

**AGUST SALES**

**RESGATE E PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *Schizolobium parahyba* var.  
*amazonicum***

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Orientador: Aloisio Xavier

Coorientador: Haroldo Nogueira de Paiva

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2022**

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

S163r  
2022 Sales, Agust, 1991-  
Resgate e propagação vegetativa de *Schizolobium paralyba* var. *amazonicum* / Agust Sales. - Viçosa, MG, 2022.  
1 tese eletrônica (154 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Aloisio Xavier.  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, 2022.  
Inclui bibliografia.  
DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2022.139>  
Modo de acesso: World Wide Web.

1. Paricá - Propagação. 2. Paricá - Conservação. 3. Clonagem. 4. Enxertia. 5. Mergulhia. I. Xavier, Aloisio, 1965-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Florestal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal. III. Título.

CDO adapt. CDD 22. ed. 634.918151

Bibliotecário(a) responsável: Alice Regina Pinto CRB6 2523

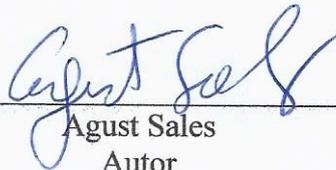
**AGUST SALES**

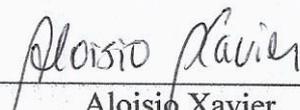
**RESGATE E PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *Schizolobium parahyba* var.  
*amazonicum***

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 15 de fevereiro de 2022.

Assentimento:

  
\_\_\_\_\_  
Agust Sales  
Autor

  
\_\_\_\_\_  
Aloisio Xavier  
Orientador

*Aos meus pais, Arlindo Sales Filho e Sandra da Silva Sales,  
pelo carinho, amor, compreensão, educação, exemplo  
de vida e por estarem sempre presentes em  
minha vida. Aos meus irmãos e  
à toda minha família,*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, pelo dom da vida.

À Universidade Federal de Viçosa, ao Departamento de Engenharia Florestal e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, pela oportunidade concedida para realização do doutorado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da CAPES – Código de Financiamento 001.

Ao Grupo Arboris, pelo apoio em forma de recurso financeiro, estrutural e humano recebido, em especial, ao Sr. Marco A. Siviero pela amizade, confiança e grandes ensinamentos.

Aos meus pais, Arlindo Sales Filho e Sandra da Silva Sales, por todo amor e apoio dedicado a mim, não somente na realização desta pós-graduação, mas em todas as etapas da minha vida, mesmo nos momentos mais difíceis, sempre acreditaram no meu potencial.

À minha dedicada companheira de vida e profissão, meu amor de todas as horas Sabrina Benmuyal Vieira por toda a força, carinho e apoio durante esta jornada.

Ao Prof. Aloisio Xavier, pela orientação, dedicação, amizade, confiança, competência, profissionalismo e ensinamentos, que foram de grande importância para realização deste trabalho e para meu crescimento profissional e acadêmico.

Ao Prof. Haroldo Nogueira de Paiva, pela orientação e participação na construção e aperfeiçoamento deste trabalho e, juntamente com os professores Glêison A. dos Santos, Márcio L. da Silva, Sílvio Nolasco de O. Neto, Ivar Wendling, Miranda Titon, Dimas Mendes Ribeiro e os demais, pelos valiosos ensinamentos que foram essenciais para minha formação.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Florestal e da Pós-Graduação em Ciência Florestal, pelas orientações e harmoniosa convivência, em especial, Alexandre e Dílson, que, sempre de forma competente, me orientaram em muitas decisões.

Aos meus irmãos, Adones Sales e André Sales, que mesmo na distância, me motivaram a buscar meus ideais.

Aos meus familiares que contribuíram com apoio, carinho e torcida sempre!

Aos meus amigos de pós-graduação e Viçosa que foram minha família nesse período do doutorado, Fernanda, Thales, Júlia, Sindy, Cátia, Aline, Bruna, Gustavo, Alexandre, Gabi, Vicente, Nero, Dayane, Guilherme, Caio, Liseth, Suellen, Wilton, Mindaye, Isadora, e aos demais que também tiveram grande importância na minha caminhada.

E a todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

**Muito obrigado!**

*“A condição em que estamos mais felizes com nossas vidas, é quando estamos amando.  
Amando pessoas, amando animais e vegetais, amando um projeto, curso ou profissão,  
amando servir e ser servido e, principalmente, amando Deus.”*

**Dr. Agust Sales**

## RESUMO

SALES, Agust, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2022. **Resgate e propagação vegetativa de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum***. Orientador: Aloisio Xavier. Coorientador: Haroldo Nogueira de Paiva.

Estudos relacionados com resgate e propagação vegetativa de espécies arbóreas nativas da Amazônia podem fornecer informações importantes para o estabelecimento da silvicultura clonal. Dentre as espécies arbóreas da Amazônia com expectativa para o estabelecimento da silvicultura clonal, pode-se citar a *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá). Contudo, ainda é incipiente o conhecimento sobre a eficiência de técnicas para essa espécie que visam ao revigoramento e/ou rejuvenescimento, resgate e propagação clonal de materiais superiores. Portanto, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar a resposta do paricá e eficiência da aplicação das técnicas de decepa, enxertia, mergulhia de cepa e estaquia direta a campo. O trabalho foi dividido em três capítulos. Capítulo I: sazonalidade e altura de decepa na indução de brotações epicórmicas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá). Neste estudo, foram selecionadas árvores de paricá de cinco anos de idade e decepadas com corte do fuste em três alturas (0 = nível do colo; 10 cm de altura a partir do colo; e 30 cm de altura a partir do colo), sendo avaliadas as emissões de brotações epicórmicas em duas estações do ano (EC = estação chuvosa de dezembro a junho e; ES = estação seca de julho a novembro). Capítulo II: Resgate vegetativo de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) via enxertia de campo e mergulhia de cepa. Para o experimento de enxertia, os tratamentos foram dois diâmetros de enxertos obtidos a partir de brotações basais induzidas pela decepa de árvores de paricá com cinco anos de idade. O tipo de enxertia aplicada foi a garfagem em fenda cheia, sendo realizada em porta-enxertos seminais produzidos via semeadura direta no campo. Quanto ao experimento de mergulhia de cepa, os tratamentos foram cinco doses de ácido indolbutírico (AIB), aplicadas na região anelada de brotações oriundas de cepas de paricá, realizando-se em seguida a amontoa com solo do entorno da cepa até 15 cm acima da parte anelada. Capítulo III: Propagação vegetativa de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) via estaquia direta a campo. No experimento 1, o primeiro fator foi a redução foliar (SF = sem folha; PF = um par de folíolos; e FI = uma folha inteira). Para o experimento 2, o primeiro fator foi o uso de filme de parafina (sem e com Parafilm®). Para ambos os experimentos, o segundo fator foi as doses de AIB. As técnicas de decepa, enxertia e mergulhia de cepa de paricá demonstraram-se potenciais para a

indução de brotações epicórmicas, rejuvenescimento e resgate vegetativo de árvores com cinco anos de idade. A técnica de estaquia direta a campo de paricá não obteve pleno êxito, visto que a maioria das estacas não sobreviveu no final do período de avaliação, indicando a necessidade de uso de mais tecnologias e remodelação para buscar compreender e atender as peculiaridades da espécie.

Palavras-chave: Silvicultura clonal. Enxertia. Estaquia. Mergulhia. Paricá.

## ABSTRACT

SALES, Agust, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2022. **Rescue and vegetative propagation of *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum***. Adviser: Aloisio Xavier. Co-adviser: Haroldo Nogueira de Paiva.

Studies related to vegetative rescue and propagation of Amazon native tree species can provide important information for the establishment of clonal forestry. Among the Amazon tree species with expectation for the establishment of clonal silviculture, we can mention *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá). However, knowledge about the efficiency of techniques for this species that aim at reinvigoration and/or rejuvenation, rescue and clonal propagation of superior materials is still incipient. Therefore, the general objective of this work was to evaluate the response of paricá and the efficiency of the application of the techniques of coppicing, grafting, mound layering and direct cutting to field. The work was divided into three chapters. Chapter I: Seasonality and height of coppicing in the induction of epicormic shoots of *Schizolobium parahyba* var. *amazonum* (paricá). In this study, five-year-old trees were selected and cut with a cut of the stem at the three height of coppicing (0 = root collar; 10 cm height from root collar; and 30 cm height from root collar), being evaluated the emission of epicormic shoots in two seasons (EC = rainy season from December to June and; ES = dry season from July to November). Chapter II: Vegetative rescue of *Schizolobium parahyba* var. *amazonum* (paricá) via field grafting and mound layering. For the grafting experiment, the treatments were two graft diameters obtained from basal shoots induced by the cutting of five-year-old paricá trees. Grafting type applied the cleft grafting, being carried out on rootstocks produced via direct sowing in the field. As for the mound layering experimente, the treatments were of five doses of indolebutyric acid (IBA), applied in the girdling region of shoots from paricá stump, taking place afterwards, heaped with soil the stump, covering 15 cm above the girdling. Chapter III: Vegetative propagation of *Schizolobium parahyba* var. *amazonum* (paricá) via direct cutting. In experiment 1, the first factor was leaf reduction (SF = no leaf; PF = one pair of leaflets; and FI = one whole leaf). For experiment 2, the first factor was the use of paraffin film (with and without Parafilm<sup>®</sup>). For both experiments, the second factor was the doses of IBA. The techniques of coppicing, grafting and mound layering of the paricá proved to be potential for the induction of epicormic shoots, rejuvenation and vegetative rescue of trees with five years old. The direct cutting technique in the paricá field was not completely successful, as the

cuttings did not survive at the end of the evaluation period, indicating the need to use more technologies and remodeling in order to understand and meet the peculiarities of the species.

**Keywords:** Clonal forestry. Cuttings. Grafting. Layering technique. Paricá.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA: SILVICULTURA CLONAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA AMAZÔNIA PARA FINS PRODUTIVOS E/OU AMBIENTAIS .....</b>	<b>15</b>
2.1 INTRODUÇÃO .....	15
2.2 ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS DA AMAZÔNIA .....	17
2.3 INDUÇÃO DE BROTAÇÕES EPICÓRMICAS .....	20
2.4 RESGATE VEGETATIVO .....	29
2.4.1 Resgate vegetativo por meio de brotações da copa.....	29
2.4.2 Resgate vegetativo por meio de brotações epicórmicas basais.....	30
2.4.3 Técnicas de resgate vegetativo com brotações de copa e basais das árvores ....	31
2.4.3.1 Estaquia .....	31
2.4.3.2 Mergulhia .....	37
2.4.3.3 Enxertia.....	40
2.5 PROPAGAÇÃO VEGETATIVA.....	42
2.5.1 Propagação vegetativa de plantas-mãe juvenis (mudas seminais).....	42
2.5.2 Propagação vegetativa de árvores-mãe adultas.....	49
2.5.2.1 Estaquia (jardim clonal).....	49
2.5.2.2 Miniestaquia (minijardim clonal) .....	50
2.5.2.3 Enxertia.....	50
2.5.2.4 Propagação <i>in vitro</i> (micropropagação) .....	54
2.6 FLORESTAS CLONAIS .....	60
2.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS.....	63
<b>3 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>63</b>
<b>CAPÍTULO I: SAZONALIDADE E ALTURA DE DECEPA NA INDUÇÃO DE BROTAÇÕES EPICÓRMICAS DE <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (PARICÁ) .....</b>	<b>84</b>
1 INTRODUÇÃO .....	86
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	87
2.1 Área experimental .....	87
2.2 Indução de brotações.....	89
2.3 Coleta e análise de dados .....	90
3 RESULTADOS .....	91
4 DISCUSSÃO .....	94
5 CONCLUSÃO.....	97
6 REFERÊNCIAS .....	97
<b>CAPÍTULO II: RESGATE VEGETATIVO DE <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (PARICÁ) VIA ENXERTIA DE CAMPO E MERGULHIA DE CEPA .....</b>	<b>102</b>

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>105</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>107</b>
2.1	Condições ambientais .....	107
2.2	Experimento enxertia .....	108
2.3	Experimento mergulhia de cepa.....	111
2.4	Coleta e análise de dados .....	113
<b>3</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>114</b>
3.1	Experimento enxertia .....	114
3.2	Experimento mergulhia de cepa.....	116
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>117</b>
4.1	Experimento enxertia .....	117
4.2	Experimento mergulhia de cepa.....	120
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>121</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>121</b>
<b>CAPÍTULO III: PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (PARICÁ) VIA ESTAQUIA DIRETA A CAMPO .....</b>		
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>131</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>133</b>
2.1	Condições ambientais .....	133
2.2	Material vegetal .....	134
2.3	Experimento 1 .....	135
2.4	Experimento 2 .....	136
2.5	Coleta e análise de dados .....	137
<b>3</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>138</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>145</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>148</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>149</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>154</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O estabelecimento da silvicultura clonal para espécies nativas da Amazônia destina-se, na maioria das vezes, para produtos madeireiros. Contudo, é possível incluir outras finalidades, dentre elas a aplicação para fins de recomposição ou restauração de florestas alteradas ou degradadas, levando em consideração a variabilidade genética (TUISIMA-CORAL *et al.*, 2020), além disso, para a obtenção de produtos não madeireiros, como resina, folhas, flores, frutos e sementes (RIBEIRO *et al.*, 2020).

Para o estabelecimento da silvicultura clonal em espécies arbóreas, o resgate e propagação vegetativa precisam ser melhor compreendidos e intensificados de forma consistente (VASCONCELOS *et al.*, 2020). O conhecimento incipiente sobre o potencial produtivo de essências arbóreas nativas levanta a discussão e condiciona como restrição o uso da silvicultura clonal sobre as mesmas (ROLLO *et al.*, 2020).

O sucesso na silvicultura clonal de espécies arbóreas da Amazônia é associado à ampla compreensão das etapas iniciais, incluindo o resgate vegetativo de materiais selecionados e a padronização de mecanismos de acordo com os propósitos pretendidos. Estudos com espécies arbóreas nativas fornecem informações importantes para a compreensão e aplicação da silvicultura clonal, dentre elas os efeitos da idade ontogenética que variam de acordo com a técnica aplicada (LIMA; FERREIRA; CONCEIÇÃO, 2020; XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021).

Os propágulos juvenis são mais facilmente obtidos em plantas jovens e brotações epicórmicas basais. Entretanto, a coleta de propágulos de maior grau de maturidade (copa) não é sempre descartada, visto que essa escolha depende da dificuldade de obter brotações adventícias da espécie/árvore-matriz, bem como das situações em que a mesma seja protegida do corte raso (decepa) ou a finalidade seja a obtenção de flores, frutos e sementes (BERNARDES *et al.*, 2020; WENDLING; TRUEMAN; XAVIER, 2014).

Nas últimas décadas diversos estudos foram desenvolvidos visando ao resgate e propagação vegetativa de espécies arbóreas da Amazônia, tanto para fins de produção florestal como para restauração de ecossistemas degradados. Ainda, há uma lacuna de conhecimento que precisa ser preenchida e uma ausência de interação dos estudos quanto à aplicação e evolução dessas metodologias para as espécies. É notável a necessidade de uma maior compreensão e integração das pesquisas sobre os métodos de resgate e propagação vegetativa e desempenho dessas espécies em campo.

Dentre as espécies arbóreas da Amazônia com expectativa para o estabelecimento da silvicultura clonal, pode-se citar a *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (Caesalpinaceae), de nome popular paricá, considerada espécie arbórea de grande porte (SOUZA *et al.*, 2003). O paricá demonstra características muito importantes para silvicultura na Amazônia, não se restringindo somente pela qualidade da madeira já consolidada no mercado de painéis compensados, mas também pelo potencial produtivo e exequibilidade de cultivo, principalmente na Amazônia brasileira (SALES, 2018; SALES *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2015; SILVEIRA *et al.*, 2017).

O paricá tem sido cultivado em povoamentos puros desde 1993 por meio de semeadura direta ou plantio de mudas seminais, o que tem gerado alta heterogeneidade dos cultivos (MODES *et al.*, 2020; TEREZO *et al.*, 2015), baixa produtividade (SILVA; SALES, 2018) e intolerância a pragas/doenças (LUNZ *et al.*, 2010; TREMACOLDI; LUNZ; COSTA, 2009).

O estabelecimento da silvicultura clonal para o paricá tem seguido a linha de desenvolvimento de protocolos de propagação vegetativa via estaquia (DIAS *et al.*, 2015; ROSA; PINHEIRO, 2001a, 2001b; SOUZA, 2015a) e micropropagação (CORDEIRO *et al.*, 2007; REIS; LAMEIRA; CORDEIRO, 2007; SOUZA, 2015b), objetivando a produção de mudas para implantação de povoamentos comerciais (DIAS *et al.*, 2015; REIS *et al.*, 2009; SOUZA, 2015a).

Apesar dos avanços sobre a propagação vegetativa de paricá, ainda há ausência de protocolos eficientes para o resgate de materiais superiores e implantação de povoamentos clonais. Além disso, as técnicas aplicadas ainda não foram comprovadas no campo em testes clonais, o que denota o *status quo* do manejo e domesticação da espécie. Para estabelecimento da silvicultura clonal para o paricá é necessário alcançar diferentes etapas (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021).

Dentre as primeiras etapas, cita-se a seleção de árvores superiores em cultivos comerciais ou experimentais e, em seguida, indução e resgate de brotações (ENGEL *et al.*, 2019). *A posteriori*, são estabelecidos protocolos para implantação de jardins e produção de mudas por meio, principalmente, das técnicas de estaquia, enxertia, mergulhia e micropropagação (OLIVEIRA; DIAS; BRONDANI, 2013; STUEPP *et al.*, 2018). Uma das últimas etapas, incluindo a necessidade de testes clonais, é a implantação e condução de povoamentos clonais em campo (OLIVEIRA, 2019).

O uso da técnica de decepa para a indução de brotações epicórmicas em espécies arbóreas da Amazônia, visando o resgate vegetativo, tem sido recomendado (KRATZ *et al.*, 2016;

SAMPAIO *et al.*, 2007). Entretanto, deve-se ter maior atenção para o período de aplicação (estação do ano e condições edafoclimáticas) e altura de decepa, bem como para a produtividade e o vigor dessas cepas (KRAINOVIC *et al.*, 2017; OHASHI; ROSA; MEKDECE, 2004). Ademais, a decepa tem sido aplicada para o revigoramento de árvores adultas ou mesmo como técnica de condução de brotações para um novo ciclo florestal produtivo (SAMPAIO *et al.*, 2005).

As técnicas de enxertia e mergulhia de cepa podem ser alternativas para o resgate e propagação vegetativa de materiais superiores, principalmente, quando não se tem êxito com a estaquia/miniestaquia (LIMA; OHASHI, 2016; LIMA; OHASHI; SILVEIRA, 2018; PAIVA; GOMES, 2011; SOUZA, 2015a). A enxertia tem sido frequentemente utilizada para propagação de frutíferas, devido à manutenção da maturidade dos propágulos ser um dos propósitos principais (STUEPP *et al.*, 2018).

Quanto à mergulhia de cepa, essa técnica leva em consideração a relação da capacidade de enraizamento adventício com a juvenilidade da planta (PAIVA; GOMES, 2011; WENDLING; TRUEMAN; XAVIER, 2014), dispondo como vantagem a simplicidade de aplicação. A técnica de mergulhia de cepa fundamenta-se em induzir o enraizamento adventício de brotações basais induzidas a partir da decepa ou poda, por meio de amontoa com substrato e opcionalmente tratamentos do caule, sem desconexão da planta-mãe até o pleno enraizamento (RYMBAI, 2009).

Dentre as técnicas de propagação vegetativa, a estaquia é amplamente difundida na silvicultura, evidenciando simplicidade, rapidez e eficiência na sua aplicação (PAIVA; GOMES, 2011; VASCONCELOS, 2020). A estaquia consiste em utilizar estacas (caulinares, foliares ou radiculares) de uma planta-mãe capazes de se desenvolverem em uma planta completa (FOLADORI-INVERNIZZI; MAGGIONI; ZUFFELLATO-RIBAS, 2021; PAIVA; GOMES, 2011).

Algumas espécies arbóreas, devido a suas peculiaridades, podem ter dificuldades de se propagarem via estaquia, dependendo da sua capacidade de enraizamento adventício, adequação de tamanho e diâmetro dos propágulos e respostas a reguladores de crescimento, além das condições edafoclimáticas enfrentadas para seu pleno estabelecimento em campo (STUEPP *et al.*, 2018; XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021).

Nesse contexto, a estaquia direta a campo, tratada como uma variação da estaquia convencional (via viveiros e jardins clonais), entra como alternativa para compreender as respostas de estacas em condições de campo, principalmente, quando não há disponibilidade

de estruturas de jardins clonais ou viveiros ou a capacidade de sua instalação, visto que pode reduzir o tempo para obtenção das mudas. A técnica consiste em coletar o material selecionado e, em seguida, realizar o estaqueamento diretamente no solo da área onde será estabelecido o povoamento. Desse modo, tem como diferencial a economicidade de estruturas de viveiros ou longos períodos em casa de vegetação (AGUIRRE, 2012).

Apesar dessas informações, não foram encontrados estudos de aplicações das técnicas de decepa, enxertia, mergulhia de cepa e estaquia direta a campo em paricá, indicando a necessidade de compreender a eficiência dessas técnicas para a espécie, bem como passos iniciais visando ao revigoramento e/ou rejuvenescimento, resgate e propagação clonal de materiais superiores com o propósito do estabelecimento da silvicultura clonal para a espécie. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo geral avaliar a resposta da aplicação das técnicas de decepa, enxertia, mergulhia de cepa e estaquia direta a campo no resgate e propagação vegetativa de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby no sudeste do Pará, Brasil.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA: SILVICULTURA CLONAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA AMAZÔNIA PARA FINS PRODUTIVOS E/OU AMBIENTAIS**

### **2.1 INTRODUÇÃO**

Na região amazônica, a expansão da silvicultura clonal de espécies do gênero *Eucalyptus* tem sido consolidada e permanece em constante avanço. Por outro lado, têm sido desenvolvidas pesquisas relacionadas às espécies arbóreas nativas, porém verifica-se que estas não ultrapassam as etapas experimentais iniciais da silvicultura clonal, dificultando também a aplicação de programas de melhoramento (STUEPP *et al.*, 2018).

A aplicação da silvicultura clonal em espécies arbóreas da Amazônia possui a mesma finalidade de quando aplicada em espécies exóticas, como as dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, sendo destinada na maioria das vezes para produção de produtos madeireiros. Contudo, é possível adicionar outros propósitos, como a utilização para fins de recomposição ou restauração de florestas alteradas ou degradadas, considerando a manutenção da variabilidade genética (TUISIMA-CORAL *et al.*, 2020), além disso, para a obtenção de produtos não madeireiros (RIBEIRO *et al.*, 2020).

Quando o objetivo é a produção de mudas para fins produtivos, a silvicultura clonal constitui uma alternativa para fixação de genótipos selecionados, possibilitando a formação de povoamentos clonais produtivos e uniformes, aliados à melhoria da qualidade tecnológica da

madeira e demais produtos. Além disso, permite contornar os problemas relacionados à produção de mudas seminais desuniformes e com alta variabilidade genotípica (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021).

Para fins ambientais, a silvicultura clonal é alternativa para a produção de mudas de espécies que possuem dificuldades na propagação sexuada, como baixa oferta de sementes ou viabilidade germinativa, assim como longos períodos necessários para formação de mudas seminais em planos de recuperação de áreas degradadas (STUEPP *et al.*, 2018).

O fato é que para o estabelecimento da silvicultura clonal em espécies arbóreas nativas da Amazônia, o resgate e a propagação vegetativa precisam ser melhor compreendidos para serem intensificados de forma consistente, visando resultados mais eficientes (VASCONCELOS *et al.*, 2020). O pouco conhecimento e expertise sobre o potencial produtivo de essências arbóreas nativas, tanto para fins produtivos como para ambientais, levanta a discussão e condiciona como restrição o uso da silvicultura clonal sobre as mesmas (ROLLO *et al.*, 2020).

Para o sucesso de um programa de silvicultura clonal de espécies arbóreas da Amazônia, as etapas iniciais devem ser amplamente compreendidas, incluindo o resgate vegetativo de materiais selecionados e a padronização de métodos de acordo com os objetivos pretendidos. Pesquisas com espécies arbóreas nativas levantam informações importantes para o sucesso da silvicultura clonal, dentre elas os efeitos da idade ontogenética que varia de acordo com a técnica aplicada para o resgate vegetativo (LIMA; FERREIRA; CONCEIÇÃO, 2020; XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021).

Os propágulos juvenis são mais facilmente obtidos em plantas jovens e brotações epicórmicas basais. Entretanto, a coleta de propágulos maduros não é sempre descartada, visto que essa decisão depende da dificuldade de rebrota da espécie/árvore-matriz ou caso a mesma seja protegida do corte raso (decepa) ou o objetivo seja a produção de flores, frutos e sementes (BERNARDES *et al.*, 2020; WENDLING; TRUEMAN; XAVIER, 2014b).

Nas últimas décadas diversos estudos foram desenvolvidos e aplicados visando ao resgate e propagação vegetativa de espécies arbóreas nativas da Amazônia. Entretanto, os protocolos e estudos disponíveis precisam ser integrados quanto aos objetivos pretendidos e escolha das técnicas, propágulos e demais processos de propagação. Somada a isso, há uma lacuna de conhecimento que precisa ser preenchida e uma ausência de interação dos estudos quanto à aplicação e evolução dessas metodologias. É notável a necessidade de uma maior compreensão e integração das pesquisas sobre os métodos de resgate e propagação vegetativa e desempenho

desses materiais em campo. Portanto, o objetivo deste referencial teórico é auxiliar no entendimento sobre as técnicas e sua aplicação na silvicultura clonal de espécies arbóreas nativas da Amazônia, por meio de dados bibliográficos detalhados (estado da arte e lacunas de conhecimento) e uma sequência esquemática dos processos para fins produtivos e ambientais.

## 2.2 ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS DA AMAZÔNIA

As florestas da Amazônia (Figura 1) apresentam uma diversidade de 6.727 espécies arbóreas identificadas (CARDOSO *et al.*, 2017) com diferentes potenciais para silvicultura clonal, composições florísticas, estruturas diamétricas, taxas de crescimento, ciclos de vida e adaptações.

Figura 1 – Abrangência da Amazônia nos nove países da América do Sul



Fonte: Adaptada de MOW (2019).

Nesta revisão, foram reunidos estudos que descrevem sobre 101 espécies arbóreas (Tabela 1). Em geral, são espécies destinadas para produção de madeira, resinas, folhas, frutos, flores, sementes e, também, para fins ambientais, dentre outros. Há uma grande variedade de famílias, gêneros e espécies, bem como propósitos pretendidos, sendo assim, o intuito é integrar informações e dar suporte para o desenvolvimento de novos trabalhos. É importante também incentivar a inclusão de novas espécies arbóreas nativas potenciais para aplicação da silvicultura clonal tanto para fins produtivos quanto ambientais, tendo como referência as espécies já estudadas, mesmo que em níveis iniciais.

Tabela 1 – Espécies arbóreas nativas (nome científico e popular) da Amazônia relatadas nesta revisão, listadas por ordem alfabética

Nome científico (nome popular)	
<p><i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret (goiabeira-serrana);  <i>Amburana acreana</i> (Ducke) A. C. Smith (cerejeira);  <i>Anacardium occidentale</i> L. (cajueiro anão);  <i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Vell.) Brenan (angico-branco);  <i>Aniba rosaeodora</i> Ducke (pau-rosa);  <i>Annona glabra</i> L. (araticum-do-rio);  <i>Annona montana</i> Macfad (araticum-do-mato);  <i>Annona squamosa</i> L. (pinheira);  <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr (garapa);  <i>Aspidosperma polyneuron</i> (peroba-rosa);  <i>Aspidosperma ramiflorum</i> Müll. Arg. (guatambu-amarelo);  <i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl. (castanha-do-pará);  <i>Bixa orellana</i> L. (urucum);  <i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart. (Meliaceae (canjarana));  <i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul. (catingueira);  <i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess (guanandi);  <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth) K. Schum. (pau-mulato);  <i>Carapa guianensis</i> Aubl. (andiroba);  <i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze (jequitibá-branco);  <i>Casearia sylvestris</i> Sw. (guaçatonga);  <i>Cecropia pachystachia</i> Trecul (embaúba);  <i>Cecropia</i> spp. (embaúba);  <i>Cedrela fissilis</i> Camb (pequi);  <i>Cedrela fissilis</i> Vell. (cedro-rosa);  <i>Cedrela odorata</i> L. (cedro);  <i>Celtis</i> sp. (juazeiro-de -bode);  <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf (copaíba);</p>	<p><i>Cordia alliodora</i> (Ruiz &amp; Pav.) Oken (louro-freijó);  <i>Cordia trichotoma</i> (Vellozo) Arrabida ex Steudel (louro-pardo);  <i>Couepia edulis</i> Prance (castanha-de-cutia);  <i>Croton urucurana</i> Baill. (urucurana);  <i>Cupania oblongifolia</i> Mart. (camboatá);  <i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. &amp; Planch. (maria-mole);  <i>Didymopanax morototoni</i> Aubl. Decne &amp; Planch (morototó);  <i>Dipteryx alata</i> Vogel (barú);  <i>Erythrina velutina</i> Willd. (bucaré);  <i>Eschweilera longipes</i> (Goit) Miers (mori);  <i>Euplassa inaequalis</i> (Pohl) Engl (fruto-de-morcego);  <i>Ficus adhatodifolia</i> Schott ex Spreng (gameleira);  <i>Ficus citrifolia</i> Mill. (figueira);  <i>Genipa americana</i> L. (jenipapeiro);  <i>Guazuma crinita</i> Mart. (bolaina);  <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. (embira);  <i>Hancornia speciosa</i> Gomes (mangabeira);  <i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC) Mattos (ipê-amarelo);  <i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos (ipê-roxo);  <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC) Mattos (ipê-rosa);  <i>Handroanthus roseo-albus</i> (Ridl.) Mattos (ipê-branco);  <i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A. Juss.) Müll.Arg. (seringueira);  <i>Himatanthus sucuuba</i> (Spruce ex Müll. Arg.) (sucuuba);  <i>Hymenaea courbaril</i> L. (jatobá);  <i>Inga alba</i> (SW) Wild (ingá-vermelho);  <i>Inga marginata</i> Willd. (ingá-feijão);  <i>Inga subsericantha</i> Ducke (ingá-xixica);</p>

Continua...

Tabela 1: Cont.

Nome científico (nome popular)	
<p><i>Inga vera</i> Wild. (ingá-do-brejo);  <i>Lecythis idatimon</i> Aub. (matamatá-vermelho);  <i>Lecythis pisonis</i> Cambess (sapucaia);  <i>Maclura tinctoria</i> (L.) Don ex Steud. (taúba);  <i>Macrolobium</i> sp. (araparizinho);  <i>Magnolia ovata</i> (A.St.-Hil.) Spreng (pinha-do-brejo);  <i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Standl (maçaranduba);  <i>Maytenus evonymoides</i> Reissek (tiriveiro);  <i>Metrodorea flavida</i> Kraus (café-bravo);  <i>Miconia albicans</i> SW. (canela-de-velho);  <i>Miconia ibaguensis</i> (Bonpl) Triana (miconia);  <i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth (sabiá);  <i>Moringa oleifera</i> L. (moringa);  <i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All. (aroeirinha);  <i>Myrciaria dubia</i> (HBK) Mc Vaugh (camu-camu);  <i>Peltophorum dubium</i> (Sprengel) Taub. (canafístula);  <i>Piper arboreum</i> Aubl. (fruto-de-morcego);  <i>Plathymenia foliolosa</i> Benth. (vinhático);  <i>Plathymenia reticulata</i> Benth. (vinhático).  <i>Pouteria</i> sp. (abiú);  <i>Psidium cattleyanum</i> Sabine (araçazeiro);  <i>Psidium chinensis</i> viz. (araçá);  <i>Psidium cujavillus</i> Burm. f. (araçá);  <i>Psidium friedrichsthalianum</i> (O. Berg.) Nied. (araçá);  <i>Psidium guajava</i> L. (goiabeira);  <i>Psidium guineense</i> Sw. (araçá-do-campo);</p>	<p><i>Redhia gardneriana</i> Miers ex Planch e Triana (bacuripari);  <i>Rinorea guianensis</i> Aubl. (acariquarana);  <i>Rollinia emarginata</i> (Schltdl.) H. Rainer (araticum-mirim);  <i>Rollinia mucosa</i> (Jacq.) Baill (biribá);  <i>Rollinia rugulosa</i> Schl. (araticum-de-porco);  <i>Rollinia</i> sp. (araticum-de-terra-fria);  <i>Sagotia racemosa</i> Miers (arataciú);  <i>Salix humboldtiana</i> Willd. (salgueiro);  <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber x Ducke) Barneby (paricá);  <i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel (tachí-branco);  <i>Sebastiania schottiana</i> Muell. Arg. (sarandi);  <i>Siparuna guianensis</i> Aublet (negramina);  <i>Spondias mombin</i> L. (cajazeira);  <i>Spondias purpurea</i> L. (ciriguela);  <i>Spondias</i> sp. (cajarana);  <i>Spondias tuberosa</i> L. (umbuzeiro);  <i>Stryphnodendron polyphythum</i> Mart. (barbatimão);  <i>Swietenia macrophylla</i> King. (mogno);  <i>Tapirira guianensis</i> Aubl. (tapiriri);  <i>Theobroma cacao</i> L. (cacaueiro);  <i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. ex Spreng.) Schum. (cupuaçu);</p>

Fonte: Elaborada pelo autor.

### 2.3 INDUÇÃO DE BROTAÇÕES EPICÓRMICAS

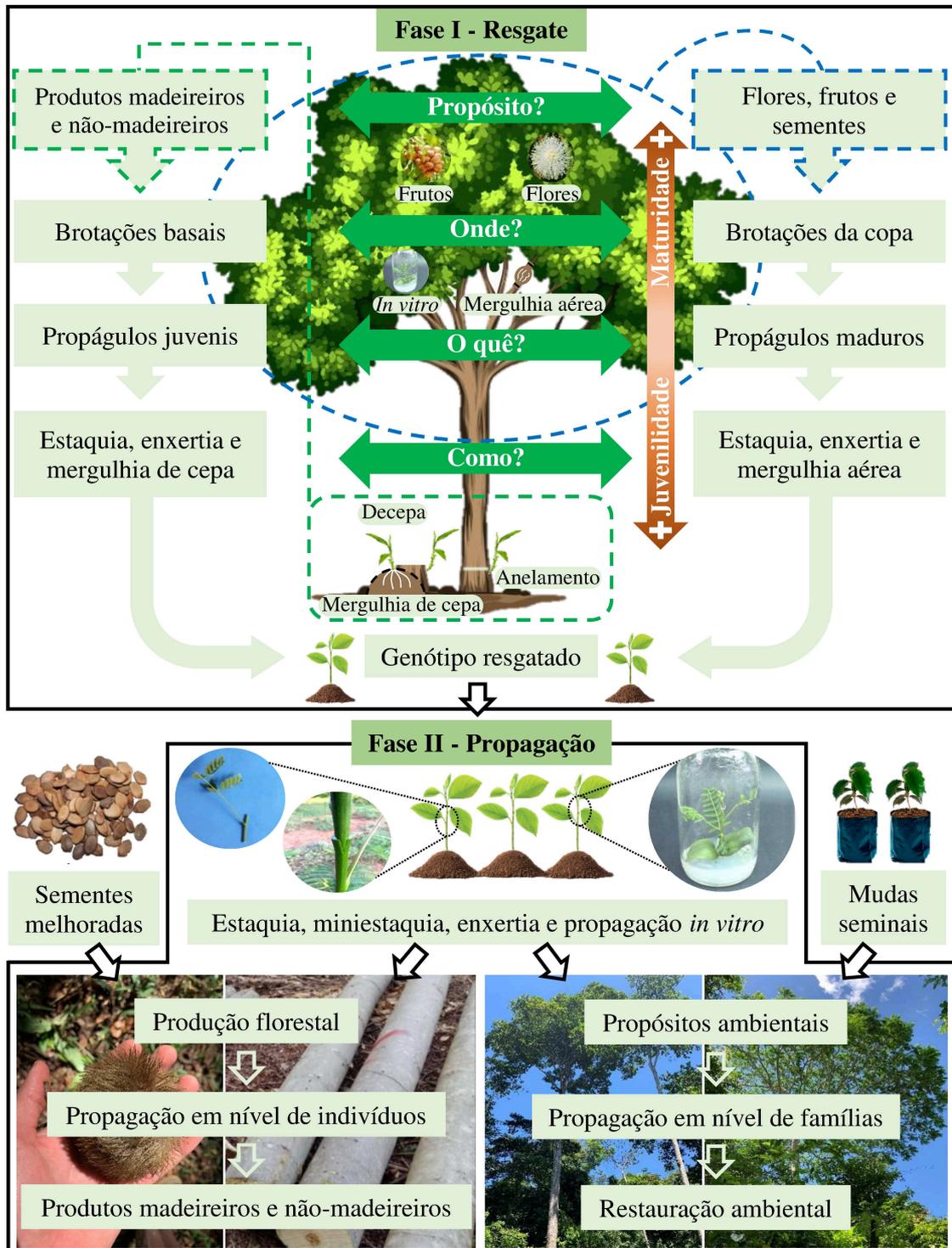
No resgate vegetativo de espécies arbóreas da Amazônia, técnicas para o rejuvenescimento e/ou revigoramento de plantas adultas têm sido aplicadas (Figura 2). A partir dessas técnicas, é possível resgatar características juvenis do material maduro por meio da indução de brotações epicórmicas, ou seja, brotações juvenis oriundas de gemas axilares latentes, denominadas gemas epicórmicas (RICKLI *et al.*, 2015). A finalidade da indução de brotações epicórmicas tem sido, em sua maioria, a substituição de copa (ALMEIDA *et al.*, 2014) mediante enxertia posterior ou obtenção de propágulos juvenis para uso associado com outras técnicas de propagação vegetativa (KRATZ *et al.*, 2016), visto que são mais apropriados para o enraizamento adventício (WENDLING; TRUEMAN; XAVIER, 2014a).

As técnicas de decepta, anelamento total/parcial e podas drásticas são mais consideradas para o rejuvenescimento e/ou revigoramento de espécies arbóreas nativas. No entanto, para garantir a conservação da árvore-mãe ou matriz em plenas condições de campo e a eficiência da técnica escolhida deve-se avaliar cada espécie/clone/material superior selecionado (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021).

A aplicação da decepta pode ser feita em alturas variáveis, considerando a aptidão da espécie/árvore em emitir brotações ao longo do tronco. Teoricamente, a decepta tende a ser mais eficiente para emitir brotações quando aplicada mais próxima da base do caule devido à maior juvenilidade das gemas nessa porção, entretanto, devem-se observar as particularidades da espécie (DAVIES JR *et al.*, 2017; WENDLING; TRUEMAN; XAVIER, 2014a).

O uso de decepta para a indução de brotações epicórmicas em espécies arbóreas nativas tem sido recomendado (KRATZ *et al.*, 2016; SAMPAIO *et al.*, 2007). De modo geral, os estudos têm focado na produção de brotos epicórmicos visando ao manejo da rebrota, indicando a necessidade de maior atenção para a produtividade e o vigor dessas cepas em campo (KRAINOVIC *et al.*, 2017; OHASHI; ROSA; MEKDECE, 2004). A decepta, visando ao manejo da rebrota, tem sido aplicada tanto para fins produtivos por meio do revigoramento de árvores adultas ou da condução de brotações para um novo ciclo florestal produtivo (KRAINOVIC *et al.*, 2017; SAMPAIO *et al.*, 2005), como para fins de recomposição florestal (KAMMESHEIDT, 1998; SAMPAIO *et al.*, 2007).

Figura 2 – Sequência esquemática recomendada para os processos de resgate e propagação vegetativa de espécies arbóreas da Amazônia para fins produtivos e ambientais. Fase I = propósitos, origem, tipos de propágulos e técnicas recomendadas para o resgate de genótipo selecionado. Fase II = Propágulos e técnicas recomendadas para a propagação massal



Fonte: Adaptada de STUEPP *et al.* (2018).

Para *Hevea brasiliensis* o uso da decepta tem se mostrado eficaz quando associado à propagação por enxertia para substituição de cultivos (MARQUES; MONTEIRO; MORAES, 2003; PINHEIRO *et al.*, 1988). No caso da *Aniba rosaeodora* e *Calophyllum brasiliense*, a técnica tem sido eficiente para a condução de talhadia (OHASHI; ROSA; MEKDECE, 2004) e fornecimento de propágulos vegetativos (KRATZ *et al.*, 2016), respectivamente. Para ambas as espécies, foram verificadas altas taxas de emissão de brotações epicórmicas (Tabela 2).

A utilização da decepta e sua eficiência em induzir brotações epicórmicas também foram relatadas e comprovadas em *Cordia alliodora* (HUMMEL, 2000), *Cedrela fissilis* e *Cecropia pachystachia* (KAMMESHEIDT, 1998), *Cecropia spruceanum* (BOIVIN-CHABOT; MARGOLIS; WEBER, 2004), *Cordia trichotoma*, *Inga marginata* e *Peltophorum dubium* (KAMMESHEIDT, 1998), *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (PEREIRA *et al.*, 2013) (Tabela 2).

Diferentemente da decepta, o anelamento total ou parcial (Figura 2) promove menores danos à árvore-mãe que, em muitos casos, possui idade avançada (fisiológica, ontogenética e cronológica), baixo vigor e/ou más condições fitossanitárias. Além disso, o anelamento é uma técnica substitutiva à decepta quando a espécie ou árvore-mãe apresenta restrição ao corte raso (HENRIQUES; VICHATO; VICHATO, 2018). Por interferir menos na árvore-mãe, o anelamento é uma técnica importante para o resgate vegetativo de árvores de alto valor genético, pois possibilita maior garantia de sua sobrevivência (ALMEIDA *et al.*, 2014; KRATZ *et al.*, 2016). Entretanto, mesmo o anelamento sendo considerado técnica promissora, tem sido verificada produtividade inferior de brotações em relação à técnica de decepta (KRATZ *et al.*, 2016).

A aplicação do anelamento total foi relatada para algumas espécies nativas da Amazônia quanto à sua eficiência na indução de brotações epicórmicas (Tabela 2). Um fator limitante é a dificuldade de realizar essa técnica sem promover danos ao câmbio e demais tecidos (KRATZ *et al.*, 2016), podendo causar danos graves e permanentes. Além disso, a árvore-mãe pode apresentar dificuldades em cicatrizar parcial ou totalmente. Entretanto, a aplicação do anelamento por um operador treinado pode elevar as chances de cicatrização e sobrevivência, justificando sua utilização no resgate vegetativo de espécies/árvores-mãe que necessitam serem mantidas em condições de campo (ALMEIDA *et al.*, 2014; STUEPP *et al.*, 2016).

Tabela 2 – Dados bibliográficos em estudos de aplicações de decepa, anelamento total/parcial, poda de ramos da copa, brotação de ramos destacados e mantidos em casa de vegetação, envergadura de caule e uso de fogo na indução de brotações epicórmicas em espécies arbóreas da Amazônia

<b>Espécie</b>	<b>Finalidade<sup>1</sup></b>	<b>Período<sup>2</sup></b>	<b>Idade<sup>3</sup></b>	<b>H<sup>4</sup></b>	<b>Brotos<sup>5</sup></b>	<b>Compr.<sup>6</sup></b>	<b>Ø<sup>7</sup></b>	<b>Efic.<sup>8</sup></b>	<b>Referência</b>
Decepa									
<i>Aniba rosaeodora</i>	Estaquia	Novembro	Adulta <sup>9</sup>	-	-	150,0	-	-	(SAMPAIO; PARENTE; NODA, 1989)
<i>Aniba rosaeodora</i>	Manejo de rebrota	-	22	15,30 e 45	<5	3,4	3,1	100,0	(OHASHI; ROSA; MEKDECE, 2004)
<i>Aniba rosaeodora</i>	Manejo de rebrota	Abril	19	100	<7	430,0	4,9	60,0	(SAMPAIO <i>et al.</i> , 2005)
<i>Aniba rosaeodora</i>	Manejo de rebrota	-	36	-	<27	<140,0	<7,0	-	(SAMPAIO <i>et al.</i> , 2007)
<i>Aniba rosaeodora</i>	Manejo de rebrota	Junho	10, 12 e 17	50	9	<85,0	<0,5	25	(KRAINOVIC <i>et al.</i> , 2017)
<i>Cordia alliodora</i>	Manejo de rebrota	-	5	50	<16	-	-	-	(HUMMEL, 2000)
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Estaquia	Outubro	14	30	-	-	-	100,0	(KRATZ <i>et al.</i> , 2016)
<i>Cedrela fissilis</i>	Manejo de rebrota	-	2 a 15	-	-	-	<20,0	56,0	(KAMMESHEIDT, 1998)
<i>Cecropia pachystachia</i>	Manejo de rebrota	-	2 a 15	-	-	-	<25,0	38,0	(KAMMESHEIDT, 1998)

Continua...

Tabela 2: Cont.

<b>Espécie</b>	<b>Finalidade<sup>1</sup></b>	<b>Período<sup>2</sup></b>	<b>Idade<sup>3</sup></b>	<b>H<sup>4</sup></b>	<b>Brotos<sup>5</sup></b>	<b>Compr.<sup>6</sup></b>	<b>Ø<sup>7</sup></b>	<b>Efic.<sup>8</sup></b>	<b>Referência</b>
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	Manejo de rebrota	Outubro	-	30	<12	<200,0	-	-	(BOIVIN-CHABOT; MARGOLIS; WEBER, 2004)
<i>Cordia trichotoma</i>	Manejo de rebrota	-	2 a 15	-	-	-	<15,0	68,0	(KAMMESHEIDT, 1998)
<i>Inga marginata</i>	Manejo de rebrota	-	2 a 15	-	-	-	<15,0	25,0	(KAMMESHEIDT, 1998)
<i>Peltophorum dubium</i>	Manejo de rebrota	-	2 a 15	-	-	-	<25,0	71,0	(KAMMESHEIDT, 1998)
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>	Manejo de rebrota	Março	6	-	-	50,0	-	52,2	(PEREIRA <i>et al.</i> , 2013)
Anelamento total									
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Estaquia	Primavera	14	30	-	-	-	90,0	(KRATZ <i>et al.</i> , 2016)
<i>Theobroma grandiflorum</i>	Revigoroamento	-	15	25	<7	-	-	-	(ALMEIDA <i>et al.</i> , 2014)

Continua...

Tabela 2: Cont.

<b>Espécie</b>	<b>Finalidade<sup>1</sup></b>	<b>Período<sup>2</sup></b>	<b>Idade<sup>3</sup></b>	<b>H<sup>4</sup></b>	<b>Brotos<sup>5</sup></b>	<b>Compr.<sup>6</sup></b>	<b>Ø<sup>7</sup></b>	<b>Efic.<sup>8</sup></b>	<b>Referência</b>
Anelamento parcial									
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Estaquia	Primavera	14	30	-	-	-	30,0	(KRATZ <i>et al.</i> , 2016)
Podas de ramos da copa									
<i>Annona squamosa</i>	Revigoração	Junho	3	20	-	<94,5	-	-	(DIAS <i>et al.</i> , 2003)
<i>Annona squamosa</i>	Revigoração	Fevereiro	5	5 a 30	<5	<22,5	-	-	(DIAS <i>et al.</i> , 2004)
<i>Annona squamosa</i>	Revigoração	Maio	5	25	-	<25,5	<6,5	-	(SANTOS <i>et al.</i> , 2014)
<i>Heve brasiliensis</i>	Enxertia	-	-	-	-	-	-	-	(PEREIRA <i>et al.</i> , 2019)
<i>Theobroma cacao</i>	Miniestaquia	Março	0,6		<5	-	-	-	(PEREIRA, 2018)
<i>Theobroma grandiflorum</i>	Revigoração	-	15	-	<16	-	-	-	(ALMEIDA <i>et al.</i> , 2014)
Brotação de ramos destacados e mantidos em casa de vegetação									
<i>Bertholletia excelsa</i>	Estaquia	-	23	40	<5	7,9	0,4	0,0	(CONCEIÇÃO; FERREIRA; LIMA, 2020)
<i>Lecythis pisonis</i>	Estaquia	Outubro	Adulta <sup>9</sup>	60	<7	<4	-	0,0	(BERNARDES <i>et al.</i> , 2020)

Continua...

Tabela 2: Cont.

<b>Espécie</b>	<b>Finalidade<sup>1</sup></b>	<b>Período<sup>2</sup></b>	<b>Idade<sup>3</sup></b>	<b>H<sup>4</sup></b>	<b>Brotos<sup>5</sup></b>	<b>Compr.<sup>6</sup></b>	<b>Ø<sup>7</sup></b>	<b>Efic.<sup>8</sup></b>	<b>Referência</b>
<i>Myrciaria dubia</i>	Estaquia	-	34	40	<19	-	-	-	(LIMA; FERREIRA; CONCEIÇÃO, 2020)
<i>Myrciaria dubia</i>	Estaquia	-	-	20	<29	-	-	-	(LIMA; FERREIRA; CONCEIÇÃO, 2020)
Envergadura de caule									
<i>Theobroma cacao</i>	Miniestaquia	Dezembro	0,6	-	<36	-	-	-	(PEREIRA, 2018)
Uso de fogo									
<i>Cordia alliodora</i>	Manejo da rebrota	Agosto	-	<30 e >30	-	-	-	<100,0	(TRIANA, 2019)
<i>Cecropia spp.</i>	Manejo da rebrota	Agosto	-	-	-	-	-	15,0	(KAUFFMAN, 1991)
<i>Eschweilera longipes</i>	Manejo da rebrota	Agosto	-	-	-	-	-	67,0	(KAUFFMAN, 1991)
<i>Inga alba</i>	Manejo da rebrota	Agosto	-	-	-	-	-	56,0	(KAUFFMAN, 1991)
<i>Inga subsericantha</i>	Manejo da rebrota	Agosto	-	-	-	-	-	63,0	(KAUFFMAN, 1991)
<i>Lecythis idatimon</i>	Manejo da rebrota	Agosto	-	-	-	-	-	29,0	(KAUFFMAN, 1991)

Continua...

Tabela 2: Cont.

<b>Espécie</b>	<b>Finalidade<sup>1</sup></b>	<b>Período<sup>2</sup></b>	<b>Idade<sup>3</sup></b>	<b>H<sup>4</sup></b>	<b>Brotos<sup>5</sup></b>	<b>Compr.<sup>6</sup></b>	<b>Ø<sup>7</sup></b>	<b>Efic.<sup>8</sup></b>	<b>Referência</b>
<i>Metrodorea flavida</i>	Manejo da rebrota	Agosto	-	-	-	-	-	33,0	(KAUFFMAN, 1991)
<i>Manilkara huberi</i>	Manejo da rebrota	Agosto	-	-	-	-	-	21,0	(KAUFFMAN, 1991)
<i>Pouteria</i> sp.	Manejo da rebrota	Agosto	-	-	-	-	-	21,0	(KAUFFMAN, 1991)
<i>Rinorea guianensis</i>	Manejo da rebrota	Agosto	-	-	-	-	-	63,0	(KAUFFMAN, 1991)
<i>Sagotia racemosa</i>	Manejo da rebrota	Agosto	-	-	-	-	-	32,0	(KAUFFMAN, 1991)

<sup>1</sup>Propósito da aplicação da técnica. <sup>2</sup>Mês ou estação do ano em que o estudo foi realizado. <sup>3</sup>Idade (anos) prevista da planta-mãe. <sup>4</sup>Altura (cm) de decepta ou comprimento (cm) do caule ou ramo. <sup>5</sup>Quantidade de brotações por cepa, caule ou ramo. <sup>6</sup>Comprimento (cm) das brotações. <sup>7</sup>Diâmetro (cm) das brotações. <sup>8</sup>Percentual (%) de plantas-mãe com brotações provenientes da técnica. <sup>9</sup>Planta-mãe em fase reprodutiva. Campo (-) dado não informado.

Fonte: Elaborada pelo autor.

No caso do anelamento parcial, percebe-se que é menos utilizado do que o anelamento total. O motivo pode estar relacionado à baixa especificidade dos estudos de resgate de espécies arbóreas nativas, com alta oferta de matrizes e pouco ou nenhum melhoramento genético conferido às árvores-mãe, permitindo o uso de técnicas mais consolidadas (decepa ou anelamento total), mesmo que sejam mais invasivas.

Entretanto, uma das justificativas em tratar o anelamento parcial como importante alternativa para o resgate vegetativo de materiais superiores é quando se necessita trabalhar com materiais genéticos únicos e/ou protegidas de corte, onde sua morte pode representar perdas genéticas irrecuperáveis. Em termos gerais, a eficiência do anelamento parcial para indução de brotações epicórmicas em espécies arbóreas nativas tem se mostrado inferior ao anelamento total e decepa (Tabela 2), sendo considerada a seguinte ordem de eficiência: decepa > anelamento total > anelamento parcial.

Podem-se citar outras técnicas de indução de brotações epicórmicas em espécies arbóreas nativas, dentre elas poda de ramos da copa, brotação de ramos destacados em casa de vegetação, envergadura de caule e uso de fogo (Tabela 2).

A poda de ramos tem sido aplicada, essencialmente, em cultivos que visam à produção de produtos não madeireiros, tendo duas finalidades principais: revigoração e obtenção de propágulos. Para o revigoração, as espécies *Annona squamosa* e *Theobroma grandiflorum* foram conduzidas visando à emissão de gemas laterais, que possibilitem a substituição de copa em pomares já estabelecidos (ALMEIDA *et al.*, 2014; SANTOS *et al.*, 2014). Para o fornecimento de propágulos, as espécies *Hevea brasiliensis* (PEREIRA *et al.*, 2019) e *Theobroma cacao* (PEREIRA, 2018) foram submetidas à poda de ramos com finalidade posterior de micropropagação, enxertia e miniestaquia, respectivamente.

A utilização de ramos/galhos destacados e mantidos em casa de vegetação para induzir brotações epicórmicas foi efetivada para *Bertholletia excelsa* (CONCEIÇÃO; FERREIRA; LIMA, 2020) e *Myrciaria dubia* (LIMA; FERREIRA; CONCEIÇÃO, 2020) com a finalidade de estaquia. A técnica de envergadura de caule é diretamente dependente do diâmetro e resistência mecânica da planta, sendo mais comumente aplicada a plantas jovens. A aplicação de envergadura de caule foi descrita para *Theobroma cacao* (PEREIRA, 2018).

A indução de brotações basais pela ação do fogo tem sido avaliada em espécies arbóreas nativas, destacando-se *Cordia alliodora*, *Eschweilera longipes*, *Inga alba*, *Inga subsericantha*, *Lecythis idatimon*, *Metrodorea flavida*, *Rinorea guianensis* e *Sagotia racemosa* (KAUFFMAN, 1991; TRIANA, 2019). A técnica fundamenta-se na degradação de auxinas endógenas pelo aumento da temperatura, desequilibrando a relação auxina/citocinina e promovendo a indução

de brotações abaixo da porção do caule danificada pelo fogo (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021).

Em resumo, o que se percebe é que pesquisas sobre aplicações de técnicas de indução de brotações epicórmicas em espécies arbóreas da Amazônia ainda são incipientes. Mesmo para espécies com potencial de aplicação dessas técnicas, ainda há uma lacuna quanto às informações sobre o vigor vegetativo e capacidade de produção de brotações epicórmicas, seja para o resgate vegetativo ou para o rejuvenescimento e/ou revigoramento de árvores.

## **2.4 RESGATE VEGETATIVO**

O resgate vegetativo, em geral, visa obter pelo menos um indivíduo geneticamente igual à árvore-mãe, o que diferencia da propagação vegetativa que tem como intuito multiplicar, em escala experimental ou comercial, o maior número de clones (STUEPP *et al.*, 2018). Os estudos desenvolvidos muitas vezes confundem resgate e propagação ou não informam qual dos dois é objetivado no estudo.

Portanto, as técnicas de resgate vegetativo devem ser utilizadas a partir da compreensão do processo de maturação dos propágulos, aliadas aos propósitos e peculiaridades de cada espécie (Figura 2). Podem ser aplicadas técnicas que utilizam materiais advindos de brotações da copa e brotações epicórmicas basais. É importante considerar que cada técnica tem suas aplicações, prós e contras.

### **2.4.1 Resgate vegetativo por meio de brotações da copa**

O resgate vegetativo por meio de brotações em partes de ramos e galhos de árvores tem sido realizado principalmente via enxertia, estaquia e mergulhia (DESHLEHRA *et al.*, 2019; FERREIRA, 2019; QADRI *et al.*, 2018). Na silvicultura clonal, sua aplicação tem sido tratada com o propósito de obtenção de flores, frutos e sementes (Figura 2), principalmente para fins produtivos (LIMA; FERREIRA; CONCEIÇÃO, 2020). Devido a essa finalidade, propágulos de maior grau de maturidade são pretendidos para manutenção de características de maturidade, sendo essa a principal vantagem.

Além disso, brotações da copa podem ser utilizadas quando se busca a conservação genética (*in situ* e *ex situ*) em programas de melhoramento genético ou recomposição de ecossistemas degradados por meio do resgate genético (FORNES *et al.*, 2021). Esse propósito visa à conservação de alelos para ampliação do tamanho efetivo populacional ( $N_e$ ),

predominância de heterozigotos e baixa taxa de endogamia dentro das populações (BALDONI *et al.*, 2020).

No que se diz às desvantagens do uso de brotações da copa, tem sido relatado que sua associação com a técnica de estaquia tende a limitar ou inibir, na maioria dos casos, a rizogênese (enraizamento adventício) (OSTERC; ŠTAMPAR, 2011; PARAJARA, 2015). Todavia, essa metodologia permite disponibilidade imediata de brotos sem promover danos graves à árvore-mãe e, por isso, foi um dos primeiros métodos a ser utilizado para avaliar a eficiência de enraizamento em testes experimentais com espécies arbóreas nativas (STUEPP *et al.*, 2018).

As informações demonstradas pelos experimentos com brotações da copa indicam que a capacidade de rizogênese desse tipo de propágulo é diretamente influenciada pela espécie, idade ontogenética da árvore selecionada, metodologias de coletas e condições climáticas (WENDLING; TRUEMAN; XAVIER, 2014b). Embora a maioria dos resultados tenha demonstrado baixos percentuais de enraizamento de brotações da copa, para o resgate vegetativo de plantas adultas não há necessidade de alcançar altos percentuais de enraizamento para que a técnica seja considerada viável.

Mesmo com baixos percentuais de enraizamento, é possível dar sequência na propagação dos materiais enraizados por meio de outros métodos mais eficientes como enxertia, estaquia (via jardim clonal) ou miniestaquia (via minijardim clonal). Entretanto, deve-se levar em consideração que, com base no fundamento da maturação dos propágulos (WENDLING; TRUEMAN; XAVIER, 2014a), a técnica de estaquia não tem sido a mais indicada quando se pretende multiplicar material genético da copa, principalmente quando a espécie possui dificuldades para enraizar (Figura 2).

#### **2.4.2 Resgate vegetativo por meio de brotações epicórmicas basais**

É fato que o resgate vegetativo pode ser obtido sem a necessidade de promover o revigoramento/rejuvenescimento das árvores-mãe, aplicando as técnicas de enxertia, mergulhia ou estaquia, por exemplo, em brotações da copa. Porém, foi despertado o interesse por técnicas de revigoramento/rejuvenescimento, justificado pelo conhecimento gerado ao longo do tempo em relação à maturação de espécies arbóreas (GREENWOOD, 1995; HACKETT, 1988; WENDLING; TRUEMAN; XAVIER, 2014b) e possibilidade de elevar a exequibilidade e desempenho no resgate vegetativo dessas espécies.

Historicamente, os primeiros testes de enraizamento de propágulos obtidos a partir de brotações epicórmicas basais em espécies nativas foram realizados em *Hevea brasiliensis* com uso de brotações induzidas acidentalmente na base da árvores (MUZIK; CRUZADO, 1956).

Nas últimas décadas, pesquisas em espécies arbóreas nativas com enfoque em enraizamento de propágulos provenientes desse tipo de brotação foram realizadas, a maioria utilizando-se da decepta para indução de brotações epicórmicas (Tabelas 3 e 4).

Dentre as espécies que se destacaram quanto ao enraizamento de propágulos provenientes de brotações epicórmicas basais, citam-se *Aniba rosaeodora* (SAMPAIO; PARENTE; NODA, 1989) e *Calophyllum brasiliense* (CIRIELLO; MORI, 2015; KRATZ *et al.*, 2016) (Tabela 3). Embora tenha-se evidência da eficiência quando se utilizam propágulos revigorados no resgate vegetativo de espécies arbóreas nativas, as informações acerca dessas técnicas são incipientes (WENDLING; TRUEMAN; XAVIER, 2014a). Vale ressaltar que o uso desse tipo de propágulo, além de elevar as chances de enraizamento, promove melhor qualidade fisiológica (vigor vegetativo e radicular) das plantas obtidas (CONCEIÇÃO; FERREIRA; LIMA, 2020).

### **2.4.3 Técnicas de resgate vegetativo com brotações de copa e basais das árvores**

#### **2.4.3.1 Estaquia**

Uma das espécies nativas pioneiras avaliadas para a silvicultura clonal foi o *Theobroma cacao* (CHEESMAN; SPENCER, 1936; PYKE, 1933, 1934; RICHARDS, 1948). Povoamentos clonais de *Theobroma cacao* foram utilizados nas décadas de 1930-1940 (PURSEGLOVE, 1968), sendo que no final da década de 1950 esses povoamentos foram substituídos por híbridos biclonais (seminais). A partir da década de 1990 os povoamentos clonais retornaram, propagados por meio da enxertia e estaquia, visando à substituição de povoamentos suscetíveis à vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa*). Similarmente, os primeiros testes com estaquia de brotações da copa de *Hevea brasiliensis* foram realizados em meados da década de 1950 (CASTRO *et al.*, 1984, 1987; KALIL FILHO; OLIVEIRA, 1983; MENDES, 1959a). O interesse industrial nessas espécies se deu pelo fornecimento dos seus produtos (sementes e borracha), impulsionando a evolução das técnicas de propagação nestas em comparação a outras espécies arbóreas nativas (GONÇALVES; FONTES, 2009; LEONELLO *et al.*, 2012).

Várias pesquisas demonstram dados negativos para o enraizamento de brotações de copa, em alguns casos a eficiência de enraizamento de estacas não atinge 1% (Tabela 3). A ocorrência de enraizamento, por si só, mesmo em baixos percentuais, pode permitir continuar a sequência de multiplicação por meio de técnicas mais eficientes como estaquia e enxertia aliadas aos jardins e minijardins clonais.

Tabela 3 – Dados bibliográficos em estudos de resgate vegetativo a partir de brotações de copa e basais, por meio da estaquia em espécies arbóreas da Amazônia

Espécie	Fitorregulador	Sobrevivência <sup>1</sup>	Enraizamento <sup>2</sup>	Referência
Brotações da copa				
<i>Annona montana</i>	1.000, 3.000, 5.000 e 7.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	<95	<48,0	(SCALOPPI JUNIOR; MARTINS, 2003)
<i>Annona glabra</i>	1.000, 3.000, 5.000 e 7.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	<68	<94,0	(SCALOPPI JUNIOR; MARTINS, 2003)
<i>Calophyllum brasiliense</i>	1.000, 2.000, e 4.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	-	0,0	(RIOS; RIBEIRO, 2014)
<i>Calophyllum brasiliense</i>	100, 1.000, 5.000 e 10.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	100	<25	(CIRIELLO; MORI, 2015)
<i>Casearia sylvestris</i>	100, 200 e 300 mg kg <sup>-1</sup> (AIB)	-	0,5	(SANTOS <i>et al.</i> , 2011)
<i>Copaifera langsdorffii</i>	1.000, 2.000, e 4.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	-	0,0	(RIOS; RIBEIRO, 2014)
<i>Couepia edulis</i>	3.000 e 6.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	-	<15,0	(LEANDRO; YUYAMA, 2008)
<i>Croton urucurana</i>	100, 200 e 300 mg kg <sup>-1</sup> (AIB)	-	23,0	(SANTOS <i>et al.</i> , 2011)
<i>Cupania oblongifolia</i>	3.000 e 6.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	4	3,3	(PARAJARA, 2015)
<i>Dendropanax cuneatus</i>	100, 200 e 300 mg kg <sup>-1</sup> (AIB)	-	0,0	(SANTOS <i>et al.</i> , 2011)
<i>Euplassa inaequalis</i>	2.000, 4.000 e 8.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	<83	5,4	(OLIVEIRA; RIBEIRO, 2013)

Continua...

Tabela 3: Cont.

<b>Espécie</b>	<b>Fitorregulador</b>	<b>Sobrevivência<sup>1</sup></b>	<b>Enraizamento<sup>2</sup></b>	<b>Referência</b>
<i>Ficus adhatodifolia</i>	100, 200 e 300 mg kg <sup>-1</sup> (AIB)	-	8,0	(SANTOS <i>et al.</i> , 2011)
<i>Ficus citrifolia</i>	100, 200 e 300 mg kg <sup>-1</sup> (AIB)	-	1,0	(SANTOS <i>et al.</i> , 2011)
<i>Guazuma ulmifolia</i>	100, 200 e 300 mg kg <sup>-1</sup> (AIB)	-	2,0	(SANTOS <i>et al.</i> , 2011)
<i>Hevea brasiliensis</i>	5.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB) e 1.000 mg L <sup>-1</sup> (ANA)	-	-	(MONTEIRO; MARQUES; PACHECO, 2015)
<i>Inga marginata</i>	100, 200 e 300 mg kg <sup>-1</sup> (AIB)	-	0,0	(SANTOS <i>et al.</i> , 2011)
<i>Inga vera</i>	100, 200 e 300 mg kg <sup>-1</sup> (AIB)	-	0,0	(SANTOS <i>et al.</i> , 2011)
<i>Lecythis pisonis</i>	2.000, 4.000, 6.000 e 8.000 mg kg <sup>-1</sup> (AIB)	53	-	(BERNARDES <i>et al.</i> , 2020)
<i>Maclura tinctoria</i>	100, 200 e 300 mg kg <sup>-1</sup> (AIB)	-	0,0	(SANTOS <i>et al.</i> , 2011)
<i>Magnolia ovata</i>	100, 200 e 300 mg kg <sup>-1</sup> (AIB)	-	0,0	(SANTOS <i>et al.</i> , 2011)
<i>Maytenus evonymoides</i>	3.000 e 6.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	23	8,3	(PARAJARA, 2015)
<i>Miconia albicans</i>	-	-	<13,3	(SOUSA <i>et al.</i> , 2015)
<i>Miconia ibaguensis</i>	-	-	<86,7	(SOUSA <i>et al.</i> , 2015)
<i>Myrciaria dubia</i>	200 mg L <sup>-1</sup> (AIB e ANA)	-	<80,0	(OLIVA-CRUZ, 2005a)
<i>Myrciaria dubia</i>	200 e 400 mg L <sup>-1</sup> (AIB + NAA)	-	<55,6	(OLIVA-CRUZ, 2005b)

Continua...

Tabela 3: Cont.

<b>Espécie</b>	<b>Fitorregulador</b>	<b>Sobrevivência<sup>1</sup></b>	<b>Enraizamento<sup>2</sup></b>	<b>Referência</b>
<i>Myrciaria dubia</i>	100, 200 e 300 mg L <sup>-1</sup> (ANA)	-	<24,5	(OLIVA-CRUZ; LÓPEZ, 2005)
<i>Myrciaria dubia</i>	200 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	-	<58,0	(DELGADO; YUYAMA, 2010)
<i>Myrciaria dubia</i>	1.000, 2.000, 3.000, 4.000 e 5.000 mg L <sup>-1</sup> (AIA, AIB e ANA)	-	<12,0	(SILVA <i>et al.</i> , 2010c)
<i>Myrciaria dubia</i>	500, 1.000 e 2.000 mg kg <sup>-1</sup> (AIB)	<20	<38,3	(LIMA; FERREIRA; CONCEIÇÃO, 2020)
<i>Myrciaria dubia</i>	-	<30	<33,3	(LIMA; FERREIRA; CONCEIÇÃO, 2020)
<i>Piper arboreum</i>	1.000, 2.000, e 4.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	<89	<79,0	(RIOS; RIBEIRO, 2014)
<i>Psidium cattleianum</i>	1.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	<1	5,2	(SCHWENGBER; DUTRA; KERSTEN, 2000)
<i>Psidium guajava</i>	4.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	<62	<70,6	(SAMAAN; EL-DENGAWY; EL-ZAYAT, 2010)
<i>Psidium guajava</i>	200, 400 e 600 mg kg <sup>-1</sup> (AIB)	<50	-	(AKRAM <i>et al.</i> , 2017)
<i>Psidium guajava</i>	-	<83	-	(QADRI <i>et al.</i> , 2018)
<i>Redhia gardneriana</i>	1.000, 3000, 5.000 e 7.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	-	30,0	(FRANCO <i>et al.</i> , 2007)
<i>Rollinia emarginata</i>	1.000, 2.000 e 3.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	40	0,0	(BETTIOL NETO <i>et al.</i> , 2006)

Continua...

Tabela 3: Cont.

<b>Espécie</b>	<b>Fitorregulador</b>	<b>Sobrevivência<sup>1</sup></b>	<b>Enraizamento<sup>2</sup></b>	<b>Referência</b>
<i>Rollinia emarginata</i>	1.000, 3.000, 5.000 e 7.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	<42	<19,0	(SCALOPPI JUNIOR; MARTINS, 2003)
<i>Rollinia mucosa</i>	1.000, 3.000, 5.000 e 7.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	<37	<7,0	(SCALOPPI JUNIOR; MARTINS, 2003)
<i>Rollinia mucosa</i>	1.000, 3.000, 5.000 e 7.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	42	0,5	(SCALOPPI JUNIOR, 2007)
<i>Rollinia rugulosa</i>	2.000, 4.000 e 6.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB e ANA)	-	<4,0	(PINTO <i>et al.</i> , 2003)
<i>Rollinia sp.</i>	1.000, 2.000 e 3.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB).	83	43,0	(BETTIOL NETO <i>et al.</i> , 2006)
<i>Rollinia sp.</i>	100, 200 e 400 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	0	0,0	(SCALOPPI JUNIOR, 2007)
<i>Salix humboldtiana</i>	100, 200 e 300 mg kg <sup>-1</sup> (AIB)	-	<88,0	(SANTOS <i>et al.</i> , 2011)
<i>Rinorea guianensis</i>	500, 1.000, 1.500 e 2.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	<55	<40,0	(VALENTINI <i>et al.</i> , 2011)
<i>Rinorea guianensis</i>	100, 200 e 300 mg kg <sup>-1</sup> (AIB)	-	2,5	(SANTOS <i>et al.</i> , 2011)
<i>Spondias mombin</i>	500, 1.000, 1.500 e 2.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	-	<25,0	(SOUZA; LIMA, 2005)
<i>Spondias purpurea</i>	-	-	<33,0	(LIMA <i>et al.</i> , 2002)
<i>Spondias sp.</i>	500, 750 e 1.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	-	52,7	(LIMA <i>et al.</i> , 2002)
<i>Spondias tuberosa</i>	-	<69	<33,3	(PAULA <i>et al.</i> , 2007)
<i>Rinorea guianensis</i>	100, 200 e 300 mg kg <sup>-1</sup> (AIB)	-	0,0	(SANTOS <i>et al.</i> , 2011)

Continua...

Tabela 3: Cont.

<b>Espécie</b>	<b>Fitorregulador</b>	<b>Sobrevivência<sup>1</sup></b>	<b>Enraizamento<sup>2</sup></b>	<b>Referência</b>
<i>Theobroma cacao</i>	1.000, 3.000, 6.000 e 9.000 mg kg <sup>-1</sup>	<86	<93,3	(LEITE; MARTINS, 2007)
Brotações basais				
<i>Aniba rosaeodora</i>	2.000, 4.000 e 6.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	91	66,0	(SAMPAIO; PARENTE; NODA, 1989)
<i>Calophyllum brasiliense</i>	100, 1.000, 50.000 e 10.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	100	83,3	(CIRIELLO; MORI, 2015)
<i>Calophyllum brasiliense</i>	6.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	<90	65,0	(KRATZ <i>et al.</i> , 2016)
Brotação de ramos destacados e mantidos em casa de vegetação				
<i>Myrciaria dubia</i>	500, 1.000 e 2.000 mg kg <sup>-1</sup> (AIB)	<38	<28,3	(LIMA; FERREIRA; CONCEIÇÃO, 2020)
<i>Myrciaria dubia</i>	-	<33	<30,0	(LIMA; FERREIRA; CONCEIÇÃO, 2020)

<sup>1</sup>Percentual (%) de sobrevivência. <sup>2</sup>Percentual (%) de enraizamento. AIB = Ácido indol butírico. ANA = Ácido naftaleno acético. AIA = Ácido indol acético. Campo com (-) dado não informado.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Vale ressaltar que, de modo geral, não é indicada a utilização da estaquia para enraizamento de propágulos da copa (Figura 2) em razão da sua maior maturidade em espécies arbóreas (DAVIES JR *et al.*, 2017; WENDLING; TRUEMAN; XAVIER, 2014a), mesmo sendo demonstrada em alguns estudos alta capacidade de enraizamento adventício desses propágulos (Tabela 3). Porém, apesar de baixos percentuais de enraizamento e vigor radicular, para algumas espécies, a estaquia pode ser recomendada para o resgate vegetativo.

Ainda que algumas espécies arbóreas demonstrem boa aptidão para formação de raízes adventícias a partir de propágulos da copa, em linhas gerais, esse tipo de propágulo apresenta menor eficiência de enraizamento e vigor radicular do que quando se utilizam propágulos mais juvenis, devido a suas propriedades morfofisiológicas (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021). Assim, sugere-se a estaquia com brotações de copa, concomitantemente, aos métodos com o uso de brotações basais para obter a melhor opção de resgate vegetativo.

#### 2.4.3.2 Mergulhia

A mergulhia é uma técnica mais frequentemente utilizada em espécies arbóreas nativas, apesar de apresentar baixa relação custo-benefício (alto custo e baixa eficiência operacional), em especial a mergulhia aérea e de cepa. Entretanto, a mergulhia aérea tem a vantagem de provocar poucos danos à árvore-mãe, visto que a técnica é aplicada nos galhos. A aplicação da mergulhia em espécies arbóreas deve levar em consideração, assim como na estaquia, o grau de maturação da planta ou de cada parte a ser resgatada. Sabe-se que, quanto maior sua idade fisiológica, menor é sua capacidade de formação de raízes adventícias (WENDLING; TRUEMAN; XAVIER, 2014a).

A técnica de mergulhia aérea é, geralmente, recomendada para fins de produção de flores, frutos e sementes, uma vez que utiliza propágulos maduros obtidos da copa (Figura 2). Essa técnica tem sido aplicada com sucesso em espécies nativas da Amazônia, dentre elas *Anacardium occidentale* (ALMEIDA *et al.*, 1990, 1991), *Bixa orellana* (MANTOVANI *et al.*, 2010; MANTOVANI; OTONI; GRANDO, 2007), *Psidium guajava* (SAROJ; SINGH, 2020; SINGH; SAHARE; DEEP, 2019) e *Calophyllum brasiliense* (LEITE *et al.*, 2007) (Tabela 4).

Tabela 4 – Dados bibliográficos em estudos de resgate vegetativo a partir de brotações da copa e basais, por meio da mergulhia aérea e de cepa em espécies arbóreas da Amazônia

Espécie	Origem	Fitorregulador	Eficiência <sup>1</sup>	Sobrevivência <sup>2</sup>	Referência
Mergulhia aérea					
<i>Bixa orellana</i>	Brotações basais	1.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	100,0	100	(MANTOVANI; OTONI; GRANDO, 2007)
<i>Bixa orellana</i>		4,92 mM (AIB)	100,0	100	(MANTOVANI <i>et al.</i> , 2010)
<i>Anacardium occidentale</i>		250 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	100,0	<89	(ALMEIDA <i>et al.</i> , 1990)
<i>Anacardium occidentale</i>		250 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	100,0	<86	(ALMEIDA <i>et al.</i> , 1991)
<i>Calophyllum brasiliense</i>		500, 1.000 e 2.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	<16,7	<83	(LEITE <i>et al.</i> , 2007)
<i>Psidium guajava</i>		1.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB, ANA e PBZ)	<71,2	41	(ULLAH <i>et al.</i> , 2005)
<i>Psidium guajava</i>	Brotações da copa	1.000, 2.000, 3.000, 4.000 e 6.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB e ANA)	91,6	-	(ANANDHANAMBI; ARIVAZHAGAN; KANDASAMY, 2016)
<i>Psidium guajava</i>		1.000, 2.000, 3.000 e 4.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	<33,3	100	(MANGA <i>et al.</i> , 2017)
<i>Psidium guajava</i>		1.500, 3.000 e 4500 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	100,0	-	(NAITHANI <i>et al.</i> , 2018)
<i>Psidium guajava</i>		5.000 e 7.500 mg L <sup>-1</sup> (AIB + ANA)	82,6	-	(DESHLEHRA <i>et al.</i> , 2019)

Continua...

Espécie	Origem	Fitorregulador	Eficiência <sup>1</sup>	Sobrevivência <sup>2</sup>	Referência
<i>Psidium guajava</i>		50, 75, 100 e 125 mg L <sup>-1</sup> (ANA)	<61,1	<47	(MANDLOI <i>et al.</i> , 2019)
Mergulhia de cepa					
<i>Acca sellowiana</i>		-	<36,1	-	(FACHINELLO; NACHTIGAL, 1992)
<i>Acca sellowiana</i>		-	100,0	-	(MIELKE <i>et al.</i> , 1994)
<i>Psidium cattleianum</i>		5.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	33,3	18	(MISHRA; LAL; PANDEY, 2007)
<i>Psidium chinensis</i>		5.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	100,0	96	(MISHRA; LAL; PANDEY, 2007)
<i>Psidium cujavillus</i>	Brotações basais	5.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	84,4	75	(MISHRA; LAL; PANDEY, 2007)
<i>Psidium friedrichsthalianum</i>		5.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	8,8	7	(MISHRA; LAL; PANDEY, 2007)
<i>Psidium guajava</i>		-	100,0	-	(CALLOVY FILHO; NACHTIGAL; KERSTEN, 1995)
<i>Psidium guajava</i>		3.000, 5.000, 7.000 e 9.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	82,3	73	(RYMBAI, 2009)
<i>Psidium guineense</i>		5.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	52,3	48	(MISHRA; LAL; PANDEY, 2007)

<sup>1</sup>Percentual (%) de enraizamento. <sup>2</sup>Percentual (%) de sobrevivência. AIB = Ácido indol butírico. ANA = Ácido naftaleno acético. PBZ = Paclobutrazol. Campo (-) dado não informado.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Por sua vez, a mergulhia de cepa considera a relação da juvenilidade da planta com sua capacidade de enraizamento, visto que consiste em realizar uma amontoa de solo cobrindo a base de brotações induzidas por meio de poda drástica ou decepa próximo do nível do solo, visando promover o enraizamento adventício dessas brotações a partir de gemas adventícias e dormentes (PAIVA; GOMES, 2011). É uma técnica bem difundida na fruticultura, sendo aplicada em espécies arbóreas nativas principalmente para produção de mudas e porta-enxertos, com destaque para *Acca sellowiana* (MIELKE *et al.*, 1994), *Psidium cattleianum*, *Psidium chinensis*, *Psidium cujavillus* e *Psidium friedrichsthalianum* (MISHRA; LAL; PANDEY, 2007) e *Psidium guajava* (RYMBAI, 2009), entre outras (Tabela 4).

#### 2.4.3.3 Enxertia

Com fins similares ao da mergulhia aérea, a técnica de enxertia tem sido mais utilizada no resgate vegetativo de árvores frutíferas (CARVALHO; NASCIMENTO, 2018). Para avaliar a eficiência da enxertia é preciso compreender sobre a compatibilidade entre porta-enxerto e enxerto (ROBAINA *et al.*, 2015) e suas respectivas qualidades fisiológicas (MARTÍNEZ-BALLESTA *et al.*, 2010), entre outras, sendo o sucesso da técnica influenciado pelo ambiente de aplicação (campo ou viveiro) e tipo de enxertia (RODRIGUEZ *et al.*, 2015).

No segmento da silvicultura, a enxertia tem sido largamente aplicada devido às vantagens em fornecer porta-enxertos com maior adaptabilidade (resistentes ou tolerantes) e enxertos geneticamente superiores e altamente produtivos, como proposto para *Bertholletia excelsa* (CARVALHO; NASCIMENTO, 2016) e *Couepia edulis* (YUYAMA *et al.*, 2013). Outro objetivo de aplicação da enxertia é para o rejuvenescimento de propágulos adultos via enxertia seriada em porta-enxertos juvenis (WENDLING; XAVIER, 2001; XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021). Entretanto, não é uma técnica difundida em espécies arbóreas da Amazônia.

O uso da técnica de enxertia tem sido ampliado para estratégias de melhoramento genético de espécies arbóreas nativas, visando à formação de pomares clonais (indoor ou outdoor) para cruzamentos controlados e produção de sementes melhoradas, como relatado para as espécies *Hymenaea courbaril*, *Handroanthus heptaphyllus* e *Swietenia macrophylla* (MENDES, 2019).

Vale ressaltar que a enxertia em espécies arbóreas nativas tende a ser mais apropriada para o propósito de obter flores, frutos e sementes (Figura 2), visto que são herdadas características relacionadas à maturidade da árvore-mãe, exceto quando realizada de modo seriado. Na Tabela 5 é apresentado o desempenho da aplicação da técnica de enxertia para o resgate vegetativo de algumas espécies arbóreas nativas.

Tabela 5 – Dados bibliográficos em estudos de resgate vegetativo a partir de brotações da copa, por meio da enxertia em espécies arbóreas da Amazônia

<b>Espécie</b>	<b>Técnica<sup>1</sup></b>	<b>Sobrevivência<sup>2</sup></b>	<b>Referência</b>
<i>Bertholletia excelsa</i>	Borbulhia em placa	82	(MÜLLER, 1982)
<i>Bertholletia excelsa</i>	Garfagem no topo em fenda cheia	<80	(CARVALHO; NASCIMENTO, 2016)
<i>Bertholletia excelsa</i>	Borbulhia em placa	100	(FERREIRA, 2019)
<i>Couepia edulis</i>	Garfagem de fenda cheia, garfagem lateral no alburno do cavalo e borbulhia	100	(YUYAMA <i>et al.</i> , 2013)
<i>Hymenaea courbaril</i>	Garfagem em fenda cheia	9	(MENDES, 2019)
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Garfagem em fenda cheia	80	(MENDES, 2019)
<i>Swietenia macrophylla</i>	Garfagem em fenda cheia	76	(MENDES, 2019)

<sup>1</sup>Técnica aplicada de acordo com a metodologia apresentada na respectiva referência bibliográfica. <sup>2</sup>Percentual (%) de sobrevivência. Campo (-) dado não informado.

Fonte: Elaborada pelo autor.

## 2.5 PROPAGAÇÃO VEGETATIVA

A propagação vegetativa diferencia-se do resgate vegetativo, principalmente, pela maneira que é aplicada, sendo tratada como a fase (II) posterior à obtenção do genótipo resgatado (fase I) (Figura 2). As técnicas de propagação vegetativa devem ser aplicadas seguindo uma estrutura lógica com base no princípio da maturação dos propágulos, levando em consideração os objetivos pretendidos e as particularidades de cada espécie.

A propagação vegetativa (clonagem) tem sido um importante mecanismo para o advento da silvicultura clonal na Amazônia e implantação de florestas nessa região, maximizando a produtividade e qualidade dos povoamentos, principalmente, de espécies do gênero *Eucalyptus*. Entretanto, para a propagação de espécies arbóreas nativas, os estudos desenvolvidos até o momento sugerem a necessidade de buscar uma melhor compreensão das finalidades das técnicas de propagação aliadas aos propósitos de suas utilizações.

Basicamente, as pesquisas direcionadas para propagação vegetativa de espécies arbóreas nativas da Amazônia não têm ultrapassado os níveis experimentais. Como exceção, podem-se citar estudos com *Hevea brasiliensis*, *Theobroma cacao* e *Psidium guajava* que possuem plantações clonais consolidadas (DESHLEHRA *et al.*, 2019; LEONELLO *et al.*, 2012; PEREIRA *et al.*, 2017). Vale ressaltar que a clonagem entra como importante alternativa para uso em espécies que possuem dificuldades de propagação seminífera. Apesar disso, ainda se conhece pouco sobre a viabilidade técnica e econômica de uso da propagação vegetativa em campo, embora tenha-se o conhecimento do potencial de enraizamento em nível de famílias, gêneros e espécies (STUEPP *et al.*, 2018).

Em suma, a propagação vegetativa de espécies arbóreas nativas pode ser tratada, essencialmente, em dois grupos de propósitos: ambientais, propagação em nível de famílias, restauração de ecossistemas degradados; e produção florestal, propagação em nível de indivíduos, visando produtos madeireiros e não madeireiros (Figura 2). Nos próximos tópicos é apresentado um panorama geral desses propósitos de modo a integrar a aplicação de técnicas de propagação vegetativa aos objetivos pretendidos para as espécies arbóreas da Amazônia.

### 2.5.1 Propagação vegetativa de plantas-mãe juvenis (mudas seminiais)

Mudas formadas via propagação sexuada têm sido constantemente utilizadas para obter propágulos de espécies arbóreas nativas (PEREIRA *et al.*, 2017). A principal razão é que a juvenilidade desse tipo de propágulo permite, em via de regra, maior eficiência de enraizamento

e vigor radicial em comparação às limitações que fazem parte da propagação vegetativa de propágulos maduros (WENDLING; TRUEMAN; XAVIER, 2014a).

Para propagação vegetativa de espécies arbóreas nativas com fins ambientais esse tipo de propágulo tem sido recomendado, principalmente, devido à manutenção de maior diversidade genética das plantas oriundas de sementes. Quando se busca promover a recomposição de ecossistemas degradados com espécies nativas, garantir a variabilidade genética é fundamental (BALDONI *et al.*, 2020). Para tal finalidade, os materiais devem ser obtidos em uma quantidade suficiente de árvores-mãe geneticamente distantes entre si, de preferência, localizadas em fragmentos florestais diferentes (BORGES *et al.*, 2016; LEÃO *et al.*, 2015). Apesar dessas informações, é recomendada a coleta de propágulos em um maior número possível de árvores-mãe, para evitar a produção de mudas de mesma árvore matriz.

Quando o propósito é produtivo, o uso dessa técnica apresenta algumas incógnitas, visto que o desempenho da árvore na fase adulta em virtude das suas respectivas expressões genéticas é desconhecido. Conhecer o desempenho fenotípico pode ser um fator chave, visto que a seleção da planta-mãe é feita, geralmente, na fase adulta, ou seja, quando suas características fenotípicas estão expressas. Entretanto, esse conhecimento não é indispensável, uma vez que plantas juvenis são uma importante alternativa quando há oferta de sementes geneticamente melhoradas (cruzamentos controlados) ou quando se busca manter, em condições de viveiro, mudas podadas simultaneamente à sua avaliação em condições de campo como relatado, por exemplo, para espécies do gênero *Pinus* (STUEPP *et al.*, 2018; XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021).

Pesquisas visando à propagação vegetativa de espécies arbóreas nativas por meio de propágulos juvenis e, essencialmente estaquia, conforme exemplificado na Tabela 6, têm apresentado, na maioria delas, alta taxas de enraizamento em razão do maior grau de juvenilidade dos propágulos.

Tabela 6 – Dados bibliográficos em estudos de aplicações da estaquia e miniestaquia como método de propagação massal aplicado em espécies arbóreas da Amazônia

Espécie	Propágulo <sup>1</sup>	Fitorregulador	Sobrevivência <sup>2</sup>	Enraizamento <sup>3</sup>	Referência
Plantas jovens (seminais)					
<i>Apuleia leiocarpa</i>	Juvenil	4.000 mg kg <sup>-1</sup> (AIB)	42	-	(FREIRE <i>et al.</i> , 2020)
<i>Apuleia leiocarpa</i>	Juvenil	0, 1.000, 2.000 e 4.000 mg kg <sup>-1</sup> (AIB)	25	31,3	(FREIRE <i>et al.</i> , 2020)
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Juvenil	100, 1.000, 3.000, 5.000, 7.000 e 10.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	<75	<75,0	(CIRIELLO; MORI, 2015)
<i>Carapa guianensis</i>	Juvenil	4.000 e 6.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	-	<83,3	(ROSA, 1993)
<i>Hevea brasiliensis</i>	Juvenil	-	-	90,0	(BAPTIST, 1939)
<i>Hevea brasiliensis</i>	Juvenil	-	-	100,0	(MUZIK; CRUZADO, 1956)
<i>Hevea brasiliensis</i>	Juvenil	-	-	30,0	(MUZIK; CRUZADO, 1958)
<i>Hevea brasiliensis</i>	Juvenil	-	-	>85,0	(MENDES, 1959a)
<i>Hevea brasiliensis</i>	Juvenil	200 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	100	<66,6	(CASTRO <i>et al.</i> , 1984)
<i>Hymenaea courbaril</i>	Juvenil	4.000 mg kg <sup>-1</sup> (AIB)	74	<3,0	(FREIRE <i>et al.</i> , 2020)
<i>Himatanthus sucuuba</i>	Juvenil	1.000 e 3.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	<92	<93,3	(VASCONCELOS <i>et al.</i> , 2020)

Continua...

Tabela 6: Cont.

<b>Espécie</b>	<b>Propágulo<sup>1</sup></b>	<b>Fitorregulador</b>	<b>Sobrevivência<sup>2</sup></b>	<b>Enraizamento<sup>3</sup></b>	<b>Referência</b>
<i>Rollinia mucosa</i>	Juvenil	1.000, 3.000, 5.000 e 7.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	<95	<40,5	(SCALOPPI JUNIOR, 2007)
<i>Rollinia</i> sp.	Juvenil	100, 200 e 400 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	16,2	1,5	(SCALOPPI JUNIOR, 2007)
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>	Juvenil	2.000 e 4.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	-	<80,1	(ROSA; PINHEIRO, 2001a)
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>	Juvenil	2.000 e 4.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	-	<83,1	(ROSA; PINHEIRO, 2001b)
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>	Juvenil	3.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	44	<51,3	(LIMA; OHASHI, 2016)
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>	Juvenil	2.000 e 3.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	<45	<90,0	(LIMA; OHASHI; SILVEIRA, 2018)
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>	Juvenil	1.000, 2.000, 3.000 e 4.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	31	35,9	(LIMA <i>et al.</i> , 2019)
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	Juvenil	2.000, 4.000 e 6.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	<62	<60,0	(ROSA, 1997)
<i>Theobroma cacao</i>	Juvenil	6.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	100	100,0	(SODRÉ, 2007)

Continua...

Tabela 6: Cont.

Espécie	Propágulo <sup>1</sup>	Fitorregulador	Sobrevivência <sup>2</sup>	Enraizamento <sup>3</sup>	Referência
Jardim clonal					
<i>Cariniana estrellensis</i>	Adulto	2.000 e 6.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	100	<90,0	(HERNANDEZ <i>et al.</i> , 2013)
<i>Hevea brasiliensis</i>	Adulto	-	-	<90,0	(TINLEY; GARNER, 1960)
<i>Swietenia macrophylla</i>	Adulto	-	<70	<62,5	(AZAD; MATIN, 2015)
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>	Juvenil	8.000, 16.000, 24.000 e 32.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	100	<88,9	(DIAS <i>et al.</i> , 2015)
<i>Theobroma cacao</i>	Adulto	6.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	100	100,0	(FARIA; SACRAMENTO, 2003)
<i>Theobroma cacao</i>	Juvenil	2.000, 4.000 e 6.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	<2	-	(PEREIRA <i>et al.</i> , 2015)
Minijardim clonal					
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Juvenil	2.000, 4.000 e 8.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	-	<95,8	(SILVA <i>et al.</i> , 2010a)
<i>Cariniana estrellensis</i>	Juvenil	1.000, 2.000, 3.000 e 4.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB e ANA)	100	<83,3	(GATTI <i>et al.</i> , 2011)
<i>Cedrela fissilis</i>	Juvenil	1.000, 2.000 e 4.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	<79	100,0	(XAVIER <i>et al.</i> , 2003)
<i>Cedrela fissilis</i>	Juvenil	-	100	100,0	(XAVIER; SANTOS; OLIVEIRA, 2003)

Continua...

Tabela 6: Cont.

<b>Espécie</b>	<b>Propágulo<sup>1</sup></b>	<b>Fitorregulador</b>	<b>Sobrevivência<sup>2</sup></b>	<b>Enraizamento<sup>3</sup></b>	<b>Referência</b>
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	Juvenil	1.000, 2.000 e 3.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB e ANA)	100	100,0	(GATTI, 2002)
<i>Cordia trichotoma</i>	Juvenil	6.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	100	100,0	(CARNEIRO, 2013)
<i>Cordia trichotoma</i>	Juvenil	10, 20 e 30 mM (AIB)	48	<50,0	(KIELSE <i>et al.</i> , 2013)
<i>Cordia trichotoma</i>	-	1.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	<37	<26,6	(KIELSE <i>et al.</i> , 2015)
<i>Cordia trichotoma</i>	Juvenil	1.500, 3.000, 4.500 e 6.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	30	68,8	(SOMAVILLA, 2018)
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Juvenil	8.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	100	<93,8	(OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2015b)
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Juvenil	2.000, 4.000, 6.000 e 8.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	95	100,0	(OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2015a)
<i>Plathymenia foliolosa</i>	Juvenil	2.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	<88	<37,3	(NEUBERT, 2014)
<i>Plathymenia foliolosa</i>	Juvenil	20.000, 40.000 e 60.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	84	-	(NEUBERT, 2014)
<i>Psidium cattleianum</i>	Juvenil	-	100	<95,8	(ALTOÉ <i>et al.</i> , 2011)
<i>Psidium guineense</i>	Juvenil	-	100	100,0	(ALTOÉ <i>et al.</i> , 2011)
<i>Psidium guajava</i>	Juvenil	-	100	100,0	(ALTOÉ <i>et al.</i> , 2011)
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>	Juvenil	8.000, 20.000, 40.000 e 60.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	<77	<65,0	(SOUZA, 2015b)

Continua...

Tabela 6: Cont.

<b>Espécie</b>	<b>Propágulo<sup>1</sup></b>	<b>Fitorregulador</b>	<b>Sobrevivência<sup>2</sup></b>	<b>Enraizamento<sup>3</sup></b>	<b>Referência</b>
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>	Juvenil	20.000, 40.000 e 60.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	<75	<70,0	(SOUZA, 2015b)
<i>Theobroma cacao</i>	Juvenil	1.500, 3.000, 4.500 e 6.000 mg L <sup>-1</sup> (AIB)	-	<95,0	(SOARES, 2019)

<sup>1</sup>Propágulo juvenil = cepa ou minicepas seminais, formadas por mudas de sementes; Propágulo adulto = cepa ou minicepas clonais, formadas por clones provenientes de matrizes adultas. <sup>2</sup>Percentual (%) de sobrevivência. <sup>3</sup>Percentual (%) de enraizamento. AIB = Ácido indol butírico. ANA = Ácido naftaleno acético. Campo (-) dado não informado.

Fonte: Elaborada pelo autor.

## 2.5.2 Propagação vegetativa de árvores-mãe adultas

As técnicas mais utilizadas e recomendadas para propagação vegetativa de espécies arbóreas têm sido, essencialmente, a estaquia, miniestaquia, enxertia e propagação *in vitro* (Figura 2), visto estas atenderem aos objetivos da silvicultura clonal. No entanto, os objetivos pretendidos e o cenário de aplicação precisam estar alinhados, visto que essas técnicas diferem entre si quanto à produtividade e qualidade fisiológica dos propágulos formados, custos, refletindo no potencial de multiplicação e, principalmente, no vigor radicular e vegetativo desses materiais.

### 2.5.2.1 Estaquia (jardim clonal)

No êxito da propagação pela técnica da estaquia devem ser considerados aspectos relativos à implantação e manejo de jardins clonais, bem como a obtenção adequada dos propágulos vegetativos em material superior. Para aplicação em espécies arbóreas nativas, o jardim clonal não tem sido comumente utilizado, uma vez que a maioria das pesquisas ainda está em estágios iniciais da silvicultura clonal (Tabela 6).

Em *Hevea brasiliensis*, os jardins clonais tiveram papel importante na produção de propágulos para enxertia (LEMOS FILHO, 1991). Entretanto, com o advento de novas tecnologias e qualificações, especialmente a partir de 1960, a estaquia também era aplicada para propagação em massa (MEDRADO; APPEZZATO-DA-GLÓRIA; COSTA, 1995; TINLEY; GARNER, 1960). Verificou-se que a muda de *Hevea* spp. produzida via estaquia demonstrou qualidade morfológica (raiz e caule) superior em relação à muda enxertada por borbulhia, além de demandar menor tempo para produção (MONTEIRO; MARQUES; PACHECO, 2015).

Em outras espécies se fizeram uso de jardins clonais em pesquisas de propagação vegetativa, dentre elas *Cariniana estrellensis* (HERNANDEZ *et al.*, 2013), *Hevea brasiliensis* (TINLEY; GARNER, 1960), *Swietenia macrophylla* (AZAD; MATIN, 2015), *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (DIAS *et al.*, 2015) e *Theobroma cacao* (FARIA; SACRAMENTO, 2003; SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2008) (Tabela 6), visando à produção de mudas para formação de povoamentos comerciais de produção de madeira, látex e frutos ou como estratégia de recuperação de áreas degradadas em florestas tropicais.

Os jardins clonais têm como vantagens a possibilidade de alta produção de propágulos, considerando um manejo nutricional e fitossanitário apropriados. Comparado ao minijardim clonal, não carece de estruturas cobertas, refletindo em menor investimento, no entanto, deve-se considerar as particularidades e objetivos pretendidos para cada espécie. De qualquer modo,

as taxas de produtividade de brotações e enraizamento alcançados por estacas produzidas em jardins clonais são superiores aos obtidos pelas técnicas de regaste vegetativo.

#### 2.5.2.2 Miniestaquia (minijardim clonal)

A miniestaquia (minijardim clonal) é tratada como uma evolução da estaquia (jardim clonal), tendo como diferenciais o controle nutricional e fitossanitário dos propágulos gerados. A eficiência da miniestaquia tem sido avaliada para diferentes espécies arbóreas nativas com foco nos percentuais de enraizamento. Entretanto, a miniestaquia não pode ser avaliada de maneira isolada, visto que há uma relação direta com a maturidade das minicepas (STUEPP *et al.*, 2018; XAVIER *et al.*, 2003). Quando se utilizam minicepas juvenis (ou seminais), as taxas de enraizamento tendem a ser superiores em comparação ao uso de materiais adultos (KIELSE *et al.*, 2015; WENDLING; TRUEMAN; XAVIER, 2014b).

Dentre as espécies que foram utilizadas em minijardins clonais para pesquisas de propagação vegetativa com fins de produção mudas, visando alcançar os segmentos madeireiros e frutíferos e, também, como estratégias para recomposição e adequação ambiental, citam-se *Calophyllum brasiliense* (SILVA *et al.*, 2010a), *Cariniana estrellensis* (GATTI *et al.*, 2011), *Cedrela fissilis* (XAVIER *et al.*, 2003), *Calycophyllum spruceanum* (GATTI, 2002), *Cordia trichotoma* (SOMAVILLA, 2018), *Handroanthus heptaphyllus* (OLIVEIRA *et al.*, 2015a), *Psidium cattleianum*, *Psidium guineense*, *Psidium guajava* (ALTOÉ *et al.*, 2011), *Plathymenia foliolosa* (NEUBERT, 2014), *Schizolobium parahyba var. amazonicum* (SOUZA, 2015b) e *Theobroma cacao* (SOARES, 2019) (Tabela 6).

O sucesso da miniestaquia tem sido associado ao manejo direcionado para a espécie/genótipo de interesse. Entretanto, há uma baixa disponibilidade de materiais genéticos selecionados de espécies arbóreas nativas, por isso, essa técnica tem sido utilizada em poucas espécies. Apesar do seu uso ser, na maioria das vezes, em escala experimental, têm sido relatados resultados positivos para algumas espécies arbóreas da Amazônia (Tabela 6).

#### 2.5.2.3 Enxertia

Com fins similares ao da estaquia, a técnica de enxertia pode ser utilizada para o resgate vegetativo de materiais superiores e, também, para a propagação em massa (PEREIRA; LEAL, 2012). Como técnica de propagação massal, a enxertia tem sido amplamente aplicada, principalmente em frutíferas, visto que a manutenção da maturidade dos propágulos é um dos

objetivos principais (BORELLI, 2016). Nesse contexto, essa técnica permite antecipar florescimento, além de possibilitar, em alguns casos, reduzir o porte (MENDES, 2019).

A enxertia tem sido a principal técnica de propagação vegetativa de *Hevea brasiliensis* desde início do século XX (DIJKMAN, 1951). Nos primeiros testes com essa espécie foram aplicados vários tipos de enxertia, resultando em até 81% de eficiência (DIJKMAN, 1951). A partir desses testes, várias pesquisas relataram a eficiência da enxertia para a espécie (Tabela 7). O método mais utilizado atualmente tem sido a borbulhia em janela por meio de hastes verdes (gemas para enxertia) obtidas em jardins (PEREIRA; LEAL, 2012) e minijardins (BORELLI, 2016) clonais e enxertadas em porta-enxertos de origem seminal (CARDINAL; GONÇALVES; MARTINS, 2007).

A Tabela 7 relata a eficiência da enxertia para outras espécies arbóreas da Amazônia em que se buscou a propagação em massa visando obter mudas para produção de frutos e sementes, dentre elas *Bertholletia excelsa* (BALDONI *et al.*, 2017), *Genipa americana* (PRADO NETO, 2006), *Myrciaria dubia* (MOREIRA FILHO; FERREIRA, 2009), *Spondias tuberosa* (PEDROSA, 1991) e *Theobroma grandiflorum* (VENTURIERI; MARTEL; MACHADO, 1986).

Para fins madeireiros e ambientais, a enxertia tem sido aplicada, em sua maioria, para o resgate vegetativo, tendo em vista seu custo e possibilidade de variações em função dos porta-enxertos (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021). No entanto, a enxertia tem potencial para ser aplicada em porta-enxertos estabelecidos diretamente em campo devido a sua aplicação simples, sendo realizada sem necessidade de estruturas especiais, como no caso da estaquia (DIAS *et al.*, 2012). Além disso, a enxertia poder ser utilizada para formação de pomares e possibilitar obter plantas com aumento volumétrico e fator de forma similar em relação às plantas seminais, como ocorrido em *Araucaria angustifolia* (WENDLING *et al.*, 2017).

Tabela 7 – Dados bibliográficos em estudos de aplicações da enxertia na propagação vegetativa (multiplicação) de espécies arbóreas da Amazônia

<b>Espécie</b>	<b>Propágulo</b>	<b>Técnica<sup>1</sup></b>	<b>Sobrevivência<sup>2</sup></b>	<b>Referência</b>
<i>Bertholletia excelsa</i>	Jardim clonal	Borbulhia	58,7	(BALDONI <i>et al.</i> , 2017)
<i>Genipa americana</i>	Copa	Garfagem no topo em fenda cheia; garfagem em fenda lateral	100,0	(PRADO NETO, 2006)
<i>Hevea brasiliensis</i>	Copa	Encostia	100,0	(MENDES, 1959b)
<i>Hevea brasiliensis</i>	Copa	Borbulhia	95,0	(CARDOSO, 1961)
<i>Hevea brasiliensis</i>	Copa	Janela lateral	52,9	(PEREIRA <i>et al.</i> , 1979)
<i>Hevea brasiliensis</i>	Jardim clonal	Borbulhia	<58,0	(KALIL FILHO; OLIVEIRA, 1983)
<i>Hevea brasiliensis</i>	Copa	Garfagem de topo em fenda cheia	74,0	(LEMONS FILHO, 1991)
<i>Hevea brasiliensis</i>	Minijardim clonal	Borbulhia; garfagem em fenda cheia; garfagem em fenda lateral	<73,0	(BORELLI, 2016)
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	Copa	Garfagem no topo em fenda cheia	<33,3	(SIMÕES, 2017)
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Copa	Garfagem no topo em fenda cheia	<83,3	(SIMÕES, 2017)
<i>Handroanthus roseo-albus</i>	Copa	Garfagem no topo em fenda cheia	<38,8	(SIMÕES, 2017)
<i>Myrciaria dubia</i>	Copa	Garfagem com fenda lateral; garfagem lateral simples; garfagem de topo com fenda cheia; garfagem de topo com fenda a cavalo	<65,0	(FERREIRA; GENTIL, 1997)

Continua...

Tabela 7: Cont.

<b>Espécie</b>	<b>Propágulo</b>	<b>Técnica<sup>1</sup></b>	<b>Sobrevivência<sup>2</sup></b>	<b>Referência</b>
<i>Myrciaria dubia</i>	Copa	Garfagem com fenda lateral	45,0	(SUGUINO <i>et al.</i> , 2003)
<i>Myrciaria dubia</i>	Copa	Garfagem com fenda lateral e com fenda lateral com lingueta	<89,3	(MOREIRA FILHO; FERREIRA, 2009)
<i>Myrciaria dubia</i>	Copa	Borbulhia; garfagem a inglês simples; garfagem em fenda dupla	<96,6	(RODRIGUEZ <i>et al.</i> , 2015)
<i>Psidium guajava</i>	Copa	Garfagem de topo em fenda cheia	<63,0	(ROBAINA <i>et al.</i> , 2015)
<i>Spondias tuberosa</i>	Copa	Borbulhia em placa em janela aberta	78,0	(PEDROSA, 1991)
<i>Theobroma grandiflorum</i>	Copa	Borbulhia de placa e garfagem lateral no alburno	<95,0	(VENTURIERI; MARTEL; MACHADO, 1986)

<sup>1</sup>Técnica aplicada de acordo com a metodologia apresentada na respectiva referência bibliográfica. <sup>2</sup>Percentual (%) de sobrevivência. Campo (-) dado não informado.

Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 2.5.2.4 Propagação *in vitro* (micropropagação)

Alternativamente, o resgate, rejuvenescimento e multiplicação clonal de espécies arbóreas podem ser feitos por meio da propagação *in vitro* (micropropagação). É possível a propagação de explantes provenientes de material vegetal coletado no campo ou em casa de vegetação livre de contaminantes, sendo importante opção para contornar problemas de contaminações patogênicas (HANSEL; DUTRA; WENDLING, 2005; PEREIRA *et al.*, 2017). Após o estabelecimento *in vitro*, os explantes podem ser multiplicados, alongados, enraizados *in vitro* ou *ex vitro* e aclimatizados em ambiente *ex vitro*. Ainda, a alta taxa de multiplicação possibilitada pela micropropagação pode incentivar a implantação de programas de silvicultura clonal para espécies arbóreas de difícil enraizamento e grande interesse comercial (SILVA *et al.*, 2020).

Apesar disso, estudos sobre micropropagação em espécies arbóreas nativas, em sua maioria são de cunho exploratórios e incipientes, restritos às fases iniciais, incluindo o estabelecimento e multiplicação *in vitro*. As principais dificuldades estão relacionadas à particularidade de resposta das diversas espécies arbóreas nativas ou genótipos ao cultivo *in vitro*, assim como à susceptibilidade de contaminação por microrganismos (tanto exógena quanto endógena) (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021). É importante frisar que a eficiência da micropropagação é variável de acordo com o tipo de explante e sistema utilizado, condições físicas (temperatura, luminosidade, fotoperíodo etc.) e químicas (meios de cultura, fitorreguladores etc.), espécie/clone, período de coleta, entre outros (BONFÁ, 2019; FRANCO; GAVIOLI; FERREIRA, 2006). Ainda, os estudos são realizados, de modo geral, com explantes de origem seminal (alta variabilidade), exigindo ajustes pontuais nas fases da micropropagação.

A propagação *in vitro* tem sido aplicada em várias espécies arbóreas da Amazônia, principalmente para o desenvolvimento de protocolos de micropropagação, buscando demonstrar o potencial para sua consolidação (Tabela 8). Dentre as espécies com dois ou mais estudos em micropropagação, destacam-se *Caesalpinia pyramidalis*, *Cedrela fissilis*, *Cordia trichotoma*, *Erythrina velutina*, *Guazuma crinita*, *Hancornia speciosa*, *Myracrodruon urundeuva* (VASCONCELOS *et al.*, 2012), *Swietenia macrophylla* (PINTO, 2012) e *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (CORDEIRO *et al.*, 2002a; REIS *et al.*, 2009).

Tabela 8 – Dados bibliográficos em estudos de propagação *in vitro* de espécies arbóreas da Amazônia

<b>Espécie</b>	<b>Explante</b>	<b>Sistema de micropropagação</b>	<b>Referência</b>
<i>Acca sellowiana</i>	Embriões zigóticos	Embriogênese somática	(BOOZ; PESCADOR, 2007); (BOOZ <i>et al.</i> , 2009)
<i>Amburana acreana</i>	Segmentos nodais	Proliferação de gemas axilares	(FERMINO JUNIOR; SCHERWINSKI-PEREIRA, 2012)
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i>	Plântulas	Proliferação de gemas axilares	(NEPOMUCENO <i>et al.</i> , 2009)
<i>Aniba rosaeodora</i>	Embriões zigóticos; gemas apicais e axilares	Proliferação de gemas axilares	(HANDA; SAMPAIO; QUISEN, 2005)
<i>Aniba rosaeodora</i>	Segmentos apicais e nodais	Proliferação de gemas axilares	(JARDIM <i>et al.</i> , 2010)
<i>Aspidosperma ramiflorum</i>	Segmentos apicais	Proliferação de gemas axilares	(HUBNER <i>et al.</i> , 2007)
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	Segmentos nodais	Proliferação de gemas axilares	(RIBAS <i>et al.</i> , 2005)
<i>Cabralea canjerana</i>	Segmentos nodais	Proliferação de gemas axilares	(ROCHA <i>et al.</i> , 2007)
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	Segmentos nodais	Proliferação de gemas axilares	(SILVA <i>et al.</i> , 2013)
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	Epicótilos; folhas	Proliferação de gemas axilares	(RODRIGUES; FERNANDES; PONTE, 2017)
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Segmentos nodais	Proliferação de gemas axilares	(SANTOS <i>et al.</i> , 2006)
<i>Cedrela fissilis</i>	Segmentos nodais	Proliferação de gemas axilares	(AMARAL, 2006; NUNES <i>et al.</i> , 2002)

Continua...

Tabela 8: Cont.

<b>Espécie</b>	<b>Explante</b>	<b>Sistema de micropropagação</b>	<b>Referência</b>
<i>Cedrela fissilis</i>	Segmentos apicais, nodais e cotiledonares	Proliferação de gemas axilares	(BONFÁ, 2019)
<i>Cedrela odorata</i>	Segmentos apicais	Proliferação de gemas axilares	(SALDANHA, 2010)
<i>Celtis</i> sp.	Segmentos nodais	Proliferação de gemas axilares	(SATO <i>et al.</i> , 2001)
<i>Cordia trichotoma</i>	Plântulas	Proliferação de gemas axilares	(FICK <i>et al.</i> , 2007; HEBERLE, 2010)
<i>Cordia trichotoma</i>	Segmentos nodais	Proliferação de gemas axilares	(MANTOVANI; FRANCO; VESTENA, 2001)
<i>Didymopanax morototoni</i>	Raiz; caule; nódulo foliar; folha cotiledonar	Embriogênese somática	(FRANCO; GAVIOLI; FERREIRA, 2006)
<i>Erythrina velutina</i>	Plântulas	Proliferação de gemas axilares	(COSTA; NEPOMUCENO; SANTANA, 2010)
<i>Erythrina velutina</i>	Embriões zigóticos; segmentos nodais	Proliferação de gemas axilares	(FONSECA <i>et al.</i> , 2015)
<i>Guazuma crinita</i>	Plântulas	Proliferação de gemas axilares	(MARUYAMA <i>et al.</i> , 1996)
<i>Guazuma crinita</i>	Raízes; pecíolos	Organogênese	(MARUYAMA <i>et al.</i> , 1997)
<i>Hancornia speciosa</i>	Plântulas	Organogênese	(SOARES <i>et al.</i> , 2007)
<i>Hancornia speciosa</i>	Segmentos nodais	Proliferação de gemas axilares	(LÉDO <i>et al.</i> , 2007, 2011; SÁ <i>et al.</i> , 2012)
<i>Himatanthus sucuuba</i>	Segmentos nodais e foliares	Embriogênese somática	(VASCONCELOS, 2020)

Continua...

Tabela 8: Cont.

<b>Espécie</b>	<b>Explante</b>	<b>Sistema de micropropagação</b>	<b>Referência</b>
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Epicótilos	Proliferação de gemas axilares	(LARRABURU; APÓSTOLO; LLORENTE, 2012)
<i>Maclura tinctoria</i>	Segmentos nodais	Proliferação de gemas axilares	(GOMES <i>et al.</i> , 2010)
<i>Miconia</i> sp.	Segmentos nodais; folhas	Organogênese	(CID <i>et al.</i> , 1997)
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>	Segmentos apicais e nodais	Proliferação de gemas axilares	(OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2007)
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Segmentos apicais e nodais	Proliferação de gemas axilares	(SILVA <i>et al.</i> , 2020)
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Segmentos foliares	Calogênese <sup>1</sup>	(VASCONCELOS <i>et al.</i> , 2012)
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Segmentos foliares	Calogênese <sup>1</sup>	(SILVA <i>et al.</i> , 2020)
<i>Moringa oleifera</i>	Plântulas; ápices caulinares	Proliferação de gemas axilares	(CYSNE, 2006)
<i>Psidium guajava</i>	Segmentos nodais	Proliferação de gemas axilares	(KADAM; SINGH; PATEL, 2017)
<i>Plathymenia reticulata</i>	Segmentos cotiledonares e nodais	Proliferação de gemas axilares	(MOURA <i>et al.</i> , 2012)
<i>Swietenia macrophylla</i>	Plântulas	Proliferação de gemas axilares	(COUTO <i>et al.</i> , 2004)
<i>Swietenia macrophylla</i>	Segmentos apicais e nodais	Proliferação de gemas axilares	(LAMEIRA <i>et al.</i> , 2005)
<i>Swietenia macrophylla</i>	Segmentos nodais; epicótilos; folhas	Proliferação de gemas axilares Calogênese <sup>1</sup>	(PINTO, 2012)
<i>Swietenia macrophylla</i>	Epicótilo	Calogênese <sup>1</sup>	(BRUNETTA <i>et al.</i> , 2006)

Continua...

Tabela 8: Cont.

<b>Espécie</b>	<b>Explante</b>	<b>Sistema de micropropagação</b>	<b>Referência</b>
<i>Swietenia macrophylla</i>	Folhas e raízes	Calogênese <sup>1</sup>	(ROCHA; QUOIRIN, 2004)
<i>Swietenia macrophylla</i>	Segmentos nodais	Proliferação de gemas axilares	(SCHOTTZ <i>et al.</i> , 2007)
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>	Segmentos nodais	Proliferação de gemas axilares	(CORDEIRO <i>et al.</i> , 2002b, 2004; CORDEIRO; LAMEIRA; OHASHI, 2006; LAMEIRA <i>et al.</i> , 2005)
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>	Segmentos nodais	Calogênese <sup>1</sup>	(CORDEIRO; LAMEIRA; OHASHI, 2006)
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>	Segmentos apicais, cotiledonares, intercotiledonares, nodais e foliares	Calogênese <sup>1</sup>	(REIS <i>et al.</i> , 2007)
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>	Segmentos apicais e cotiledonares	Calogênese <sup>1</sup>	(REIS; LAMEIRA; CORDEIRO, 2007a, 2007b)
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>	Eixos embrionários	Proliferação de gemas axilares	(CORDEIRO <i>et al.</i> , 2002a; REIS <i>et al.</i> , 2009)
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>	Segmentos apicais, cotiledonares e nodais; raiz	Calogênese <sup>1</sup>	(SOUZA, 2015a)
<i>Stryphnodendron</i> <i>polyphythum</i>	Segmentos cotiledonares	Proliferação de gemas axilares	(FRANÇA <i>et al.</i> , 1995)
<i>Sebastiania schottiana</i>	Segmentos nodais	Proliferação de gemas axilares	(DESCHAMPS; PINTO, 1995)
<i>Tapirira guianensis</i>	Segmentos cotiledonares e nodais; epicótilos	Proliferação de gemas axilares	(GUTIÉRREZ <i>et al.</i> , 2013)
<i>Theobroma grandiflorum</i>	Botões florais	Proliferação de gemas axilares	(FERREIRA; SANTOS; BRAGADO, 2009)

<sup>1</sup>Desenvolvimento desorganizado de células, sem a formação de órgãos.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os explantes mais utilizados na micropropagação de espécies arbóreas nativas têm sido ápices e segmentos nodais (gemas axilares) (GUTIÉRREZ *et al.*, 2013; REIS; LAMEIRA; CORDEIRO, 2007b). Esses explantes têm sido obtidos, geralmente, a partir de sementes germinadas *in vitro* devido à dificuldade em adquirir materiais de plantas adultas que sejam livres de contaminantes e responsivos ao cultivo *in vitro*.

Os segmentos nodais tendem a demonstrar maior eficiência para propagação das espécies lenhosas quando comparadas aos segmentos apicais (LAMEIRA *et al.*, 2005) pelo fato de possuírem maior número de gemas axilares pré-existentes (CORDEIRO *et al.*, 2003). Gemas axilares e outros tipos de meristemas são, geralmente, mais utilizados do que gemas apicais por causa da maior oferta de materiais ou menor sensibilidade à desinfestação (COSTA; NEPOMUCENO; SANTANA, 2010; GOMES *et al.*, 2010).

Mesmo em menor frequência, embriões ou tecidos de sementes têm sido empregados como explantes iniciais em espécies arbóreas nativas, por exemplo, na micropropagação de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (REIS *et al.*, 2009). Esse tipo de explante demonstra vantagens para o estabelecimento de protocolos de micropropagação, no entanto, o embrião é resultado de recombinação genética (constituição de um novo genótipo), o que limita o processo de clonagem de materiais superiores (OLIVEIRA; DIAS; BRONDANI, 2013).

Os principais sistemas de micropropagação de espécies arbóreas são via proliferação de gemas axilares, organogênese e embriogênese somática, essa última em alguns casos precedida por calogênese (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021). O processo de aplicação desses sistemas pode tornar-se custoso devido à variabilidade genética entre e dentro espécies, em vista à necessidade de ajuste do método para cada material a ser trabalhado (OLIVEIRA; DIAS; BRONDANI, 2013). O sistema mais aplicado para micropropagação de espécies arbóreas da Amazônia tem sido a proliferação de gemas axilares oriundas de explantes obtidos, principalmente, de segmentos nodais, apicais, cotiledonares e intercotiledonares (Tabela 8).

Os sistemas via organogênese e embriogênese somática têm sido tratados como ferramentas de alto potencial para aplicação na área florestal. Esses sistemas são potenciais para uso na conservação de germoplasma *in vitro*, em programas de silvicultura clonal, assim como para obtenção de plantas transgênicas via transformação genética (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021). Entretanto, ainda são escassas as pesquisas em espécies arbóreas nativas, dentre elas destacam-se as desenvolvidas para *Hancornia speciosa* (SOARES *et al.*, 2007) e *Miconia* sp. (CID *et al.*, 1997), necessitando que sejam desenvolvidos protocolos eficientes para outras espécies. Para embriogênese somática não é diferente, há uma carência de trabalhos em espécies arbóreas nativas com esta técnica. Estudos com as espécies *Acca sellowiana* (BOOZ *et al.*,

2009; BOOZ; PESCADOR, 2007), *Didymopanax morototoni* (FRANCO; GAVIOLI; FERREIRA, 2006) e *Hevea brasiliensis* (SOBHA *et al.*, 2003) mostram que essa técnica é promissora, tendo que ser melhor desenvolvida em pesquisas futuras.

Os estudos de micropropagação são ligados, em sua maioria, a tipos de meios de cultura, constituintes dos meios nutritivos, tipos e concentrações de fitorreguladores, seleção e desinfestação de explantes. Ainda há lacunas para compreender e solucionar problemas relacionados a contaminações fúngicas e bacterianas endofíticas, oxidação fenólica e ausência de resposta morfogênica dos explantes (OLIVEIRA; DIAS; BRONDANI, 2013). Contudo, a propagação *in vitro* deve ser compreendida como uma alternativa importante que complementa as técnicas tradicionais de propagação seminal e demais sistemas, dentre eles os biorreatores.

## 2.6 FLORESTAS CLONAIS

O gênero *Eucalyptus* desponta como o principal da silvicultura clonal na Amazônia, tendo papel de destaque no setor de papel e celulose, madeireiro e energia da biomassa. Ao contrário da dedicação destinada para o gênero *Eucalyptus*, as espécies arbóreas da Amazônia com potencial para silvicultura clonal não têm sido abraçadas e impulsionadas pelo setor florestal, tendo poucas exceções (OLIVEIRA; DIAS; BRONDANI, 2013; STUEPP *et al.*, 2018).

O fato é que as pesquisas com enfoque em silvicultura clonal de espécies arbóreas nativas têm se concentrado em centros de pesquisas florestais ou empresas privadas e, de modo geral, apresentam-se em níveis iniciais, incluindo testes de procedências e progênies (OHASHI; YARED; FARIAS NETO, 2010; STUEPP *et al.*, 2018). Algumas espécies estão em significativa evolução na silvicultura clonal com materiais selecionados e avaliações clonais em campo, no entanto, não tem ocorrido difusão dessas informações via publicações científicas, por exemplo.

Ainda, apesar da viabilidade comprovada da propagação vegetativa para várias espécies arbóreas da Amazônia, se tem poucas informações (ou nenhuma) sobre seus desempenhos em campo. Podem-se citar espécies em que foi relatado potencial para implantação da silvicultura clonal, dentre elas *Calophyllum brasiliense*, *estrellensis estrellensis*, *Calycophyllum spruceanum*, *Cordia trichotoma*, entre outras (Tabela 6).

A *Hevea brasiliensis* é a espécie arbórea nativa mais conhecida na silvicultura clonal. As primeiras pesquisas com a espécie são datadas no início do século XX (LEVANDOWSKY *et al.*, 1958; MENDES, 1959a; MUZIK, 1953; MUZIK; CRUZADO, 1956, 1958; TINLEY, 1961; TINLEY; GARNER, 1960). Os primeiros testes avaliaram a compatibilidade de enxertos juvenis e porta-enxertos seminais, ambos das mesmas matrizes em campo (FERWERDA,

1953). Posteriormente, clones produzidos via estaquia foram estudados, visando ampliar produção de látex (NARAYANAN; MYDIN, 2012) e tolerância à pragas (WASTIE; CHEE; LIM, 1973).

Essa espécie obteve grandes avanços na silvicultura clonal, destacando-se em várias regiões do mundo, principalmente, por conseguir ampliar a produtividade média de 400 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (povoamentos seminais) para 2.500 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (povoamentos clonais) (GONÇALVES; FONTES, 2009). Mais recente, tem-se despertado o interesse em programas de melhoramento para a qualidade da madeira, visando a comercialização em fases de substituição dos povoamentos (LEONELLO *et al.*, 2012; OKINO *et al.*, 2004).

Cultivada há séculos, o progresso na propagação clonal da *Psidium guajava* ocorreu nos últimos 100 anos (PREECE, 2003). Embora os tipos de enxertos e estacas (folhosas, semilenhosas, herbáceas, de folhas ou de raízes) atualmente utilizados já fossem bem conhecidos no início do século passado, contribuições notáveis surgiram desde então, principalmente em técnicas de manejo de pragas/doenças, protocolos de propagação massal, acesso aos reguladores de crescimento, conhecimento do papel da juvenilidade na propagação, avanços no conhecimento de quimeras, micropropagação e utilização da propagação vegetativa para evitar doenças causadas por vírus e outros patógenos (DAVIES JR *et al.*, 2017; PEREIRA *et al.*, 2017).

Dentre as espécies arbóreas da Amazônia com expectativa para o estabelecimento da silvicultura clonal, pode-se citar a *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*. Essa espécie demonstra características muito importantes para silvicultura na Amazônia, não se restringindo somente pela qualidade da madeira já consolidada na indústria de painéis compensados, mas também pelo potencial produtivo e exequibilidade de cultivo, principalmente na Amazônia brasileira, sendo a principal espécie arbórea nativa cultivada em povoamentos puros para fins madeireiros (SALES, 2018; SILVA *et al.*, 2015; SILVEIRA *et al.*, 2017).

A silvicultura clonal de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* tem seguido a linha de estabelecimento de protocolos de propagação vegetativa por meio da estaquia e micropropagação, visando produção de mudas para implantação de povoamentos comerciais (DIAS *et al.*, 2015; REIS *et al.*, 2009; SOUZA, 2015b). Entretanto, as técnicas ainda não foram comprovadas no campo em testes clonais. A estaquia direta em campo e a enxertia são técnicas que, devido à exequibilidade e ao baixo custo, podem ser potenciais para a produção de mudas para fins madeireiros e ambientais. Adicionalmente, a enxertia tem potencial para ser utilizada visando à formação de pomares para produção de sementes melhoradas.

Entre as espécies nativas frutíferas com enfoque em silvicultura clonal, destacam-se *Theobroma cacao* e *Theobroma grandiflorum*. Embora sejam consideradas espécies arbóreas, os programas de melhoramento têm sido destinados para a produção de frutos e sementes (ALMEIDA; DIAS; SILVA, 2009; SOUZA *et al.*, 2002).

De modo geral, as espécies citadas no presente estudo que possuem potencial para aplicação da silvicultura clonal visando fins produtivos são factíveis para fins ambientais, uma vez que são espécies nativas da Amazônia e, em alguns casos, endêmicas de alguns países ou regiões. Entretanto, deve-se trabalhar em estratégias ambientais que visem à manutenção de diversidade genética nas plantas obtidas, considerando as particularidades de cada espécie e sítio e a sua adequação à silvicultura clonal (STUEPP *et al.*, 2018; XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021).

Compete destacar que a Amazônia apresenta grande diversidade de espécies com potencial para implantação de florestas clonais visando à obtenção de produtos madeireiros e não madeireiros, assim como serviços ecossistêmicos. Entretanto, poucas espécies têm obtido espaço no setor florestal dos países que englobam a Amazônia. No contexto da silvicultura clonal, a quantidade de espécies testadas em campo é extremamente baixa, justificada pelo conhecimento incipiente do seu potencial silvicultural e a baixa disponibilidade de recursos humanos, financeiros, tecnológicos e estruturais para tal propósito.

Por esses motivos, muitas pesquisas a respeito da propagação vegetativa de espécies arbóreas nativas iniciam-se sem uma seleção genética apropriada, refletindo em dificuldades de selecionar materiais superiores em testes de campo. Apesar disso, os estudos de propagação vegetativa dessas espécies são um grande passo para o estabelecimento da silvicultura clonal, necessitando que tenham continuidade e, se possível, ultrapassem os níveis experimentais ou estágios iniciais.

Portanto, há uma lacuna de conhecimento que precisa ser preenchida sobre a silvicultura clonal de espécies arbóreas da Amazônia e uma necessidade de interação dos estudos quanto à aplicação e evolução dessas metodologias. É notável a carência de uma maior compreensão e integração das pesquisas sobre os métodos de resgate e propagação vegetativa e desempenho desses materiais em campo. Caso contrário, a aplicação da silvicultura clonal (fins produtivos ou ambientais) em espécies arbóreas nativas não ultrapassará os níveis experimentais.

## 2.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

A maioria das 101 espécies arbóreas nativas da Amazônia relatadas tem potencial para o estabelecimento da silvicultura clonal. No entanto, é necessário que haja conexão clara e direta entre a espécie selecionada, o propósito de seu uso e as técnicas a serem aplicadas, para que se consolide a silvicultura clonal da mesma.

A ausência de testes em condições de campo e comprovações técnicas e comerciais revelam a grande lacuna na silvicultura clonal dessas espécies. A sequência esquemática dos processos para fins produtivos e ambientais apresentada nesta revisão possibilita uma melhor compreensão das fases e propósitos envolvendo o resgate e propagação vegetativa. Esse esquema, aliado às informações bibliográficas relatadas, pode servir de auxílio e estímulo para futuros estudos e estabelecimento da silvicultura clonal para várias espécies arbóreas nativas da Amazônia.

Em estudos onde se busca a produção de flores, frutos e sementes, recomendam-se técnicas que visem à manutenção da maturidade dos propágulos. Em contrapartida, se o propósito é a produção de madeira, folhas ou outros produtos do caule, recomenda-se o uso de técnicas que proporcionem propágulos de maior grau de juvenilidade. Se a finalidade for ambiental, como recuperação de ecossistemas degradados, ambas as recomendações supracitadas podem ser adequadas, seja para florescimento precoce e dispersão de frutos e sementes (banco de germoplasma), quanto para rápido crescimento e estabelecimento de dossel, embora o critério mais importante seja a manutenção de diversidade genética nas mudas obtidas.

## 3 REFERÊNCIAS

- AGUIRRE, A. G. **Avaliação do potencial de regeneração natural e o uso da semeadura direta e estaquia como técnicas de restauração**. 2012. 171 f. Dissertação (Mestrado em Conservação de Ecossistemas Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-21032012-102651/>. Acesso em: 25 set. 2021.
- AKRAM, M. T. *et al.* Clonal multiplication of guava (*Psidium guajava*) through soft wood cuttings using IBA under low-plastic tunnel. **International Journal of Agriculture and Biology**, New York, v. 19, n. 3, p. 417–422, 2017.
- ALMEIDA, F. C. G. *et al.* Efeito da quebra da dominância apical no sistema radicular no pagamento em campo de alporques de cajueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 13, n. 1, p. 251–255, 1991.

ALMEIDA, F. C. G. *et al.* Influência do estiolamento e do ácido indolebutírico na formação de raízes do alporque de cajueiro Anão Precoce (*Anacardium occidentale* L.). **Acta Botanica Brasilica**, Brasília, v. 4, n. 2, p. 9–12, 1990.

ALMEIDA, O. F. de *et al.* Indução de brotação em plantas de cupuaçuzeiro, para auxiliar a renovação da copa. *In: SEMINÁRIO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRA*, 2014, Belém. **Anais**. Belém: UFRA, 2014. p. 1–4. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1003996>. Acesso em: 7 out. 2020.

ALMEIDA, C. M. V. C. de; DIAS, L. A. dos S.; SILVA, A. de P. Caracterização agrônômica de acessos de cacau. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 4, p. 368–373, 2009.

ALTOÉ, J. A. *et al.* Propagação de araçazeiro e goiabeira via miniestaquia de material juvenil. **Bragantia**, Bragantino, v. 70, n. 2, p. 312–318, 2011.

AMARAL, V. F. M. do. **Multiplicação in vitro de *Cedrela fissilis* Vell.** 2006. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/8655>. Acesso em: 3 out. 2020.

ANANDHANAMBI, D.; ARIVAZHAGAN, E.; KANDASAMY, R. Influence of Plant Growth Regulators and Azospirillum on Survival Percentage of Transplanted Air Layers in Guava (*Psidium guajava* L.). **The Asian Journal of Horticulture**, Ghaziabad, v. 11, n. 2, p. 261–268, 2016.

AZAD, Md. S.; MATIN, Md. A. Effect of Indole-3-Butyric Acid on Clonal Propagation of *Swietenia macrophylla* through Branch Cutting. **Journal of Botany**, São Paulo, v. 2015, n. 1, p. 1–7, 2015.

BALDONI, A. B. *et al.* Enxertia de genótipos superiores em castanheira-do-brasil para a formação de um jardim clonal. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS: PROJETANDO O FUTURO*, 2017, Foz do Iguaçu. **Anais**. Foz do Iguaçu: SBMP, 2017. p. 763. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/168064/1/Enxertia-genotipos.pdf>. Acesso em: 14 out. 2020.

BALDONI, A. B. *et al.* Genetic diversity of Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) in southern Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, Dordrecht, v. 458, n. 1, p. 1–6, 2020.

BAPTIST, E. D. C. Plant hormones. **Journal of the Rubber Research Institute of Malaysia**, Kuala Lumpur, v. 9, n. 1, p. 17–39, 1939.

BERNARDES, V. P. *et al.* Vegetative Rescue and Clonal Propagation of *Lecythis Pisonis* Cambess. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 27, n. 4, p. 1–8, 2020.

BETTIOL NETO, J. E. *et al.* Enraizamento de estacas dos porta-enxertos Araticum-de-Terra-Fria (*Rollinia* sp.) e Araticum-Mirim (*Rollinia emarginata* Schltdl.) para anonáceas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1077–1082, 2006.

BOIVIN-CHABOT, S.; MARGOLIS, H. A.; WEBER, J. C. Variation in coppice-shoot growth among provenances of *Calycophyllum spruceanum* Benth. in the Peruvian Amazon Basin. **Forest Ecology and Management**, Dordrecht, v. 198, n. 1, p. 249–260, 2004.

BONFÁ, Y. S. **Propagação in vitro de *Cedrela fissilis* vell. uma espécie arbórea brasileira ameaçada de extinção**. 2019. 54 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2019.

BOOZ, M. R. *et al.* The role of  $\gamma$ -aminobutyric acid (Gaba) in somatic embryogenesis of *Acca sellowiana* Berg. (Myrtaceae). **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Lavras, v. 21, n. 4, p. 271–280, 2009.

BOOZ, M. R.; PESCADOR, R. Efeito do Ácido g-aminobutírico (Gaba) na Embriogênese Somática de *Acca sellowiana* (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. S2, p. 198–200, 2007.

BORELLI, K. **Produção de mudas de seringueira em viveiro suspenso**. 2016. 88 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-28032016-123413/>. Acesso em: 4 set. 2020.

BORGES, F. A. *et al.* Tamanho da Amostra para Estimar Produção de Sementes de Castanheiras Nativas. **Nativa**, Sinop, v. 4, n. 3, p. 166–169, 2016.

BRUNETTA, J. M. F. C. *et al.* Calogênese in vitro em segmentos de epicótilo de mogno (*Swietenia macrophylla* King) com uso de 6-benzilaminopurina e ácido  $\alpha$ -naftalenoacético. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 1, n. 71, p. 19–24, 2006.

CALLOVY FILHO, C.; NACHTIGAL, J.; KERSTEN, E. Propagação da goiabeira (*Psidium guajava* L.) pelo método de mergulhia de cepa. **Current Agricultural Science and Technology**, Pelotas, v. 1, n. 2, p. 112–114, 1995.

CARDINAL, Á. B. B.; GONÇALVES, P. de S.; MARTINS, A. L. M. Influence of six rootstocks on yield of superior rubber tree clones. **Bragantia**, Bragantino, v. 66, n. 2, p. 277–284, 2007.

CARDOSO, D. *et al.* Amazon plant diversity revealed by a taxonomically verified species list. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, New York, v. 114, n. 40, p. 10695–10700, 2017.

CARDOSO, M. Conservação de hastes de seringueira destinadas a enxertia. **Bragantia**, Bragantino, v. 20, n. UNICO, p. LXIII–LXVI, 1961.

CARNEIRO, M. A. **Crescimento inicial e propagação vegetativa de *Cordia trichotoma* (Vellozo) Arrabida Ex Steudel (louro-pardo)**. 2013. 66 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

CARVALHO, J. E. U. de; NASCIMENTO, W. M. O. D. **Enxertia da castanheira-do-brasil pelo método de garfagem no topo em fenda cheia**. Belém: EMBRAPA, 2016. (Comunicado Técnico, 283). Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/145572/1/COMUNICADO-TECNICO-283.pdf>. Acesso em: 5 set. 2020.

CARVALHO, J. E. U. D.; NASCIMENTO, W. M. O. D. Technological innovations in the propagation of Açaí palm and Bacuri. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 40, n. 1, p. 1–15, 2018.

CASTRO, P. R. C. *et al.* Stimulation of root production in *Hevea brasiliensis* cuttings. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 41, n. 1, p. 349–357, 1984.

CASTRO, P. R. C. *et al.* Stimulation of rooting on *Hevea* spp. cuttings by application of plant regulators. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 44, n. 2, p. 1025–1035, 1987.

CHEESMAN, E. E.; SPENCER, G. E. L. The vegetative propagation of cacao. VI. General notes on technique with cuttings. *In*: FIFTH ANNUAL REPORT ON CACAO RESEARCH FOR 1935. 1. ed. Trinidad: ICTA, 1936. (v. 19360300572). p. 4–7. *E-book*. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19360300572>. Acesso em: 3 set. 2020.

CID, L. P. B. *et al.* Micropropagation of *Miconia* sp., a woody Melastomataceae from Brazil, using thidiazuron as plant growth regulator. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 9, n. 1, p. 21–25, 1997.

CIRIELLO, E.; MORI, E. S. Rooting of guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess) cuttings using indole-butyric acid. **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 4, p. 641–648, 2015.

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

CORDEIRO, I. M. C. C. *et al.* Efeito de bap sobre a proliferação de brotos in vitro de *Schizolobium amazonicum* huber ex ducke (paricá). **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 1, p. 118–124, 2004.

CORDEIRO, I. M. C. C. *et al.* Germinação in vitro de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber Ex Ducke). **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, Anápolis, v. 5, n. 27, p. 78–82, 2002a.

CORDEIRO, I. M. C. C. *et al.* In vitro induction of callus of *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke. **Plant Cell Culture e Micropropagation (Brazil)**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 35–40, 2007.

CORDEIRO, I. M. C. C. *et al.* Micropropagação de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber, Ex Ducke) a partir de segmento nodal. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, Anápolis, v. 5, n. 29, p. 78–82, 2003.

CORDEIRO, I. M. C. C. *et al.* Propagação in vitro de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber). *In*: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2002b, Ilhéus. **Anais**. Ilhéus: CEPEC, 2002b. p. 1–4. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/406677/propagacao-in-vitro-de-parica-schizolobium-amazonicum-huber>. Acesso em: 3 out. 2020.

- CORDEIRO, I. M. C. C.; LAMEIRA, O. A.; OHASHI, S. T. Respostas morfogênicas de explantes de paricá (*Schizolobium amazonicum* huber ex ducke) cultivados in vitro. In: FOREST, 2006, Cuiabá. **Anais**. Cuiabá: Plant Cell Culture e Micropropagation, 2006. p. 184–186. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR2007006445>. Acesso em: 3 out. 2020.
- COSTA, G. M. da; NEPOMUCENO, C. F.; SANTANA, J. R. F. de. Propagação in vitro de *Erythrina velutina*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 5, p. 1090–1096, 2010.
- COUTO, J. M. F. *et al.* Desinfestação e germinação in vitro de sementes de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 633–642, 2004.
- CYSNE, J. R. B. **Propagação in vitro de *Moringa oleifera* L.** 2006. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/8513>. Acesso em: 3 out. 2020.
- DAVIES JR, F. T. *et al.* **Hartmann & Kester's Plant Propagation**. 9. ed. Londres: Pearson Education, 2017.
- DELGADO, J. P. M.; YUYAMA, K. Comprimento de estaca de camu-camu com ácido indolbutírico para a formação de mudas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 522–526, 2010.
- DESCHAMPS, C.; PINTO, J. E. B. P. In vitro rooting of microcuttings and micropropagation of axillary buds of Sarandi (*Sebastiania schottiana* Muell. arg.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 389–393, 1995.
- DESHLEHRA, R. *et al.* Impact of plant growth regulators and rooting media on rooting of air-layers of guava (*Psidium guajava*) var. G-27. **International Journal of Chemical Studies**, New Delhi, v. 7, n. 6, p. 1058–1063, 2019.
- DIAS, N. O. *et al.* Desempenho vegetativo e reprodutivo da pinheira (*Annona squamosa* L.) em função de diferentes comprimentos de ramos podados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 389–391, 2004.
- DIAS, N. O. *et al.* Influência da poda de produção em ramos de diferentes diâmetros no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da pinheira (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 100–103, 2003.
- DIAS, P. C. *et al.* Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 72, p. 453–453, 2012.
- DIAS, P. C. *et al.* Propagação vegetativa de *Schizolobium amazonicum* por estaquia. **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 3, p. 379–386, 2015.
- DIJKMAN, M. J. **Hevea: Thirty years of research in the Far East**. 1. ed. Coral Gables, Florida: Univ. of Miami Press, 1951.
- ENGEL, M. *et al.* Indução de brotações em matrizes de *Acacia mearnsii* De Wildeman em relação a idades e quatro estações do ano. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 47, n. 122, p. 235–244, 2019.

- FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C. Propagação da goiabeira serrana *Feijoa sellowiana* Berg, através da mergulhia de cepa. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 49, n. SPE, p. 37–39, 1992.
- FARIA, J. C.; SACRAMENTO, C. K. do. Enraizamento e crescimento de estacas herbáceas do cacauzeiro (clones Cepec 42, tsh 516 e tsh 1188) em função da aplicação do ácido indolbutírico (AIB). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 192–194, 2003.
- FERMINO JUNIOR, P. C. P.; SCHERWINSKI-PEREIRA, J. E. Germinação e propagação in vitro de cerejeira (*Amburana acreana* (Ducke) A.C. Smith - Fabaceae). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 1–9, 2012.
- FERREIRA, I. I. A. **Avaliação de porta-enxertos e enxertia de castanheira-do-brasil em Roraima**. 2019. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Mestrado Acadêmico em Associação com EMBRAPA e IFRR, Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, 2019.
- FERREIRA, S. A. do N.; GENTIL, D. F. de O. Propagação assexuada do camu-camu (*Myrciaria dúbia*) através de enxertias do tipo garfagem. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 27, n. 3, p. 163–167, 1997.
- FERREIRA, M. das G. R.; SANTOS, M. R. A. dos; BRAGADO, A. C. R. Propagação in vitro de cupuaçuzeiro: desinfestação de explantes florais. **Revista Saber Científico**, Porto Velho, v. 2, n. 2, p. 37–44, 2009.
- FERWERDA, F. P. A possible explanation of the divergence between juvenile type budgrafts and their seedling mother trees in *Hevea*. **Euphytica**, New York, v. 2, n. 1, p. 15–24, 1953.
- FICK, T. A. *et al.* Estabelecimento e crescimento in vitro de plântulas de louro-pardo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 4, p. 343–349, 2007.
- FOLADORI-INVERNIZZI, S.; MAGGIONI, R. de A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Estado da arte da propagação vegetativa por estaquia de espécies arbustivo-arbóreas. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 50–63, 2021.
- FONSECA, P. T. *et al.* In vitro conservation of *Erythrina velutina* from zygotic embryos. **Sitientibus série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, v. 15, n. 1, p. 1–8, 2015.
- FORNES, L. F. *et al.* Peteribí (*Cordia trichotoma*), Lapacho Rosado (*Handroanthus impetiginosus*), and Cebil Colorado (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*): Three Valuable Species with Incipient Breeding Programs. In: PASTORINO, M. J.; MARCHELLI, P. (org.). **Low Intensity Breeding of Native Forest Trees in Argentina: Genetic Basis for their Domestication and Conservation**. 1. ed. Cham: Springer International Publishing, 2021. p. 427–451. *E-book*. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-56462-9\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-030-56462-9_16). Acesso em: 30 jan. 2021.
- FRANÇA, S. C. *et al.* Micropropagation of *Stryphnodendron polyphythum* (Barbatimão). **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, New York, v. 42, n. 3, p. 291–293, 1995.
- FRANCO, D. *et al.* Estaquia como processo de clonagem do bacuripari (*Redhia gardneriana* Miers ex Planch e Triana). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 176–178, 2007.

- FRANCO, E. T. H.; GAVIOLI, L. B.; FERREIRA, A. G. In vitro regeneration of *Didymopanax morototoni*. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 66, n. 2A, p. 455–462, 2006.
- FREIRE, J. M. *et al.* Vegetative propagation of *Hymenaea courbaril* L. and *Apuleia leiocarpa* (vogel) J. F. Macbr. by mini-cutting. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 44, n. 4405, p. 1–11, 2020.
- GATTI, K. C. **Propagação vegetativa de pau mulato (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) K. Schum.), jequitibá (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) e teca (*Tectona grandis* Linn. f.) por miniestaquia**. 2002. 83 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/3200>. Acesso em: 4 set. 2020.
- GATTI, K. C. *et al.* Propagacion vegetativa de jequitiba *Cariniana estrellensis* (Raddi) por miniestaca. **Temas Agrarios**, Montería, v. 16, n. 2, p. 54–63, 2011.
- GOMES, G. A. C. *et al.* Micropropagation of *Maclura tinctoria* L.: an endangered woody species. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 25–30, 2010.
- GONÇALVES, P. S.; FONTES, J. R. A. Domesticação e Melhoramento da Seringueira. *In*: BORÉM, A.; LOPES, M. T. G.; CLEMENT, C. R. **Domesticação e melhoramento: espécies amazônicas**. 1. ed. Viçosa: Editora da UFV, 2009. p. 395–423.
- GREENWOOD, M. S. Juvenility and maturation in conifers: current concepts. **Tree Physiology**, Oxford, v. 15, n. 7–8, p. 433–438, 1995.
- GUTIÉRREZ, I. E. M. de *et al.* Multiplicação in vitro de *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 2, p. 143–151, 2013.
- HACKETT, W. P. Donor plant maturation and adventitious root formation. **Advances in plant sciences series**, Atenas, v. 11, n. 2, p. 11–28, 1988.
- HANDA, L.; SAMPAIO, P. de T. B.; QUISEN, R. C. Cultura in vitro de embriões e de gemas de mudas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 35, n. 1, p. 29–33, 2005.
- HANSEL, F. A.; DUTRA, L. F.; WENDLING, I. **Ápices caulinares como alternativa para o resgate de matrizes adultas de *Eucalyptus benthamii* diretamente do campo: resultados preliminares**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. (Comunicado Técnico, 153). Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR20051312439>. Acesso em: 22 jan. 2021.
- HEBERLE, M. **Propagação in vitro e ex vitro de louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrabida ex Steudel)**. 2010. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/8665>. Acesso em: 3 out. 2020.
- HENRIQUES, L. C. de M.; VICHATO, M. R. de M.; VICHATO, M. Conservação de espécies florestais protegidas ou ameaçadas de extinção em Belo Horizonte, MG. **Tenologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 12, n. 2, p. 15–24, 2018.

HERNANDEZ, W. *et al.* Vegetative propagation of jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) by cuttings. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 955–967, 2013.

HUBNER, H. I. *et al.* Multiplicação in vitro de *Aspidosperma ramiflorum* Muell. Arg. (Apocynaceae). **Acta Scientiarum. Health Science**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 63–66, 2007.

HUMMEL, S. Coppice sprouts in *Cordia alliodora*. **Journal of Tropical Forest Science**, Malasya, v. 12, n. 3, p. 552–560, 2000.

JARDIM, L. S. *et al.* Effect of different growth regulators in vitro propagation of *Aniba rosaeodora* Ducke. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 2, p. 275–279, 2010.

KADAM, S.; SINGH, P.; PATEL, R. M. Rooting and acclimatization of in vitro raised plantlets of *Guava* cv. *Allahabad safeda*. **International Journal of Scientific and Research Publications**, New Delhi, v. 7, n. 8, p. 449, 2017.

KALIL FILHO, A. N.; OLIVEIRA, R. P. **Vegetative propagation of rubber tree clones in Altamira, Para *Hevea brasiliensis*, Brazil**. Altamira: Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Altamira, 1983. (Comunicado Técnico, 8). Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR19840108712>. Acesso em: 3 set. 2020.

KAMMESHEIDT, L. The role of tree sprouts in the restoration of stand structure and species diversity in tropical moist forest after slash-and-burn agriculture in Eastern Paraguay. **Plant Ecology**, New York, v. 139, n. 2, p. 155–165, 1998.

KAUFFMAN, J. B. Survival by Sprouting Following Fire in Tropical Forests of the Eastern Amazon. **Biotropica**, Hoboken, v. 23, n. 3, p. 219–224, 1991.

KIELSE, P. *et al.* Production and rooting of cordia - *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. mini-cuttings collected from ministumps of asexual and seminal origin. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 7, p. 1164–1166, 2015.

KIELSE, P. *et al.* Propagação vegetativa de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steudel por estaquia radicular. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 59–66, 2013.

KRAINOVIC, P. M. *et al.* Sequential Management of Commercial Rosewood (*Aniba rosaeodora* Ducke) Plantations in Central Amazonia: Seeking Sustainable Models for Essential Oil Production. **Forests**, Basel, v. 8, n. 12, p. 438, 2017.

KRATZ, D. *et al.* Epicormic shoots induction and rooting cuttings of *Calophyllum brasiliense*. **Cerne**, Lavras, v. 22, n. 4, p. 365–372, 2016.

LAMEIRA, O. A. *et al.* Efeito de diferentes concentrações de reguladores de crescimento sobre a micropropagação de mogno (*Swietenia macrophylla* King) por meio de explantes juvenis. **Plant Cell Culture & Micropropagation**, Lavras, v. 1, n. 2, p. 53–58, 2005.

LARRABURU, E. E.; APÓSTOLO, N. M.; LLORENTE, B. E. In Vitro Propagation of *Pink Lapacho*: Response Surface Methodology and Factorial Analysis for Optimisation of Medium Components. **International Journal of Forestry Research**, London, v. 2012, n. Article ID 318258, p. 1–9, 2012.

- LEANDRO, R. C.; YUYAMA, K. Enraizamento de estacas de castanha-de-cutia com uso de ácido indolbutírico. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 4, p. 597–601, 2008.
- LEÃO, N. V. M. *et al.* Colheita de sementes e produção de mudas de espécies florestais nativas. **Documentos**, Belém, v. 374, n. 2, p. 47, 2015. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 374).
- LÉDO, A. da S. *et al.* Crescimento inicial de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) em diferentes meios de germinação in vitro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 989–993, 2007.
- LÉDO, A. S. *et al.* Development of in vitro propagation and conservation protocols of the native brazilian mangaba tree. **Acta Horticulturae**, Lucknow, v. 21, n. 918, p. 177–182, 2011.
- LEITE, G. L. D. *et al.* Efeito do AIB sobre a qualidade e fitossanidade dos alporques de influência da *Caryocar brasiliense* Camb (caryocaraceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 315–320, 2007.
- LEITE, J. B. V.; MARTINS, A. B. G. Efeito do ácido indolbutírico e época de coleta no enraizamento de estacas semi-lenhosas do cacaueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 204–208, 2007.
- LEMOS FILHO, J. P. de. **Aspectos fisiológicos e biometeorológicos relacionados com a técnica de mini-enxertia da seringueira (*Hevea spp.*)**. 1991. 110 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/315132>. Acesso em: 4 set. 2020.
- LEONELLO, E. C. *et al.* Classificação Estrutural e Qualidade da Madeira do Clone GT 1 de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 19, n. 2, p. 229–235, 2012.
- LEVANDOWSKY, D. W. *et al.* **Propagation of clonal *Hevea brasiliensis* by cuttings**. 1. ed. Saigon: Agriculture Division, U.S.O.M., 1958.
- LIMA, C. C. *et al.* Effect of indol-3-butyric acid (IBA) on rooting of cuttings of *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby. **Australian Journal of Crop Science**, Sidney, n. 13(05) 2019, p. 761–766, 2019.
- LIMA, A. K. D. C. *et al.* Propagação de cajarana (*Spondias* sp.) e cirigüela (*Spondias purpurea*) por meio de estacas verdes enfolhadas, nas condições climáticas de Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 15, n. 1–2, p. 33–38, 2002.
- LIMA, N. N. de; FERREIRA, S. A. do N.; CONCEIÇÃO, J. B. F. Vegetative rescue of Camu-Camu from epicormic sprouts of detached branches. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 42, n. 4, p. e-20, 2020.
- LIMA, C. C.; OHASHI, S. T. Substrato no enraizamento de estacas provenientes de mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*. **Enciclopédia Biosfera**, Jandaia, v. 13, n. 23, p. 1270–1282, 2016.

- LIMA, C. C.; OHASHI, S. T.; SILVEIRA, A. S. Efeito de diferentes concentrações de AIB e procedências geográficas no enraizamento de estacas de Paricá. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 1282–1292, 2018.
- LUNZ, A. M. *et al.* Método para monitoramento de ninfas de cigarras e controle com inseticidas em reflorestamentos com paricá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 7, p. 631–637, 2010.
- MANDLOI, V. *et al.* Response of naphthalene acetic acid and colour poly wrappers on callusing, rooting and survival of air Layering of guava (*Psidium Guajava* L.) cv. Gwalior 27. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, New Delhi, v. 8, n. 1S, p. 355–359, 2019.
- MANGA, B. *et al.* Studies on Effect of Month and IBA Concentration of Air Layering in Guava (*Psidium guajava* L.) cv. Sardar. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, Tamilnadu, v. 6, n. 5, p. 2819–2825, 2017.
- MANTOVANI, N. C. *et al.* Resgate vegetativo por alporquia de genótipos adultos de urucum (*Bixa orellana* L.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 403–410, 2010.
- MANTOVANI, N. C.; FRANCO, E. T. H.; VESTENA, S. Regeneração in vitro de louropardo (*Cordia trichotoma* (Vellozo) Arrabida ex Steudel). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 93–101, 2001.
- MANTOVANI, N. C.; OTONI, W. C.; GRANDO, M. F. Produção de explantes através da alporquia para o cultivo in vitro do urucum (*Bixa orellana* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. S2, p. 597–599, 2007.
- MARQUES, J. R. B.; MONTEIRO, W. R.; MORAES, V. H. de F. Ampliação dos recursos genéticos de seringueira (*Hevea* spp.) pela introdução de novos clones-copa resistentes ao mal-das-folhas (*Microcyclus ulei*). **Agrotropica**, Itabuna, v. 15, n. 2, p. 121–126, 2003.
- MARTÍNEZ-BALLESTA, M. C. *et al.* Physiological aspects of rootstock–scion interactions. **Scientia Horticulturae**, Amsterdã, v. 127, n. 2, Special Issue on Vegetable Grafting, p. 112–118, 2010.
- MARUYAMA, E. *et al.* Micropropagation of Bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.), a fast-growing tree in the Amazon region. **Journal of Forest Research**, London, v. 1, n. 4, p. 211–217, 1996.
- MARUYAMA, E. *et al.* Micropropagation of *Guazuma crinita* mart. by root and petiole culture. **In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 131–135, 1997.
- MEDRADO, M. J. S.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; COSTA, J. D. Alterações anatômicas em estacas de seringueira (*Hevea brasiliensis* clone RRIM 600) em resposta a diferentes técnicas de indução ao enraizamento. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 89–95, 1995.
- MENDES, L. O. T. A multiplicação da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) por meio de estacas. **Bragantia**, Bragantino, v. 18, n. 1, p. 245–274, 1959a.

- MENDES, L. O. T. Considerações sobre a enxertia da seringueira. **Bragantia**, Bragantino, v. 18, n. 1, p. 141–159, 1959b.
- MENDES, G. G. C. **Análises genéticas, enxertia e formação de pomar de cruzamentos em vasos com espécies arbóreas nativas do Brasil**. 2019. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/26010>. Acesso em: 22 set. 2020.
- MIELKE, M. S. *et al.* Physiological behavior of *Feijoa* multiplied by stool layering. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 51, n. 1, p. 21–27, 1994.
- MISHRA, D.; LAL, B.; PANDEY, D. Clonal multiplication of *Psidium* species with mound layering. **Acta horticulturae**, Lucknow, v. 735, n. 48, p. 339–342, 2007.
- MONTEIRO, W. R.; MARQUES, J. R. B.; PACHECO, E. R. Produção de mudas de seringueira por meio do enraizamento de estacas coletadas de plantas adultas. **Agrotrópica**, Itabuna, v. 27, n. 2, p. 191–198, 2015.
- MOREIRA FILHO, M.; FERREIRA, S. A. do N. Cloning of shrubby camu-camu on shrubby and arboreal camu-camu rootstocks. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1202–1205, 2009.
- MOURA, L. C. de *et al.* Multiplicação e alongamento in vitro de vinhático (*Plathymenia reticulata*). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 96, p. 499–505, 2012.
- MODES, K. S. *et al.* Propriedades físico-mecânicas da madeira sólida de *Schizolobium amazonicum*. **Advances in Forestry Science**, Sinop, v. 7, n. 2, p. 989–995, 2020.
- MOW. **Map-depicting-location-of-amazon-rainforest**. Republic of Kabardino-Balkaria: MapsOfWorld, 2019. Disponível em: <https://storymaps.arcgis.com/stories/95cf5fd5a2074891aa6c0fb9d4bc85f1>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- MÜLLER, C. H. **Quebra da dormência da semente e enxertia em castanha-do-brasil**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1982. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 16). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/381176>. Acesso em: 4 set. 2020.
- MUZIK, T. J. Growth and Regeneration in *Hevea* Seedlings. **Science**, New York, v. 117, n. 3047, p. 555–556, 1953.
- MUZIK, T. J.; CRUZADO, H. J. Formation and Rooting of Adventitious Shoots in *Hevea brasiliensis*. **American Journal of Botany**, Virginia, v. 43, n. 7, p. 503–508, 1956.
- MUZIK, T. J.; CRUZADO, H. J. Transmission of Juvenile Rooting Ability from Seedlings to Adults of *Hevea brasiliensis*. **Nature**, New York, v. 181, n. 4618, p. 1288–1288, 1958.
- NAITHANI, D. C. *et al.* Effect of Time of Air Layering, IBA Concentrations, Growing Media and their Interaction on the Rooting Behaviour of Pant Prabhat Guava (*Psidium guajava* L.) under Sub-Tropical Condition of Garhwal Himalaya. **International Journal of Pure & Applied Bioscience**, Bethesda, v. 6, n. 3, p. 169–180, 2018.

NARAYANAN, C.; MYDIN, K. K. Breeding for disease resistance in *Hevea* spp. - status, potential threats, and possible strategies. In: PROCEEDINGS OF THE FOURTH INTERNATIONAL WORKSHOP ON THE GENETICS OF HOST-PARASITE INTERACTIONS IN FORESTRY: DISEASE AND INSECT RESISTANCE IN FOREST TREES. 1. ed. CA: Pacific Southwest Research Station, 2012. v. 240, p. 240–251. *E-book*. Disponível em: <https://www.fs.usda.gov/treesearch/pubs/44891>. Acesso em: 4 set. 2020.

NEPOMUCENO, C. F. *et al.* Respostas morfofisiológicas in vitro de plântulas de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb) Altschul. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 481–490, 2009.

NEUBERT, V. de F. **Propagação vegetativa do vinhático (*Plathymenia foliolosa* Benth) por miniestaquia**. 2014. 48 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/3168>. Acesso em: 4 set. 2020.

NUNES, E. da C. *et al.* In vitro culture of *Cedrela fissilis* Vellozo (Meliaceae). **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, New York, v. 70, n. 3, p. 259–268, 2002.

OHASHI, S. T.; ROSA, L. dos S.; MEKDECE, F. S. Influência do diâmetro e da altura de corte das cepas na brotação de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, Belém, v. 41, n. 1, p. 137–144, 2004.

OHASHI, S. T.; YARED, J. A. G.; FARIAS NETO, J. T. de. Variabilidade entre procedências de paricá *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby plantadas no município de Colares - Pará. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. 81–88, 2010.

OKINO, E. Y. A. *et al.* Chapa aglomerada de cimento-madeira de *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 451–457, 2004.

OLIVA-CRUZ, C. A. Efecto de fitoreguladores enraizantes y la temperatura en el enraizamiento de estacas de *Myrciaria dubia* (HBK) MC Vaugh, camu camu arbustivo, en Ucayali-PERÚ. **Folia Amazónica**, Iquitos, v. 14, n. 2, p. 19–25, 2005a.

OLIVA-CRUZ, C. A. EFECTO DE LOS ÁCIDOS NAFTALENACÉTICO E INDOLBUTÍRICO EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE *Myrciaria dubia* (HBK) MC VAUGH, CAMU CAMU. **Folia Amazónica**, Iquitos, v. 14, n. 2, p. 27–33, 2005b.

OLIVA-CRUZ, C. A.; LÓPEZ, A. Efecto del ácido naftalenacético, en el enraizamiento de estacas de *Myrciaria dubia* (HBK) Mc Vaugh, camu camu. **Folia Amazónica**, Iquitos, v. 14, n. 2, p. 43–49, 2005.

OLIVEIRA, A. B. Indústria de celulose e o avanço da silvicultura do eucalipto na fronteira agrícola da Amazônia maranhense. **Geosul**, Londrina, v. 34, n. 71, p. 301–327, 2019.

OLIVEIRA, T. P. de F. de *et al.* Effect of indol-3- butiric acid (aib) on the rooting of "ipê-roxo" (*Handroanthus heptaphyllus* Mattos) minicuttings. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 4, p. 1043–1051, 2015a.

- OLIVEIRA, G. *et al.* Micropropagação de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. a partir de segmentos nodais e ápices caulinares. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 1, p. 152–159, 2007.
- OLIVEIRA, T. P. de F. de *et al.* Productivity of polyclonal minigarden and rooting of *Handroanthus heptaphyllus* Mattos minicuttings. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 2423, 2015b.
- OLIVEIRA, L. S. de; DIAS, P. C.; BRONDANI, G. E. Micropropagação de espécies florestais brasileiras. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 76, p. 439–453, 2013.
- OLIVEIRA, M. C.; RIBEIRO, J. F. Enraizamento de estacas de *Euplassa inaequalis* (Pohl) Engl. de mata de galeria em diferentes estações do ano. **Bioscience Journal**, Bethesda, v. 29, n. 4, 2013. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/15203>. Acesso em: 4 set. 2020.
- OSTERC, G.; ŠTAMPAR, F. Differences in endo/exogenous auxin profile in cuttings of different physiological ages. **Journal of Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes, v. 168, n. 17, p. 2088–2092, 2011.
- PAIVA, H. N. de; GOMES, J. M. **Propagação Vegetativa de Espécies Florestais - Série Didática**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2011.
- PARAJARA, F. C. **Propagação vegetativa e desenvolvimento de mudas de espécies nativas por estaquia de ramos herbáceos**. 2015. 71 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 2015.
- PAULA, L. A. de *et al.* Efeito do ácido indolbutírico e raizon no enraizamento de estacas herbáceas e lenhosas de umbuzeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 411–414, 2007.
- PEDROSA, A. C. Metodos de enxertia do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) em viveiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 13, n. 1, p. 59–62, 1991.
- PEREIRA, R. A. **Enraizamento, crescimento, qualidade e morfoanatomia de miniestacas de cacauero**. 2018. 80 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2018.
- PEREIRA, F. M. P. *et al.* Advances in guava propagation. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 39, n. 4, p. 1–24, 2017.
- PEREIRA, A. C. *et al.* Effect of top pruning on morphophysiological attributes of ‘GT 1’ rubber rootstock. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 900–912, 2019.
- PEREIRA, J. da P. *et al.* Enxertia meristemática da seringueira I: viabilidade potencial e resultados obtidos em ensaios exploratórios. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 63–68, 1979.
- PEREIRA, P. C. G. *et al.* Methodology of the technique of simple coppice to the management of plantations of *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby – Paricá

no Pará. In: SIMPÓSIO BRASIL-ALEMANHA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 6., 2013, Santarém. **Anais**. Santarém: Universidade Federal do Oeste do Pará, 2013. p. 37–38. Disponível em: <http://www.ufopa.edu.br/sba-2013/sobre>. Acesso em: 2020.

PEREIRA, M. de C. *et al.* Propagação vegetativa de cacauzeiros pelo processo de estaquia, testando diferentes concentrações de ácido indolbutírico. **Revista Semiárido De Visu**, Petrolina, v. 3, n. 3, p. 118–124, 2015.

PEREIRA, J. da P.; LEAL, A. C. Effect of the winter on early propagation of rubber tree (*Hevea* spp.). **Agrotropica**, Itabuna, v. 24, n. 2, p. 91–98, 2012.

PINHEIRO, E. *et al.* **A enxertia de copa na formação de seringais de cultivo nos trópicos úmidos da Amazônia**. Belém: UFPA, 1988. (Informe Técnico, 13). Disponível em: [repositorio.ufpa.edu.br/jspui/handle/123456789/593](http://repositorio.ufpa.edu.br/jspui/handle/123456789/593). Acesso em: 3 set. 2020.

PINTO, F. **Calogênese e indução de gemas axilares em mogno (*Swietenia Macrophylla* King)**. 2012. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/27354>. Acesso em: 3 out. 2020.

PINTO, L. S. *et al.* Indução do enraizamento de estacas de araticum-de-porco pela aplicação de fitorreguladores. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 41–45, 2003.

PRADO NETO, M. **Germinação de sementes e enxertia de jenipapeiro**. 2006. 46 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2006.

PREECE, J. E. A Century of Progress with Vegetative Plant Propagation. **HortScience**, Alexandria, v. 38, n. 5, p. 1015–1025, 2003.

PURSEGLOVE, J. W. **Tropical Crops: Dicotyledons**. 1. ed. Hoboken: Wiley, 1968. v. 1.

PYKE, E. E. The vegetative propagation of cacao. V. Notes on the dimorphic branching habit of cacao. In: THIRD ANNUAL REPORT ON CACAO RESEARCH FOR 1933. 1. ed. Trinidad: ICTA, 1934. (I.C.T.A., v. 19340300455). p. 1–8. *E-book*. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19340300455>. Acesso em: 3 set. 2020.

PYKE, E. E. The vegetative propagation of cacao. II. Softwood cuttings. In: SECOND ANN. REPT, ON CACAO RESEARCH FOR 1932. 1. ed. Trinidad: ICTA, 1933. (v. 19330300399). p. 3–9. *E-book*. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19330300399>. Acesso em: 3 set. 2020.

QADRI, R. *et al.* Growth performance of guava cutting under different growing media and plant cutting taking height. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, Sofia, v. 24, n. 2, p. 236–243, 2018.

REIS, I. N. R. de S. *et al.* Cultivo in vitro de eixos embrionários de paricá. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 60–66, 2009.

REIS, I. N. R. de S. *et al.* Desenvolvimento de calos em explantes de paricá em função da interação entre 2,4-D e BAP. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Lavras, v. 19, n. Suplem., p. 1–1, 2007.

REIS, I. N. R. de S.; LAMEIRA, O. A.; CORDEIRO, I. M. C. C. Efeito do 2,4-D na indução de calos in vitro de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. Supl. 2, p. 498–500, 2007a.

REIS, I. N. R. de S.; LAMEIRA, O. A.; CORDEIRO, I. M. C. C. Indução da Calogênese em Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) Através da Adição de AIB e BAP. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. Supl. 2, p. 501–503, 2007b.

RIBAS, L. L. F. *et al.* Micropropagação de *Aspidosperma polyneuron* (peroba-rosa) a partir de segmentos nodais de mudas juvenis. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 517–524, 2005.

RIBEIRO, S. M. C. *et al.* Non-Timber Forest Products (NTFP) in the Brazilian Amazon and Cerrado biomes: multi scale governance for Implementing enhanced socio-biodiversity chains. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 11, n. 2, p. 43–63, 2020.

RICHARDS, D. A. Notes on the Vegetative Propagation of Cacao by Cuttings. **Journal of Horticultural Science**, Praha, v. 24, n. 3, p. 192–199, 1948.

RICKLI, H. C. *et al.* Origin of epicormic sprouts and use of indolebutyric acid in rooting of *Vochysia bifalcata* Warm. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 385–393, 2015.

RIOS, M. N. da S.; RIBEIRO, J. F. Enraizamento de estacas de cinco espécies de mata de galeria em diferentes épocas do ano. **Enciclopédia Biosfera**, Jandaia, v. 10, n. 18, p. 1524–1536, 2014.

ROBAINA, R. R. *et al.* Grafting guava on cattley guava resistant to *Meloidogyne enterolobii*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 9, p. 1579–1584, 2015.

ROCHA, S. C. da *et al.* Micropropagação de *Cabralea canjerana*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 43–50, 2007.

ROCHA, S. C. da; QUOIRIN, M. Calogênese e rizogênese em explantes de mogno (*Swietenia macrophylla* King) cultivados in vitro. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 91–101, 2004.

RODRIGUES, C. F.; FERNANDES, D. C.; PONTE, L. F. A. Indução in vitro de calos através de explantes extraídos de plântulas da catigueira (*Poincianella pyramidalis* Tul.). **Essentia - Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da UVA**, Sobral, v. 18, n. 1, p. 24–32, 2017.

RODRIGUEZ, C. A. *et al.* Genotype and Grafting Techniques Effects on Survival and Growth of Camu Camu Plants. **Journal of Agricultural Science**, Ontario, v. 7, n. 6, p. 160, 2015.

ROLLO, A. *et al.* Genetic Structure and Pod Morphology of *Inga edulis* Cultivated vs. Wild Populations from the Peruvian Amazon. **Forests**, Basel, v. 11, n. 6, p. 655, 2020.

ROSA, L. dos S. Indução do enraizamento de estacas de tachi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel), através da aplicação de diferentes concentrações de ácido indol-3-butírico. **Boletim da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará**, Belém, v. 28, n. 1, p. 81–91, 1997.

ROSA, L. dos S. Influência de diferentes concentrações de ácido indol-3-butírico e do tamanho da estaca na formação de raízes adventícias em *Carapa guianensis* Aubl. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993. p. 74–75. Disponível em: [http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/1993\\_Setimo\\_Congresso\\_Florestal\\_Brasileiro.pdf](http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/1993_Setimo_Congresso_Florestal_Brasileiro.pdf). Acesso em: 10 set. 2020.

ROSA, L. dos S.; PINHEIRO, K. A. O. Propagação vegetativa de estacas de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) obtidas de diferentes partes de plantas jovens e imersas em ácido indol-3-butírico. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 35, n. 1, p. 79–88, 2001a.

ROSA, L. dos 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 de Ciências Agrárias / Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, Belém, v. 35, n. 1, p. 79–88, 2001b.

RYMBAI, H. **Study on the vegetative propagation of guava (*Psidium guajava* L.) through air and stool layering**. 2009. 167 f. Thesis (Master of Science in Horticulture) - Department of Horticulture, Andhra Pradesh Horticultural University, Rajendranagar, 2009. Disponível em: <https://krishikosh.egranth.ac.in/handle/1/69147>. Acesso em: 21 set. 2020.

SÁ, A. de J. *et al.* Sealing and explant types on the mangaba micropropagation. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 4, p. 406–414, 2012.

SALDANHA, A., Luciana Martins. **Protocolo para a propagação in vitro de cedro (*Cedrela odorata* L.)**. 2010. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2010.

SALES, A. **Análise técnica e econômica do cultivo de paricá em sistema agrissilvicultural**. 2018. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/24147>. Acesso em: 9 out. 2020.

SALES, A. *et al.* Growth and Yield of *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* According to Soil Management in Agroforestry Systems: A Case Study in the Brazilian Amazon. **Diversity**, Basel, v. 13, n. 11, p. 511, 2021.

SAMAAN, L. G.; EL-DENGAWY, E. F. A.; EL-ZAYAT, M. E. Response of hardwood stem cuttings of guava (*Psidium guajava* L.) to various growth and root promoting regulators. **Journal of Plant Production**, Mansoura, v. 1, n. 2, p. 301–317, 2010.

- SAMPAIO, P. de T. B. *et al.* Avaliação rebrota da copa das árvores de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) em sistema de podas sucessivas. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n. 1, p. 55–60, 2007.
- SAMPAIO, P. de T. B. *et al.* Biomassa da rebrota de copas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) em plantios sob sombra parcial em floresta primária. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 35, n. 4, p. 491–494, 2005.
- SAMPAIO, P. de T. B.; PARENTE, R. C. P.; NODA, H. Enraizamento de estacas de material juvenil de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke - Lauraceae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 19, n. 1, p. 391–400, 1989.
- SANTOS, J. de P. dos *et al.* Enraizamento de estacas lenhosas de espécies florestais. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 3, p. 293–301, 2011.
- SANTOS, P. C. dos *et al.* Influence of pruning time and pollination types in flowering and fruit of sugar apple. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. SPE1, p. 192–201, 2014.
- SANTOS, B. R. *et al.* Micropropagation of “pequiizeiro” (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 293–296, 2006.
- SANTOS JÚNIOR, A. J. dos *et al.* Enraizamento de estacas, crescimento e respostas anatômicas de mudas clonais de cacauzeiro ao ácido indol-3-butírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 1071–1082, 2008.
- SAROJ; SINGH, K. K. Vegetative propagation of guava (*Psidium guajava* L.) through air layering: a review. **Plant Archives**, Etawah, v. 20, n. 1, p. 1179–1188, 2020.
- SATO, A. Y. *et al.* Micropropagação de *Celtis* sp: controle da contaminação e oxidação. **Cerne**, Lavras, v. 7, n. 2, p. 117–123, 2001.
- SCALOPPI JUNIOR, E. J. [UNESP. **Propagação de espécies de Annonaceae com estacas caulinares**. 2007. 104 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/105259>. Acesso em: 4 set. 2020.
- SCALOPPI JUNIOR, E. J.; MARTINS, A. B. G. Clonagem de quatro espécies de *Annonaceae* potenciais como porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 286–289, 2003.
- SCHOTTZ, E. de S. *et al.* In vitro multiplication of *Swietenia macrophylla* king (meliaceae) from juvenile shoots. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 2, p. 109–117, 2007.
- SCHWENGBER, J. E.; DUTRA, L.; KERSTEN, É. Efeito do sombreamento da planta matriz e do pvp no enraizamento de estacas de ramos de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine). **Current Agricultural Science and Technology**, Pelotas, v. 6, n. 1, p. 30–34, 2000.
- SILVA, A. R.; SALES, A. Crescimento e produção de paricá em diferentes idades e sistemas de cultivo. **Advances in Forestry Science**, Sinop, v. 5, n. 1, p. 231–235, 2018.

SILVA, T. dos S. *et al.* Calogênese em *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 700–717, 2020.

SILVA, R. L. da *et al.* Propagación clonal de guanandi (*Calophyllum brasiliense*) por miniestacas. **Agronomía Costarricense**, Costa Rica, v. 34, n. 1, p. 99–104, 2010a. Disponível em: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0377-94242010000100010&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0377-94242010000100010&lng=en&nrm=iso&tlng=es). Acesso em: 12 out. 2020.

SILVA, T. dos S. *et al.* In vitro multiplication of *Caesalpinia pyramidalis* (Leguminosae). **Sitientibus série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, v. 13, n. 1, p. 1–7, 2013.

SILVA, F. V. C. *et al.* Propagação vegetativa de camu-camu por estaquia: efeito de fitorreguladores e substratos. **Revista Agro@mbiente On-Line**, Porto Velho, v. 3, n. 2, p. 92–98, 2010b.

SILVA, G. F. da *et al.* Rendimento em laminação de madeira de Paricá na região de Paragominas, Pará. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 447–455, 2015.

SILVEIRA, R. da *et al.* Custos da produção de madeira de paricá na região de Paragominas, PA. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 92, p. 597–604, 2017.

SIMÕES, I. M. **Enxertia entre espécies do gênero *Handroanthus***. 2017. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2017.

SINGH, G.; SAHARE, H. A.; DEEP, M. Recent Trends In Guava Propagation - A Review. **Biosciences Biotechnology Research Asia**, Madhya Pradesh, v. 16, n. 1, p. 143–154, 2019.

SOARES, M. B. **Miniestacas ortotrópicas: enraizamento, crescimento e qualidade de mudas de cacauzeiros**. 2019. 48 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2019.

SOARES, F. P. *et al.* Organogênese direta em explantes caulinares de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1048–1053, 2007.

SOBHA, S. *et al.* Genetic transformation of *Hevea brasiliensis* with the gene coding for superoxide dismutase with FMV 34S promoter. **Current Science**, Bengaluru, v. 85, n. 12, p. 1767–1773, 2003.

SODRÉ, G. A. **Substratos e estaquia na produção de mudas de cacauzeiro**. 2007. 93 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

SOMAVILLA, T. M. **Enraizamento de miniestacas e seleção de *Cordia Trichotoma* (Vellozo) Arrabida Ex Steudel para a propagação por miniestaquia**. 2018. 90 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.

SOUZA, C. R. de *et al.* **Paricá: *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2003. (Circular Técnica, 18). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/676209>. Acesso em: 17 out. 2020.

- SOUSA, S. R. de *et al.* Rooting of cuttings of *Miconia* (Melastomataceae): Alternative to produce seedlings for ecological restoration. **Neotropical Biology and Conservation**, Sofia, v. 10, n. 3, p. 152-158, 2015.
- SOUZA, L. B. **Análise da calogênese de paricá por modelos de regressão logística**. 2015a. 28 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Instituto de Ciências da Natureza, Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2015. Disponível em: <https://bdtd.unifal-mg.edu.br:8443/handle/tede/713>. Acesso em: 3 out. 2020.
- SOUZA, C. C. **Propagação vegetativa de Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) e Guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake) por miniestaquia**. 2015b. 78 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/7307>. Acesso em: 4 set. 2020.
- SOUZA, A. das G. C. de *et al.* The cupuaçu genetic improvement program at Embrapa Amazônia Ocidental. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 2, n. 3, p. 471–478, 2002.
- SOUZA, F. X. de; LIMA, R. N. de. Enraizamento de estacas de diferentes matrizes de cajazeira tratadas com ácido indolbutírico. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n. 2, p. 189–194, 2005.
- STUEPP, C. A. *et al.* Indução de brotações epicórmicas por meio de anelamento e decape em erva-mate. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 3, p. 1009–1022, 2016.
- STUEPP, C. A. *et al.* Vegetative propagation and application of clonal forestry in Brazilian native tree species. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 53, n. 9, p. 985–1002, 2018.
- SUGUINO, E. *et al.* Propagação vegetativa de camu-camu por meio de enxertia intergenérica na família Myrtaceae. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 12, p. 1477–1482, 2003.
- TEREZO, R. F. *et al.* Propriedades da madeira de paricá em diferentes idades para uso estrutural. **Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**, Pelotas, v. 6, n. 3, p. 244–253, 2015.
- TINLEY, G. H. Effect of Ferric Dimethyldithiocarbamate on the Rooting of Cuttings of *Hevea brasiliensis*. **Nature**, New York, v. 191, n. 4794, p. 1217–1218, 1961.
- TINLEY, G. H.; GARNER, R. J. Developments in the Propagation of Clones of *Hevea brasiliensis* by Cuttings. **Nature**, New York, v. 186, n. 4722, p. 407–408, 1960.
- TRIANA, L. C. S. **Efecto del espesor de corteza en la respuesta al fuego de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken**. 2019. 35 f. Monografía (Licenciatura en Ingeniera Forestal) - Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2019.
- TREMACOLDI, C. R.; LUNZ, A. M.; COSTA, F. R. de S. Cancro em Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) no Estado do Pará. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Brasília, v. 1, n. 59, p. 69, 2009.

- TUISIMA-CORAL, L. L. *et al.* Preliminary Evidence for Domestication Effects on the Genetic Diversity of *Guazuma crinita* in the Peruvian Amazon. **Forests**, Basel, v. 11, n. 8, p. 1–12, 2020.
- ULLAH, T. *et al.* A Break Through in Guava (*Psidium guajava* L.) Propagation from Cutting. **Asian Journal of Plant Sciences**, Deira, v. 4, n. 1, p. 238–243, 2005.
- VALENTINI, C. M. A. *et al.* Propagação de *Siparuna guianensis* Aublet (Siparunaceae) por estaquia caulinar *Siparuna guianensis* Aublet propagation by stem cutting. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 3, p. 495–501, 2011.
- VASCONCELOS, J. N. C. *et al.* Indução, caracterização bioquímica e ultra-estrutural de calos de aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 14, n. 4, p. 592–597, 2012.
- VASCONCELOS, R. G. **Propagação vegetativa de *Himatanthus sucuuba* (Spruce ex Müll. Arg.) Woodson por meio das técnicas de estaquia e embriogênese somática**. 2020. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências de Florestas Tropicais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2020. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/20090>. Acesso em: 31 jan. 2021.
- VASCONCELOS, R. G. *et al.* Vegetative Propagation of *Himatanthus sucuuba* (Spruce ex Müll. Arg.) Woodson by Stem Cuttings. **Journal of Experimental Agriculture International**, Hooghly, p. 8–15, 2020.
- VENTURIERI, G. A.; MARTEL, J. H. I.; MACHADO, G. M. E. Enxertia do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Wild ex Spreng) Schum) com uso de gemas e garfos com e sem toaleta. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 16, n. 1, p. 27–40, 1986.
- WASTIE, R. L.; CHEE, K. H.; LIM, T. M. Screening clones of *Hevea brasiliensis* for disease resistance - a review. **Planter, Kuala Lumpur**, Kuala Lumpur, v. 49, n. 565, p. 164–169, 1973.
- WENDLING, I. *et al.* Clonal forestry of *Araucaria angustifolia*: plants produced by grafting and cuttings can be used for wood production. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 41, n. 1, p. 1–10, 2017.
- WENDLING, I.; TRUEMAN, S. J.; XAVIER, A. Maturation and related aspects in clonal forestry—Part I: concepts, regulation and consequences of phase change. **New Forests**, New York, v. 45, n. 1, p. 449–471, 2014a.
- WENDLING, I.; TRUEMAN, S. J.; XAVIER, A. Maturation and related aspects in clonal forestry—part II: reinvigoration, rejuvenation and juvenility maintenance. **New Forests**, New York, v. 45, n. 1, p. 473–486, 2014b.
- WENDLING, I.; XAVIER, A. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 8, n. 1, p. 187–194, 2001.
- XAVIER, A. *et al.* Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 139–143, 2003.

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

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. da. **Silvicultura Clonal - Princípios e Técnicas**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2021.

XIANHONG, C. *et al.* Effects of Reverse Bud-grafting on Growth and Nutrient Uptake of Rubber Mini-seedling Buddings. **International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology**, Mexico City, v. 5, n. 3, p. 838–841, 2020.

YUYAMA, K. *et al.* Enxertia de castanha de cutia com uso de castanha de galinha para porta enxerto. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ÓLEOS ESSENCIAIS, 7., 2013, Santarém. **Anais**. Santarém: Universidade Federal Oeste do Pará, 2013. p. 53–54. Disponível em: [http://www.infobibos.com/anais/sboe/7/Resumos/Resumo7SBOE\\_053.pdf](http://www.infobibos.com/anais/sboe/7/Resumos/Resumo7SBOE_053.pdf). Acesso em: 8 out. 2020.

## **CAPÍTULO I: SAZONALIDADE E ALTURA DE DECEPA NA INDUÇÃO DE BROTAÇÕES EPICÓRMICAS DE *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (PARICÁ)**

**RESUMO:** A aplicação da técnica de decapea em espécies arbóreas pode ser eficiente para indução de brotações epicórmicas, bem como uma etapa inicial visando ao revigoreamento e/ou rejuvenescimento para o resgate de materiais selecionados. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da técnica de decapea na indução de brotações epicórmicas de árvores de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) em idade de rotação, em função de estações do ano e alturas de decapea. O experimento foi realizado em Delineamento de Blocos Casualizados em esquema fatorial 2 x 3 (estação do ano e altura de decapea), constituído por quatro repetições e dez cepas por parcela. Os fatores avaliados foram duas estações do ano (EC = estação chuvosa de dezembro a junho; e ES = estação seca de julho a novembro) e três alturas de decapea (0 = nível do colo; 10 cm de altura a partir do colo; e 30 cm de altura a partir do colo). Foram selecionadas árvores de cinco anos de idade e decapeadas com corte do fuste nas alturas determinadas. As cepas foram monitoradas aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após decapea, sendo aferido: porcentagem de cepas vivas e de cepas com brotações; número de brotações por cepa; comprimento (cm) e circunferência das brotações (cm). No período de avaliação do presente estudo (90 dias), foi verificado que 100% das cepas se mantiveram vivas. Para a característica percentual de cepas com brotações, as diferenças significativas dentre as estações do ano e alturas de decapea concentraram-se nos primeiros 30 dias, não ocorrendo diferenças a partir dos 45 dias até o fim do período de avaliação (90 dias), com valores entre 55 e 75%. A porcentagem de cepa com brotações indica a capacidade de resposta da espécie à aplicação da decapea, independentemente da estação do ano ou altura de decapea. Duas brotações por cepa, média encontrada no presente estudo, pode indicar uma característica peculiar da espécie para as alturas de decapea avaliadas. O comprimento e circunferência das brotações foram superiores na estação chuvosa em comparação à seca em todas as alturas de decapea avaliadas no presente estudo, com valores variando entre 6 e 53 cm e 0,8 e 3,7 cm, respectivamente. Essa informação pode auxiliar a tomada de decisão em relação ao tempo de condução de brotações. Com base nesses resultados, a técnica de decapea de paricá demonstrou-se potencial para a indução de brotações epicórmicas de árvores em idade de rotação, independentemente da estação (chuvosa ou seca) e altura de decapea (colo, 10 ou 30 cm de altura a partir do colo).

Palavras-chave: Resgate vegetativo. Revigoreamento de espécies florestais. Silvicultura clonal.

**ABSTRACT:** The application of the coppicing technique to tree species can be efficient for inducing epicormic shoots, as well as an initial step towards rejuvenation and/or reinvigoration for the rescue of selected materials. Therefore, the objective of this study was to evaluate the efficiency of the coppicing technique in the epicormic shoots induction of *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) in rotation age, from seasons and heights of coppicing. The experiment was carried out in a Randomized Block Design in a 2 x 3 factorial scheme (seasons and height of coppicing), constituted by four replications and ten stump per plot. The evaluated factors were two seasons (EC = rainy season from December to June and; ES = dry season from July to November) and three height of coppicing (0 = root collar; 10 cm height from root collar; and 30 cm height from root collar). Five-year-old trees were selected and cut with a cut of the stem at the determined heights. Stump were monitored at 15, 30, 45, 60, 75 and 90 days after coppicing, being measured: percentage of live stumps and stumps with sprouts; number of sprouts per stump; sprout length (cm) and circumference (cm). During the evaluation period of the present study (90 days), it was found that 100% of the stumps remained alive. For the percentage of stumps with sprouts, the significant differences between seasons and heights of coppicing were concentrated in the first 30 days, with no significant differences occurring from 45 days until the end of the evaluation period (90 days), with values between 55 and 75%. The high percentage of stumps with sprouts indicates the species' good responsiveness to the application of coppicing, regardless of the season of the year or heights of coppicing. Two shoots per stump, the average found in the present study, may indicate a peculiar characteristic of the species for heights of coppicing evaluated. The length and circumference epicormic shoots were higher in the rainy season compared to the dry season at all heights of coppicing evaluated in the present study, with values ranging between 6 and 53 cm and 0.8 and 3.7 cm, respectively. This information can help decision making regarding the conduction time of epicormic shoots. Based on these results, the paricá coppicing technique proved to be efficient for inducing epicormic shoots of trees of rotation age, regardless of the seasons (rainy or dry) and height of coppicing (root collar, 10 or 30 cm height from root collar).

Key-words: Clonal forestry. Reinvigoration of forest tree species. Vegetative rescue.

## 1 INTRODUÇÃO

*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (Caesalpinaceae), de nome popular paricá, possui distribuição natural na Amazônia, sendo considerada espécie arbórea de grande porte (SOUZA *et al.*, 2003). Amplamente utilizada pela indústria de lâminas e painéis compensados (SILVA *et al.*, 2015; SILVEIRA *et al.*, 2017), tornou-se a principal madeira para este segmento com mais de 90 mil hectares de área plantada (IBÁ, 2019), principalmente na Amazônia brasileira.

Tradicionalmente, o paricá tem sido cultivado em povoamentos puros desde 1993 via semeadura direta ou plantio de mudas seminíferas, o que tem gerado alta heterogeneidade dos cultivos (MODES *et al.*, 2020; TEREZO *et al.*, 2015), baixa produtividade (SILVA; SALES, 2018) e intolerância a pragas/doenças (LUNZ *et al.*, 2010; TREMACOLDI; LUNZ; COSTA, 2009). Em razão disso, o estabelecimento da silvicultura clonal para a espécie tem sido tratado como um própositio a ser alcançado. Atualmente, a clonagem de mudas de paricá ocorre em níveis experimentais, geralmente por meio da estaquia, sendo verificadas respostas ao enraizamento de estacas associando-se o uso de fitoreguladores, porém, não há testes desses materiais em campo (DIAS *et al.*, 2015a; ROSA; PINHEIRO, 2001a, 2001b; SOUZA, 2015b). Estudos com a propagação *in vitro* de paricá também foram conduzidos (CORDEIRO *et al.*, 2007; REIS; LAMEIRA; CORDEIRO, 2007; SOUZA, 2015a).

Apesar do desenvolvimento de alguns estudos sobre a propagação vegetativa de paricá, ainda há ausência de protocolos eficientes para o resgate de materiais superiores e implantação de povoamentos clonais, o que gera lacunas a serem preenchidas para o manejo e domesticação da espécie. Para estabelecimento da silvicultura clonal para a espécie é necessário alcançar diferentes etapas (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021). Dentre as primeiras etapas, ocorre a seleção de árvores superiores em cultivos comerciais ou experimentais e, em seguida, indução e resgate de brotações visando à propagação vegetativa (ENGEL *et al.*, 2019). Em um momento posterior, são estabelecidos protocolos de produção de mudas por meio, principalmente, das técnicas de estaquia, enxertia, mergulhia e micropropagação (OLIVEIRA; DIAS; BRONDANI, 2013; STUEPP *et al.*, 2018). Uma das últimas etapas, incluindo a necessidade de testes clonais, é a implantação e condução de povoamentos clonais em campo (OLIVEIRA, 2019).

Após a seleção das árvores-mãe, o passo seguinte é o resgate e propagação vegetativa. Nesse cenário, o resgate vegetativo consiste na coleta de material juvenil, visando ao enraizamento adventício. Com base no conhecimento absorvido ao longo do tempo em relação à maturação de espécies arbóreas, brotações juvenis são mais apropriadas para o enraizamento

adventício (GREENWOOD, 1995; WENDLING; TRUEMAN; XAVIER, 2014). Desse modo, tem sido recomendada a indução de brotações basais nas árvores-mãe, tendo em vista o revigoramento/rejuvenescimento do material a ser multiplicado. O rejuvenescimento refere-se à reversão da maturação da planta ou de cada parte a ser resgatada, sendo as técnicas de decepta, anelamento e podas drásticas as mais aplicadas para espécies arbóreas da Amazônia (STUEPP *et al.*, 2018).

A aplicação da decepta pode ser feita em alturas variáveis, considerando a aptidão da espécie/árvore em emitir brotações ao longo do tronco. Teoricamente, a decepta tende a ser mais eficiente quando aplicada mais próxima da base do caule devido à maior juvenilidade das gemas nessa porção, entretanto, devem-se observar as particularidades da espécie (DAVIES JR *et al.*, 2017; WENDLING; TRUEMAN; XAVIER, 2014).

O uso de decepta para a indução de brotações epicórmicas em espécies arbóreas da Amazônia tem sido recomendado (KRATZ *et al.*, 2016; SAMPAIO *et al.*, 2007). Entretanto, deve-se ter maior atenção para a estação do ano, a produtividade e o vigor dessas cepas em campo (KRAINOVIC *et al.*, 2017; OHASHI; ROSA; MEKDECE, 2004). Além disso, a decepta tem sido utilizada para o revigoramento de árvores adultas ou mesmo como técnica de condução de brotações para um novo ciclo florestal produtivo (SAMPALIO *et al.*, 2005).

Nesse contexto, a técnica de decepta em espécies arbóreas da Amazônia se torna um método eficiente de indução de brotações epicórmicas, bem como um passo inicial visando ao revigoramento e/ou rejuvenescimento para o resgate de materiais selecionados. Apesar de tudo, há uma lacuna de conhecimento sobre técnicas eficientes de revigoramento e/ou rejuvenescimento para o paricá, dificultando o resgate de material selecionado em campo. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da técnica de decepta na indução de brotações epicórmicas de árvores de paricá em idade de rotação (cinco anos), em função de estações do ano e alturas de decepta, visando ao revigoramento e resgate vegetativo.

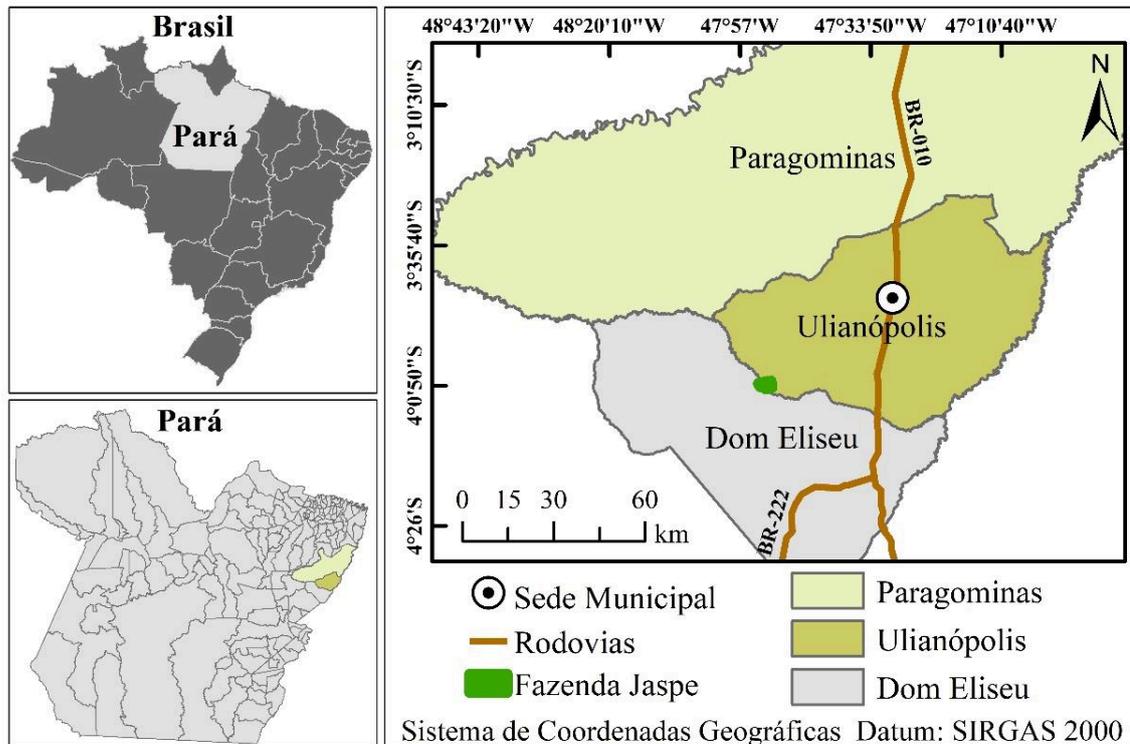
## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Área experimental**

O estudo foi conduzido no período de janeiro/2020 a novembro/2020 na Fazenda Jaspe (04°0'58" S e 47°52'32" W, altitude de 160 m) pertencente ao Grupo Arboris<sup>®</sup>, localizada no município de Ulianópolis, Pará, Brasil (Figura 1). A vegetação original da área de estudo era constituída por Floresta Tropical Densa submontana (VELOSO; RANGEL-FILHO; LIMA,

1991) e o tipo de solo predominante é o Latossolo Amarelo textura argilosa com relevo plano a suavemente ondulado (SANTOS *et al.*, 2018).

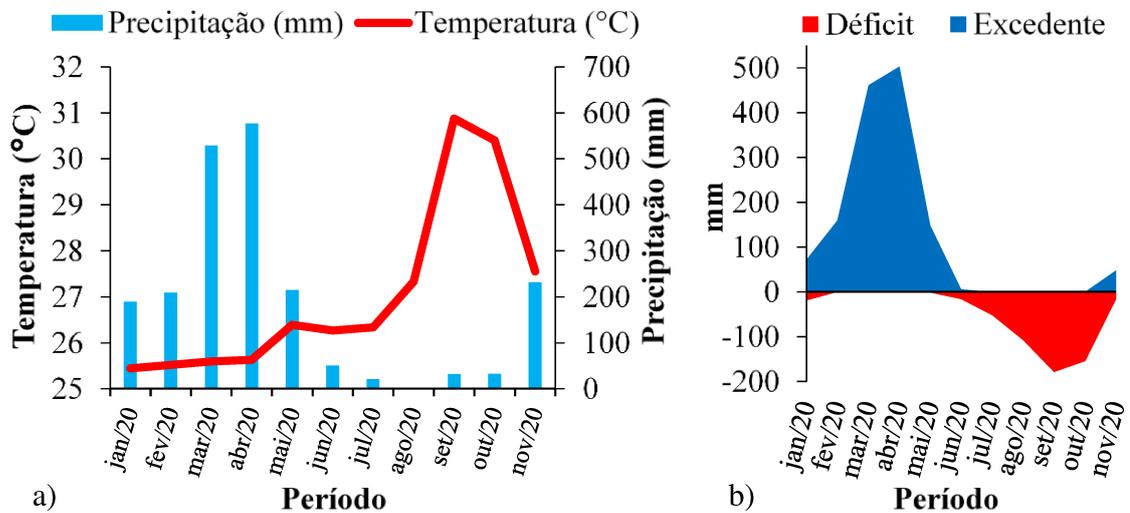
Figura 1 – Localização da Fazenda Jaspe, em Ulianópolis, Pará, Brasil



Fonte: Elaborada pelo autor.

O clima do município é classificado como mesotérmico e úmido, tipologia climática Aw (Classificação de Köppen) (DUBREUIL *et al.*, 2018). A temperatura média anual é de 27°C, sendo a média das máximas de 34°C e a das mínimas de 19°C. A umidade relativa do ar média diária varia entre 42 e 92%. A precipitação pluviométrica média anual é de 2.200 mm, com estação chuvosa de dezembro a maio (INMET, 2021). Os dados de temperatura, precipitação pluviométrica e balanço hídrico, referentes ao período de realização do experimento (janeiro/2020 a novembro/2020), estão apresentados na Figura 2.

Figura 2 – Precipitação pluviométrica e temperatura média do ar (a), extrato do balanço hídrico (b), durante o período de janeiro/2020 a novembro/2020, na região de Paragominas, Pará, Brasil



Fonte: INMET (2021).

## 2.2 Indução de brotações

Antes da implantação do experimento, foram realizadas análises química e física de uma amostra composta de solo (proveniente de dez amostras simples de solo) obtida na profundidade de 0-20 cm, utilizando a metodologia proposta por Teixeira *et al.* (2017) (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultados de análises química e física de amostra do solo da área de estudo, profundidade 0-20 cm, na Fazenda Jaspe, em Ulianópolis, Pará, Brasil

pH	MO	N	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	SB	t	T
	dag kg <sup>-1</sup>	%	mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>				
5,2	2,72	0,56	14,7	74,2	3,2	0,9	0,2	2,83	0,21	4,5	4,7	7,3
Mn	Fe	Zn	Cu	V	m			Areia	Silte	Argila		
mg dm <sup>-3</sup>				%			g kg <sup>-1</sup>					
6,6	98,1	2,1	0,3	61,6	4,6			360	120	520		

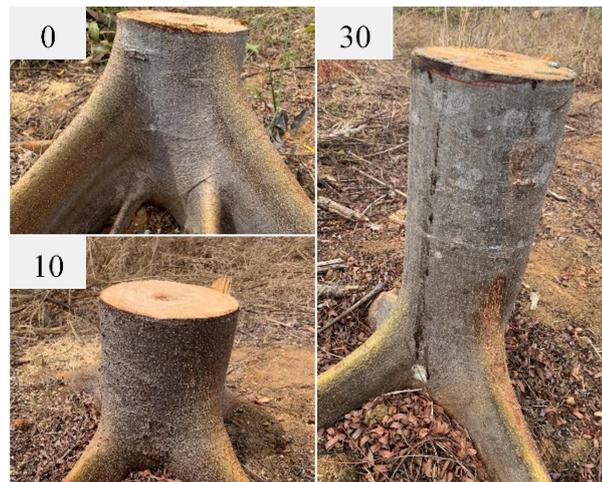
pH = Potencial Hidrogeniônico; MO = Matéria Orgânica; N = Nitrogênio; P = Fósforo; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; Al = Alumínio; H+Al = Hidrogênio + Alumínio. N = Nitrogênio; Mn = Manganês; Fe = Ferro; Zn = Zinco; Cu = Cobre; Na = Sódio; SB = Soma de bases; t = Capacidade de Troca de Cátions efetiva; T = Capacidade de Troca de Cátions a pH 7; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram selecionadas árvores de cinco anos de idade (*dap* variando de 14 a 27 cm e altura comercial entre 5 e 12 m) em reflorestamento comercial implantado conforme descrito por

Sales (2018) e foi realizada aplicação manual de 300 g árvore<sup>-1</sup> de NPK, na formulação 08-28-16, distribuída em duas faixas de 50 cm de comprimento, 15 cm de largura e 10 cm de profundidade, distantes 50 cm da base. As árvores foram decepadas 30 dias após início de cada estação do ano, por meio de motosserra, com corte do fuste nas alturas determinadas, em formato de bisel para evitar o acúmulo de água e reduzir a possibilidade de apodrecimento precoce das cepas. Foram avaliadas duas estações do ano (EC = estação chuvosa de dezembro a junho; e ES = estação seca de julho a novembro) e três alturas de decape (0 = nível do colo; 10 cm de altura a partir do colo; e 30 cm de altura a partir do colo) (Figura 3).

Figura 3 – Técnica de decape aplicada em diferentes alturas (0 = nível do colo; 10 cm de altura a partir do colo; e 30 cm de altura a partir do colo) em árvores selecionadas de *S. parahyba* var. *amazonicum* (paricá), Fazenda Jaspe, Dom Eliseu, Pará, Brasil



Fonte: Acervo do autor.

### 2.3 Coleta e análise de dados

O experimento foi realizado em Delineamento de Blocos Casualizados com seis tratamentos, quatro repetições e dez cepas por parcela, distribuídos em esquema fatorial 2x3 (duas estações do ano x três alturas de decape das árvores). O experimento totalizou 24 parcelas e 240 cepas avaliadas.

As cepas foram monitoradas aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a decape, sendo aferido: porcentagem de cepas vivas (manutenção da coloração do cerne e casca, não apodrecimento e não descascamento) e de cepas com brotações (%); número de brotações por cepa; comprimento (cm); e circunferência das brotações (cm).

Os dados coletados foram analisados, atestados a homogeneidade de variância com o teste de Oneillmathews ( $p < 0,05$ ), a normalidade dos resíduos com o teste de Shapiro-Wilk ( $p < 0,05$ ). Em seguida, foram submetidos às análises de variância (ANOVA) e de regressão. Quando verificadas diferenças significativas, foram realizados os procedimentos de comparações múltiplas de médias pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Os dados foram analisados por meio do software RStudio® (RSTUDIO TEAM, 2022).

### 3 RESULTADOS

O efeito da interação entre estações do ano e alturas de decepta foi significativo ( $F < 0,05$ ) para comprimento e número de brotações na avaliação aos 15 e 45 dias, respectivamente (Tabela 2). Entretanto, o fator estação do ano promoveu efeito significativo para todas as características avaliadas, exceto para o percentual de cepas com brotações aos 45, 60, 75 e 90 dias de avaliação e o número de brotações por cepa aos 60, 75 e 90 dias de avaliação. Para as alturas de decepta, houve efeito significativo para comprimento de brotações na avaliação de 15 dias.

No período de avaliação do presente estudo (90 dias), foi verificado que 100% das cepas se mantiveram vivas (Figuras 4 e 5). Entre as estações do ano, o percentual de cepas com brotações diferiu significativamente aos 15 e 30 dias pós-decepta, com valores superiores observados na estação chuvosa (Figura 4a). Para as alturas de decepta, 30 cm de altura a partir do colo tendeu aos maiores percentuais de cepas com brotações, sendo verificada diferença significativa na avaliação aos 30 dias (Figura 4b).

Para o número de brotações por cepa em resposta às estações do ano, houve diferença significativa para as avaliações aos 15, 30 e 45 dias, com maiores valores verificados na estação chuvosa (Figura 4d). Entretanto, para as alturas de decepta não houve diferenças significativas para o número de brotações por cepa no período avaliado (Figura 4c).

Em relação ao comprimento e circunferência de brotações na comparação entre as estações do ano, houve diferença significativa para todo o período avaliado (15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias), com valores superiores observados na estação chuvosa (Figura 4e e h). Quanto ao efeito de altura de decepta, houve diferença significativa para a circunferência de brotações na avaliação aos 15 dias (Figura 4g), não sendo verificadas diferenças significativas para o comprimento de brotações em todo período de avaliação (Figura 4f).

Tabela 2 – Resumo da análise de variância de percentual de cepas com brotações (CB), número de brotações por cepa (Brot), comprimento (cm) (Compr) e Circunferência (cm) (Circ) das brotações em função das estações do ano e alturas de decepta aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias de avaliação, de árvores selecionadas de paricá na Fazenda Jaspe, em Dom Eliseu, Pará, Brasil

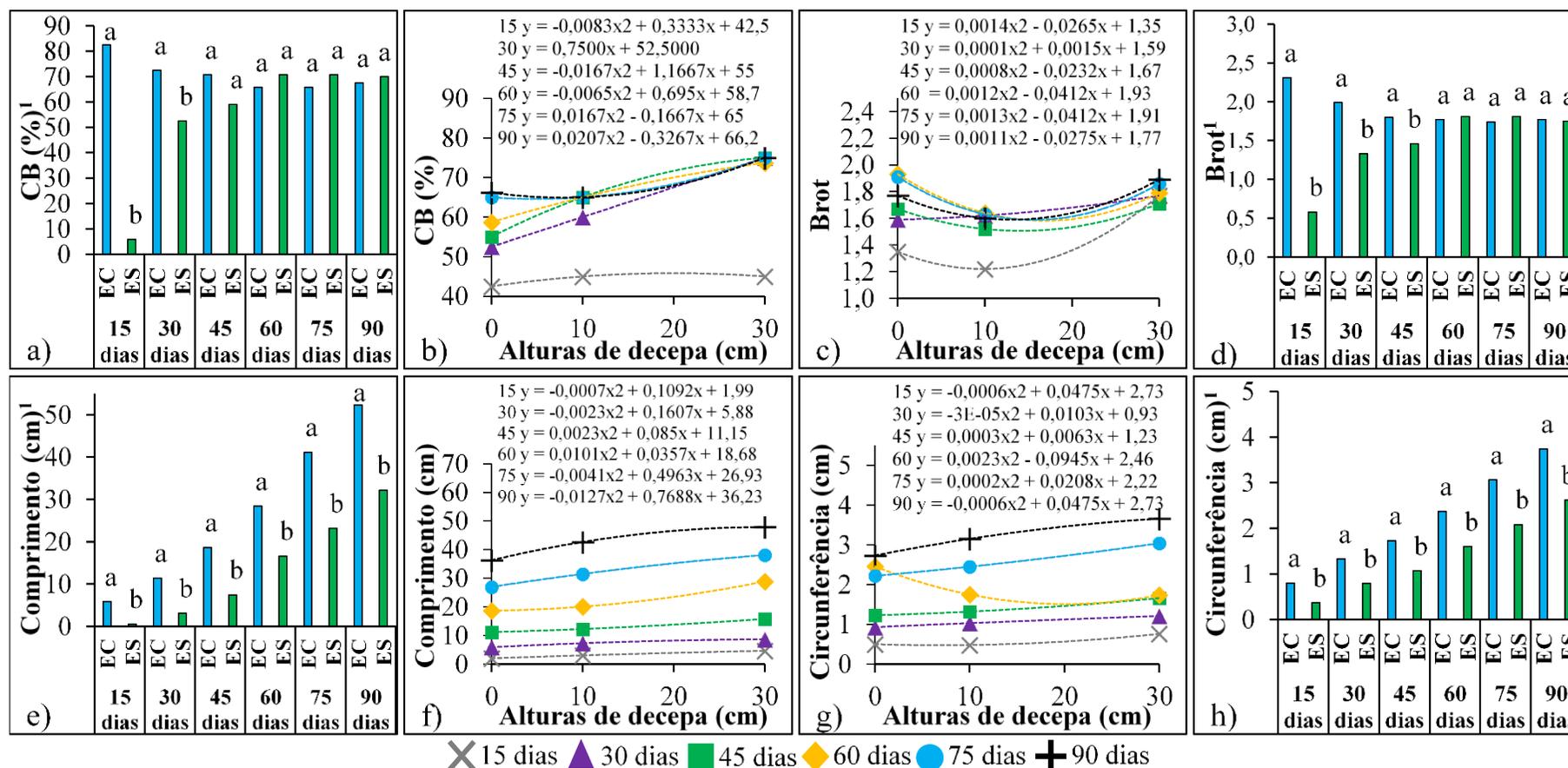
FV <sup>1</sup>	GL <sup>2</sup>	Quadrados médios											
		15 dias				30 dias				45 dias			
		CB	Brot	Compr	Circ	CB	Brot	Compr	Circ	CB	Brot	Compr	Circ
<b>Bloco</b>	3	0,01	0,36	4,89	0,11	0,01	0,10	13,23	0,11	0,03	0,05	21,75	0,21
<b>Estação do ano<sup>3</sup></b>	1	3,53*	17,92*	167,75*	1,13*	0,24*	2,63*	412,10*	1,73*	0,08 <sup>ns</sup>	0,70*	754,54*	2,59*
<b>Altura de decepta<sup>4</sup></b>	2	0,01 <sup>ns</sup>	0,66 <sup>ns</sup>	13,99*	0,20 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	15,44 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	47,84 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>
<b>Estação do ano x Altura de decepta</b>	2	0,01 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	9,65 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	2,52 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	1,06 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
<b>Resíduo</b>	15	0,01	0,25	2,34	0,07	0,02	0,06	12,86	0,06	0,03	0,05	36,25	0,19
<b>CV<sub>exp</sub> (%)<sup>5</sup></b>	-	18,18	34,45	47,73	43,99	23,73	14,52	49,34	23,60	25,79	13,52	46,21	31,44
FV <sup>1</sup>	GL <sup>2</sup>	60 dias				75 dias				90 dias			
		CB	Brot	Compr	Circ	CB	Brot	Compr	Circ	CB	Brot	Compr	Circ
		<b>Bloco</b>	3	0,03	0,21	87,23	0,53	0,01	0,55	80,86	0,81	0,02	0,45
<b>Estação do ano<sup>3</sup></b>	1	0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	836,74*	3,60*	0,01 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	1940,94*	5,77*	0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	2445,82*	7,45*
<b>Altura de decepta<sup>4</sup></b>	2	0,04 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	245,00 <sup>ns</sup>	1,36 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	252,56 <sup>ns</sup>	1,47 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	272,32 <sup>ns</sup>	1,75 <sup>ns</sup>
<b>Estação do ano x Altura de decepta</b>	2	0,01 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	40,51 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	87,38 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	95,91 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>
<b>Resíduo</b>	15	0,04	0,07	86,27	0,35	0,03	0,08	181,44	0,51	0,04	0,10	233,11	0,64
<b>CV<sub>exp</sub> (%)<sup>5</sup></b>	-	31,90	15,41	41,22	29,83	27,03	15,78	41,87	27,78	28,47	17,92	36,13	25,19

“ns” e “\*” = não significativo e significativo, respectivamente, a 5 % de probabilidade, pelo teste F.

<sup>1</sup>FV = Fontes de variação. <sup>2</sup>GL = Graus de liberdade. <sup>3</sup>Estações do ano (EC = estação chuvosa; ES = estação seca). <sup>4</sup>Alturas de decepta (0 = nível do colo; 10 cm de altura a partir do colo; e 30 cm de altura a partir do colo). <sup>5</sup>CV<sub>exp</sub> (%) = coeficiente de variação experimental.

Fonte: Elaborada pelo autor.

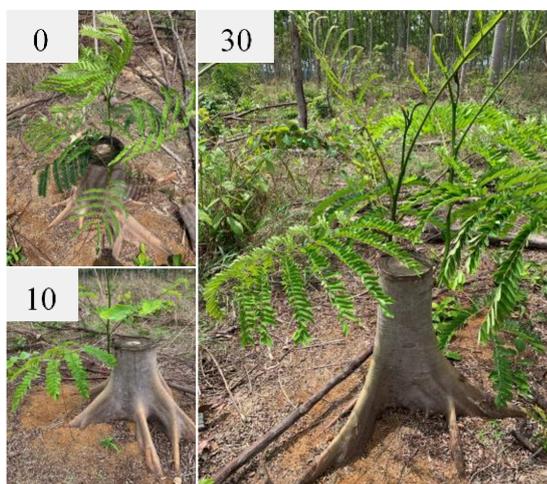
Figura 4 – Percentual de cepas com brotações (CB) (a e b), número de brotações por cepa (Brot) (c e d), comprimento (cm) (e e f) e Circunferência (cm) (g e h) das brotações de *S. parahyba* var. *amazonicum* (paricá) em função das estações do ano (EC = estação chuvosa; ES = estação seca) e alturas de decape (0 = nível do colo; 10 cm de altura a partir do colo; e 30 cm de altura a partir do colo) aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias de avaliação, de árvores selecionadas de paricá na Fazenda Jaspe, em Dom Eliseu, Pará, Brasil



<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 5 – Brotações aos 90 dias da aplicação da técnica de decepta em diferentes alturas (0 = nível do colo; 10 cm de altura a partir do colo; e 30 cm de altura a partir do colo) em árvores selecionadas de *S. parahyba* var. *amazonicum* (paricá), Fazenda Jaspe, Dom Eliseu, Pará, Brasil



Fonte: Acervo do autor.

#### 4 DISCUSSÃO

Para o percentual de cepas com brotações, as diferenças significativas dentre as estações do ano e alturas de decepta concentraram-se nos primeiros 30 dias, não ocorrendo diferenças significativas a partir dos 45 dias até o fim do período de avaliação (90 dias). Apesar da alta heterogeneidade genética do povoamento de paricá utilizado no presente estudo, a alta porcentagem de cepa com brotações indica a boa capacidade de resposta da espécie à aplicação da decepta, independente da estação do ano ou altura de decepta.

Para várias espécies arbóreas do Brasil a aplicação da decepta promoveu bons resultados na variável porcentagem de cepas com brotações, dentre elas, *Anadenanthera macrocarpa* (90%) (DIAS *et al.*, 2015b), *Aniba rosaeodora* (100%) (OHASHI; ROSA; MEKDECE, 2004), *Araucaria angustifolia* (60%) (WENDLING *et al.*, 2009; WENDLING; BRONDANI, 2015), *Calophyllum brasiliense* (100%) (KRATZ *et al.*, 2016) e *Ilex paraguariensis* (97%) (STUEPP *et al.*, 2016).

Para o número de brotações por cepa não houve diferenças significativas dentre as estações do ano e alturas de decepta a partir dos 60 dias após a decepta, mantendo-se aproximadamente duas brotações por cepa, o que pode indicar uma característica peculiar da espécie para as alturas de decepta avaliadas. Considerando o fato de que a madeira de paricá, essencialmente, tem sido utilizada para produção de lâminas, a porção próxima da base é a mais

nobre para essa finalidade. Sendo assim, quanto mais próximo do solo for a decepta, melhor do ponto de vista do aproveitamento da madeira.

Para os estudos de aplicação da decepta, Perrando e Corder (2006) e Stuepp (2016), observaram que maiores alturas de decepta (200 e 60 cm) promoveram maior número de brotações por cepa de *Acacia mearnsii* e *Ilex paraguariensis*, respectivamente. Os autores relatam que o acréscimo de área superficial do tronco permitiu maior número remanescente de gemas adventícias presentes na cepa, quando comparada às demais alturas de cepa.

Contudo, por mais que se tenha uma maior área superficial de tronco, isso não necessariamente reflete em maior número de brotações, uma vez que a altura de decepta pode não influenciar o número médio de brotações, sendo esta característica peculiar da espécie (STUEPP *et al.*, 2018). O estudo de Ohashi *et al.* (2004) corrobora com esse fato, quando não verificaram efeito das alturas de decepta 15, 30 e 45 cm para número de brotações de *Aniba rosaeodora*.

Ainda, quando se busca a condução da brotação para talhadia visando à produção madeireira, pode não ser desejável alto número de brotações por cepa, uma vez que pode gerar um custo maior de desbrota para minimizar ou eliminar a competição entre brotos (SOUZA *et al.*, 2012). Dias *et al.* (2015b) relatam que a decepta é eficiente na indução de brotações basais em árvores de *Anadenanthera macrocarpa*, obtendo número médio de oito brotações por cepa. Para a decepta de *Eugenia uniflora* nas alturas 10 e 30 cm, Peña (2014) relatou número dos brotos por cepa variando entre 31 e 69.

O comprimento e a circunferência dos brotos foram superiores na estação chuvosa em comparação à seca em todas as alturas de decepta avaliadas no presente estudo (Figura 4). Essa informação é importante para auxiliar a tomada de decisão em relação à condução de brotações epicórmicas oriundas da decepta de plantas de paricá.

Todavia, se o propósito da aplicação da decepta for o rejuvenescimento/revigoramento da árvore-matriz e obtenção de propágulos para posterior estaquia ou enxertia, mantê-los por 90 dias ou mais pode não ser vantajoso, visto que as brotações tornam-se mais lenhosas (lignificadas), tendendo a reduzir as chances de enraizamento ou pegamento (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021). Outro fato a ser considerado é que a partir de 60 dias após a decepta não houve diferença significativa entre as estações do ano e alturas de decepta para o número de brotações por cepa, o que pode auxiliar a tomada de decisão para a manutenção das brotações nas cepas por mais tempo.

Pesquisas têm evidenciado que a brotação de gemas epicórmicas após a decepta tem sido resultante da mobilização de carboidratos em associação com hormônios que atuam como

marcadores no processo (MASON *et al.*, 2014; VAN DEN ENDE, 2014). De acordo com esse princípio, a emissão de brotações epicórmicas somente ocorre quando há uma quantidade adequada disponível de carboidratos para atender as fases posteriores à emissão da brotação (VAN DEN ENDE, 2014).

A indução de brotações epicórmicas tem sido relacionada a vários fatores, dentre eles, ambientais como resposta à radiação solar nas gemas dormentes e variações genéticas entre plantas, bem como fisiológicos, hormonais e respostas à estresses (BADILLA; XAVIER; MURILLO, 2016; MEIER; SAUNDERS; MICHLER, 2012). Kratz *et al.* (2016) associam que a maior oferta de brotações epicórmicas na base de plantas de *Calophyllum brasiliense* decepadas, quando comparada com anelamento do caule, pode ser devido à maior incidência de luz solar na base dessas plantas, refletindo em foto-oxidação das auxinas no local e, conseqüentemente, quebra de dormências das gemas.

Contudo, a irradiação solar não é a única responsável pela indução de brotações epicórmicas, uma vez que o estímulo de crescimento de gemas dormentes é regulado por sinais genéticos e hormonais (MEIER; SAUNDERS; MICHLER, 2012), conforme desequilíbrio hormonal entre auxinas e citocininas que ocorre na cepa.

Técnicas de indução de brotações epicórmicas para espécies do gênero *Eucalyptus* estão estabelecidas e consolidadas, principalmente, a decepta de árvore para a obtenção de brotações juvenis utilizadas na propagação clonal por estaquia (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021). A técnica de decepta de plantas tem sido eficiente para mudar a relação auxina/citocinica e induzir brotações epicórmicas em várias espécies arbóreas nativas, dentre elas, *Aniba rosaeodora* (KRAINOVIC *et al.*, 2017; OHASHI; ROSA; MEKDECE, 2004), *Anadenanthera macrocarpa* (PEREIRA *et al.*, 2015), *Araucaria angustifolia* (WENDLING *et al.*, 2009), *Calophyllum brasiliense* (KRATZ *et al.*, 2016), *Cedrela fissilis*, *Cecropia pachystachia*, *Cordia trichotoma*, *Inga marginata*, *Peltophorum dubium* (KAMMESHEIDT, 1998), *Ilex paraguariensis* (STUEPP *et al.*, 2018) e *Toona ciliata* (PEREIRA *et al.*, 2015).

Para *Hevea brasiliensis* o uso da decepta tem se mostrado eficaz quando associada a propagação por enxertia para substituição de cultivos (MORAES; MORAES, 1998; PRABPREE *et al.*, 2018). No caso da *Aniba rosaeodora* e *Calophyllum brasiliense*, a técnica tem sido eficiente para a condução de talhadia (OHASHI; ROSA; MEKDECE, 2004) e fornecimento de propágulos vegetativos (KRATZ *et al.*, 2016), respectivamente.

O presente estudo demonstrou o potencial da técnica de decepta em árvores de paricá com cinco anos de idade para a indução de brotações epicórmicas. Entretanto, trabalhos futuros poderão avaliar aspectos relacionados ao comprimento e circunferência de brotações e outras

condições ideais para sua remoção da planta-mãe, assim como o manejo e sobrevivência após transferência a campo ou viveiro, dentre outros. Além disso, quando se buscar a condução das brotações, estudos futuros poderão avaliar a necessidade de desbrota, entre outras questões relacionadas à talhadia.

Em suma, a decepa visando à obtenção de brotações basais é uma técnica de aplicação simples e considerada de baixo custo, principalmente quando associada à operação de colheita. Para o paricá, o presente estudo é um passo inicial e, que dá novo rumo ao processo de resgate e propagação vegetativa. Apesar dos avanços na silvicultura de paricá (SALES, 2018; SALES *et al.*, 2021; SILVA; SALES, 2018), há lacunas de conhecimento sobre as particularidades da espécie a respeito da eficiência de técnicas de indução de brotações epicórmicas, resgate e propagação vegetativa, tanto em viveiros quanto em condições de campo, o que evidencia o estado atual e objetivos a alcançar. Portanto, para o sucesso e avanços em pesquisas de propagação vegetativa de paricá é necessário que se tenha clareza sobre os desafios e propósitos de sua implantação e as etapas e técnicas a serem aplicadas.

## 5 CONCLUSÃO

A técnica de decepa de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) demonstrou-se potencial para a indução de brotações epicórmicas de árvores em idade de rotação, independentemente da estação do ano e altura de decepa. Contudo, o comprimento e circunferência das brotações são superiores quando a decepa é realizada na estação chuvosa.

## 6 REFERÊNCIAS

BADILLA, Y.; XAVIER, A.; MURILLO, O. Resgate vegetativo de árvores de *Tectona grandis* Linn F. pelo enraizamento de estacas. **Nativa**, Sinop, v. 4, n. 2, p. 91–96, 2016.

BOIVIN-CHABOT, S.; MARGOLIS, H. A.; WEBER, J. C. Variation in coppice-shoot growth among provenances of *Calycophyllum spruceanum* Benth. in the Peruvian Amazon Basin. **Forest Ecology and Management**, Dordrecht, v. 198, n. 1, p. 249–260, 2004.

CORDEIRO, I. M. C. C. *et al.* In vitro induction of callus of *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke. **Plant Cell Culture e Micropropagation (Brazil)**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 35–40, 2007.

DAVIES JR, F. T. *et al.* **Hartmann & Kester's Plant Propagation**. 9. ed. Londres: Pearson Education, 2017.

DIAS, P. C. *et al.* Propagação vegetativa de *Schizolobium amazonicum* por estaquia. **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 3, p. 379–386, 2015a.

DIAS, P. C. *et al.* Resgate vegetativo de árvores de *Anadenanthera macrocarpa*. **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 1, p. 83–89, 2015b.

DUBREUIL, V. *et al.* Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. **Confins. Revue franco-brésilienne de géographie / Revista franco-brasileira de geografia**, São Paulo, v. 1, n. 37, p. 1–8, 2018.

ENGEL, M. *et al.* Indução de brotações em matrizes de *Acacia mearnsii* De Wildeman em relação a idades e quatro estações do ano. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 47, n. 122, p. 235–244, 2019.

GREENWOOD, M. S. Juvenility and maturation in conifers: current concepts. **Tree Physiology**, Oxford, v. 15, n. 7–8, p. 433–438, 1995.

HUMMEL, S. Coppice sprouts in *Cordia alliodora*. **Journal of Tropical Forest Science**, Malasya, v. 12, n. 3, p. 552–560, 2000.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório Ibá 2019**. São Paulo: IBÁ, 2019. Disponível em: [www.iba.org](http://www.iba.org). Acesso em: 23 out. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária: Balanço Hídrico, 2021**. Brasília: INMET, 2021. Disponível em: <http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/monitoramento/bhs>. Acesso em: 15 fev. 2021.

KAMMESHEIDT, L. The role of tree sprouts in the restoration of stand structure and species diversity in tropical moist forest after slash-and-burn agriculture in Eastern Paraguay. **Plant Ecology**, New York, v. 139, n. 2, p. 155–165, 1998.

KRAINOVIC, P. M. *et al.* Sequential Management of Commercial Rosewood (*Aniba rosaeodora* Ducke) Plantations in Central Amazonia: Seeking Sustainable Models for Essential Oil Production. **Forests**, Basel, v. 8, n. 12, p. 438, 2017.

KRATZ, D. *et al.* Epicormic shoots induction and rooting cuttings of *Calophyllum brasiliense*. **Cerne**, Lavras, v. 22, n. 4, p. 365–372, 2016.

LUNZ, A. M. *et al.* Método para monitoramento de ninfas de cigarras e controle com inseticidas em reflorestamentos com paricá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 7, p. 631–637, 2010.

MASON, M. G. *et al.* Sugar demand, not auxin, is the initial regulator of apical dominance. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, New York, v. 111, n. 16, p. 6092–6097, 2014.

MEIER, A. R.; SAUNDERS, M. R.; MICHLER, C. H. Epicormic buds in trees: a review of bud establishment, development and dormancy release. **Tree Physiology**, Oxford, v. 32, n. 1, p. 565–584, 2012.

MODES, K. S. *et al.* Propriedades físico-mecânicas da madeira sólida de *Schizolobium amazonicum*. **Advances in Forestry Science**, Sinop, v. 7, n. 2, p. 989–995, 2020.

MORAES, V. H. de F.; MORAES, L. a. C. **Técnica da enxertia de copa da seringueira**. Manaus, Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1998. (Comunicado Técnico, 14). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/666506>. Acesso em: 3 set. 2020.

OHASHI, S. T.; ROSA, L. dos S.; MEKDECE, F. S. Influência do diâmetro e da altura de corte das cepas na brotação de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, Belém, v. 41, n. 1, p. 137–144, 2004.

OLIVEIRA, A. B. Indústria de celulose e o avanço da silvicultura do eucalipto na fronteira agrícola da Amazônia maranhense. **Geosul**, Londrina, v. 34, n. 71, p. 301–327, 2019.

OLIVEIRA, L. S. de; DIAS, P. C.; BRONDANI, G. E. Micropropagação de espécies florestais brasileiras. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 76, p. 439–453, 2013.

PEÑA, M. L. P. **Propagação vegetativa de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) por estaquia e miniestaquia**. 2014. 90 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/38057>. Acesso em: 9 abr. 2021.

PEREIRA, M. de O. *et al.* Vegetative rescue and propagation of *Australian red cedar* by cuttings. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 4, p. 282–289, 2015.

PERRANDO, E. R.; CORDER, M. P. M. Rebrotas de cepas de *Acacia mearnsii* em diferentes idades, épocas do ano e alturas de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 555–562, 2006.

PRABPREE, A. *et al.* Expression profile of phenylalanine ammonia-lyase (PAL) and phenolic content during early stages of graft development in bud grafted *Hevea brasiliensis*. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, Peoria, v. 14, n. 1, p. 88–95, 2018.

REIS, I. N. R. de S.; LAMEIRA, O. A.; CORDEIRO, I. M. C. C. Efeito do 2,4-D na indução de calos in vitro de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. Supl. 2, p. 498–500, 2007.

ROSA, L. dos S.; PINHEIRO, K. A. O. Propagação vegetativa de estacas de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) obtidas de diferentes partes de plantas jovens e imersas em ácido indol-3-butírico. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 35, n. 1, p. 79–88, 2001a.

ROSA, L. dos 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 de Ciências Agrárias / Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, Belém, v. 35, n. 1, p. 79–88, 2001b.

RSTUDIO TEAM. **RStudio**: Integrated Development Environment for R. Versão 1.2.5033. Boston, MA: RStudio, Inc., 2022. Software para análise estatística.

SALES, A. **Análise técnica e econômica do cultivo de paricá em sistema agrissilvicultural**. 2018. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Departamento

de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/24147>. Acesso em: 9 out. 2020.

SALES, A. *et al.* Growth and Yield of *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* According to Soil Management in Agroforestry Systems: A Case Study in the Brazilian Amazon. **Diversity**, Basel, v. 13, n. 11, p. 511, 2021.

SAMPAIO, P. de T. B. *et al.* Avaliação rebrota da copa das árvores de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) em sistema de podas sucessivas. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n. 1, p. 55–60, 2007.

SAMPAIO, P. de T. B. *et al.* Biomassa da rebrota de copas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) em plantios sob sombra parcial em floresta primária. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 35, n. 4, p. 491–494, 2005.

SANTOS, H. G. dos *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018.

SILVA, G. F. da *et al.* Rendimento em laminação de madeira de Paricá na região de Paragominas, Pará. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 447–455, 2015.

SILVA, A. R.; SALES, A. Crescimento e produção de paricá em diferentes idades e sistemas de cultivo. **Advances in Forestry Science**, Sinop, v. 5, n. 1, p. 231–235, 2018.

SILVEIRA, R. da *et al.* Custos da produção de madeira de paricá na região de Paragominas, PA. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 92, p. 597–604, 2017.

SOUZA, L. C. **Análise da calogênese de paricá por modelos de regressão logística**. 2015a. 28 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Instituto de Ciências da Natureza, Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2015. Disponível em: <https://bdt.unifal-mg.edu.br:8443/handle/tede/713>. Acesso em: 3 out. 2020.

SOUZA, C. C. **Propagação vegetativa de Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) e Guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake) por miniestaquia**. 2015b. 78 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/7307>. Acesso em: 4 set. 2020.

SOUZA, C. R. de *et al.* **Paricá: *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2003. (Circular Técnica, 18). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/676209>. Acesso em: 17 out. 2020.

SOUZA, F. C. de *et al.* Sobrevivência e Diâmetro de Plantas Intactas e Brotações de Clones de Eucalipto. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 19, n. 1, p. 44–54, 2012.

STUEPP, C. A. *et al.* Indução de brotações epicórmicas por meio de anelamento e decepa em erva-mate. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 3, p. 1009–1022, 2016.

STUEPP, C. A. *et al.* Vegetative propagation and application of clonal forestry in Brazilian native tree species. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 53, n. 9, p. 985–1002, 2018.

TEIXEIRA, P. C. *et al.* **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017.

TEREZO, R. F. *et al.* Propriedades da madeira de paricá em diferentes idades para uso estrutural. **Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**, Pelotas, v. 6, n. 3, p. 244–253, 2015.

TREMACOLDI, C. R.; LUNZ, A. M.; COSTA, F. R. de S. Cancro em Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) no Estado do Pará. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Brasília, v. 1, n. 59, p. 69, 2009.

VAN DEN ENDE, W. Sugars take a central position in plant growth, development and, stress responses. A focus on apical dominance. **Frontiers in Plant Science**, San Diego, v. 5, n. 1, p. 1–4, 2014.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. 1. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

WAN, X. *et al.* Signals controlling root suckering and adventitious shoot formation in aspen (*Populus tremuloides*). **Tree Physiology**, Oxford, v. 26, n. 5, p. 681–687, 2006.

WENDLING, I. *et al.* Indução de brotações epicórmicas ortotrópicas para a propagação vegetativa de árvores adultas de *Araucaria angustifolia*. **Agronomía Costarricense**, Costa Rica, v. 33, n. 2, p. 309–319, 2009.

WENDLING, I.; BRONDANI, G. E. Vegetative rescue and cuttings propagation of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 93–104, 2015.

WENDLING, I.; TRUEMAN, S. J.; XAVIER, A. Maturation and related aspects in clonal forestry—Part I: concepts, regulation and consequences of phase change. **New Forests**, New York, v. 45, n. 1, p. 449–471, 2014.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. da. **Silvicultura Clonal - Princípios e Técnicas**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2021.

## **CAPÍTULO II: RESGATE VEGETATIVO DE *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (PARICÁ) VIA ENXERTIA DE CAMPO E MERGULHIA DE CEPA**

**RESUMO:** A enxertia e a mergulhia de cepa podem ser técnicas eficientes de rejuvenescimento e/ou revigoração de espécies arbóreas, entretanto, não foram encontrados relatos de suas aplicações em *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá). Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da aplicação da enxertia diretamente a campo e da mergulhia de cepa, visando ao resgate vegetativo de árvores de paricá com cinco anos de idade. O experimento enxertia, utilizando o método de garfagem em fenda cheia, foi realizado em Delineamento Inteiramente Casualizado com dois tratamentos e quatro repetições, sendo dez enxertos por repetição. Os tratamentos foram dois diâmetros de enxertos: A ( $0,8 \pm 0,2$  cm) e B ( $1,5 \pm 0,2$  cm). A enxertia foi realizada em porta-enxertos produzidos via semeadura direta no campo em espaçamento 2 x 2 m, utilizando enxertos (propágulos) obtidos a partir de brotações basais induzidas pela decepa de árvores com cinco anos de idade. Aos 7, 15, 30, 60, 120 e 240 dias após a enxertia avaliou-se: sobrevivência (%), número de brotações por enxerto, comprimento e circunferência das brotações (cm), níveis (1, 2 e 3) de formação de calo e vigor vegetativo. O experimento mergulhia de cepa foi realizado em Delineamento de Blocos Casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo 10 cepas por parcela. Os tratamentos foram cinco doses de AIB (0, 6, 12, 24 e 48 g kg<sup>-1</sup>). Árvores com cinco anos de idade foram decepadas a uma altura de 10 cm do colo, sendo 60 dias após decepa, mantida somente a brotação mais vigorosa. Em seguida, foi realizado anelamento da brotação, com a retirada total da casca, cerca de um cm de largura, e aplicado o AIB. Após o preparo das brotações, foi realizada a amontoa com solo do entorno da cepa, cobrindo 15 cm acima da parte anelada. Aos 30 dias após a realização da amontoa, foi aferido a porcentagem de brotações enraizadas. No experimento enxertia, a sobrevivência das plantas e a circunferência e comprimento de brotações foi significativamente superior ( $p \leq 0,05$ ) para os enxertos de 1,5 cm de diâmetro, em comparação aos enxertos de 0,8 cm de diâmetro. Entretanto, para o número de brotações por enxerto não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ). De modo geral, as plantas enxertadas demonstraram baixa formação de calo visível e alto vigor vegetativo, principalmente aos 240 dias após enxertia, quando foi verificada formação de calo tipo 1 (calo não visível) em 100% das plantas, bem como vigor vegetativo dos níveis 1 (A: 80% e B: 87,5%) e 2 (A: 20% e B: 12,5%), diferindo significativamente. No experimento mergulhia de cepa, o percentual de brotações enraizadas 30 dias após a aplicação da mergulhia de cepa sob doses de AIB diferiu significativamente a favor da dose 12 g kg<sup>-1</sup> (93%), seguido pelas doses 24 (78%), 48 (63%), 6

(60%) e  $0 \text{ g kg}^{-1}$  (38%). A técnica de enxertia por garfagem em fenda cheia aplicada diretamente a campo em porta-enxertos seminais, assim como a técnica de mergulhia de cepa, demonstraram-se eficientes técnicas, indicando serem potenciais para o resgate vegetativo de árvores de paricá.

Palavras-chave: Clonagem. Propagação vegetativa. Silvicultura clonal.

**ABSTRACT:** Grafting and mound layering can be an efficient technique for rejuvenating and / or invigorating tree species, however, there were no reports of its application in *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá). The objective of this study was to evaluate the efficiency of grafting application directly to the field in paricá and mound layering, aiming at the vegetative rescue of trees with five years old. The experiment, using the cleft grafting method, was carried out in a completely randomized design with two treatments and four repetitions, 10 grafts per repetition. The treatments were two graft diameters: A ( $0.8 \pm 0.2$  cm) and B ( $1.5 \pm 0.2$  cm). Grafting was carried out on rootstocks produced via direct sowing in the field at 2 x 2 m spacing, using grafts (propagules) obtained from basal buds induced by the coppicing of five-year-old trees. At 7, 15, 30, 60, 120 and 240 days it was evaluated: survival (%), number of shoots per graft, length and circumference of shoots (cm), levels (1, 2 and 3) of callus formation and vegetative vigor. Mound layering experiment was carried out in a Randomized Block Design with five treatments and four replications, 10 stump per plot. The treatments were five doses of IBA (0, 6, 12, 24 e 48 g kg<sup>-1</sup>). Five-year-old trees were cut off at a height of 10 cm from the root collar, 60 days after cutting, only the most vigorous sprout was maintained. Then, girdling of the sprout was performed, with the total removal of the bark, about one cm wide and AIB was applied. After sprout preparation, was heaped with soil the stump, covering 15 cm above the girdling. At 30 days after the mound was carried out, the percentage of rooted shoots was measured. In the grafting experiment, the plant survival and the sprout circumference and length was significantly higher ( $p \leq 0.05$ ) for grafts of 1.5 cm in diameter, compared to grafts of 0.8 cm in diameter. However, for the number of shoots per graft there was no significant difference ( $p > 0.05$ ). In general, the grafted plants showed low formation of visible callus and high vegetative vigor, mainly at 240 days after grafting, when formation of type 1 callus (no visible callus) was observed in 100% of the plants, as well as vegetative vigor of the plants in levels 1 (A: 80% and B: 87.5%) and 2 (A: 20% and B: 12.5%), differing significantly. In the mound layering experiment, the percentage of rooted shoots 30 days after application of the mound layering under IBA doses differed significantly in favor of treatment 12 g kg<sup>-1</sup> (93%), followed by treatments 24 (78%), 48 (63%), 6 (60%) and 0 g kg<sup>-1</sup> (38%). The grafting technique applied directly to the field on seminal rootstocks, as well as the mound layering technique, proved to be efficient techniques, indicating they are potential for rescue vegetation of parica.

Key-words: Clonal forestry. Cloning. Plant propagation.

## 1 INTRODUÇÃO

O paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby), espécie arbórea de grande porte pertencente à família Caesalpiniaceae (SOUZA *et al.*, 2003), tem sido a principal fonte de matéria-prima para a indústria de painéis compensados (SILVA *et al.*, 2015; SILVEIRA *et al.*, 2017) com mais de 90 mil hectares de área plantada (IBÁ, 2019), principalmente na Amazônia brasileira.

Apesar da utilização de paricá em cultivos comerciais desde 1993 (SOUZA *et al.*, 2003), ainda há lacunas a serem preenchidas no seu manejo e domesticação. Destacam-se a heterogeneidade dos cultivos devido à alta variabilidade genética, tendo como consequência variação da produtividade e características da madeira (MODES *et al.*, 2020; TEREZO *et al.*, 2015), além da intolerância a pragas e doenças, como a cigarra *Quesada gigas* (LUNZ *et al.*, 2010) e o fungo *Lasiodiplodia theobromae* (TREMACOLDI; LUNZ; COSTA, 2009).

O paricá tem potencial para o estabelecimento da silvicultura clonal (DIAS *et al.*, 2015; LIMA; OHASHI; SILVEIRA, 2018; SOUZA, 2015), porém, é preciso ter clareza sobre o propósito de sua implantação e as etapas e técnicas a serem aplicadas. Dentre as primeiras etapas, pode-se citar o resgate vegetativo de materiais selecionados e a padronização de métodos de acordo com os objetivos pretendidos (STUEPP *et al.*, 2018). O resgate vegetativo visa à obtenção de indivíduos (pelo menos um) geneticamente iguais à árvore-mãe, sendo possível ser realizado por diversos tipos de propágulos e técnicas de propagação vegetativa, sendo as principais estaquia, enxertia e mergulhia, aliadas às técnicas de indução de brotações juvenis ou coleta de materiais da copa (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021).

As técnicas de enxertia e mergulhia de cepa podem ser alternativas para o resgate e propagação vegetativa de materiais superiores de paricá, principalmente, quando a estaquia/miniestaquia não se mostram eficientes (LIMA; OHASHI, 2016; LIMA; OHASHI; SILVEIRA, 2018; PAIVA; GOMES, 2011; SOUZA, 2015). A enxertia tem sido mais comumente utilizada para propagação de plantas frutíferas, devido à manutenção da maturidade dos propágulos ser um dos propósitos principais (STUEPP *et al.*, 2018).

Todavia, essa técnica pode ser aplicada em *Araucaria angustifolia* para produção de mudas com fins madeireiros (WENDLING *et al.*, 2017) e em cultivos comerciais de *Hevea brasiliensis*, visando à produção de látex (XIANHONG *et al.*, 2020), bem como a comercialização da madeira em fases de substituição dos povoamentos (LEONELLO *et al.*, 2012; OKINO *et al.*, 2004).

Quando se busca avaliar a eficiência da enxertia é preciso compreender sobre a compatibilidade entre enxerto e porta-enxerto (ROBAINA *et al.*, 2015) e suas respectivas propriedades fisiológicas (MARTÍNEZ-BALLESTA *et al.*, 2010), sendo o desempenho da técnica influenciado pelo ambiente de aplicação (campo ou viveiro) e tipo de enxertia (RODRIGUEZ *et al.*, 2015).

Um dos tipos de enxertia mais utilizados em espécies arbóreas tem sido a garfagem, principalmente, em fenda cheia devido a sua praticidade e por proporcionar maior agilidade de operação, bem como rapidez na formação da planta enxertada (FONSECA; RITZINGER; CORDEIRO, 2020). Para aplicação da enxertia têm sido utilizados, geralmente, porta-enxertos (mudas) formados em viveiros (canteiros a nível do solo ou suspensos) ou diretamente em campo. O uso de mudas seminais formadas diretamente no campo tem como vantagem a simplicidade para aplicação da enxertia, sem necessidades estruturais mais complexas como em viveiros (BORELLI, 2016; RICKLI-HORST *et al.*, 2019).

Além do ambiente de aplicação e tipo de enxertia, devem-se compreender também variáveis que possam influenciar o comportamento das plantas enxertadas, a fim de que se possa estabelecer um protocolo para resgate e propagação vegetativa de paricá. Dentre essas variáveis, o diâmetro do enxerto/porta-enxerto no momento da aplicação da enxertia deve ser considerado, visto que pode influenciar sua sobrevivência, bem como quantidade, comprimento e diâmetro de brotações (ESPINDOLA *et al.*, 2004; GOMES *et al.*, 2010).

Em relação à mergulhia de cepa, essa técnica leva em conta a relação da capacidade de enraizamento adventício com a juvenilidade da planta (PAIVA; GOMES, 2011; WENDLING; TRUEMAN; XAVIER, 2014), tendo como vantagens a simplicidade de aplicação. A técnica de mergulhia de cepa consiste em induzir o enraizamento adventício de brotações basais induzidas a partir da decepa ou poda, por meio de amontoa de substrato e tratamentos do caule sem desconexão da planta-mãe até o suficiente enraizamento (RYMBAI, 2009).

A eficiência da aplicação da mergulhia de cepa é afetada por vários fatores, dentre eles, tratamentos do caule, uso de reguladores de crescimento, umidade e tipo de substrato, bem como pelo momento ideal para desconexão da planta-mãe (PAIVA; GOMES, 2011). A mergulhia de cepa foi empregada com sucesso para espécies dos gêneros *Psidium* (CALLOVY FILHO; NACHTIGAL; KERSTEN, 1995; MISHRA; LAL; PANDEY, 2007; RYMBAI, 2009), *Persea* (OLIVEIRA; KOLLER; MONTER, 2000), *Annona* (GUPTA; BRAHMACHARI, 2004; RATHORE, 1976), dentre outros.

Contudo, não foram encontrados estudos de aplicações da enxertia e mergulhia de cepa em paricá, indicando a necessidade de compreender a eficiência dessas técnicas para a espécie.

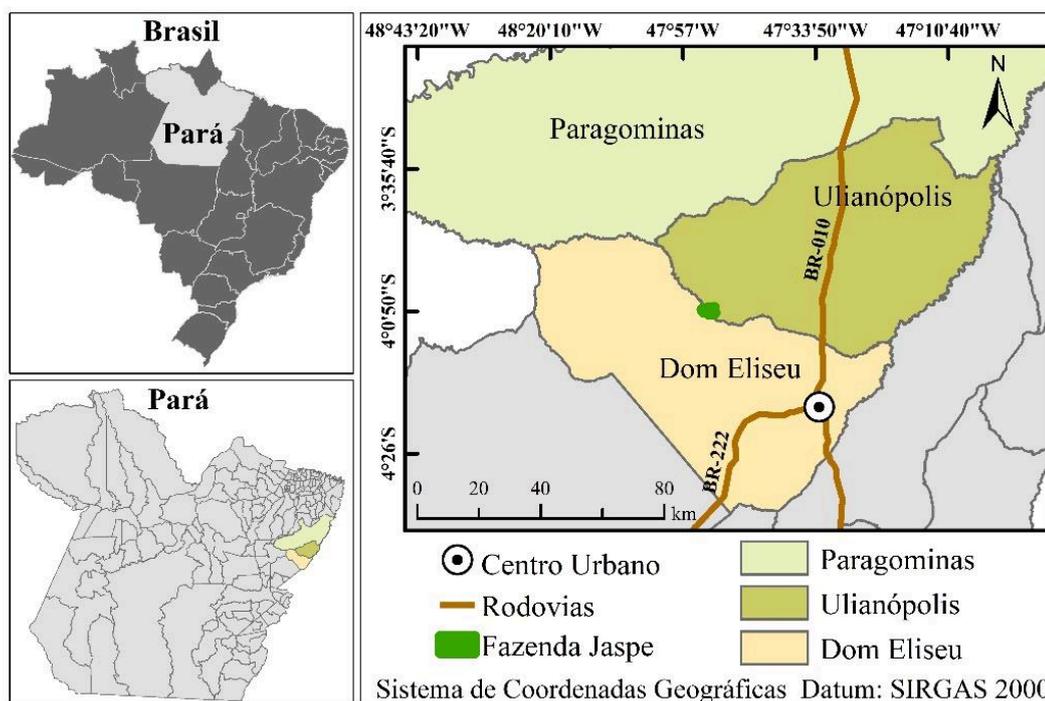
Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da aplicação da enxertia, via garfagem em fenda cheia, diretamente a campo a partir de dois diâmetros de propágulos basais (enxertos) e da mergulhia de cepa a partir de uso de regulador de crescimento, visando ao resgate vegetativo de árvores de paricá com cinco anos de idade.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Condições ambientais

Os estudos foram conduzidos na Fazenda Jaspe (altitude 160 m, 4°0'58"S e 47°52'32"W) e na área experimental do centro urbano (04°17'36" S e 47°33'15" O, altitude de 261 m), ambas pertencentes ao Grupo Arboris® e localizadas nos municípios de Ulianópolis e Dom Eliseu, respectivamente, mesorregião Sudeste do Pará, Brasil (Figura 1).

Figura 1 – Localização da Fazenda Jaspe e da área experimental do centro urbano, em Ulianópolis e Dom Eliseu, respectivamente, Pará, Brasil

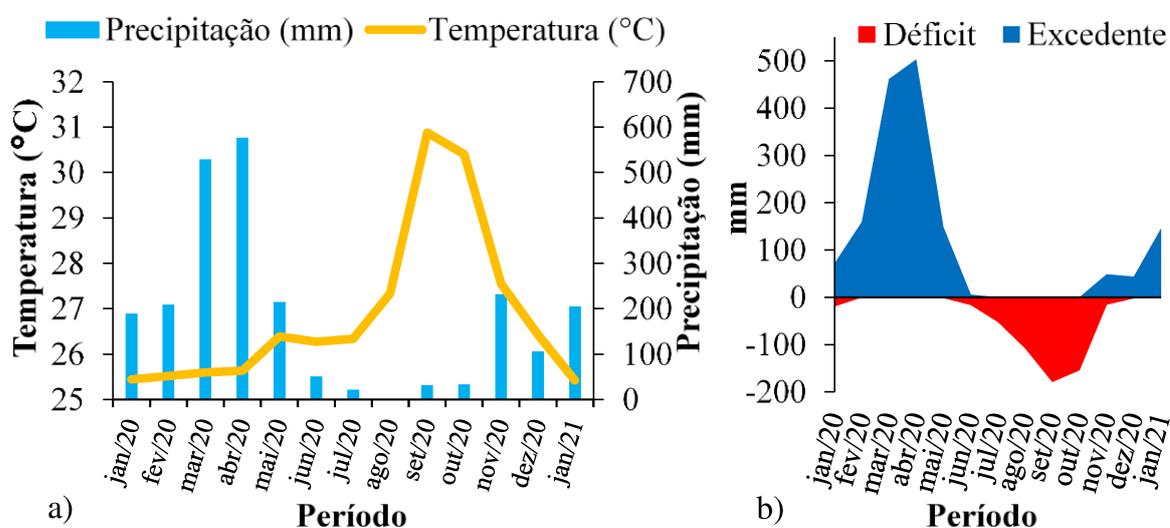


Fonte: Elaborada pelo autor.

A vegetação original das áreas de estudo era constituída por Floresta Tropical Densa submontana (VELOSO; RANGEL-FILHO; LIMA, 1991) e o tipo de solo predominante é o Latossolo Amarelo textura argilosa com relevo plano a suavemente ondulado (SANTOS *et al.*, 2018). O clima dos municípios é classificado como mesotérmico e úmido, tipologia climática Aw (Classificação de Köppen) (DUBREUIL *et al.*, 2018). A temperatura média anual é de

27°C, com umidade relativa do ar média diária variando entre 42 e 92%. A precipitação pluviométrica média anual é de 2.200 mm, com estação chuvosa de dezembro a maio (INMET, 2021). Os dados de temperatura, precipitação pluviométrica e balanço hídrico, referentes ao período de realização do experimento (janeiro/2020 a janeiro/2021), estão apresentados na Figura 2.

Figura 2 – Temperatura média do ar e precipitação pluviométrica (a), extrato do balanço hídrico (b), durante o período de janeiro/2020 a janeiro/2021, na região de Paragominas, Pará, Brasil



Fonte: INMET (2021).

## 2.2 Experimento enxertia

A enxertia foi realizada na área experimental do centro urbano em porta-enxertos produzidos via semeadura direta em espaçamento 2 x 2 m. Antes da implantação do experimento, foram realizadas análises química e física de uma amostra composta de solo (proveniente de dez amostras simples de solo) retirada na profundidade de 0-20 cm, utilizando a metodologia proposta por Teixeira *et al.* (2017) (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultados de análises química e física de amostra do solo da área experimental do centro urbano, profundidade 0-20 cm, em Dom Eliseu, Pará, Brasil

<b>pH</b>	<b>MO</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>H+Al</b>	<b>Na</b>	<b>SB</b>	<b>t</b>	<b>T</b>
H <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>	%	mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>				
4,4	1,34	0,36	4,7	35,2	2,0	0,6	0,2	5,8	0,13	1,7	1,9	7,5
<b>Mn</b>	<b>Fe</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>	<b>V</b>	<b>m</b>	<b>Areia</b>	<b>Silte</b>	<b>Argila</b>				
mg dm <sup>-3</sup>			%			g kg <sup>-1</sup>						
1,2	76,1	0,7	0,1	22,6	10,5	340	110	550				

pH = Potencial Hidrogeniônico; MO = Matéria Orgânica; N = Nitrogênio; P = Fósforo; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; Al = Alumínio; H+Al = Hidrogênio + Alumínio. N = Nitrogênio; Mn = Manganês; Fe = Ferro; Zn = Zinco; Cu = Cobre; Na = Sódio; SB = Soma de bases; t = Capacidade de Troca de Cátions efetiva; T = Capacidade de Troca de Cátions a pH 7; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Antes da semeadura, a área foi preparada com gradagem, aplicação de 2.950 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT 95%) para elevar a saturação por bases do solo a 60%. O controle de formigas cortadeiras foi realizado com aplicação de 10 g de isca, à base de sulfluramida, por m<sup>2</sup> de terra solta no carreiro distante em torno de 50 cm dos olheiros dos formigueiros.

As sementes de paricá foram provenientes da região Amazônica e fornecidas pelo Grupo Arboris®. Antes da semeadura, as sementes de paricá foram escarificadas mecanicamente com esmeril. A semeadura direta foi realizada em janeiro de 2020 com duas sementes de paricá por cova com aplicação manual de 200 g cova<sup>-1</sup> de NPK, na formulação 05-30-15, visando suprir a demanda inicial para esses macronutrientes. A ressemeadura foi realizada 14 dias após a semeadura. Aos 50 dias após semeadura, foram realizadas operações manuais de adubação de cobertura, quando foram aplicados 150 g cova<sup>-1</sup> de sulfato de amônio ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>), em coveta lateral distante 25 cm das plantas, visando ao suprimento de nitrogênio e enxofre. A área foi mantida limpa com capina manual em área total e as plantas irrigadas nos dias em que não houve precipitação pluviométrica, por meio de regador manual (10 L planta<sup>-1</sup>). No momento da enxertia (maio/2020), as plantas apresentavam altura entre 45 e 159 cm, sendo o ponto de realização da enxertia localizado entre 13 e 109 cm de altura com intuito de compatibilizar com os diâmetros dos enxertos. A circunferência do coleto girou em torno de 2,2 e 5,5 cm.

O material enxertado foi obtido a partir de brotações basais induzidas pela técnica de decepa em árvores com cinco anos de idade em reflorestamento comercial implantado na Fazenda Jaspe, conforme descrito por Sales (2018). Os enxertos foram coletados conforme

metodologia utilizada por Mendes (2019), onde foram envolvidos em papel umedecido e alumínio para reduzir a perda de turgescência. Em seguida, foram acondicionados em caixa de isopor com gelo em placa, sendo transportados para a área de aplicação da enxertia (Figura 3).

Figura 3 – Método de armazenamento de material vegetativo para transporte em caixa de isopor com gelo em placa (a), coberto com papelão (b) e propágulos de *S. parahyba* var. *amazonicum* (paricá) acondicionados com papel umedecido e alumínio (c), na Fazenda Jaspe, Dom Eliseu, Pará, Brasil



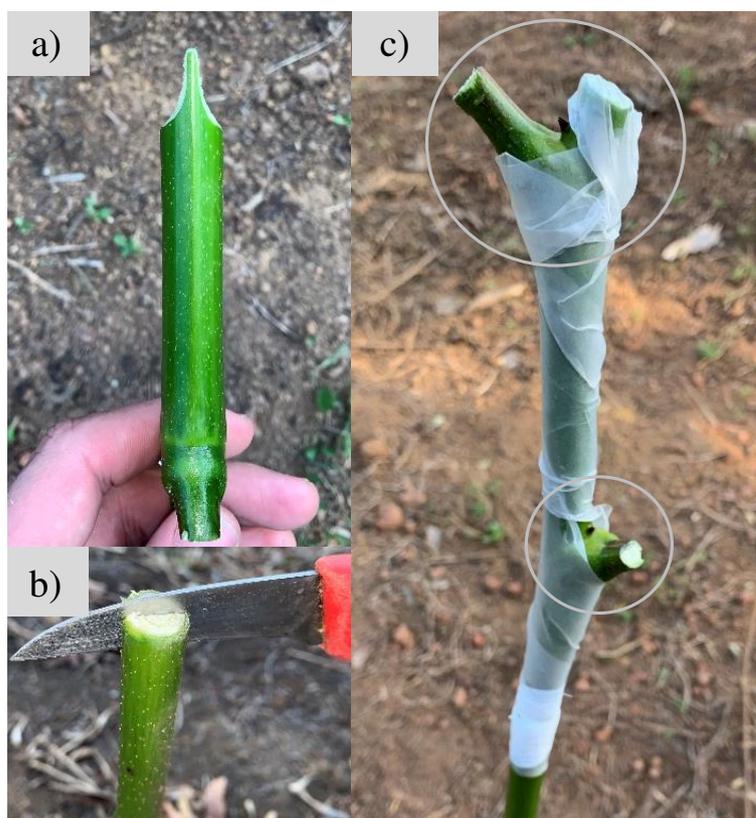
Fonte: Acervo do autor.

A técnica de enxertia aplicada foi a garfagem em fenda cheia. A parte apical do porta-enxerto foi removida, mantendo-se uma folha com o intuito de assegurar atividade fotossintética da planta até a junção dos tecidos e brotação do enxerto. No porta-enxerto foi realizado um corte longitudinal de aproximadamente 3 cm. O enxerto (duas gemas) foi confeccionado em forma de cunha (Figura 4a) e inserido no porta-enxerto (Figura 4b) de tal forma que houvesse coincidência dos diâmetros, visando maximizar a união entre as partes.

Após a junção, foi aplicada metodologia utilizada por Mendes (2019) em espécies arbóreas nativas do Brasil que visa mitigar a perda de umidade do enxerto, sem a necessidade de remoção manual do material utilizado devido a degradação e desprendimento natural do mesmo durante o período de cicatrização da enxertia. Essa metodologia foi adaptada neste estudo para o paricá, onde o enxerto foi envolvido com filme de parafina (Parafilm<sup>®</sup>), exceto a região do pecíolo devido seu desprendimento natural nos primeiros dias pós enxertia. Por fim,

a conexão do ponto de enxertia foi reforçada com fita “veda-rosca”, sendo retirada manualmente após de 60 dias (Figura 4c). O manejo fitossanitário e o controle de brotações dos porta-enxertos foram realizados semanalmente.

Figura 4 – Etapas da aplicação da técnica de enxertia de garfagem em fenda cheia em *S. parahyba* var. *amazonicum* (paricá). Enxerto preparado em forma de cunha (a), corte longitudinal no porta-enxerto (b) e junção do enxerto (duas gemas) envolvido com Parafilm®, exceto o pecíolo e, reforço no ponto de enxertia com fita veda-rosca (c), área experimental do centro urbano, em Dom Eliseu, Pará, Brasil



Fonte: Acervo do autor.

### 2.3 Experimento mergulhia de cepa

Antes da implantação do experimento mergulhia de cepa, foram realizadas análises química e física de uma amostra composta de solo (proveniente de dez amostras simples de solo) coletada na profundidade de 0-20 cm, utilizando a metodologia proposta por Teixeira *et al.* (2017) (Tabela 2).

Tabela 2 – Resultados de análises química e física de amostra do solo da área de estudo, profundidade 0-20 cm, na Fazenda Jaspe, em Ulianópolis, Pará, Brasil

<b>pH</b>	<b>MO</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>H+Al</b>	<b>Na</b>	<b>SB</b>	<b>t</b>	<b>T</b>
H <sub>2</sub> O	dag kg <sup>-1</sup>	%	mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>								
5,2	2,72	0,56	14,7	74,2	3,2	0,9	0,2	2,83	0,21	4,5	4,7	7,3
<b>Mn</b>	<b>Fe</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>	<b>V</b>	<b>m</b>	<b>Areia</b>	<b>Silte</b>	<b>Argila</b>				
mg dm <sup>-3</sup>			%			g kg <sup>-1</sup>						
6,6	98,1	2,1	0,3	61,6	4,6	360	120	520				

pH = Potencial Hidrogeniônico; MO = Matéria Orgânica; N = Nitrogênio; P = Fósforo; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; Al = Alumínio; H+Al = Hidrogênio + Alumínio. N = Nitrogênio; Mn = Manganês; Fe = Ferro; Zn = Zinco; Cu = Cobre; Na = Sódio; SB = Soma de bases; t = Capacidade de Troca de Cátions efetiva; T = Capacidade de Troca de Cátions a pH 7; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio.

Fonte: Elaborada pelo autor.

A mergulhia de cepa foi realizada a partir de brotações basais induzidas pela técnica de decepa em árvores de paricá com cinco anos de idade em reflorestamento comercial, conforme descrito por Sales (2018). Em janeiro/2020, as árvores selecionadas foram decepadas a uma altura de 10 cm do colo. Para favorecer a sobrevivência da cepa e a emissão de brotações, foi realizada limpeza manual de coroamento num raio de 1 m da cepa.

Aos 60 dias após decepa, foi mantida somente a brotação mais vigorosa (sem danos visuais) de diâmetro  $1,2 \pm 0,4$  cm e comprimento variando entre 20 e 60 cm. Em seguida, foi realizado anelamento próximo à base do broto, com a retirada total da casca, com cerca de um cm de largura e auxílio de um estilete. O regulador de crescimento ácido indolbutírico (AIB = doses 0, 6, 12, 24 e 48 g kg<sup>-1</sup>) foi aplicado, na forma de talco, com o auxílio de um pincel “tipo trincha de seda” de ½ polegada de largura (cerda com 5 mm de comprimento) (Figura 5a). Como critério de aplicação de AIB, o pincel foi imerso no recipiente até atingir comprimento total da cerda, sendo essa quantidade aplicada em cada brotação. Após o preparo das brotações, foi realizada a amontoa de solo cobrindo 15 cm acima da parte anelada (Figura 5b). O solo utilizado para a amontoa foi retirado do entorno da cepa.

Figura 5 – Etapas da aplicação da técnica de mergulhia de cepa em *S. parahyba* var. *amazonicum* (paricá). Anelamento total da casca da brotação para aplicação de AIB (a) e amontoa de solo (b), na Fazenda Jaspe, Dom Eliseu, Pará, Brasil



Fonte: Acervo do autor.

## 2.4 Coleta e análise de dados

O experimento enxertia foi implantado em Delineamento Inteiramente Casualizado com dois tratamentos e quatro repetições, totalizando 8 parcelas (10 enxertos cada). Os tratamentos foram constituídos por dois diâmetros de enxertos:  $0,8 \pm 0,2$  cm (A) e  $1,5 \pm 0,2$  cm (B).

Os enxertos foram monitorados aos 7, 15, 30, 60, 120 e 240 dias, sendo aferido: porcentagem de sobrevivência (%); número de brotações por enxerto; comprimento e circunferência das brotações (cm). Aos 120 e 240 dias, avaliou-se: formação de calo, onde se atribuíram tipos de calos de 1 a 3 (1 - não formação de calo visível; 2 - calo pequeno; e 3 - calo grande) e; vigor vegetativo, onde foram definidos níveis de vigor de 1 a 3 (1 = alto, sem danos ou indícios de pragas/doenças e déficit nutricional; 2 = médio, sem danos com indícios de pragas/doenças e/ou déficit nutricional; e 3 = baixo, com danos e indícios de pragas/doenças e/ou déficit nutricional).

O experimento mergulhia de cepa foi realizado em Delineamento de Blocos Casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 parcelas (10 cepas cada). Os tratamentos foram constituídos por cinco doses de AIB (0, 6, 12, 24 e  $48 \text{ g kg}^{-1}$ ). Aos 30 dias após a realização da amontoa, foi aferida a porcentagem de brotações enraizadas.

Os dados coletados foram analisados, atestados a homogeneidade de variância com o teste de Bartlett ( $p < 0,05$ ) e a normalidade dos resíduos com o teste de Shapiro-Wilk ( $p < 0,05$ ). Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F (experimento

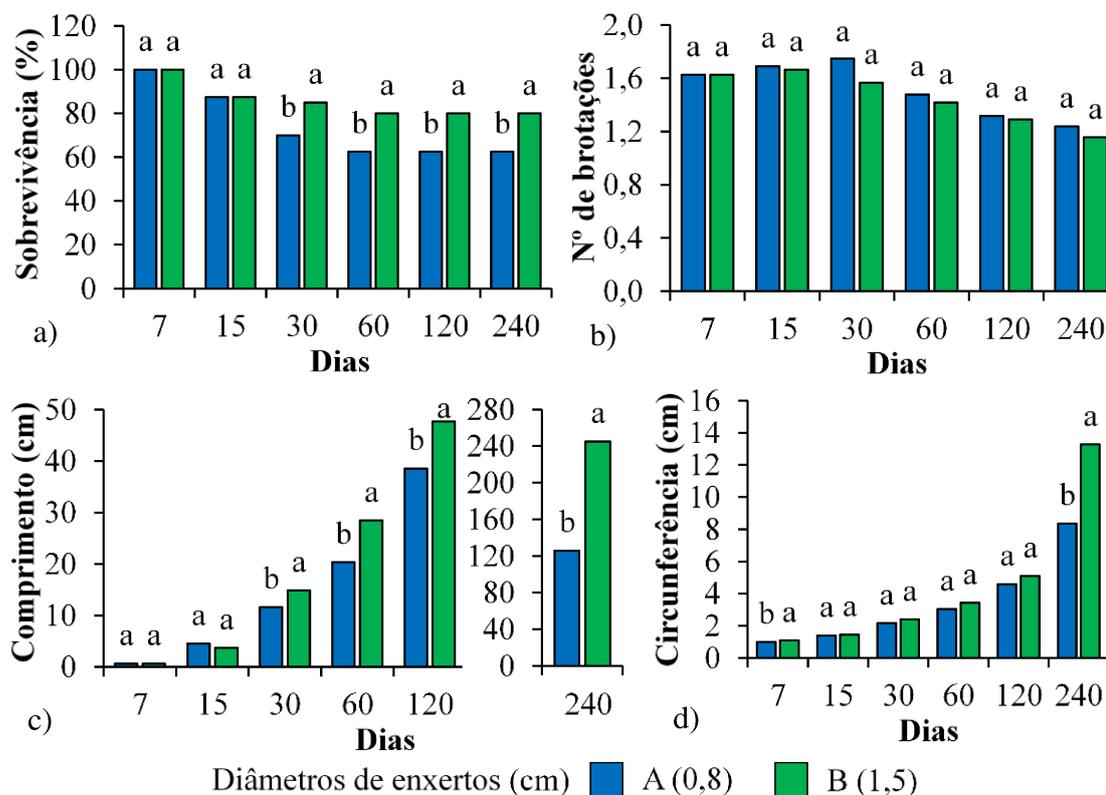
enxertia) e de regressão (experimento mergulhia de cepa) à 5% de probabilidade. Os dados foram analisados por meio do software RStudio® (RSTUDIO TEAM, 2022).

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Experimento enxertia

A sobrevivência dos enxertos não diferiu significativamente ( $p > 0,05$ ) aos 7 e 15 dias após enxertia, variando entre 87,5 e 100% (Figura 6a). Entretanto, aos 30, 60, 120 e 240 dias pós enxertia houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) a favor dos enxertos de diâmetro de 1,5 cm (tratamento B), os quais obtiveram sobrevivência superior a 80%, enquanto para os enxertos de diâmetro 0,8 cm (tratamento A) aquela foi  $\leq 70\%$ .

Figura 6 – Sobrevivência<sup>1</sup> (%) (a), número médio de brotações por enxerto<sup>1</sup> (b), comprimento<sup>1</sup> (cm) (c) e circunferência<sup>1</sup> (cm) (d) de brotações de dois diâmetros de enxertos (tratamentos A e B) de *S. parahyba* var. *amazonicum* (paricá) avaliados aos 7, 15, 30, 60, 120 e 240 dias após a enxertia, área experimental do centro urbano, Dom Eliseu, Pará, Brasil



<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, entre os tratamentos para um período (dias) de avaliação, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelo autor.

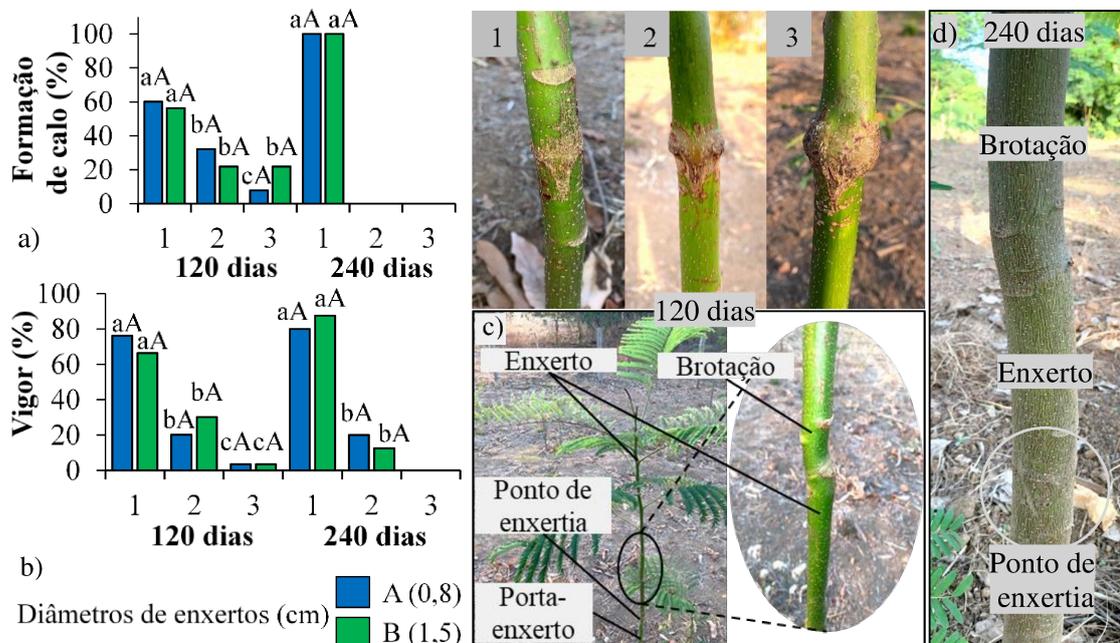
O número de brotações por enxerto variou de 1,4 a 1,7, não sendo verificadas diferenças significativas entre os tratamentos (A e B) no período avaliado (Figura 6b). O comprimento das brotações dos enxertos não diferiu significativamente entre os tratamentos (A e B) aos 7 e 15 dias após enxertia, o qual variou entre 0,7 e 4,5 cm (Figura 6c). Aos 30, 60, 120 e 240 dias pós enxertia houve diferença significativa, sendo verificados os maiores valores de comprimento das brotações no tratamento B (1,5 cm), variando entre 14,9 e 245,1 cm, ao mesmo tempo que o comprimento das brotações do tratamento A (0,8 cm) variou entre 11,6 e 125,9 cm.

A circunferência das brotações dos enxertos aos 7 e 240 dias após enxertia demonstrou diferença significativa com valor superior (1,1 e 13,3 cm, respectivamente) para o tratamento B (Figura 6d). Contudo, aos 15, 30, 60 e 120 dias pós enxertia não houve diferença significativa entre os tratamentos (A e B) para circunferência das brotações dos enxertos, variando entre 1,4 e 5,1 cm.

O tipo de formação de calo (%) aos 120 e 240 dias após enxertia não diferiu significativamente entre os tratamentos (A e B) (Figura 7a), sendo que, aos 240 dias, 100% das plantas (tratamentos A e B) apresentavam-se com formação de calo tipo 1. Em contrapartida, na comparação dentre os tratamentos (A e B) aos 120 dias houve diferença significativa. Para o tratamento A o tipo 1 (não formação de calo visível) foi superior (60%), seguido pelo tipo 2 (32%) e 3 (8%), respectivamente. No tratamento B o tipo 1 foi superior (56%), entretanto, não foi verificada diferença significativa entre os tipos 2 (22%) e 3 (22%).

Para a comparação dos níveis de vigor vegetativo entre os tratamentos (A e B) aos 120 e 240 dias após enxertia não foram verificadas diferenças significativas. Entretanto, aos 120 dias os enxertos demonstraram diferenças significativas para os níveis de vigor vegetativo dentre tratamentos, em favor do nível 1 (alto) para ambos os tratamentos (A 76% e B 66%) (Figura 7b). Da mesma forma, seguidos pelos níveis 2 e 3, tratamento A (20 e 4%) e B (30 e 4%), respectivamente. Aos 240 dias, foram verificadas plantas com vigor vegetativo dos níveis 1 (A 80% e B 87,5%) e 2 (A 20% e B 12,5%), diferindo significativamente.

Figura 7 – Formação de calo<sup>1</sup> (1 - não formação de calo visível, 2 - calo pequeno e 3 - calo grande) (a), vigor vegetativo<sup>1</sup> (1 - alto, 2 - médio e 3 - baixo) (b) e planta enxertada (porta-enxerto, ponto de enxertia, enxerto e brotação) aos 120 (c) e 240 (d) dias após a enxertia, em dois tratamentos (A = 0,8 cm e B = 1,5 cm) de diâmetros de enxertos de *S. parahyba* var. *amazonicum* (paricá), área experimental do centro urbano, Dom Eliseu, Pará, Brasil



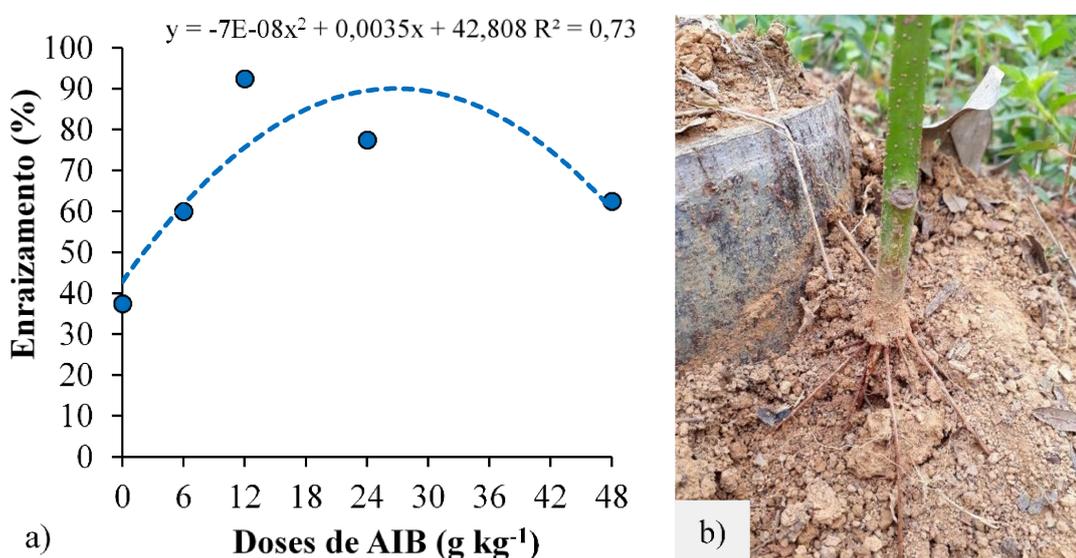
<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre os tratamentos e letra minúscula dentro os tratamentos, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: Acervo do autor.

### 3.2 Experimento mergulhia de cepa

A análise de regressão aplicada à porcentagem de brotações enraizadas, aos 30 dias pós a realização da mergulhia de cepa, em função de doses de AIB revelou um efeito quadrático para as doses (Figura 8). Foi verificado um aumento de enraizamento (%) enquanto a dose de AIB aumentou até 12 g kg<sup>-1</sup>, a partir da qual ocorreu redução dessa porcentagem. Os maiores valores de enraizamento (93 e 78%) foram obtidos entre 12 e 24 g kg<sup>-1</sup> de AIB, respectivamente. A curva de regressão indicou que o ponto de enraizamento máximo foi de 90% (R<sup>2</sup> = 0,73), atingindo a dose estimada de 26 g kg<sup>-1</sup> de AIB.

Figura 8 – Enraizamento (%) (a) de brotações (b) de *S. parahyba* var. *amazonicum* (paricá) aos 30 dias após a aplicação da mergulhia de cepa sob doses de AIB (0, 6, 12, 24 e 48 g kg<sup>-1</sup>), Fazenda Jaspe, Dom Eliseu, Pará, Brasil



Fonte: Acervo do autor.

## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 Experimento enxertia

A sobrevivência dos enxertos de paricá, especialmente os enxertos de diâmetro 1,5 cm, indica que a aplicação da enxertia em campo é uma técnica promissora para propagação vegetativa da espécie. O sucesso e a sobrevivência dos enxertos representam o êxito nos processos de soldadura entre enxerto e porta-enxerto, formação de calos, definição de um novo tecido vascular e, por fim, formação de um sistema vascular funcional para o pleno crescimento vegetativo da planta (LEI, 2020; RODRIGUEZ *et al.*, 2015).

O desempenho da planta enxertada é afetado por vários fatores intrínsecos e extrínsecos, dentre os principais, a técnica utilizada, época de enxertia, estado fisiológico do propágulo e porta-enxerto, condições edafoclimáticas do local de enxertia e diferenças genéticas, anatômicas e histológicas entre as partes enxertadas (PÉREZ-LUNA *et al.*, 2020). Esses fatores influenciam a compatibilidade anatômica entre enxerto e porta-enxerto, podendo impedir a formação de parênquima e adesão entre os vasos condutores (WULF; REID; FOO, 2020) e, como consequência, afetar o processo de lignificação entre tecidos e o fluxo adequado de nutrientes, água e compostos resultantes da fotossíntese (fotoassimilados) (ANDRADE *et al.*, 2020; MELO *et al.*, 2017; NANDA; MELNYK, 2018).

Contudo, os enxertos de 0,8 cm de diâmetro tiveram a menor taxa de sobrevivência, provavelmente devido os enxertos de 1,5 cm possuírem maior reserva (MENDES *et al.*, 2021). A menor taxa de sobrevivência dos enxertos de diâmetro 0,8 cm pode estar relacionada a alguns dos fatores supracitados, principalmente condições climáticas, uma vez que a enxertia foi realizada no período seco (Figura 2), apesar de ocorridas irrigações diárias não é equivalente às condições proporcionadas pelo período chuvoso. Nesse período do ano as plantas tendem a conduzir suas reservas energéticas para o crescimento vegetativo e formação de novos tecidos (LEI, 2020; MELNYK, 2017).

Não foram encontradas na literatura informações sobre a aplicação da enxertia em paricá, não obstante, foram verificadas altas taxas de sobrevivência para outras espécies arbóreas da Amazônia *Bertholletia excelsa* (80%) (CARVALHO; NASCIMENTO, 2016), *Genipa americana* (100%) (PRADO NETO, 2006), *Couepia edulis* (100%) (YUYAMA *et al.*, 2013), *Hevea brasiliensis* (73%) (BORELLI, 2016), *Hymenaea courbaril* (9%), *Handroanthus heptaphyllus* (80%), (MENDES, 2019), *Myrciaria dubia* (65%) (FERREIRA; GENTIL, 1997), *Swietenia macrophylla* (48 e 76%) (BARBOSA FILHO *et al.*, 2016; MENDES, 2019), entre outras.

Trabalhos futuros poderão auxiliar na compreensão do desempenho de plantas enxertadas de paricá sob o efeito de períodos do ano, diâmetros de propágulos, técnicas de enxertia, condições edafoclimáticas, entre outros fatores, visando compreender a taxa de sobrevivência em campo sob diferentes condições deste trabalho.

O número de brotações por enxerto tem sido relacionado ao número de gemas dormentes disponíveis no propágulo, sendo a capacidade de emitir brotações peculiar da espécie (MENDES, 2019; RODRIGUEZ *et al.*, 2015). O número de brotações por enxerto do presente estudo foi influenciado pelo padrão de duas gemas axilares por enxerto utilizado. Entretanto, foi relatado número de brotações similares para espécies arbóreas da Amazônia onde os enxertos possuíam maior presença de gemas axilares (BORELLI, 2016; CARVALHO; NASCIMENTO, 2016; FERREIRA, 2019; MENDES, 2019).

Para *Plinia trunciflora* o maior número de brotações elevou a competição por carboidratos e/ou fotoassimilados, diminuindo o comprimento das brotações (MALAGI *et al.*, 2012). Desse modo, evidencia-se que o número de brotações por enxerto possui relação inversamente proporcional com o comprimento das brotações. O número reduzido de brotações pode ser necessário quando se busca produção de madeira e ganho no comprimento e diâmetro do tronco, entretanto, pode-se realizar a operação de desbrota.

O comprimento das brotações dos enxertos de 1,5 cm de diâmetro foi superior aos dos enxertos de 0,8 cm de diâmetro, provavelmente, devido à maior quantidade de reservas energéticas nos porta-enxertos de maiores diâmetros, favorecendo a rápida desdiferenciação e rediferenciação celular e, conseqüentemente, formação de calo e conexão vascular (GOMES *et al.*, 2010). Contudo, em enxertos a variação do comprimento das brotações tem sido associada também a fatores genéticos e ao ambiente, visto que exercem influência no potencial de crescimento vegetativo e possibilitam a seleção de materiais superiores (BAPTISTA *et al.*, 2020; HOSSEL *et al.*, 2019).

O tipo de enxertia aplicado também exerce influência no comprimento das brotações (MIAO *et al.*, 2019; NOOR *et al.*, 2019), bem como a quantidade de auxinas endógenas ou exógenas existentes na planta (BALLIU; SALLAKU, 2017; KUMAR *et al.*, 2015). Outras espécies arbóreas do Brasil tiveram comprimento das brotações após enxertia diferentes, como é o caso da *Bertholletia excelsa* que apresentou variação de comprimento de brotações entre 53,0 e 95,0 cm aos 240 dias após enxertia (FERREIRA, 2019) e *Jacaranda mimosifolia* e *Cariniana legalis* que demonstraram média de comprimento das brotações de 6,4 e 42,7 cm, respectivamente, aos 90 dias após enxertia (MENDES, 2019).

De modo geral, a circunferência das brotações de enxertos sofre efeito de fatores genéticos e intrínsecos de cada espécie, bem como da juvenilidade dos propágulos e diâmetro de enxerto (GOMES *et al.*, 2010). Esses fatores podem estar associados ao fato da circunferência das brotações serem significativamente similares entre os diâmetros de 0,8 e 1,5 cm do enxerto no presente estudo e superiores aos valores relatados para outras espécies arbóreas do Brasil, sendo 0,4 cm (*Bertholletia excelsa*) 240 após enxertia (FERREIRA, 2019), 0,4 (*Cariniana legalis*, *Hymenaea courbaril* e *Cariniana legalis*), 0,6 (*Handroanthus heptaphyllus*) e 0,8 cm (*Swietenia macrophylla*) aos 90 dias após enxertia (MENDES, 2019).

O vigor dos enxertos tem sido associado às condições fisiológicas e técnica de enxertia (LIAO *et al.*, 2020; TEDESCO *et al.*, 2020), bem como juvenilidade do porta-enxerto e enxerto (ROBERT *et al.*, 2020; WENDLING; TRUEMAN; XAVIER, 2014) e formação de calo (PEREIRA *et al.*, 2019; SCALOPPI JUNIOR; MARTINS, 2003). Os enxertos do presente estudo, em sua maioria, demonstraram cicatrização com baixa visibilidade de calo, principalmente aos 240 dias e, alto vigor vegetativo, denotando boa adaptação do enxerto com o porta-enxerto e o potencial da técnica de garfagem em fenda cheia para uso de propágulos juvenis diretamente a campo.

Cabe destacar a superioridade do diâmetro de enxerto 1,5 cm em relação ao de 0,8 cm nas variáveis analisadas do presente estudo. Espindola *et al.* (2004) e Gomes *et al.* (2010) ao

estudarem a aplicação da técnica de garfagem para *Spondias tuberosa*, verificaram que enxertos/porta-enxertos de maiores diâmetros (0,7 a 1,0 cm) foram superiores em relação aos de menores diâmetros (0,4 a 0,6 cm) nas variáveis sobrevivência e número de brotações, assim como nos diâmetros e comprimentos de brotações, no período avaliado (15/30 e 45 dias pós enxertia, respectivamente). Além das prováveis justificativas supracitadas, segundo Espindola *et al.* (2004) a maior eficiência verificada em enxertos/porta-enxertos de maiores diâmetros deve-se, também, à maior facilidade de aplicação da técnica de garfagem em maiores diâmetros de enxertos/porta-enxertos.

#### 4.2 Experimento mergulhia de cepa

No presente estudo, a dose de AIB 12 g kg<sup>-1</sup> promoveu o maior percentual de enraizamento (93%) em comparação às demais utilizadas neste estudo. Não foram encontrados estudos sobre aplicação da mergulhia de cepa em paricá, entretanto, Rymbai (2009) quando estudou a propagação de *Psidium guajava* por mergulhia de cepa, obteve valores superiores em todos os aspectos de enraizamento, inclusive percentual enraizamento (99%), com a dose de AIB 7 g kg<sup>-1</sup>, em comparação às concentrações menores e mais alta (9 g kg<sup>-1</sup>).

O autor destaca a melhora na capacidade e qualidade de enraizamento quando aplicada a mergulhia de cepa associada às doses de AIB, informação também relatada para a taxa de enraizamento de outras espécies, dentre elas, *Persea* sp. (80%, 10 g L<sup>-1</sup>) (OLIVEIRA; KOLLER; MONTER, 2000), *Annona squamosa* (94 e 88%, 20 e 5 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente) (GUPTA; BRAHMACHARI, 2004; RATHORE, 1976), *Psidium* spp. (MISHRA; LAL; PANDEY, 2007) (<85%, 5 g kg<sup>-1</sup>), *Actinidia chinensis* (71%, 5 g kg<sup>-1</sup>) (LAL; SINGH; RAO, 2001), dentre outras.

Esse fato pode ser explicado devido à quantidade de auxina natural e cofatores já presentes nas brotações, que respondem positivamente à aplicação de AIB, enquanto concentrações mais altas podem aumentar o nível de auxina para uma concentração supra-ótima, levando à redução do enraizamento (RYMBAI, 2009).

Além da resposta de enraizamento às doses de AIB, cabe destacar fatores que podem ter auxiliado o sucesso da aplicação da mergulhia de cepa em paricá, como o uso de anelamento do caule, visto que sua aplicação promove a interrupção do fluxo de seiva originada do ápice, acumulando substâncias de crescimento (carboidratos, auxinas, entre outras) na parte do caule acima da incisão (DAVIES JR *et al.*, 2017). Aliado a isso, o substrato do entorno da cepa promoveu ambiente propício (umidade, aeração, temperatura e nutrientes) para o enraizamento, juntamente com as condições climáticas verificadas na condução do experimento, que

representam período de maior volume de precipitação do ano com temperatura média de 26°C (Figura 2).

O presente estudo demonstrou o potencial de enraizamento de brotações de paricá sob aplicação de mergulhia de cepa em brotações de árvores de cinco anos de idade, entretanto, trabalhos futuros poderão avaliar outros aspectos do enraizamento das brotações, assim como seu período de remoção da planta-mãe, sobrevivência após transferência a campo ou viveiro, dentre outros. Em linhas gerais, a mergulhia de cepa é uma técnica de aplicação simples, necessitando assim, pesquisas mais intensivas para o estabelecimento de protocolos específicos para o paricá.

A enxertia, via garfagem em fenda cheia, e a mergulhia de cepa são técnicas promissoras para aplicação em paricá, em razão dos resultados do presente estudo, dando novos rumos ao processo de resgate e propagação vegetativa, entretanto, é um passo inicial. Apesar dos avanços na silvicultura de paricá (SALES, 2018; SALES *et al.*, 2021; SILVA; SALES, 2018), ainda há lacunas de conhecimento sobre as peculiaridades da espécie a respeito do resgate e propagação vegetativa, principalmente, em condições de campo, o que evidencia o *status quo* e desafios a cumprir.

## 5 CONCLUSÕES

A técnica de garfagem em fenda cheia de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) aplicada diretamente a campo em porta-enxertos e enxertos seminais, demonstrou-se potencial com o uso de dois diâmetros (0,8 e 1,5 cm) de propágulos basais (enxertos) de árvores em idade de rotação, indicando ser promissora para seu resgate e propagação vegetativa. Contudo, a sobrevivência de plantas e a circunferência/comprimento de brotações é superior quando utilizados enxertos de 1,5 cm de diâmetro.

A técnica de mergulhia de cepa de paricá demonstrou aptidão para o enraizamento de brotações basais de árvores em idade de rotação a partir do fornecimento de doses de AIB, principalmente 12 g kg<sup>-1</sup>, indicando potencial para seu resgate vegetativo.

## 6 REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. L. do N. *et al.* Compatibility and yield of ‘Santa Cruz 47’ okra onto rootstocks of the Malvaceae family. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 50, n. 58368, p. 1–8, 2020.

BALLIU, A. B.; SALLAKU, G. Exogenous auxin improves root morphology and restores growth of grafted cucumber seedlings. **Horticultural Science**, Praha, v. 44, n. 2, p. 82–90, 2017.

BAPTISTA, J. O. *et al.* Grafting methods and use of fasteners in monoembryonic, polyembryonic, and multi-stemmed jaboticaba (*Plinia jaboticaba* (Vell) Berg) seedlings. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 11, n. 3158, p. 5, 2020.

BARBOSA FILHO, J. *et al.* Propagation of *Khaya anthotheca*: interspecific grafting with *Swietenia macrophylla* and air layering. **Cerne**, Lavras, v. 22, n. 4, p. 475–484, 2016.

BORELLI, K. **Produção de mudas de seringueira em viveiro suspenso**. 2016. 88 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-28032016-123413/>. Acesso em: 4 set. 2020.

CALLOVY FILHO, C.; NACHTIGAL, J.; KERSTEN, E. Propagação da goiabeira (*Psidium guajava* L.) pelo método de mergulhia de cepa. **Current Agricultural Science and Technology**, Pelotas, v. 1, n. 2, p. 112–114, 1995.

CARVALHO, J. E. U. de; NASCIMENTO, W. M. O. D. **Enxertia da castanheira-do-brasil pelo método de garfagem no topo em fenda cheia**. Belém: EMBRAPA, 2016. (Comunicado Técnico, 283). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/145572/1/COMUNICADO-TECNICO-283.pdf>.

DAVIES JR, F. T. *et al.* **Hartmann & Kester's Plant Propagation**. 9. ed. Londres: Pearson Education, 2017.

DIAS, P. C. *et al.* Propagação vegetativa de *Schizolobium amazonicum* por estaquia. **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 3, p. 379–386, 2015.

DUBREUIL, V. *et al.* Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. **Confins. Revue franco-brésilienne de géographie / Revista franco-brasileira de geografia**, São Paulo, v. 1, n. 37, p. 1–8, 2018.

ESPINDOLA, A. *et al.* Diâmetro do caule e método de enxertia na formação de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). **Current Agricultural Science and Technology**, Pelotas, v. 10, n. 3, p. 371–372, 2004.

FERREIRA, I. I. A. **Avaliação de porta-enxertos e enxertia de castanheira-do-brasil em Roraima**. 2019. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Mestrado Acadêmico em Associação com EMBRAPA e IFRR, Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, 2019.

FERREIRA, S. A. do N.; GENTIL, D. F. de O. Propagação assexuada do camu-camu (*Myrciaria dúbia*) através de enxertias do tipo garfagem. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 27, n. 3, p. 163–167, 1997.

FONSECA, N.; RITZINGER, R.; CORDEIRO, Z. J. M. **Produção de mudas de mangueira em sistema orgânico de produção**. Cruz das almas: EMBRAPA, 2020. (Circular Técnica, 129). Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212815/1/CircularTecnica129-NelsonFonseca-AINFO.pdf>. Acesso em: 1 out. 2020.

GOMES, W. de A. *et al.* Garfagem e diâmetro de porta-enxerto na obtenção de mudas de umbuzeiro do acesso Laranja. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 952–959, 2010.

GUPTA, R. K.; BRAHMACHARI, V. S. Effect of IBA and NAA on stooling of custard apple (*Annona squamosa*). **Orissa-Journal-of-Horticulture**, New Delhi, v. 32, n. 1, p. 38–40, 2004.

HOSSEL, C. *et al.* Jaboticabeira grafting in different gaskets. **Applied Research & Agrotechnology**, Guarapuava, v. 12, n. 2, p. 115–119, 2019.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório Ibá 2019**. São Paulo: IBÁ, 2019. Disponível em: [www.iba.org](http://www.iba.org). Acesso em: 24 jul. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária: Balanço Hídrico, 2021**. Brasília: INMET, 2021. Disponível em: <http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/monitoramento/bhs>. Acesso em: 15 fev. 2021.

KUMAR, H. *et al.* Effect of Different Levels of IBA and Methods of Application on Rooting, Survival and Growth of Success Air Layers in Guava (*Psidium guajava* L.). **Trends in Biosciences**, Madhya Pradesh, v. 8, n. 20, p. 5458–5463, 2015.

LAL, H.; SINGH, V. P.; RAO, V. K. Vegetative propagation of kiwi fruit (*Actinidia chinensis*). **Progressive-Horticulture**, Solmara Cantt, v. 33, n. 1, p. 99–100, 2001.

LEI, L. Grafting adapter. **Nature Plants**, New York, v. 6, n. 10, p. 1196–1196, 2020.

LEONELLO, E. C. *et al.* Classificação Estrutural e Qualidade da Madeira do Clone GT 1 de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 19, n. 2, p. 229–235, 2012.

LIAO, R. *et al.* Mutual grafting affects the physiology of two *Solanum photeinocarpum* ecotypes under selenium stress. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, Philadelphia, v. 526, n. 2020, p. 012003, 2020.

LIMA, C. C.; OHASHI, S. T. Substrato no enraizamento de estacas provenientes de mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*. **Enciclopédia Biosfera**, Jandaia, v. 13, n. 23, p. 1270–1282, 2016.

LIMA, C. C.; OHASHI, S. T.; SILVEIRA, A. S. Efeito de diferentes concentrações de AIB e procedências geográficas no enraizamento de estacas de Paricá. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 1282–1292, 2018.

LUNZ, A. M. *et al.* Método para monitoramento de ninfas de cigarras e controle com inseticidas em reflorestamentos com paricá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 7, p. 631–637, 2010.

MALAGI, G. *et al.* Enxertia interespecífica de jaboticabeira: influência do tipo de garfo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 2, p. 221–224, 2012.

- MARTÍNEZ-BALLESTA, M. C. *et al.* Physiological aspects of rootstock–scion interactions. **Scientia Horticulturae**, Amsterdã, v. 127, n. 2, Special Issue on Vegetable Grafting, p. 112–118, 2010.
- MELNYK, C. W. Plant grafting: insights into tissue regeneration. **Regeneration**, New York, v. 4, n. 1, p. 3–14, 2017.
- MELO, E. T. de *et al.* Anatomic compatibility of pear and quince trees grafted on *Pyrus calleryana* and *Chaenomeles sinensis* rootstocks. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 52, n. 10, p. 877–886, 2017.
- MENDES, G. G. C. **Análises genéticas, enxertia e formação de pomar de cruzamentos em vasos com espécies arbóreas nativas do Brasil**. 2019. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/26010>. Acesso em: 22 set. 2020.
- MENDES, G. G. C. *et al.* Grafting efficiency in Brazilian native tree species. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 49, n. 132, p. 1–9, 2021.
- MIAO, L. *et al.* Effect of grafting methods on physiological change of graft union formation in cucumber grafted onto bottle gourd rootstock. **Scientia Horticulturae**, Amsterdã, v. 244, n. 1, p. 249–256, 2019.
- MISHRA, D.; LAL, B.; PANDEY, D. Clonal multiplication of *Psidium* species with mound layering. **Acta horticulturae**, Lucknow, v. 735, n. 48, p. 339–342, 2007.
- MODES, K. S. *et al.* Propriedades físico-mecânicas da madeira sólida de *Schizolobium amazonicum*. **Advances in Forestry Science**, Sinop, v. 7, n. 2, p. 989–995, 2020.
- NANDA, A. K.; MELNYK, C. W. The role of plant hormones during grafting. **Journal of Plant Research**, New York, v. 131, n. 1, p. 49–58, 2018.
- NOOR, R. S. *et al.* Interactive Effects of Grafting Techniques and Scion-Rootstocks Combinations on Vegetative Growth, Yield and Quality of Cucumber (*Cucumis sativus* L.). **Agronomy**, Basel, v. 9, n. 6, p. 288, 2019.
- OKINO, E. Y. A. *et al.* Chapa aglomerada de cimento-madeira de *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 451–457, 2004.
- OLIVEIRA, A. A. de; KOLLER, O. C.; MONTER, A. V. Vegetative propagation of avocado (*Persea* sp.) rootstocks through stooling. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 1, p. 62–65, 2000.
- PAIVA, H. N. de; GOMES, J. M. **Propagação Vegetativa de Espécies Florestais - Série Didática**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2011.
- PEREIRA, A. C. *et al.* Effect of top pruning on morphophysiological attributes of ‘GT 1’ rubber rootstock. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 900–912, 2019.
- PÉREZ-LUNA, A. *et al.* Grafting in Conifers: A review. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v. 52, n. 4, p. 1369–1378, 2020.

PRADO NETO, M. **Germinação de sementes e enxertia de jenipapeiro**. 2006. 46 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2006.

RATHORE, D. S. Preliminary studies on the stooling of custard apple (*Annona squamosa*) [India]. **Indian Journal of Horticulture**, New Delhi, v. 33, n. 3 and 4, p. 244–245, 1976.

RICKLI-HORST, H. C. *et al.* *Araucaria angustifolia* Budding Techniques in Indoor and Outdoor Stablished Rootstocks. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 3, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/floram/a/rfKfZ7Q6XfHMBBFzXq6j9jd/?lang=en>. Acesso em: 17 fev. 2022.

ROBAINA, R. R. *et al.* Grafting guava on cattley guava resistant to *Meloidogyne enterolobii*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 9, p. 1579–1584, 2015.

ROBERT, M. L. *et al.* Successive grafting confers juvenility traits to adult Spanish red cedar (*Cedrela odorata* Linnaeus): a tool for the rescue of selected materials. **New Forests**, New York, v. 51, n. 2, p. 335–347, 2020.

RODRIGUEZ, C. A. *et al.* Genotype and Grafting Techniques Effects on Survival and Growth of Camu Camu Plants. **Journal of Agricultural Science**, Ontario, v. 7, n. 6, p. p160, 2015.

RSTUDIO TEAM. **RStudio**: Integrated Development Environment for R. Versão 1.2.5033. Boston, MA: RStudio, Inc., 2022. Software para análise estatística.

RYMBAI, H. **Study on the vegetative propagation of guava (*Psidium guajava* L.) through air and stool layering**. 2009. 167 f. Thesis (Master of Science in Horticulture) - Department of Horticulture, Andhra Pradesh Horticultural University, Rajendranagar, 2009. Disponível em: <https://krishikosh.egranth.ac.in/handle/1/69147>. Acesso em: 21 set. 2020.

SALES, A. **Análise técnica e econômica do cultivo de paricá em sistema agrissilvicultural**. 2018. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/24147>. Acesso em: 9 out. 2020.

SALES, A. *et al.* Growth and Yield of *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* According to Soil Management in Agroforestry Systems: A Case Study in the Brazilian Amazon. **Diversity**, Basel, v. 13, n. 11, p. 511, 2021.

SANTOS, H. G. dos *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018.

SCALOPPI JUNIOR, E. J.; MARTINS, A. B. G. Clonagem de quatro espécies de *Annonaceae* potenciais como porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 286–289, 2003.

SILVA, G. F. da *et al.* Rendimento em laminação de madeira de Paricá na região de Paragominas, Pará. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 447–455, 2015.

SILVA, A. R.; SALES, A. Crescimento e produção de paricá em diferentes idades e sistemas de cultivo. **Advances in Forestry Science**, Sinop, v. 5, n. 1, p. 231–235, 2018.

SILVEIRA, R. da *et al.* Custos da produção de madeira de paricá na região de Paragominas, PA. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 92, p. 597–604, 2017.

SOUZA, C. R. de *et al.* **Paricá: *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2003. (Circular Técnica, 18). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/676209>. Acesso em: 17 out. 2020.

SOUZA. **Propagação vegetativa de Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) e Guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake) por miniestaquia**. 2015. 78 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/7307>. Acesso em: 4 set. 2020.

STUEPP, C. A. *et al.* Vegetative propagation and application of clonal forestry in Brazilian native tree species. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 53, n. 9, p. 985–1002, 2018.

TEDESCO, S. *et al.* A Phenotypic Search on Graft Compatibility in Grapevine. **Agronomy**, Basel, v. 10, n. 5, p. 1–20, 2020.

TEIXEIRA, P. C. *et al.* **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017.

TEREZO, R. F. *et al.* Propriedades da madeira de paricá em diferentes idades para uso estrutural. **Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**, Pelotas, v. 6, n. 3, p. 244–253, 2015.

TREMACOLDI, C. R.; LUNZ, A. M.; COSTA, F. R. de S. Cancro em Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) no Estado do Pará. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Brasília, v. 1, n. 59, p. 69, 2009.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. 1. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

WENDLING, I. *et al.* Clonal forestry of *Araucaria angustifolia*: plants produced by grafting and cuttings can be used for wood production. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 41, n. 1, p. 1–10, 2017.

WENDLING, I.; TRUEMAN, S. J.; XAVIER, A. Maturation and related aspects in clonal forestry—part II: reinvigoration, rejuvenation and juvenility maintenance. **New Forests**, New York, v. 45, n. 1, p. 473–486, 2014.

WULF, K. E.; REID, J. B.; FOO, E. What drives interspecies graft union success? Exploring the role of phylogenetic relatedness and stem anatomy. **Physiologia Plantarum**, New York, v. 170, n. 1, p. 132–147, 2020.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. da. **Silvicultura Clonal - Princípios e Técnicas**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2021.

XIANHONG, C. *et al.* Effects of Reverse Bud-grafting on Growth and Nutrient Uptake of Rubber Mini-seedling Buddings. **International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology**, Mexico City, v. 5, n. 3, p. 838–841, 2020.

YUYAMA, K. *et al.* Enxertia de castanha de cutia com uso de castanha de galinha para porta enxerto. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ÓLEOS ESSENCIAIS*, 7., 2013, Santarém. **Anais**. Santarém: Universidade Federal Oeste do Pará, 2013. p. 53–54. Disponível em: [http://www.infobibos.com/anais/sboe/7/Resumos/Resumo7SBOE\\_053.pdf](http://www.infobibos.com/anais/sboe/7/Resumos/Resumo7SBOE_053.pdf). Acesso em: 8 out. 2020.

### **CAPÍTULO III: PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (PARICÁ) VIA ESTAQUIA DIRETA A CAMPO**

**RESUMO:** Para *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) não há estabelecido um protocolo de aplicação da estaquia ou enraizamento adventício, bem como testes desses materiais em campo. A estaquia direta a campo, tratada como uma alternativa à estaquia convencional via casa de vegetação e/ou jardins clonais, pode indicar respostas de estacas em condições de campo e reduzir o tempo para obtenção das mudas. Apesar dessas informações, não foram encontrados estudos de aplicações da estaquia direta a campo para o paricá, indicando a necessidade de compreender sua eficiência para a espécie. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da aplicação da estaquia direta a campo a partir de redução foliar de estacas e uso de regulador de crescimento e filme de parafina. Os experimentos 1 e 2 foram realizados em Delineamento de Blocos Casualizados em esquema fatorial 3 x 5 e 2 x 5, respectivamente, com quatro repetições (10 estacas por parcela). No experimento 1, o primeiro fator foi a redução foliar (SF = sem folha, PF = um par de folíolos e FI = uma folha inteira). Para o experimento 2, o primeiro fator foi o uso de filme de parafina (sem e com Parafilm®). Para ambos os experimentos, o segundo fator foi as doses de AIB (0, 6, 12, 24 e 48 g kg<sup>-1</sup>). Após aplicação da estaquia nos experimentos 1 e 2, a cada 10 e 6 dias até os 30 e 36 dias, respectivamente, foram aferidos: sobrevivência (%), estacas com brotações foliares (%), vigor das estacas (tipificadas em: 2 – verde com broto 1 – verde sem broto; 0 – amarelada, seca, escura e/ou morta). Adicionalmente, foi verificado o intervalo (dias) em que ocorreu a queda das folhas remanescentes. No experimento 1, a redução foliar demonstrou tendência de taxas superiores para as estacas de folhas inteiras nas características de sobrevivência (85 e 62%) e vigor das estacas (12 e 8) aos 10 e 20 dias de avaliação, respectivamente, não ocorrendo diferentes tendências para variável brotação foliar. Em relações às doses de AIB, foi verificado que a dose de 12 g kg<sup>-1</sup> demonstrou os maiores valores de sobrevivência (91, 70 e 19%), brotações foliares (55, 33 e 16%) e vigor das estacas (15, 10 e 3) aos 10, 20 e 30 dias de avaliação, respectivamente, seguida pelas doses de 6 e 24 g kg<sup>-1</sup>. A queda das folhas remanescentes ocorreu entre os dias 3 e 6 pós estaquia. Para o experimento 2 na avaliação aos 6 dias, 100% das estacas mantiveram-se vivas sem brotações foliares. A queda das folhas remanescentes ocorreu entre os dias 6 e 10 pós estaquia. O uso de filme de parafina nas estacas promoveu maiores valores de sobrevivência, brotações foliares e vigor das estacas em todo período de avaliação, com destaque para associação com as doses de AIB 6 e 12 g kg<sup>-1</sup>. Entretanto, foi verificado decréscimo na taxa de sobrevivência no decorrer do período de

avaliação, atingindo 100% de mortalidade aos 36 dias após estaquia. Nas condições apresentadas, a técnica de estaquia direta a campo de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) não se mostrou eficiente para o período de avaliação com aplicação de redução foliar, doses de AIB e proteção de filme de parafina.

Palavras-chave: Clonagem. Silvicultura clonal. Raiz adventícia. Auxina.

**ABSTRACT:** For *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) has not established a protocol for the application of cutting technique or adventitious rooting, as well as field testing of these materials. Direct cutting in field, treated as an alternative to conventional cuttings in the greenhouse and/or clonal gardens, is an alternative to understand the responses of cutting technique in field conditions, can indicate cutting responses under field conditions and reduce the time to obtain seedlings. No studies were found on direct cutting technique in field for paricá, indicating the need to understand its efficiency for the species. The objective of this work was to evaluate the efficiency of direct cutting in field application from cuttings leaf reduction and use of growth regulator and paraffin film. Experiments 1 and 2 were carried out in a randomized block design in a 3 x 5 and 2 x 5 factorial scheme, respectively, with four replications (10 cuttings per plot). In experiment 1, the first factor was leaf reduction (SF = no leaf, PF = one pair of leaflets and FI = one whole leaf). For experiment 2, the first factor was the use of paraffin film (with and without Parafilm<sup>®</sup>). For both experiments, the second factor was the doses of IBA (0, 6, 12, 24 and 48 g kg<sup>-1</sup>). After application of cutting technique in experiments 1 and 2, every 10 and 6 days until 30 and 36 days, respectively, the following were measured: survival (%), cuttings with leaf shoots (%), cutting vigor (typed in: 2 – green with shoots; 1 – green without shoots; 0 – yellowish, dry, dark and/or dead). Interval (days) in which the remaining leaves fell was verified. In experiment 1, leaf reduction showed a trend towards higher rates for whole leaf cuttings in the characteristics of survival (85 and 62%) and vigor of cuttings (12 and 8) at 10 and 20 days of evaluation, respectively, with no differences occurring trends for variable leaf sprouting. Regarding the doses of IBA, it was verified that the dose of 12 g kg<sup>-1</sup> showed the highest values of survival (91, 70 and 19%), leaf shoots (55, 33 and 16%) and cutting vigor (15, 10 and 3) at 10, 20 and 30 days of evaluation, respectively, followed by doses of 6 and 24 g kg<sup>-1</sup>. The fall of the remaining leaves occurred between days 3 and 6 after cutting. For experiment 2, at the 6 day evaluation, 100% of cuttings remained alive without leaf sprouting, with no need to attest to differences between treatments. The fall of the remaining leaves occurred between days 6 and 10 after cutting. The use of paraffin film on cuttings promoted higher survival values, leaf shoots and cutting vigor throughout the evaluation period, with emphasis on the association with the doses of IBA 6 and 12 g kg<sup>-1</sup>. However, there was a decrease in the survival rate during the evaluation period, reaching 100% mortality at 36 days after cutting. Direct paricá field cutting technique did not prove to be efficient for the period of evaluation and methods used of leaf reduction, paraffin film and IBA doses.

Key-words: Clonal forestry. Cloning. Adventitious root. Auxin.

## 1 INTRODUÇÃO

*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby), de nome popular paricá, é uma espécie arbórea de grande porte pertencente à família Caesalpiniaceae (SOUZA *et al.*, 2003). Na última década, tem sido a principal espécie nativa da Amazônia como fonte de matéria-prima para a indústria de lâminas e painéis compensados (SILVA *et al.*, 2015; SILVEIRA *et al.*, 2017), alcançando mais de 90 mil hectares de área plantada (IBÁ, 2019), principalmente na Amazônia brasileira.

Desde 1993, o paricá tem sido cultivado em povoamentos puros de larga escala (SOUZA *et al.*, 2003) via semeadura direta ou plantio de mudas seminais, o que tem promovido baixa produtividade devido à alta heterogeneidade dos povoamentos (MODES *et al.*, 2020). Ainda, há consequências como altas variações nas características da madeira (TEREZO *et al.*, 2015) e intolerância às pragas/doenças, dentre as principais, a cigarra *Quesada gigas* (LUNZ *et al.*, 2010) e o fungo *Lasiodiplodia theobromae* (TREMACOLDI; LUNZ; COSTA, 2009).

No contexto de contornar essas dificuldades, o estabelecimento da silvicultura clonal para espécie tem sido tratado como um propósito a ser alcançado. Entretanto, ainda existem lacunas quanto ao entendimento técnico e científico em relação à propagação vegetativa visando à sua implementação em escala no processo produtivo de mudas clonais. Dentre as técnicas de propagação vegetativa, a estaquia é um método amplamente difundido na silvicultura, denotando simplicidade, rapidez e eficiência na sua aplicação (PAIVA; GOMES, 2011; VASCONCELOS, 2020; XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021). A estaquia consiste em utilizar estacas (caulinares, foliares ou radiculares) de uma planta-mãe capazes de se desenvolverem em uma planta formada (FOLADORI-INVERNIZZI; MAGGIONI; ZUFFELLATO-RIBAS, 2021; PAIVA; GOMES, 2011).

O êxito do enraizamento adventício e da sobrevivência das estacas considera diversos fatores, tanto endógenos, como balanço hormonal e idade (cronológica, ontogenética e fisiológica), quanto exógenos, como o uso de reguladores de crescimento (DAVIES JR *et al.*, 2017; FREIRE *et al.*, 2020; STUEPP *et al.*, 2018). Vale ressaltar que a origem do material utilizado e sua respectiva maturidade são fatores cruciais para o sucesso da estaquia devido à compreensão do processo de maturação dos propágulos na concentração de auxinas endógenas, lignificação do tecido e acúmulo de inibidores (WENDLING; TRUEMAN; XAVIER, 2014a, 2014b). Ainda, a estação do ano pode influenciar a indução do enraizamento dos propágulos em razão da alteração das condições fisiológicas da planta-mãe (DAVIES JR *et al.*, 2017; STUEPP *et al.*, 2018).

Até então, estudos sobre a propagação vegetativa de paricá são incipientes, sendo em sua maioria testes experimentais por meio da estaquia/miniestaquia via jardim/minijardim clonal (DIAS *et al.*, 2015; ROSA; PINHEIRO, 2001a, 2001b; SOUZA, 2015b) e propagação *in vitro* (CORDEIRO *et al.*, 2007; REIS; LAMEIRA; CORDEIRO, 2007; SOUZA, 2015a), sendo verificadas respostas ao enraizamento de estacas associando-se o uso de fitorreguladores. Contudo, não há estabelecido um protocolo de aplicação da estaquia ou enraizamento adventício para paricá, bem como testes desses materiais em campo.

Outro ponto importante é que o êxito na propagação de espécies arbóreas por estaquia depende da sua capacidade de enraizamento, adequação de tamanho e diâmetro dos propágulos e respostas a reguladores de crescimento, além das condições edafoclimáticas enfrentadas para seu pleno estabelecimento em campo (STUEPP *et al.*, 2018; XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021).

Todavia, essa técnica foi aplicada com sucesso para as espécies *Cariniana estrellensis* (HERNANDEZ *et al.*, 2013), *Hevea brasiliensis* (TINLEY; GARNER, 1960), *Swietenia macrophylla* (AZAD; MATIN, 2015), *Schizolobium parahyba var. amazonicum* (DIAS *et al.*, 2015) e *Theobroma cacao* (FARIA; SACRAMENTO, 2003; SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2008), objetivando a produção de mudas para formação de povoamentos comerciais de produção de madeira, látex e frutos ou como estratégia de recuperação de áreas degradadas em florestas tropicais.

A estaquia direta, tratada como uma variação da estaquia convencional via viveiros, apresenta-se como alternativa para compreender as respostas de estacas em condições de campo, principalmente quando não há disponibilidade de estruturas de viveiros ou capacidade de sua instalação, visto que pode reduzir o tempo para obtenção das mudas. A técnica consiste em coletar o material selecionado e, em seguida, realizar o estaquiamento diretamente no solo da área onde será estabelecido o povoamento. Desse modo, tem como diferencial a economicidade de estruturas de viveiros ou longos períodos em casa de vegetação (AGUIRRE, 2012).

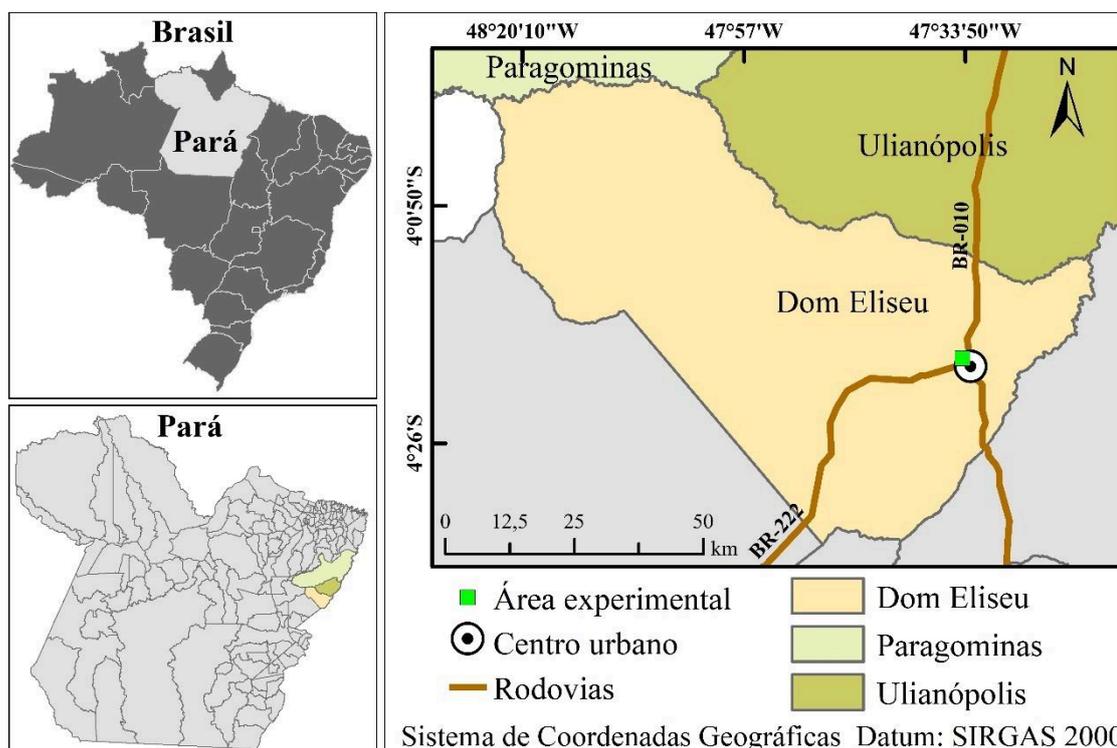
Apesar dessas informações, não foram encontrados estudos de aplicações da estaquia direta a campo em paricá, indicando a necessidade de compreender sua eficiência para a espécie. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da aplicação da estaquia direta a campo a partir de estacas caulinares, com redução foliar, aplicação de regulador de crescimento AIB e proteção com filme de parafina, visando à propagação vegetativa de paricá.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Condições ambientais

Os experimentos (1 e 2) foram conduzidos na área experimental do centro urbano (04°17'36" S e 47°33'15" O, altitude de 261 m), pertencente ao Grupo Arboris<sup>®</sup>, localizada no município de Dom Eliseu, mesorregião Sudeste do Pará, Brasil (Figura 1).

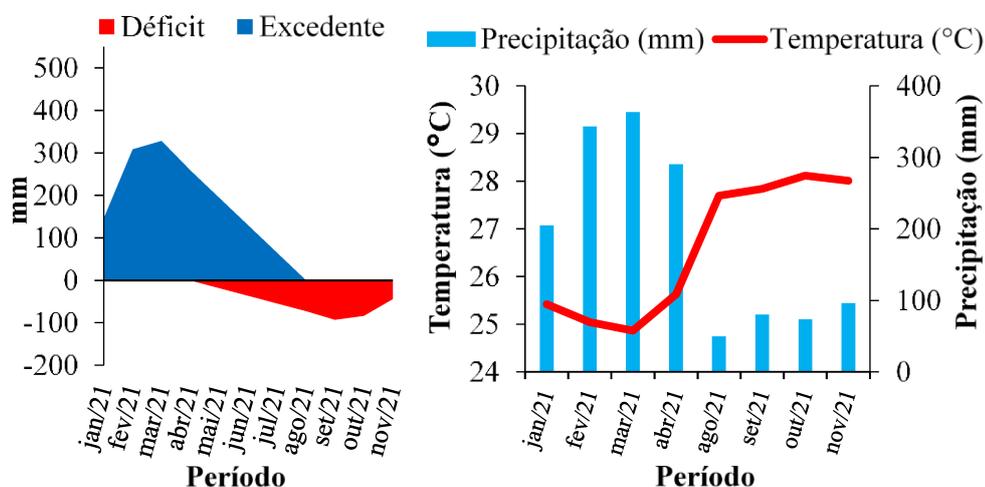
Figura 1 - Localização da área experimental do centro urbano, em Dom Eliseu, Pará, Brasil



Fonte: Elaborada pelo autor.

A vegetação original da área de estudo era constituída por Floresta Tropical Densa submontana (VELOSO; RANGEL-FILHO; LIMA, 1991) e o tipo de solo predominante é o Latossolo Amarelo de textura argilosa com relevo plano a suavemente ondulado (SANTOS *et al.*, 2018). O clima dos municípios é classificado como mesotérmico e úmido, tipologia climática Aw (Classificação de Köppen) (DUBREUIL *et al.*, 2018). A temperatura média anual é de 27°C, com umidade relativa do ar diária média variando entre 42 e 92%. A precipitação pluviométrica média anual é de 2.200 mm, com estação chuvosa de dezembro a maio (INMET, 2021). Os dados de temperatura, precipitação pluviométrica e balanço hídrico, referentes ao período de realização do experimento (março/2021 a novembro/2021), estão apresentados na Figura 2.

Figura 2 – Temperatura média do ar e precipitação pluviométrica (a), extrato do balanço hídrico (b), durante o período de janeiro/2021 a novembro/2021, na região de Paragominas, Pará, Brasil



Fonte: INMET (2021).

## 2.2 Material vegetal

Os propágulos foram coletados de povoamento de paricá implantado via semeadura direta em espaçamento 2 x 2 m. Antes da semeadura direta, foram realizadas análises química e física de uma amostra composta de solo (proveniente de dez amostras simples de solo) coletada na profundidade de 0-20 cm, utilizando a metodologia proposta por Teixeira *et al.* (2017) (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultados de análises química e física de amostra do solo da área experimental do centro urbano, profundidade 0-20 cm, em Dom Eliseu, Pará, Brasil

pH	MO	N	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	SB	t	T
4,4	1,34	0,36	4,7	35,2	2,0	0,6	0,2	5,8	0,13	1,7	1,9	7,5
Mn	Fe	Zn	Cu	V	m			Areia	Silte	Argila		
mg dm <sup>-3</sup>				%			g kg <sup>-1</sup>					
1,2	76,1	0,7	0,1	22,6	10,5			340	110	550		

pH = Potencial Hidrogeniônico; MO = Matéria Orgânica; N = Nitrogênio; P = Fósforo; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; Al = Alumínio; H+Al = Hidrogênio + Alumínio. N = Nitrogênio; Mn = Manganês; Fe = Ferro; Zn = Zinco; Cu = Cobre; Na = Sódio; SB = Soma de bases; t = Capacidade de Troca de Cátions efetiva; T = Capacidade de Troca de Cátions a pH 7; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Antes da sementeira, a área foi preparada com gradagem, aplicação de 2.950 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT 95%) para elevar a saturação por bases do solo a 60%. O controle de formigas cortadeiras foi realizado com aplicação de 10 g de isca, à base de sulfluramida, por m<sup>2</sup> de terra solta no carreiro distante em torno de 50 cm dos olheiros dos formigueiros.

As sementes de paricá foram provenientes da região Amazônica e fornecidas pelo Grupo Arboris<sup>®</sup>. Antes da sementeira, as sementes de paricá foram escarificadas mecanicamente com esmeril. A sementeira direta foi realizada em janeiro de 2020 com duas sementes de paricá por cova com aplicação manual de 200 g cova<sup>-1</sup> de NPK, na formulação 05-30-15, visando suprir a demanda inicial para esses macronutrientes. A ressemeadura foi realizada 14 dias após a sementeira. Aos 50 dias após sementeira, foram realizadas operações manuais de adubação de cobertura, quando foram aplicados 150 g cova<sup>-1</sup> de sulfato de amônio ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>), em coveta lateral distante 25 cm das plantas, visando o suprimento de nitrogênio e enxofre. A área foi mantida limpa com capina manual em área total e as plantas irrigadas nos dias em que não houve precipitação pluviométrica, por meio de regador manual (10 L planta<sup>-1</sup>).

### 2.3 Experimento 1

O material para estaquia foi obtido a partir de brotações epicórmicas induzidas pela técnica de decepta em plantas de 12 meses de idade (circunferência do colo 10±3 cm e altura 180±20 cm). Em abril/2021, após 60 dias da decepta, as brotações (comprimento entre 30 e 60 cm) foram coletadas e as estacas semilenhosas, preparadas. As estacas com diâmetro de 1,5±0,3 cm e comprimento entre 20 e 25 cm foram preparadas com três tipos de redução foliar (SF = sem folha; PF = um par de folíolos; e FI = uma folha inteira), sendo mantidas, pelo menos, duas gemas (Figura 3).

Para manter as condições de turgescência do material vegetal, as estacas coletadas e preparadas foram acondicionadas em caixas de isopor com gelo em placa ao fundo e no menor tempo possível (cerca de 5 a 10 minutos) foram estaqueadas. Antes do estaqueamento, as estacas tiveram suas bases (cerca de 5 cm) mergulhadas em ácido indolbutírico (AIB), na forma de talco em pó, em cinco doses (0, 6, 12, 24 e 48 g kg<sup>-1</sup>). A estaquia direta foi realizada em covas (15 cm de diâmetro e 20 cm de profundidade) preparadas manualmente, em espaçamento 0,7 x 0,7 m, de modo manter a centralização, retidão, profundidade (8 cm) e firmeza das estacas, totalizando 600 estacas e 294 m<sup>2</sup> de área experimental. Nos dias em que não houve precipitação pluviométrica, as estacas foram irrigadas duas vezes ao dia.

Figura 3 – Tipos de redução foliar (SF = sem folha; PF = um par de folíolos; e FI = uma folha inteira) de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá), na área experimental do centro urbano, Dom Eliseu, Pará, Brasil

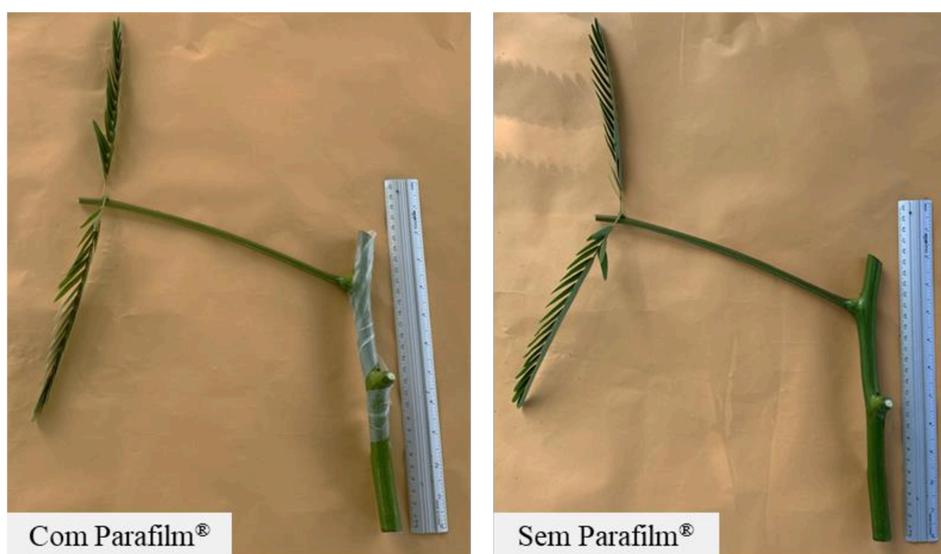


Fonte: Acervo do autor.

## 2.4 Experimento 2

Os propágulos para estaquia foram provenientes de brotações epicórmicas induzidas pela técnica de decapea em plantas de 18 meses de idade (circunferência do colo  $11\pm 2$  cm e altura  $185\pm 25$  cm). Em novembro/2021, aos 60 dias após a decapea, as brotações (comprimento entre 30 e 60 cm) foram coletadas e as estacas semilenhosas, preparadas. As estacas foram preparadas com diâmetro de  $1,5\pm 0,3$  cm, comprimento entre 20 a 25 cm, redução foliar (um par de folíolos) e, pelo menos, duas gemas. Metade das estacas foram envolvidas com filme de parafina (Parafilm<sup>®</sup>), exceto a região do pecíolo devido seu desprendimento natural nos primeiros dias pós-estaquia (Figura 4).

Figura 4 – Estacas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) envolvidas com e sem filme de parafina Parafilm<sup>®</sup>, na área experimental do centro urbano, Dom Eliseu, Pará, Brasil



Fonte: Acervo do autor.

Com objetivo de manter as condições de turgescência do material vegetal, as estacas coletadas e preparadas foram acondicionadas em caixas de isopor com gelo em placa ao fundo e foram estaqueadas no menor tempo possível (cerca de 5 a 10 minutos). Antes do estaqueamento, as estacas tiveram suas bases (cerca de 5 cm) mergulhadas em ácido indolbutírico (AIB), na forma de talco em pó, em cinco doses (0, 6, 12, 24 e 48 g kg<sup>-1</sup>). A estaquia direta foi realizada em covas (15 cm de diâmetro e 20 cm de profundidade) preparadas manualmente, sob espaçamento 0,7 x 0,7 m, de modo manter a centralização, retidão, profundidade (8 cm) e firmeza das estacas, perfazendo 400 estacas e 196 m<sup>2</sup> de área experimental. Nos dias em que não houve precipitação pluviométrica, as estacas foram irrigadas duas vezes ao dia.

## 2.5 Coleta e análise de dados

O experimento 1 foi implantado em Delineamento de Blocos Casualizados em esquema fatorial 3 x 5 (três tipos de redução foliar x cinco doses de AIB), com quatro repetições (10 estacas por parcela). As avaliações foram realizadas aos 10, 20 e 30 dias após a estaquia.

O experimento 2 foi realizado em Delineamento de Blocos Casualizados em esquema fatorial 2 x 5 (sem ou com uso de filme de parafina x cinco doses de AIB), com quatro repetições (10 estacas por parcela). Após a estaquia, as aferições foram aos 6, 12, 18, 24, 30 e 36 dias.

Para ambos os experimentos foram aferidos: sobrevivência (%), estacas com brotações foliares (%), vigor das estacas (tipificadas em: 2 – verde com broto; 1 – verde sem broto; 0 –

amarelada, seca, escura e/ou morta). De maneira adicional, foi verificado o intervalo (dias) em que ocorreu a queda das folhas remanescentes.

Os dados foram analisados e atestados a homogeneidade de variância com o teste de Oneillmathews ( $P < 0,05$ ) e a normalidade dos resíduos com o teste de Shapiro-Wilk ( $P < 0,05$ ). Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e de regressão, todos a 5% de probabilidade. Os dados foram analisados por meio do software RStudio® (RSTUDIO TEAM, 2022).

### 3 RESULTADOS

No experimento 1, o efeito da interação entre redução foliar e doses de AIB não foi significativo ( $F > 0,05$ ) (Tabela 2). Entretanto, a redução foliar teve efeito significativo para sobrevivência e vigor das estacas aos 10 e 20 dias de avaliação. Para as doses de AIB, houve efeito significativo para todas as características e períodos avaliados.

No experimento 2, o efeito da interação entre filme de parafina e doses de AIB foi significativo ( $F < 0,05$ ), exceto para as variáveis sobrevivência, brotação foliar e vigor das estacas aos 24 e 30 dias (Tabela 2). Para o uso de filme de parafina, foi verificado efeito significativo para todas as variáveis avaliadas. Em relação às doses de AIB, houve efeito significativo para todas as características avaliadas, exceto sobrevivência e brotação foliar aos 30 dias de avaliação e vigor das estacas aos 24 e 30 dias.

No experimento 1, a redução foliar demonstrou tendência de taxas superiores para as estacas com folhas inteiras nas características de sobrevivência (85 e 62%) e vigor das estacas (12 e 8) aos 10 e 20 dias de avaliação, respectivamente, não ocorrendo diferença para variável brotação foliar (Figuras 5a, 6a, 6c e 6e).

Em relação às doses de AIB, foi verificado que a dose  $12 \text{ g kg}^{-1}$  denotou os maiores valores de sobrevivência (91, 70 e 19%), estacas com brotações foliares (55, 33 e 16%) e vigor das estacas (15, 10 e 3) aos 10, 20 e 30 dias de avaliação, respectivamente, seguida pelas doses de 6 e  $24 \text{ g kg}^{-1}$  (Figura 6b, 6d e 6f). A queda das folhas remanescentes ocorreu entre os dias 3 e 6 pós-estaquia.

Para o experimento 2, a queda das folhas remanescentes ocorreu entre os dias 6 e 10 pós-estaquia. Na avaliação aos 6 dias, 100% das estacas mantiveram-se vivas sem brotações foliares, sendo mantida 100% de sobrevivência até a avaliação de 12 dias. No período de avaliação de 18 a 30 dias, a taxa de sobrevivência foi significativamente superior para estacas com filme de parafina (Figuras 5b e 7). Entretanto, houve decréscimo na taxa de sobrevivência

das estacas no decorrer do período de avaliação de ambos tratamentos, alcançando 100% de mortalidade aos 36 dias.

Não foram observadas estacas com brotações foliares aos 6 dias de avaliação, nem diferenças no vigor das estacas. A partir da avaliação de 12 até 30 dias, foram observadas estacas com brotações foliares e vigor diferindo significativamente com maiores valores para as estacas com filme de parafina, com destaque para a dose  $12 \text{ g kg}^{-1}$  de AIB (Figuras 5b, 8 e 9).

Figura 5 – Estacas com brotações foliares de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) no experimento 1 (a) e experimento 2 (b), na área experimental do centro urbano, Dom Eliseu, Pará, Brasil



Fonte: Acervo do autor.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância de sobrevivência (Sob), estacas com brotações foliares (Brot) e vigor das estacas (Vigor) em função da resposta aos 10, 20 e 30 dias de avaliação, entre redução foliar e aplicação de doses de AIB para o experimento 1 e, em função das respostas aos 12, 18, 24 e 30 dias entre uso de filme de parafina (Parafilm®) e doses de AIB para o experimento 2, na área experimental do centro urbano, em Dom Eliseu, Pará, Brasil

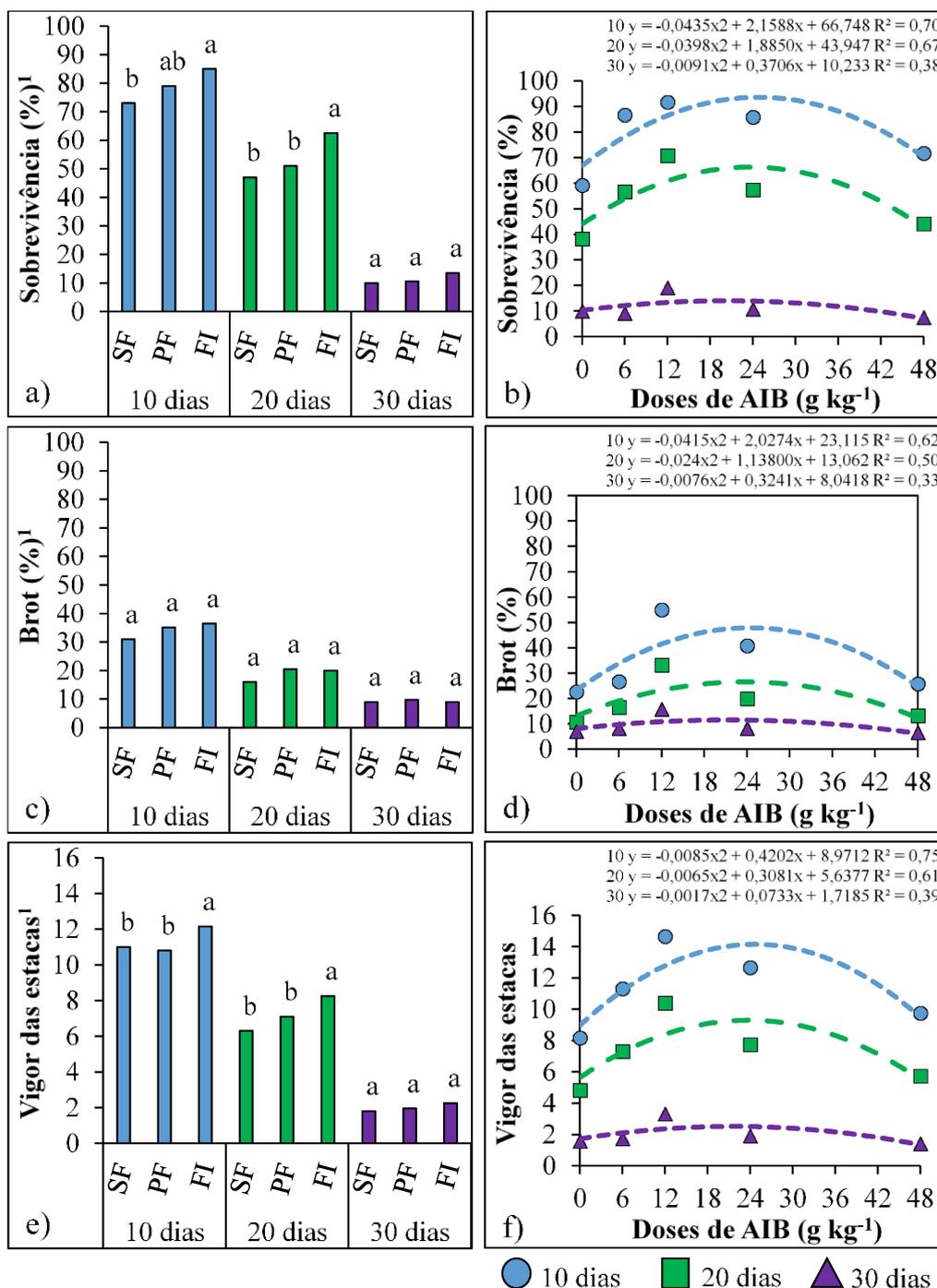
<b>Experimento 1 – Quadrados médios</b>												
FV <sup>1</sup>	GL <sup>2</sup>	10 dias			20 dias			30 dias				
		Sob	Brot	Vigor	Sob	Brot	Vigor	Sob	Brot	Vigor		
<b>Bloco</b>	3	20,0	37,1	0,7	130,6	6,1	1,3	40,0	29,3	0,9		
<b>Redução Foliar<sup>3</sup></b>	2	720,0*	163,8 <sup>ns</sup>	10,6*	1295,0*	121,7 <sup>ns</sup>	19,2*	71,7 <sup>ns</sup>	3,7 <sup>ns</sup>	1,1 <sup>ns</sup>		
<b>AIB<sup>4</sup></b>	4	2139,2*	2206,3*	76,7*	1930,8*	931,7*	55,1*	248,3*	169,2*	7,1*		
<b>Redução Foliar<sup>3</sup> x AIB<sup>4</sup></b>	8	167,9 <sup>ns</sup>	21,7 <sup>ns</sup>	2,3 <sup>ns</sup>	34,6 <sup>ns</sup>	15,4 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	19,8 <sup>ns</sup>	14,2 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>		
<b>Resíduo</b>	42	79,5	84,7	2,1	56,7	73,9	1,4	54,8	40,6	1,8		
<b>CV<sub>exp</sub> (%)<sup>5</sup></b>	-	11,3	26,9	12,8	14,1	45,7	16,4	65,1	68,9	68,1		
<b>Experimento 2 – Quadrados médios</b>												
FV <sup>1</sup>	GL <sup>2</sup>	12 dias		18 dias			24 dias			30 dias		
		Brot	Vigor	Sob	Brot	Vigor	Sob	Brot	Vigor	Sob	Brot	Vigor
<b>Bloco</b>	3	63,3	0,87	15,8	42,5	0,6	116,7	109,2	6,2	30,0	49,2	3,1
<b>Parafilm<sup>®6</sup></b>	1	5290,0*	57,6*	14062,5*	7562,5*	476,1*	4840,0*	1102,5*	108,9*	1000,0*	122,5*	11,1*
<b>AIB<sup>4</sup></b>	4	652,5*	6,8*	921,2*	721,2*	35,9*	160,0*	115,0*	2,9 <sup>ns</sup>	293,7*	21,3 <sup>ns</sup>	2,8 <sup>ns</sup>
<b>Parafilm<sup>®6</sup> x AIB<sup>4</sup></b>	4	202,5*	1,6*	156,2*	543,8*	9,1*	15,0 <sup>ns</sup>	65,0 <sup>ns</sup>	0,9 <sup>ns</sup>	31,25 <sup>ns</sup>	16,3 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>
<b>Resíduo</b>	27	52,2	0,5	54,7	38,8	1,1	48,1	38,8	1,2	35,6	28,8	1,1
<b>CV<sub>exp</sub> (%)<sup>5</sup></b>	-	14,1	4,8	10,6	17,7	10,1	17,6	42,2	18,6	34,1	74,1	38,7

“ns” e “\*” = não significativo e significativo, respectivamente, a 5 % de probabilidade, pelo teste F.

<sup>1</sup>FV = Fonte de variação. <sup>2</sup>GL = Graus de liberdade. <sup>3</sup>Redução foliar (SF = sem folha; PF = um par de folíolos; e FI = uma folha inteira); <sup>4</sup>AIB = Doses de ácido indolbútrico (0, 6, 12, 24 e 48 g kg<sup>-1</sup>). <sup>5</sup>CV<sub>exp</sub> (%) = coeficiente de variação experimental. <sup>6</sup>Filme de parafina.

Fonte: Elaborada pelo autor.

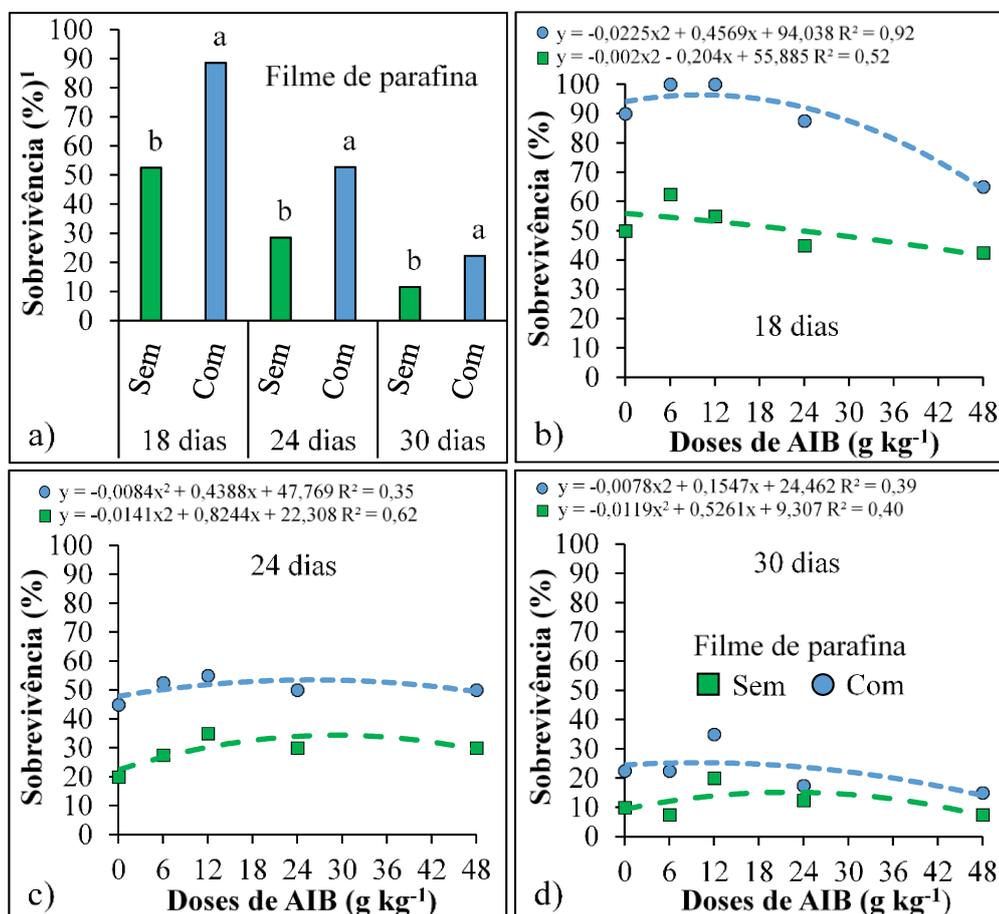
Figura 6 – Sobrevivência (%) (a e b), brotações foliares (Brot %) (c e d) e vigor (e e f) de estacas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá), em função da redução foliar (SF = sem folha; PF = um par de folíolos; e FI = uma folha inteira) e das doses de AIB (0, 6, 12, 24 e 48 g kg<sup>-1</sup>), respectivamente, aos 10, 20 e 30 dias após a estaquia direta no Experimento 1, na área experimental do centro urbano, Dom Eliseu, Pará, Brasil



<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula, entre os tratamentos para o mesmo período (dias) de avaliação, não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelo autor.

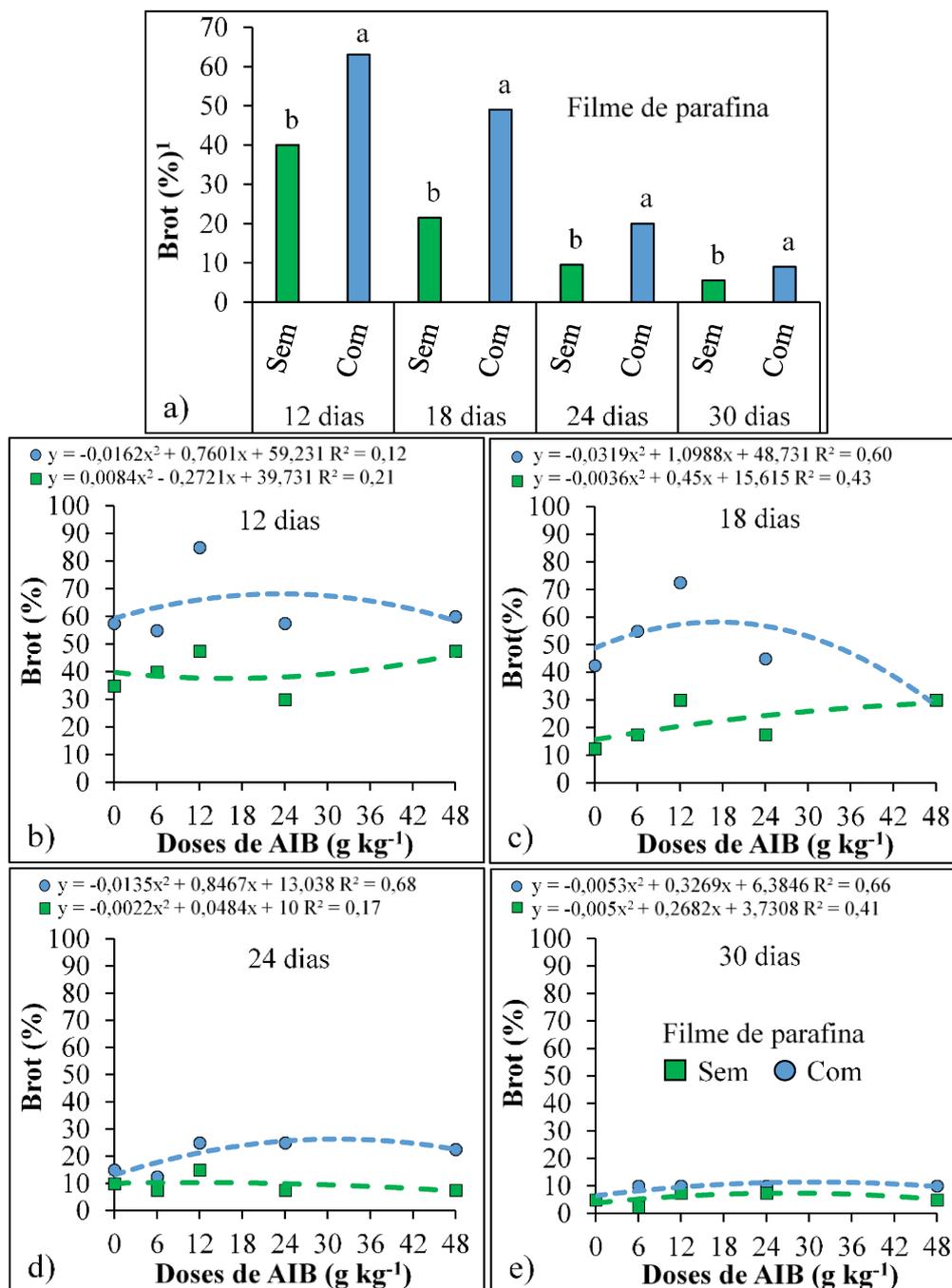
Figura 7 – Sobrevivência (%) de estacas (a) de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá), em função do uso de filme de parafina (Parafilm®) e das doses de AIB (0, 6, 12, 24 e 48 g kg<sup>-1</sup>), respectivamente, aos 18 (b), 24 (c) e 30 (d) dias após a estaquia direta no Experimento 2, na área experimental do centro urbano, Dom Eliseu, Pará, Brasil



<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula, entre os tratamentos para o mesmo período (dias) de avaliação, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelo autor.

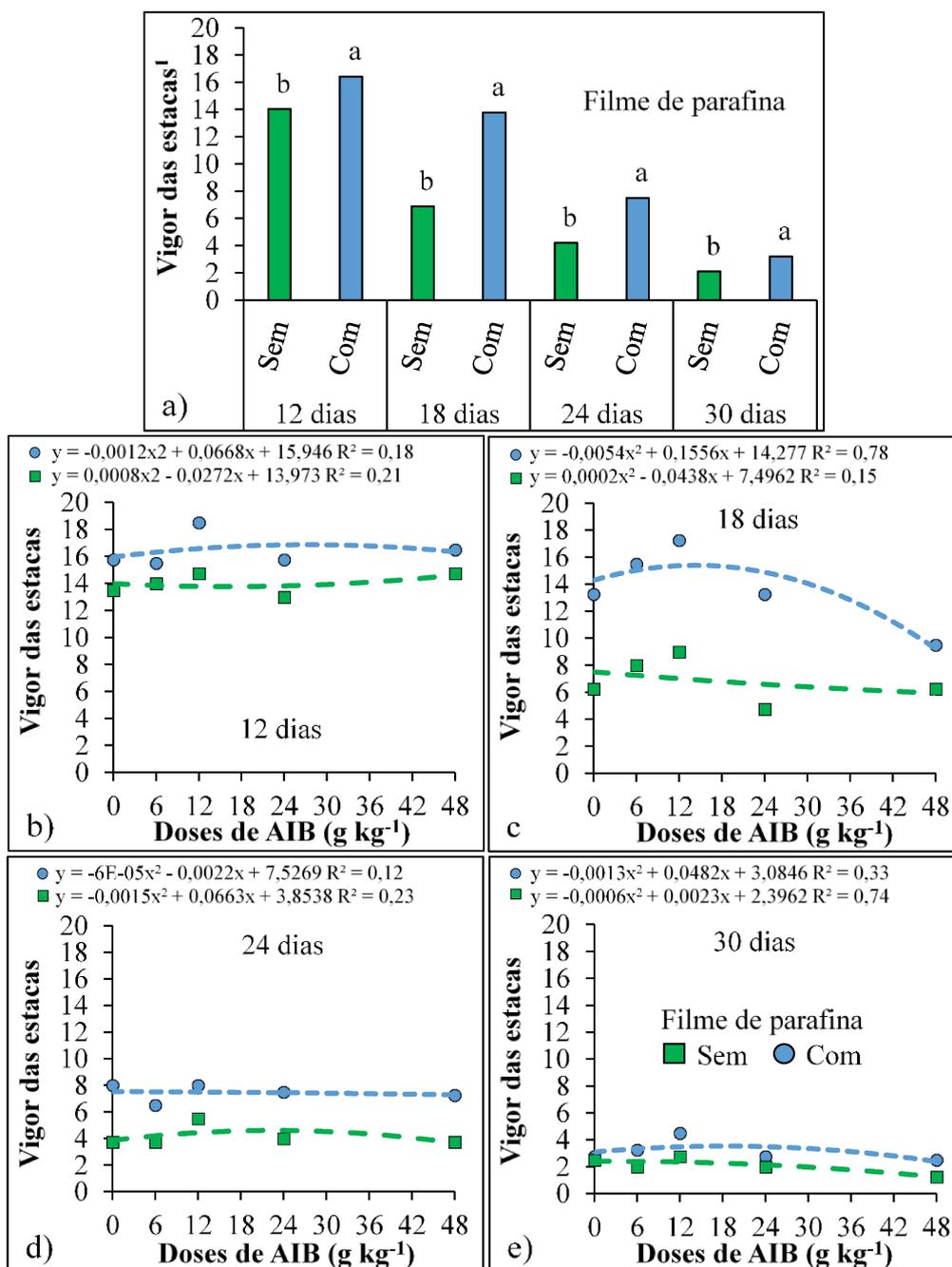
Figura 8 – Estacas com brotações foliares (Brot %) (a) de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá), em função do uso de filme de parafina (Parafilm®) e das doses de AIB (0, 6, 12, 24 e 48 g kg<sup>-1</sup>), respectivamente, aos 12 (b), 18 (c), 24 (d) e 30 (e) dias após a estaquia direta no Experimento 2, na área experimental do centro urbano, Dom Eliseu, Pará, Brasil



<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula, entre os tratamentos para o mesmo período (dias) de avaliação, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 9 – Vigor de estacas (a) de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá), em função do uso de filme de parafina (Parafilm®) e das doses de AIB (0, 6, 12, 24 e 48 g kg<sup>-1</sup>), respectivamente, aos 12 (b), 18 (c), 24 (d) e 30 (e) dias após a estaquia direta no Experimento 2, na área experimental do centro urbano, Dom Eliseu, Pará, Brasil



<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula, entre os tratamentos para o mesmo período (dias) de avaliação, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelo autor.

## 4 DISCUSSÃO

No experimento 1, nas estacas com uma folha inteira foram verificados os melhores resultados. Estas estacas apresentavam folhas com comprimento, em média, 2 a 4 vezes maior que o comprimento da estaca devido às características da espécie e heterogeneidade entre estacas, assim, a redução foliar objetivou uniformizar a área foliar, reduzindo as chances de tombamento, e padronizar o preparo de material. Contudo, o corte feito para reduzir ou eliminar a folha pode ser uma porta de entrada de fungos e outros patógenos durante a fase de enraizamento (ALFENAS *et al.*, 2009).

A presença de folha inteira para estacas de paricá, considerando a sua dimensão, pode provocar a desidratação da estaca e, em seguida, morte antes que ocorra o enraizamento, mesmo que para algumas espécies a manutenção das folhas reflitam em estímulo para a formação de raízes (ALMEIDA *et al.*, 2020; FERNANDES *et al.*, 2018).

A presença de folhas e gemas nas estacas influencia o enraizamento por meio da síntese de carboidratos, fornecendo energia pelo processo fotossintético, além de nesses locais ocorrerem a produção de hormônios - como auxina, responsável por promover divisão celular - e a produção de primórdios radiculares (DAVIES JR *et al.*, 2017; PAIVA; GOMES, 2011; TAIZ; ZEIGER, 2016). Isso pode justificar melhores resultados, no presente estudo, para estacas com folhas inteiras, independentemente das doses de AIB.

A mortalidade das estacas nos experimentos 1 e 2 pode ser associada à consequência do amarelecimento e queda das folhas nos primeiros 10 dias em campo. Uma das consequências é a redução da taxa fotossintética em razão da taxa de respiração, promovendo ativação da glicose e queda das reservas de carboidratos, considerados cofatores importantes para o enraizamento (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021). Apesar dessas informações, para algumas espécies arbóreas a sobrevivência e o enraizamento não estão condicionados à presença de folhas inteiras nas estacas (CORREIA *et al.*, 2015; SANTANA *et al.*, 2018; VALVERDE, 2014).

Em relação ao uso de filme de parafina em estacas no experimento 2, sabe-se que a umidade tem papel fundamental para a propagação vegetativa, principalmente quando se usam estacas com folhas (PAIVA; GOMES, 2011). A partir desse conhecimento, buscou-se com o filme de parafina reduzir a perda da turgescência das estacas, que pode ser responsável pela queda das folhas e também morte precoce das estacas (DAVIES JR *et al.*, 2017).

Em estudos (ALMEIDA *et al.*, 2020; FERNANDES *et al.*, 2018; SANTANA *et al.*, 2010; SOUZA *et al.*, 2013) conduzidos em casa de vegetação com uso de estacas de espécies arbóreas com e sem redução foliar, a mortalidade foi maior para estacas com redução foliar,

principalmente com redução total da folha, sendo mais indicado o uso de estacas sem redução foliar. Em contrapartida, há estudos (CORREIA *et al.*, 2015; FREIRE, 2020; NEUBERT, 2014; SANTANA *et al.*, 2018) que não desestimulam a redução foliar de estacas, visto que têm sido indicadas estacas com folhas para espécies arbóreas de difícil enraizamento. Essas informações sugerem que a resposta ao uso de estacas com ou sem redução foliar é peculiar da espécie e condições enfrentadas, sendo necessário realizar testes experimentais para estabelecer protocolos de preparo de estacas com base na sua eficiência.

Em relação à aplicação de doses de AIB, verificou-se que no período de avaliação as doses 12 e 24 g kg<sup>-1</sup> tendenciaram aos maiores valores de sobrevivência, brotações foliares e vigor para o experimento 1, e as doses 6 e 12 g kg<sup>-1</sup> para o experimento 2. Há um nível máximo para obter resposta positiva da aplicação AIB e, a partir desse nível esse regulador de crescimento passa a expressar efeito negativo. Ainda, ganhos provenientes da aplicação de reguladores de crescimento têm sido mais frequentes em espécies arbóreas com maior dificuldade de enraizamento adventício (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021). Não foram encontrados estudos de estaquia direta a campo com paricá, tampouco que fizesse uso de AIB nas estacas.

Apesar disso, estudos com aplicação da estaquia de paricá conduzidos em casa de vegetação demonstraram resultados divergentes sob diferentes condições: Dias *et al.* (2015) analisaram o efeito de doses de AIB (0, 8.000, 16.000 e 32.000 mg L<sup>-1</sup>) no enraizamento de estacas apicais e intermediárias de paricá (comprimento 12 cm), onde concluíram que a maior taxa verificada para a variável sobrevivência foi sob a dose 0 mg L<sup>-1</sup> e, para variável vigor, sob a dose 32.000 mg L<sup>-1</sup>. Souza (2015b) avaliou a influência da aplicação de doses de AIB e de dois tipos de miniestacas provenientes de minicepas de quatro matrizes de paricá, quanto ao enraizamento adventício. A autora observou que a dose de 40.000 mg L<sup>-1</sup> resultou na maior taxa de sobrevivência (76 %) e, em relação ao vigor, os maiores valores foram verificados nas estacas sob as doses 0 e 8.000 mg L<sup>-1</sup>.

Lima, Ohashi e Silveira (2018) estudaram o efeito da aplicação de concentrações de AIB (0, 2.000 e 3.000 mg L<sup>-1</sup>) no processo de enraizamento de estacas basais (comprimento 12 cm e diâmetro 0,4 cm) provenientes de mudas de diferentes procedências geográficas de paricá e relataram o percentual máxima de estacas vivas (44%) e brotadas (30%) para a dose 0 mg L<sup>-1</sup>. Lima *et al.* (2019) avaliaram o enraizamento de estacas basais de paricá (comprimento 12 cm e diâmetro 0,4 cm) sob uso de doses de AIB (0, 1.000, 2.000, 3.000 e 4.000 mg L<sup>-1</sup>) e concluíram que a concentração 3.000 mg L<sup>-1</sup> proporcionou o potencial máximo de sobrevivência de estacas (87%) aos 60 dias após implantação do experimento.

Dias *et al.* (2015), Lima *et al.* (2019), Lima, Ohashi e Silveira (2018), Rosa e Pinheiro (2001b) e Souza (2015b) obtiveram melhores resultados para estacas basais (lenhosas) ou intermediárias (semilenhosas) de paricá, devido às estacas apicais (herbáceas) serem mais tenras e com alta sensibilidade às variações climáticas. Ainda, estacas herbáceas necessitam de maior controle das condições ambientais durante o processo de enraizamento pela sua reduzida resistência à desidratação dos tecidos (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021), algo não possível nas condições de campo. Estacas semilenhosas foram utilizadas no presente estudo em razão do conhecimento disponível para o paricá sobre sua maior capacidade de sobrevivência em relação às estacas herbáceas, porém, estacas semilenhosas podem apresentar maior dificuldade de enraizamento, devido ao grau de maturação fisiológica e lignificação (PAIVA; GOMES, 2011).

Um fator importante e que pode ser determinante para a mortalidade das estacas ou limitante para sua aplicação diretamente a campo é o substrato. Esse é um dos principais fatores para o pleno enraizamento adventício, inclusive para o enraizamento de estacas de paricá (LIMA; OHASHI, 2016). Muitas espécies arbóreas enraízam com facilidade em diversos tipos de substratos (ALMEIDA *et al.*, 2017; BRONDANI *et al.*, 2007; SODRÉ, 2007). No entanto, em espécies que apresentam dificuldade de enraizamento, o substrato pode influenciar tanto na taxa de enraizamento quanto na qualidade do sistema radicial (LIMA; OHASHI, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2018; PAULINO *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2010).

O preparo manual da cova com revolvimento do solo teve o intuito de proporcionar condições de porosidade (aeração) adequadas para promover a oxigenação e retenção de água suficiente para o desenvolvimento inicial e sobrevivência. Ainda, o solo da área experimental (Tabela 1) apresentava condições químicas para a fase das estacas após enraizamento.

O substrato deve cumprir a função de servir de sustentação durante o processo de enraizamento, da mesma forma proporcionar aeração, umidade, retenção hídrica e nutrição para o crescimento e qualidade radicial (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021). Entretanto, quando se realiza a estaquia direta, o solo de campo é o substrato, não sendo possível (praticamente impossível) trabalhar com o mesmo sob níveis ideais constantes de umidade, livre de contaminantes ou isento de pragas ou doenças.

Pela disponibilidade hídrica apresentada na Figura 2 e irrigação complementar, esse fator provavelmente não foi o mais crítico, apesar de, em geral, haver uma relação de baixas porcentagens de estacas enraizadas ou brotadas em condições de estresse hídrico (COSTA *et al.*, 2013). Por outro lado, o excesso de umidade também é prejudicial, visto que pode dificultar as trocas gasosas e propiciar ambiente favorável para pragas e doenças, influenciando

negativamente o enraizamento com consequente morte dos tecidos (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2021).

Contudo, uma vez que não há consenso quanto à melhor maneira ou protocolo para conduzir estacas de paricá estaqueadas em condições de campo, devem ser aplicados novos métodos para conduzir estacas sob diferentes condições edafoclimáticas dentro de um intervalo adequado para o processo de enraizamento.

Pelo fato da técnica de estaquia, em especial a diretamente a campo, para o paricá ser incipiente, ainda há lacunas de pesquisas e aperfeiçoamentos para a obtenção de estacas padronizadas e de boa qualidade, além da compreensão necessária sobre os efeitos dos fatores internos e externos para o enraizamento de estacas (DIAS *et al.*, 2015; LIMA *et al.*, 2019; LIMA; OHASHI; SILVEIRA, 2018; ROSA; PINHEIRO, 2001b, 2001a; SOUZA, 2015b).

Protocolos de estaquia desenvolvidos para outras espécies arbóreas da Amazônia apresentam avanços relevantes para seu estabelecimento em escala comercial, dentre elas *Cariniana estrellensis* (HERNANDEZ *et al.*, 2013), *Theobroma cacao* (FARIA; SACRAMENTO, 2003; SOARES, 2019) e *Psidium* spp. (ALTOÉ *et al.*, 2011). Por outro lado, outras espécies têm apresentado limitações e poucos avanços, como *Apuleia leiocarpa* (FREIRE *et al.*, 2020), *Swietenia macrophylla* (AZAD; MATIN, 2015) e *Rollinia* sp. (SCALOPPI JUNIOR, 2007).

A consolidação de protocolos para aplicação da estaquia ou miniestaquia para o paricá ainda não ocorreu, no entanto, alguns resultados são promissores (DIAS *et al.*, 2015; LIMA; OHASHI; SILVEIRA, 2018; ROSA; PINHEIRO, 2001b; SOUZA, 2015b). Os avanços na silvicultura de paricá (SALES, 2018; SALES *et al.*, 2021; SILVA; SALES, 2018) demonstram a relevância da espécie para a implantação da silvicultura clonal, porém, há muitos passos a serem seguidos e lacunas a serem preenchidas, devido às particularidades da espécie. É preciso avançar com pesquisas de propagação vegetativa de paricá para consolidar protocolos, o que sugere testar outras técnicas de propagação vegetativa, aliadas a propágulos de diferentes origens e tamanhos, fitorreguladores, entre outros (LIMA; OHASHI; SILVEIRA, 2018; SOUZA, 2015b).

## 5 CONCLUSÃO

A técnica de estaquia direta a campo de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) não se mostrou eficiente para o período de avaliação com aplicação de redução foliar, doses de AIB e proteção de filme de parafina. Novos trabalhos deverão revisar os métodos do presente

estudo ou aplicar outros métodos para buscar o estabelecimento de protocolos para propagação vegetativa de paricá.

## 6 REFERÊNCIAS

AGUIRRE, A. G. **Avaliação do potencial de regeneração natural e o uso da semeadura direta e estaquia como técnicas de restauração**. 2012. 171 f. Dissertação (Mestrado em Conservação de Ecossistemas Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-21032012-102651/>. Acesso em: 25 set. 2021.

ALFENAS, A. C. *et al.* **Clonagem e Doenças do Eucalipto**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2009.

ALMEIDA, J. P. N. de *et al.* Concentrações de AIB e substratos no enraizamento e vigor de estacas lenhosas de cajaraneira. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, Belém, v. 60, n. 1, p. 11–18, 2017.

ALMEIDA, R. S. de *et al.* Efeito na indução do enraizamento em função da forma e ao tempo de preparo das miniestacas de *Toona ciliata* e híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 48, n. 127, p. 1–9, 2020.

ALTOÉ, J. A. *et al.* Propagação de araçazeiro e goiabeira via miniestaquia de material juvenil. **Bragantia**, Bragantino, v. 70, n. 2, p. 312–318, 2011.

AZAD, Md. S.; MATIN, Md. A. Effect of Indole-3-Butyric Acid on Clonal Propagation of *Swietenia macrophylla* through Branch Cutting. **Journal of Botany**, São Paulo, v. 2015, n. 1, p. 1–7, 2015.

BRONDANI, G. E. *et al.* Ambiente de enraizamento e substratos na miniestaquia de erva-mate. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 257–267, 2007.

CORDEIRO, I. M. C. C. *et al.* In vitro induction of callus of *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke. **Plant Cell Culture e Micropropagation (Brazil)**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 35–40, 2007.

CORREIA, A. C. G. *et al.* Redução foliar em miniestacas e microestacas de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 295–304, 2015.

COSTA, C. T. *et al.* When stress and development go hand in hand: main hormonal controls of adventitious rooting in cuttings. **Frontiers in Plant Science**, San Diego, v. 4, n. 14, p. 133–139, 2013.

DAVIES JR, F. T. *et al.* **Hartmann & Kester's Plant Propagation**. 9. ed. Londres: Pearson Education, 2017.

DIAS, P. C. *et al.* Propagação vegetativa de *Schizolobium amazonicum* por estaquia. **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 3, p. 379–386, 2015.

DUBREUIL, V. *et al.* Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. **Confins. Revue franco-brésilienne de géographie / Revista franco-brasileira de geografia**, São Paulo, v. 1, n. 37, p. 1–8, 2018.

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

FERNANDES, S. J. de O. *et al.* Período de enraizamento de miniestacas de eucalipto provenientes de diferentes lâminas de irrigação em minijardim. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 591–600, 2018.

FOLADORI-INVERNIZZI, S.; MAGGIONI, R. de A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Estado da arte da propagação vegetativa por estaquia de espécies arbustivo-arbóreas. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 50–63, 2021.

FREIRE, A. D. C. **Propagação vegetativa de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. por miniestaquia e análise morfoanômica do enraizamento adventício**. 2020. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2020.

FREIRE, J. M. *et al.* Vegetative propagation of *Hymenaea courbaril* L. and *Apuleia leiocarpa* (vogel) J. F. Macbr. by mini-cutting. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 44, n. 4405, p. 1–11, 2020.

HERNANDEZ, W. *et al.* Vegetative propagation of jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) by cuttings. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 955–967, 2013.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório Ibá 2019**. São Paulo: IBÁ, 2019. Disponível em: [www.iba.org](http://www.iba.org). Acesso em: 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária: Balanço Hídrico**, 2021. Brasília: INMET, 2021. Disponível em: <http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/monitoramento/bhs>. Acesso em: 15 fev. 2021.

LIMA, C. C. *et al.* Effect of indol-3-butiric acid (IBA) on rooting of cuttings of *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby. **Australian Journal of Crop Science**, Sidney, v. 13, n. 05, p. 761–766, 2019.

LIMA, C. C.; OHASHI, S. T. Substrato no enraizamento de estacas provenientes de mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*. **Enciclopédia Biosfera**, Jandaia, v. 13, n. 23, p. 1270–1282, 2016.

LIMA, C. C.; OHASHI, S. T.; SILVEIRA, A. S. Efeito de diferentes concentrações de AIB e procedências geográficas no enraizamento de estacas de Paricá. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 1282–1292, 2018.

LUNZ, A. M. *et al.* Método para monitoramento de ninfas de cigarras e controle com inseticidas em reflorestamentos com paricá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 7, p. 631–637, 2010.

MODES, K. S. *et al.* Propriedades físico-mecânicas da madeira sólida de *Schizolobium amazonicum*. **Advances in Forestry Science**, Sinop, v. 7, n. 2, p. 989–995, 2020.

NEUBERT, V. de F. **Propagação vegetativa do vinhático (*Plathymenia foliolosa* Benth) por miniestaquia**. 2014. 48 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/3168>. Acesso em: 4 set. 2020.

OLIVEIRA, M. J. V. de *et al.* IBA levels and substrates in the rooting of UENF/CALIMAN 02 hybrid papaya minicuttings in a semi-hydroponic system. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 40, n. 1, p. 1–7, 2018.

PAIVA, H. N. de; GOMES, J. M. **Propagação Vegetativa de Espécies Florestais - Série Didática**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2011.

PAULINO, R. da C. *et al.* Diferentes substratos na propagação por estaquia de *Cordia globosa* e *Cordia leucocephala*. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 6, n. 4, p. 274–278, 2011.

REIS, I. N. R. de S.; LAMEIRA, O. A.; CORDEIRO, I. M. C. C. Efeito do 2,4-D na indução de calos in vitro de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. Supl. 2, p. 498–500, 2007.

ROSA, L. dos S.; PINHEIRO, K. A. O. Propagação vegetativa de estacas de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) obtidas de diferentes partes de plantas jovens e imersas em ácido indol-3-butírico. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 35, n. 1, p. 79–88, 2001a.

ROSA, L. dos 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 de Ciências Agrárias / Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, Belém, v. 35, n. 1, p. 79–88, 2001b.

RSTUDIO TEAM. **RStudio**: Integrated Development Environment for R. Versão 1.2.5033. Boston, MA: RStudio, Inc., 2022. Software para análise estatística.

SALES, A. **Análise técnica e econômica do cultivo de paricá em sistema agrissilvicultural**. 2018. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/24147>. Acesso em: 9 out. 2020.

SALES, A. *et al.* Growth and Yield of *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* According to Soil Management in Agroforestry Systems: A Case Study in the Brazilian Amazon. **Diversity**, Basel, v. 13, n. 11, p. 511, 2021.

SANTANA, R. C. *et al.* Influence of leaf area reduction on clonal production of *eucalyptus* seedlings. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 3, p. 251–257, 2010.

SANTANA, J. *et al.* Redução foliar na produção e sobrevivência de miniestacas de *Eucalyptus urophylla* var. *platyphylla*. **Enciclopédia Biosfera**, Goiana, v. 15, n. 27, p. 62–73, 2018.

SANTOS, H. G. dos *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018.

SANTOS JÚNIOR, A. J. dos *et al.* Enraizamento de estacas, crescimento e respostas anatômicas de mudas clonais de cacaueteiro ao ácido indol-3-butírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 1071–1082, 2008.

SCALOPPI JUNIOR, E. J. **Propagação de espécies de *Annonaceae* com estacas caulinares**. 2007. 104 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/105259>. Acesso em: 4 set. 2020.

SILVA, F. V. C. *et al.* Propagação vegetativa de camu-camu por estaquia: efeito de fitorreguladores e substratos. **Revista Agro@mbiente On-Line**, Porto Velho, v. 3, n. 2, p. 92–98, 2010.

SILVA, G. F. da *et al.* Rendimento em laminação de madeira de Paricá na região de Paragominas, Pará. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 447–455, 2015.

SILVA, A. R.; SALES, A. Crescimento e produção de paricá em diferentes idades e sistemas de cultivo. **Advances in Forestry Science**, Sinop, v. 5, n. 1, p. 231–235, 2018.

SILVEIRA, R. da *et al.* Custos da produção de madeira de paricá na região de Paragominas, PA. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 92, p. 597–604, 2017.

SOARES, M. B. **Miniestacas ortotrópicas: enraizamento, crescimento e qualidade de mudas de cacaueteiros**. 2019. 48 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2019.

SODRÉ, G. A. **Substratos e estaquia na produção de mudas de cacaueteiro**. 2007. 93 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

SOUZA, L. C. **Análise da calogênese de paricá por modelos de regressão logística**. 2015a. 28 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Instituto de Ciências da Natureza, Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2015. Disponível em: <https://bdtd.unifal-mg.edu.br:8443/handle/tede/713>. Acesso em: 3 out. 2020.

SOUZA, C. C. *et al.* Padrões de miniestacas e sazonalidade na produção de mudas clonais de *Eucalyptus grandis* Hill X *E. urophylla* S. T. Black. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 67–77, 2013.

SOUZA, C. R. de *et al.* **Paricá: *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2003. (Circular Técnica, 18). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/676209>. Acesso em: 17 out. 2020.

SOUZA, C. C. **Propagação vegetativa de Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) e Guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake) por miniestaquia**. 2015b. 78 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/7307>. Acesso em: 4 set. 2020.

STUEPP, C. A. *et al.* Vegetative propagation and application of clonal forestry in Brazilian native tree species. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 53, n. 9, p. 985–1002, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2016.

TEIXEIRA, P. C. *et al.* **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017.

TEREZO, R. F. *et al.* Propriedades da madeira de paricá em diferentes idades para uso estrutural. **Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**, Pelotas, v. 6, n. 3, p. 244–253, 2015.

TINLEY, G. H.; GARNER, R. J. Developments in the Propagation of Clones of *Hevea brasiliensis* by Cuttings. **Nature**, New York, v. 186, n. 4722, p. 407–408, 1960.

TREMACOLDI, C. R.; LUNZ, A. M.; COSTA, F. R. de S. Cancro em Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) no Estado do Pará. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Brasília, v. 1, n. 59, p. 69, 2009.

VALVERDE, Y. B. **Clonagem de *Tectona grandis* Linn f. por estaquia e miniestaquia**. 2014. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

VASCONCELOS, R. G. **Propagação vegetativa de *Himatanthus sucuuba* (Spruce ex Müll. Arg.) Woodson por meio das técnicas de estaquia e embriogênese somática**. 2020. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências de Florestas Tropicais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2020. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/20090>. Acesso em: 31 jan. 2021.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. 1. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

WENDLING, I.; TRUEMAN, S. J.; XAVIER, A. Maturation and related aspects in clonal forestry—Part I: concepts, regulation and consequences of phase change. **New Forests**, New York, v. 45, n. 1, p. 449–471, 2014a.

WENDLING, I.; TRUEMAN, S. J.; XAVIER, A. Maturation and related aspects in clonal forestry—part II: reinvigoration, rejuvenation and juvenility maintenance. **New Forests**, New York, v. 45, n. 1, p. 473–486, 2014b.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. da. **Silvicultura Clonal - Princípios e Técnicas**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2021.

#### 4 CONCLUSÕES GERAIS

Com base no objetivo de avaliar a resposta da aplicação das técnicas de decepta, enxertia, mergulhia de cepa e estaquia direta a campo para o resgate e propagação vegetativa de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, nos respectivos resultados obtidos e considerando as condições em que os experimentos foram conduzidos, é possível concluir que:

- As técnicas de decepta, enxertia e mergulhia de cepa de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) demonstraram-se potenciais para a indução de brotações epicórmicas, revigoração/rejuvenescimento e resgate vegetativo de árvores em idade de rotação;
- A técnica de estaquia direta a campo de paricá não obteve êxito, haja vista a mortalidade de estacas no final do período de avaliação, indicando a necessidade de remodelação para buscar compreender e atender as peculiaridades da espécie e local;
- Os resultados gerais reforçam a necessidade do advento de mais tecnologias e qualificações aliadas às pesquisas futuras, bem como aplicação de outras técnicas ou aperfeiçoamento das técnicas aplicadas neste estudo para o desenvolvimento de protocolos e continuidade do estabelecimento da silvicultura clonal para o paricá.