plant maturation and adventitious root formation. In: DAVIES, T. D.; HAISSIG, B. E.; SANKHLA, N. Adventitious root formation in cuttings. **Advances in Plant Sciences Series, v. 2**. Portland: Dioscorides Press, p. 11-28, 1987

HACKETT, W. P., MURRAY, J. R. Maturation and rejuvenation in woody species. In: AHUJA, M. R. Micropropagation of woody plants. Dordrecht: **Kluwer Academic Publishers**, 1993. p. 93 - 105.

HARTMANN, H. T. et al. **H m & K ' i** : principles and practices. 9. ed. London: Pearson, 2017. 1024p.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V.; GONÇALVES, A. N. Evolução do jardim clonal de eucalipto para a produção de mudas. **IPEF Notícias**, Piracicaba, v. 24, n. 148, p. 4-5, 2000.

LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. São Carlos: **RIMA Artes e Textos**, 2006, 532 p.

LINS, B. L. A.; NASCIMENTO, M. T. Efeito do corte seletivo na fenologia de *Paratecoma peroba* (Record) Kuhl. (Bignoniaceae) em uma mata de tabuleiro na Estação Ecológica Estadual de Guaxindiba, São Francisco de Itabapoana, RJ. **Congresso de ecologia do Brasil**, 2007.

LINS, B. L. A.; NASCIMENTO, M. T. Fenologia de *Paratecoma peroba* (Bignoniaceae) em uma floresta estacional semidecidual do norte-fluminense, **Brasil**. *Rodriguésia*, v. 61, n. 3, p. 559-568, 2010.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: **Instituto Plantarum**, 3ª ed, v. 2, p. 384, 2009.

MAIA, J. P. O. **Diagnóstico da situação de algumas construções de madeira do patrimônio cultural na região do Caparaó**. Trabalho de Conclusão de Curso (Departamento de Ciências Florestais e da Madeira) - Universidade Federal do Espírito Santo, 67p, 2016.

MONCALEÁN, P.; RODRIGUEZ, A.; FERNÁNDEZ, B. Plant growth regulators as putative physiological markers of developmental stage in *Prunus persica*. **Plant Growth Regulation, Netherlands**, v. 36, n. 1, p. 27-29, 2002.

MORELLATO, L.P.C.; RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F.; JOLY, C. A. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 12, p. 85-98. 1989.

MOURA, L. C.; TITON, M.; MOURA, C. C.; SOUZA, C. C.; SANTANA, R. C. et al. Ácido indolbutírico (AIB) e substratos na propagação vegetativa de Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) por miniestaquia. **Advances in Forestry Science**. v. 6, n. 1, p. 517-522, 2019.

OLIVEIRA JUNIOR, J. C. de. et al. Enraizamento de *Handroanthus chrysotrichus* (mart. Ex dc.) via miniestaquia sob diferentes dosagens do extrato de *Cyperus rotundus*. **Brazilian Journal of Development**. v. 6, n.12, p. 102703-102713, 2020.

OLIVEIRA, T. P. F.; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, K. R.; CARVALHO, G. C. M. W. de. Aplicação de AIB e tipo de miniestacas na produção de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* Mattos. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 299-306, 2016.

OLMSTEAD, R.G.; ZIHRA, M.L.; LOHMANN, L.G.; GROSE, S.O.; ECKERT, A.J. A molecular phylogeny and classification of Bignoniaceae. **American Journal of Botany**, v. 96, n. 9, p. 1731-1743, 2009.

PIMENTEL, N.; LENCINA, K. H.; KIELSE, P.; RODRIGUES, M. B.; SOMAVILLA, T. M.; BISOGNIN, D. A. Produtividade de minicepas e enraizamento de miniestacas de clones de erva-mate (*Ilex paraguariensis*). **Ciência Florestal**, [S. l.], v. 29, n. 2, p. 559–570, 2019.

PIRES, P. P.; WENDLING, I.; BRONDANI, E.; KRATZ, D. Miniestaquia de erva-mate em relação a matrizes com diferentes idades. In: CONGRESSO SUDAMERICANO DE LA YERBA MATE, 5, 2011, Posadas. **Anais...** p. 49-54, Posadas: Instituto Nacional de la Yerba Mate, 2011.

QUEIROZ, D. **Eficiência do substrato no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla***. Trabalho de título em Gestão Florestal no curso de Pós-graduação de Gestão Florestal. UFPR. 2013. 17p.

ROLIM, S. G.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; PIOTTO, A.; BATISTA, A.; FREITAS, M. L. M.; BRIENZA JUNIOR, S.; ZAKIA, M. J. B.; CALMON, M. Prioridades e lacunas de pesquisa e desenvolvimento em silvicultura de espécies nativas no Brasil. São Paulo: **Working Paper**, Brasil. 2020.

SALISBURY, F. B., ROSS, C. W. Plant Physiology. 4th ed. California: Wadsworth Publishing Company, Inc., 1991, 682p.

SAND, H. A Propagación agamica de la yerba mate (*Ilex paraguariensis* S1. Hil.). Cerro Azul: **INTA Estación Experimental Agropecuaria Misiones**, 1989. 11 p. (INTA. Nota tecnica, 40).

SANT'ANA, B. T.; BERUDE, M. C.; FELETTI, T. A.; CALDEIRA, M. V. W.; GONÇALVES, E. de O. Produtividade de minicepas e enraizamento de miniestacas de sapucaia (*Lecythis lanceolata*). **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 43, e201901931, p. 1-6, 2023.

SILVA, R. D. **Miniestaquia de Paratecoma peroba (Record) Kuhl.: capacidade de enraizamento e utilização de brassinosteróide**. 2019. 74 fls. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias - Campos dos Goytacazes, 2019.

SILVA, G. C.; NASCIMENTO, M. T. Fitossociologia de um remanescente de mata sobre tabuleiros no norte do estado do Rio de Janeiro (Mata do Carvão). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 214, n.1, p. 51-62, 2001.

SILVA, M. P. S.; BARROSO, D. G.; SOUZA, J. S.; FERREIRA, D. A.; CARNEIRO, J. G. A. Enraizamento de miniestacas e produtividade de minicepas de cedro australiano manejadas em canaletões e tubetes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 703-713, out./dez. 2012.

SILVA, R. L., OLIVEIRA, M. L., MONTE, M. A., e XAVIER, A. Propagação clonal de guanandi (*Calophyllum brasiliense*) por miniestaquia. **Agronomiá Costarricense**, 34(1), 99-104, 2010.

SIMÃO, E.; NAKAMURA, A. T.; TAKAKI, M. Época de colheita e capacidade germinativa de sementes de *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (Melastomataceae).

**Biota Neotropica**, v. 7, n. 1, p. 67-73, 2007.

SOARES, C.R.F.S. E.; CARNEIRO, M. A. C.– Micorrizas arbusculares na recuperação de áreas degradadas. In: Siqueira, J.O.; Souza, F.A.; Cardoso, E.J.B.N. & Tsai, S.M. (Ed.s) – **Micorrizas: 30 anos de pesquisa no Brasil**. Lavras-MG, UFLA, 2010. p 441-474.

SOUZA, J. S.; BARROSO, D. G.; SILVA, M. P. S.; FERREIRA, D. A.; GRAVI8NA, G. A.; CARNEIRO, J, G. A. Produtividade de minicepas de Cedro Australiano e remoção de nutrientes pela coleta sucessiva de miniestacas. **Ciência Florestal**, v. 24. n. 1,, 2014.

SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Atlas dos remanescentes da Mata Atlântica - período 2021-2022. São Paulo: **SOS Mata Atlântica; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, 2022. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/iniciativas/atlas-da-mata-atlantica/>>. Acesso em: 26 out. 2022.

SOS MATA ATLÂNTICA. Relatório Anual SOS Mata Atlântica 2021. São Paulo: **Fundação SOS Mata Atlântica**, 2021. Disponível em: <Relatorio\_ 21 Julho.pdf (sosma.org.br)>. Acesso em: 26 out. 2022.

SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J. S. Desenvolvimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.

SOUZA JÚNIOR, L.; WENDLING, I. Miniestaquia de *Eucalyptus dunnii* utilizando propágulos juvenis. Colombo: **Embrapa Florestas**, 2005. 3 p. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 108).

- SOUZA JUNIOR, L.; WENDLING, I. Propagação vegetativa de *Eucalyptus dunnii* via miniestaquia de material juvenil. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 46, p. 21-30, 2003.
- STUEPP, C. A.; WENDLING, I.; XAVIER, A.; RIBAS, K. C. Z. Vegetative propagation and application of clonal forestry in Brazilian native tree species. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.53, n.9, p.985-1002, 2018.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.
- VILLELA, D. M.; NASCIMENTO, M. T.; ARAGÃO, L. E. O. C.; GAMA, D. M. Effect of selective logging on forest structure and nutriente cycling in a seasonaly dry Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Biogeography**, v. 33, p. 506 – 516, 2006.
- XAVIER, A.; GLÊISON, A. X.; SANTOS, 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. et al. *Silvicultura clonal: princípios e técnicas*. 2. ed. Viçosa: **Editora UFV**, 2013.
- WENDLING, I.; XAVIER, A. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais. **Floresta e Ambiente**, v. 8, n. único, p. 187-194, 2012.
- WENDLING, I. XAVIER, A.; PAIVA, H. N. Influência da miniestaquia seriada no vigor de minicepas de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 611-618, 2003.
- YAMAMOTO, C. F., PEREIRA, E. I., MATTOS, L. H.C, MATSUNAKA, T. e RIBEIRO. Slow release fertilizers based on urea/urea–Formaldehyde polymer nanocomposites. *Chemical Engineering Journal*. v. 287, p. 390-397, 2016.



ZHANG, W. X.; JUNJUN, F.; TAN, Q.; ZHAO, M.; CAO, F. Mechanisms underlying the regulation of root formation in *Malus hupehensis* stem cuttings by using exogenous hormones. **Journal Plant Growth Regulation**. n. 35, p. 1-12, 2016.

ZOBEL, B., TALBERT, J. **Applied Forest tree improvement**. New York, North Carolina State University, 1984. 505 p.

ZOTTELE, L.; AOYAMA, E. M.; ELIAS, L.; FALQUETO, A. Influência dos diferentes tipos de estacas caulinares no enraizamento e morfoanatomia de *Aphelandra nitida* Ness and Mart. (Acanthaceae). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 49290–49309, 2020.