

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA FLORESTAL

PRODUÇÃO DE MUDAS DE JATOBÁ (*Hymenaea courbaril* L.) POR
MINIESTAQUIA EM DIFERENTES SUBSTRATOS NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

BIANCA GUERREIRO LIMA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

RIO BRANCO-AC, BRASIL
JANEIRO DE 2026

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA FLORESTAL

PRODUÇÃO DE MUDAS DE JATOBÁ (*Hymenaea courbaril* L.) POR
MINIESTAQUIA EM DIFERENTES SUBSTRATOS NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

BIANCA GUERREIRO LIMA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da Universidade Federal do Acre, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Felipe Coelho de Souza.

RIO BRANCO-AC, BRASIL

JANEIRO DE 2026



ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE BIANCA GUERREIRO LIMA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO, STRICTO SENSU, EM CIÊNCIA FLORESTAL, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE.

Às quatorze horas do dia trinta do mês de janeiro de 2026, realizou-se, de forma presencial, a Sessão Pública de Defesa de Dissertação, intitulada: **“Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) por miniestaquia em diferentes substratos na Amazônica Ocidental”**, de autoria da mestrand **Bianca Guerreiro Lima**, discente do Programa de Pós - graduação em Ciência Florestal, da Universidade Federal do Acre - UFAC, em nível de Mestrado. Na ocasião, a Banca Examinadora esteve constituída pelos membros: **Prof. Dr. Felipe Coelho de Souza (Orientador - Presidente - CCBN - UFAC)**; **Prof. Dr. Nei S. Braga Gomes (Membro Interno - CCBN - UFAC)**; **Prof. Eduardo Pacca Luna Mattar (Membro Externo - CCBN - UFAC)**. Logo após a exposição oral, houve arguição pelos Examinadores e, ao final da arguição, reaberta a sessão pública, a discente foi considerada **APROVADA** pela Banca Examinadora. E, ao término, foi lavrada a presente Ata, que será assinada pelos avaliadores.

Documento assinado digitalmente



FELIPPE COELHO DE SOUZA
Data: 30/01/2026 18:43:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Felipe Coelho de Souza
(Orientador - Presidente - CCBN - UFAC)

Documento assinado digitalmente



NEI SEBASTIAO BRAGA GOMES
Data: 02/02/2026 10:27:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Nei S. Braga Gomes
(Membro Interno - CCBN - UFAC)

Documento assinado digitalmente



EDUARDO PACCA LUNA MATTAR
Data: 02/02/2026 10:15:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Eduardo Pacca Luna Mattar
(Membro externo - CCBN - UFAC)

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

L732p Lima, Bianca Guerreiro, 1996 -
Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) por
maniestaquia de diferentes substratos na Amazônia ocidental /
Bianca Guerreiro Lima; orientador: Prof. Dr. Felipe Coelho de
Souza. – 2026.
36 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre,
Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal. Rio Branco,
2026.

Inclui referências bibliográficas.

1. Mudas - Produção. 2. Jatobá. 3. Recuperação florestal. I.
Souza, Felipe Coelho de (orientador). II. Título.

CDD: 634

Ao meu filho, Noah Guerreiro Pedrosa.
À minha mãe, Idalina Guerreiro Lima.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ser meu alicerce nos dias bons e nos dias difíceis, desde o momento que decidi fazer a seleção para o mestrado, Ele se mostrou presente em todos os detalhes, me mostrando que nunca estive sozinha.

À Universidade Federal do Acre (UFAC) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal (CIFLOR), pela oportunidade de realizar o Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos durante todo o período do mestrado.

Ao Prof. Dr. Felipe Coelho de Souza, que me acolheu e orientou com maestria, atenção, paciência e dedicação. Agradeço imensamente por cada conversa, pelos conselhos e pelas palavras de incentivo nos momentos difíceis, que foram fundamentais para a minha formação acadêmica. Sou profundamente grata pela oportunidade de aprender com seus conhecimentos e de conviver com o ser humano íntegro que é.

A todos os professores do PPG CIFLOR, pela valiosa contribuição à minha formação, por meio do conhecimento compartilhado ao longo do curso. Estendo também meus agradecimentos aos pesquisadores de pós-doutorado, cuja disponibilidade, apoio e troca de experiências foram fundamentais para o meu aprendizado.

Aos colegas do programa SILVIPRO, pelo apoio fundamental na montagem dos experimentos, pela companhia e colaboração nas diversas caminhadas pela trilha do Parque Zoobotânico para o acompanhamento do experimento, bem como pelas inúmeras outras contribuições ao longo deste trabalho.

Ao meu filho, que é o amor da minha vida e o meu maior incentivo diário. Você devolveu sentido à minha existência, fortaleceu minha vontade de buscar uma vida melhor e me tornou uma pessoa melhor. É por você que meu coração transborda esperança, para que possa crescer e viver em um futuro mais digno e cheio de possibilidades.

À minha mãe, por todo o apoio, por cuidar do meu filho na minha ausência e por ser minha maior incentivadora, oferecendo força, amor e dedicação em todos os momentos dessa caminhada.

À minha família, pelo apoio e incentivo ao longo de toda esta trajetória.

A todos que, de alguma forma, colaboraram para a realização deste sonho, mesmo não sendo aqui nomeados, registro minha profunda gratidão.

SUMÁRIO

Resumo	1
Abstract.....	2
Introdução	3
Material e Métodos	5
<i>Área de estudo</i>	5
<i>Coleta de dados</i>	5
<i>Análise dos dados</i>	11
Resultados.....	11
Discussão	16
Conclusão	24
Referências Bibliográficas.....	25

Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) por miniestaquia em diferentes substratos na Amazônia Ocidental*

Bianca Guerreiro Lima^{1,3}, Felipe Coelho de Souza²

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal do Acre (UFAC), Caixa postal 500, 69920-900, Rio Branco, AC, Brasil

²Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, UFAc, Caixa postal 500, 69920-900, Rio Branco, AC, Brasil

³Autor para correspondência: bianca.lima@sou.ufac.br

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) propagadas por miniestaquia em diferentes substratos elaborados a partir de resíduos orgânicos da agroindústria da Amazônia Ocidental. O experimento foi conduzido no Viveiro da Universidade Federal do Acre, utilizando nove substratos alternativos formulados na proporção 1:1:1 (v/v/v) com materiais como, casca de café, casca de castanha do Brasil, terra de subsolo, cama de frango, esterco bovino e farinha de osso e substrato comercial (S10) como controle. O delineamento foi em blocos casualizados contendo 10 tratamentos. As miniestacas permaneceram 100 dias em miniestufa, seguidos de 30 dias em casa de sombra, quando foram realizadas avaliações de sobrevivência (*SB*), enraizamento (*ENR*), altura (*H*), diâmetro do coleto (*DC*), comprimento de raízes (*CR*) e massas secas da parte aérea (*MSPA*), radicular (*MSR*) e total (*MST*). A qualidade das mudas foi determinada por meio das relações *H/DC*, *MSPA/MSR* e do Índice de Qualidade de Dickson (*IQD*). O tratamento S2 se destacou com a maior taxa de sobrevivência (72,9%), enquanto para *ENR* não foi verificado diferença entre os tratamentos com valores igual ou inferiores a 50%. A altura média foi superior a 11,5 cm e o diâmetro variou de 2,0 a 3,0 mm. A biomassa revelou desempenho superior do substrato S3, que proporcionou maior massa seca da parte aérea (0,61 g) e massa seca total (0,73 g), enquanto o S4 apresentou maior massa seca de raízes (0,19 g). O *IQD* das mudas variou de 0,05 a 0,11 com destaque para os substratos 2, 4 e 8. A produção clonal de mudas de *Hymenaea courbaril* L. por meio da técnica de miniestaquia, utilizando substratos alternativos, demonstrou ser uma abordagem promissora, uma vez que permitiu a formação de plantas com taxas de enraizamento e padrões morfológicos comparáveis aos obtidos com o uso de substrato comercial. Contudo, destaca-se a necessidade de estudos adicionais que busquem superar as dificuldades inerentes ao enraizamento da espécie, de modo a aprimorar a eficiência do processo.

Palavras-chave: Enraizamento. Clonagem. Propagação de plantas. Recuperação florestal.

Abstract

Production of jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) seedlings by minicutting in different substrates in the Western Amazon*

The objective of this study was to evaluate the quality of jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) seedlings propagated by mini-cutting using different substrates formulated from organic residues of the agroindustry of Western Amazonia. The experiment was conducted at the nursery of the Federal University of Acre, using nine alternative substrates formulated in a 1:1:1 (v/v/v) ratio with materials such as coffee husk, Brazil nut husk, subsoil soil, poultry litter, cattle manure, and bone meal, as well as a commercial substrate (S10) used as a control. The experimental design was a randomized block design with 10 treatments. The mini-cuttings remained for 100 days in a mini-greenhouse, followed by 30 days in a shade house, when survival (SB), rooting (ENR), height (H), collar diameter (CD), root length (RL), and shoot (SDM), root (RDM), and total dry mass (TDM) were evaluated. Seedling quality was determined through the H/CD and SDM/RDM ratios and the Dickson Quality Index (DQI). Treatment S2 stood out with the highest survival rate (72.9%), while no significant differences were observed among treatments for rooting, with values equal to or lower than 50%. Mean height exceeded 11.5 cm, and collar diameter ranged from 2.0 to 3.0 mm. Biomass results indicated superior performance of substrate S3, which promoted the highest shoot dry mass (0.61 g) and total dry mass (0.73 g), whereas substrate S4 resulted in the highest root dry mass (0.19 g). The DQI values ranged from 0.05 to 0.11, with emphasis on substrates 2, 4, and 8. Clonal seedling production of *Hymenaea courbaril* L. through the mini-cutting technique using alternative substrates proved to be a promising approach, as it enabled the formation of plants with rooting rates and morphological standards comparable to those obtained using commercial substrates. However, further studies are needed to overcome the inherent difficulties related to rooting in this species, aiming to improve the efficiency of the process.

Keywords: Rooting. Cloning. Plant propagation. Forest restoration.

Introdução

Nas próximas décadas, a sociedade brasileira enfrentará o desafio de implementar a recuperação da vegetação nativa em todo o território nacional (COSTA, 2016). A recuperação está respaldada por uma série de normas legais, como leis, decretos, códigos e instruções normativas, além dos compromissos assumidos internacionalmente (SILVA *et al.*, 2015; COSTA, 2016; SCARAMUZZA *et al.*, 2016; DALDEGAN e SANBUICHI, 2017). Segundo o Observatório da Restauração e Reflorestamento (2024), até outubro de 2024, o Brasil possui, aproximadamente, 150 mil hectares em processo de restauração ativos.

A Amazônia representa o maior desafio e oportunidade para a restauração no Brasil, com um passivo ambiental estimado em 14 milhões de hectares, sendo 72% em terras privadas. O Plano Nacional da Vegetação busca transformar o "Arco do Desmatamento" no "Arco da Restauração", promovendo práticas sustentáveis e regeneração ambiental (THE NATURE CONSERVANCY BRASIL, 2024; BRASIL, 2024). Para além da obrigatoriedade, a recuperação florestal representa uma estratégia para promover a conservação da biodiversidade, o uso sustentável dos recursos naturais (SAMPAIO *et al.*, 2021) e uma das alternativas para mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.

Diante disso, a demanda por mudas de espécies florestais nativas vem ganhando destaque, seja para municiar projetos de reflorestamento e de reposição florestal, quanto no fornecimento de mudas para plantios de florestas comerciais. Assim sendo, é necessário criar alternativas para melhorar e acelerar o processo de propagação das plantas e, assim, aumentar a produção e oferta de mudas de espécies florestais nativas.

A propagação por sementes é o principal meio pelo qual as plantas se reproduzem na natureza e o principal fator na produção de mudas florestais (FALEIRO *et al.*, 2019), porém, apresenta desafios significativos como a baixa porcentagem de germinação (FERRARI *et al.*, 2004) e o elevado tempo de produção de mudas para algumas espécies (OLIVEIRA *et al.*, 2016), como é o caso do jatobá (*Hymenaea courbaril* L.).

O jatobá desperta interesse para o setor madeireiro (SANTOS *et al.*, 2023) e fitoterápico devido as suas propriedades medicinais, onde todas as partes da árvore, como sementes, frutos, seiva e folhas são empregados com usos na indústria farmacêutica e cosmética (SANTOS *et al.*, 2023; SOARES *et al.*, 2016). Entretanto, a produção de mudas da espécie é afetada pela disponibilidade das sementes (MOURA *et al.*, 2019), além de exigir um longo período para a germinação, tornando a produção onerosa (CRUZ E PEREIRA 2015). As mudas ficam aptas para o plantio após um período que varia de 5 a 7 meses após

a semeadura (OLIVEIRA *et al.*, 2016), o que pode dificultar o uso da espécie em projetos de restauração e recuperação florestal (MORAES *et al.*, 2013).

A propagação vegetativa surge como uma alternativa viável para superar as limitações oriundas da propagação seminal. Entre as técnicas, destaca-se a miniestaquia (ALFENAS *et al.*, 2009; XAVIER; WENDLING; SILVA, 2013) que apresenta as vantagens como a redução da área produtiva com a adoção do minijardim clonal, a diminuição do período de enraizamento e aclimação no tempo de produção de mudas (XAVIER *et al.*, 2003; WENDLING *et al.*, 2005; ALFENAS *et al.*, 2009), o maior grau de juvenilidade dos propágulos vegetativos, o maior controle fitossanitário e da nutrição mineral das minicepas (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2013) e, muitas vezes, a dispensa do uso de reguladores vegetais (WENDLING; STUEPP; ZANETTE 2017). O sucesso dessa técnica depende de diversos fatores, sendo o substrato um dos principais (HARTMANN *et al.*, 2018).

O substrato desempenha papel fundamental no enraizamento de estacas, deve garantir aeração adequada e retenção de água para suportar e nutrir a base da estaca, condição essencial para o desenvolvimento radicular (OLIVEIRA; INÁCIO; PANTOJA, 2023). Nesse contexto, a busca por substratos alternativos tem se intensificado, visando reduzir custos e promover a sustentabilidade na propagação vegetal.

A avaliação de substratos alternativos é essencial para identificar matérias-primas orgânicas de fácil obtenção (OLIVEIRA *et al.*, 2022), possibilitando a redução dos custos de produção e o aproveitamento de resíduos orgânicos regionais, como os provenientes de agroindústrias, o que contribui para tornar a atividade mais acessível aos produtores de mudas (GOMES *et al.*, 2010). Ademais, o conhecimento técnico sobre o uso de substratos alternativos de origem local, capazes de assegurar a produção de mudas de qualidade, constitui fator determinante para o êxito no estabelecimento em campo e para a promoção da sustentabilidade nos sistemas de produção (FERREIRA *et al.*, 2020).

Desse modo, este trabalho objetivou avaliar a qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) produzidas pela técnica de miniestaquia em diferentes substratos provenientes de resíduos orgânico da agroindústria da Amazônia ocidental, a fim de responder se esta técnica combinada aos substratos alternativos pode influenciar no enraizamento das estacas e na qualidade das mudas.

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado no Viveiro da Universidade Federal do Acre (UFAC), localizado no município de Rio Branco no Acre.

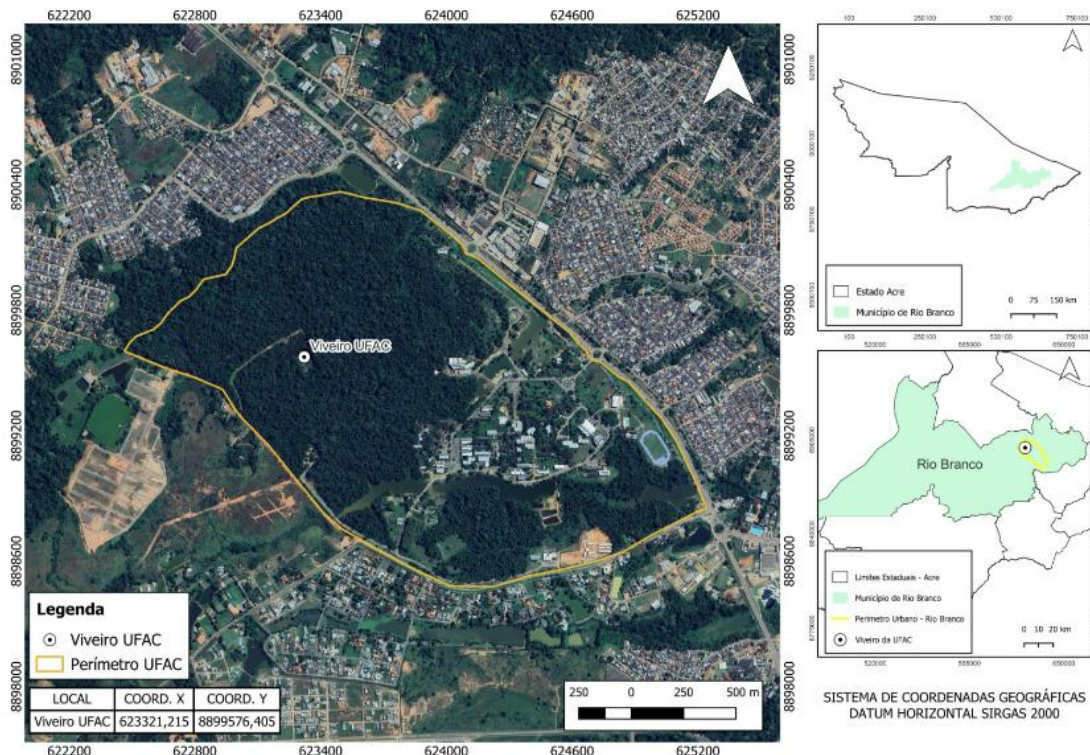


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

O clima do município é classificado como Aw, conforme a Köppen e Geiger, com temperatura média de 25,5 °C, com maior umidade relativa do ar (89%) de janeiro a abril e a menor no mês de agosto (66%) e, com pluviosidade média anual de 1806 mm (CLIMATE DATA, 2022).

Coleta de dados

Para a formação do minijardim, as sementes de jatobá foram obtidas na localidade Recanto das Abelhas, lote 146, no projeto de assentamento Benfica em Rio Branco. Para a assepsia das mesmas foi feita a imersão em solução de hipoclorito de sódio por 2 a 5 minutos e para a superação da dormência tegumentar foi realizada a escarificação mecânica com auxílio de esmeril.

Após essa etapa, as sementes foram inseridas em sementeira de areia para a germinação. Posterior a germinação, as plantas foram repicadas para tubetes contendo substrato comercial e ao atingirem em torno de 15 cm de altura foi realizada a transferência para os vasos plásticos com espaçamento de crescimento de 400m².

O minijardim clonal foi formado por vasos com capacidade volumétrica de 5 L contendo substrato comercial e areia lavada na proporção 3:1. Foram feitas adubações semanais com macro e micronutrientes.

A adubação aplicada às minicepas consistiu em uma solução nutritiva com base nas recomendações de Rocha *et al.* (2015) e Alfenas *et al.* (2009), contendo as seguintes concentrações (mg L^{-1}): N (150), P (25), K (150), Ca (150), Mg (35), S (55), B (0,5), Cu (0,04 mg), Fe (5), Mn (0,6), Mo (0,02) e Zn (0,1). Para sua composição, foram utilizados sais solúveis e uma solução de micronutrientes. A aplicação foi realizada por fertirrigação manual, via aspersão, com lâmina diária de 8 mm, dividida em duas irrigações, no período da manhã e da tarde.

Para a formulação dos substratos avaliados nos tratamentos, foram selecionados resíduos orgânicos regionais provenientes da agroindústria, considerando sua disponibilidade local, facilidade de obtenção e baixo custo. A utilização desses materiais teve como propósito desenvolver formulações alternativas economicamente viáveis, buscando reduzir custos de produção sem comprometer o padrão de qualidade das mudas.

Os substratos alternativos foram compostos por diferentes combinações de cama de frango, terra de subsolo, casca de café, casca de castanha-do-Brasil e farinha de osso. Como tratamento testemunha, utilizou-se um substrato comercial, composto por casca de pinus, cinzas, casca de arroz carbonizada, fosfato natural, NPK e calcário dolomítico.

Os componentes utilizados na composição dos substratos foram previamente peneirados em peneira de malha expandida com abertura de 3 cm, a fim de promover a homogeneização do material.

Portanto, foram avaliados nove substratos alternativos em que todas as combinações seguiram a mesma proporção volumétrica de 1:1:1 (v/v/v), além do substrato testemunha (comercial). A Tabela 1 apresenta a descrição dos tratamentos utilizados, detalhando os componentes de cada substrato.

Tabela 1. Descrição das formulações dos substratos utilizados no experimento.

Substratos	Combinações	Proporção
S1	Cama de frango + Terra de subsolo + Casca de Café	1:1:1 (v/v/v)
S2	Cama de frango + Terra de subsolo + Casca de Castanha do Brasil	1:1:1 (v/v/v)
S3	Farinha de osso + Terra de subsolo + Casca de Café	1:1:1 (v/v/v)
S4	Farinha de osso + Terra de subsolo + Casca de Castanha do Brasil	1:1:1 (v/v/v)
S5	Esterco bovino + Terra de subsolo + Casca de Café	1:1:1 (v/v/v)
S6	Esterco bovino + Terra de subsolo + Casca de Castanha do Brasil	1:1:1 (v/v/v)
S7	Farinha de osso + Casca de Café + Casca de Castanha do Brasil	1:1:1 (v/v/v)
S8	Cama de frango + Casca de Café + Casca de Castanha do Brasil	1:1:1 (v/v/v)
S9	Esterco bovino + Casca de Café + Casca de Castanha do Brasil	1:1:1 (v/v/v)
S10	Comercial (casca de pinus, cinzas, casca de arroz carbonizada, fosfato natural, NPK e calcário dolomítico)	-

Após a definição dos substratos, foram coletadas amostras para a análise de suas características físicas e químicas, cujos resultados estão apresentados nos Quadros 1 e 2.

Quadro 1. Resultado de análise química dos substratos alternativos para a produção de mudas clonais de jatobá.

Substrato	Umidade g/kg	pH (CaCl ₂)	CO	C/N	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	B	Cu	Mn	Zn
					g/kg							mg/kg			
S1	144	6,1	105,3	17,3	6,1	3,4	12,3	10	2,5	2,8	13,5	2	22	345	58
S2	166	6,2	132,6	18,9	7,0	4,0	7,4	27	3,4	3,1	14,5	3	28	288	123
S3	159	7,7	66,0	16,1	4,1	30	5,4	162	3,6	2,6	10,3	3	16	262	87
S4	155	7,3	76,3	15,0	5,1	31,1	5,1	228	4,2	3,4	18,8	1	17	168	92
S5	152	7,3	62,6	16,1	3,9	2,7	11,6	16	2,5	3,1	17,4	2	18	393	50
S6	191	6,9	95,0	17,0	5,6	6,4	8,0	42	4,3	3,0	11,8	3	31	423	58
S7	204	7,4	83,1	14,3	5,8	32,6	4,4	280	4,6	2,2	6,8	4	15	276	112
S8	275	6,4	241,9	24,9	9,7	10,3	9,8	64	4,9	2,9	8,9	10	36	526	192
S9	247	7,1	168,5	13,6	12,4	2,8	20,2	21	3,9	4,1	19,7	7	24	539	70

S1: Cama de frango + terra de subsolo + casca de café; S2: Cama de frango + terra de subsolo + casca de castanha do Brasil; S3: Farinha de osso + terra de subsolo + casca de café; S4: Farinha de osso + terra de subsolo + casca de castanha do Brasil ; S5: Esterco bovino + terra de subsolo + casca de café; S6: Esterco bovino + terra de subsolo + casca de castanha do Brasil ; S7: Farinha de osso + casca de café + casca de castanha do Brasil; S8: Cama de frango + casca de café + casca de castanha do Brasil; S9: Esterco bovino + casca de café + casca de castanha do Brasil;

Quadro 2. Resultado de análise física dos substratos alternativos para a produção de mudas clonais de jatobá.

Substrato	C.E	CTC	Densidade úmida	Densidade seca	CRA	VTP
	$\mu\text{S/cm}$	mmolc/kg	g/cm^3	g/cm^3	g/kg	%
S1	1716	1046	0,25	0,63	334	50,4
S2	2028	1826	0,33	0,63	345	62,8
S3	2041	8550	0,34	0,80	313	53,2
S4	1961	11918	0,27	0,73	327	53,6
S5	1916	1320	0,27	0,65	359	53,2
S6	1929	2651	0,34	0,48	375	42,2
S7	2,69	14514	0,36	0,58	435	56,8
S8	2,94	3891	0,58	0,50	495	71,9
S9	2,5	1887	0,66	0,70	490	91,3

CE: condutividade elétrica; CTC: capacidade de troca de cátions; CRA: capacidade de retenção de água; VTP: volume total de poros. S1: Cama de frango + terra de subsolo + casca de café; S2: Cama de frango + terra de subsolo + casca de castanha do Brasil; S3: Farinha de osso + terra de subsolo + casca de café; S4: Farinha de osso + terra de subsolo + casca de castanha do Brasil ; S5: Esterco bovino + terra de subsolo + casca de café; S6: Esterco bovino + terra de subsolo + casca de castanha do Brasil ; S7: Farinha de osso + casca de café + casca de castanha do Brasil; S8: Cama de frango + casca de café + casca de castanha do Brasil; S9: Esterco bovino + casca de café + casca de castanha do Brasil;

Após o crescimento das minicepas e formações das brotações, as miniestacas foram coletadas e padronizadas com um par de folhas que tiveram redução na metade da sua área foliar para iniciar o experimento. As miniestacas foram acondicionadas em bolsa térmica e mantidas umedecidas para não perderem viabilidade fisiológica. Em seguida, foram estaqueadas com a inserção de aproximadamente 2cm da miniestaca nos diferentes substratos formulados. Os materiais em avaliação foram postos em tubetes com volume de 100 cm³, dispostos em bandejas contendo 96 células cada.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), com 10 tratamentos (substratos), distribuídos em sete blocos e com seis unidades amostrais (miniestacas) por tratamento (Figura 2). Para a avaliação morfológica e destrutiva, na saída de casa de sombra, foram considerados apenas três blocos.

Após o estaqueamento, as miniestacas de *Hymenea coubaril* foram acondicionadas em mini estufa, cujo material é de lona transparente. O sistema de irrigação automática foi programado para operar das 11h até às 16h de cada dia, com acionamento a cada 30 minutos e duração de 30 segundos por ciclo, e a partir das 16h até às 11h do outro dia, a irrigação foi realizada em intervalos de 1h, mantendo-se a mesma duração de 30 segundos por aplicação.

Após esta avaliação, as miniestacas foram transferidas para a fase de aclimação em casa de sombra por 30 dias, contendo sombrite 50% e submetidas a irrigação automática no final de cada dia (Figura 4).



Figura 4. Etapa de aclimação e avaliação do sistema radicular de miniestacas. (A) Miniestacas mantidas por 30 dias em casa de sombra; (B) Raiz visualizada no fundo do tubete.

Decorrido os 30 dias de aclimação, foram feitas as avaliações das seguintes características: sobrevivência (*SBCS*), enraizamento (*ENR*), altura da parte aérea (*H*), diâmetro do coleto (*DC*), comprimentos das raízes (*CR*) e o peso da massa seca da parte aérea (*MSPA*), das raízes (*MSR*) e do total (*MST*).

As miniestacas foram lavadas cuidadosamente para remoção dos substratos aderidos às raízes. A altura das miniestacas foi medida com o auxílio de uma régua graduada, medindo do colo até o ápice da parte aérea. O comprimento das raízes foi mensurado por meio da medição da maior raiz, utilizando-se régua graduada. Já o diâmetro do coleto foi medido com o auxílio de um paquímetro digital.

Para determinação da matéria seca foi feita uma avaliação destrutiva, na qual foi separada a parte aérea do sistema radicular e ambas foram acondicionadas em sacos de papéis, devidamente identificados, e colocados em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C por 5 dias, até atingirem peso constante.

A qualidade das mudas foi avaliada por meio de três índices conforme fórmulas a seguir:

A relação entre a altura da muda (H) e o diâmetro do colo (DC) foi calculada segundo:

$$H/DC = \frac{H}{DC}$$

A relação entre a massa seca da parte aérea (MSPA) e a massa seca da raiz (MSR) foi determinada conforme:

$$MSPA/MSR = \frac{MSPA}{MSR}$$

A massa seca total (MST) foi obtida pela soma da massa seca da parte aérea (MSPA) e da massa seca do sistema radicular (MSR):

$$MST = MSPA + MSR$$

Já o índice de qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON *et al.*, 1960), foi obtido a partir da fórmula abaixo:

$$IQD = \frac{MST}{\frac{H}{DC} + \frac{MSPA}{MSR}}$$

Análise dos dados

Todos os dados foram tabulados em planilha Excel para serem submetidos a análise de homogeneidade de variância (Cochran, $p < 0,05$), e de normalidade dos erros (Shapiro-Wilk, $p < 0,05$).

Atendidas as pressuposições, foi realizada a análise de variância ($F < 0,05$) para delineamento em blocos casualizados (DBC), e, quando houve diferença significativa, foi aplicado o teste Tukey ($p < 0,05$) para comparação entre as médias dos tratamentos.

Resultados

Após o período de 100 dias em casa de vegetação, verificou-se diferença ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos para sobrevivência (SB) e raízes observadas no fundo do tubete (RTF) de miniestacas de jatobá (Tabela 2).

A SB variou entre 46% a 88% entre os tratamentos avaliados. Os maiores valores de SB foram verificados para os tratamentos S4, S6 e S7, enquanto o menor SB foi observado para o S8, com valor abaixo de 47%. Com exceção deste tratamento, a SB das miniestacas nos substratos alternativos foram estatisticamente similares ao valor do substrato comercial (S10).

Tabela 2 - Sobrevivência (*SB*) e raízes observadas no fundo do tubete (*RFT*) de miniestacas de jatobá na saída da casa de vegetação e sobrevivência (*SBCS*) e enraizamento (*ENR*) de miniestacas de jatobá na saída da casa de sombra sob diferentes tipos de substratos.

Tratamentos	SB (%)	RFT (%)	SBCS (%)	ENR (%)
S1	58,3 bc	50,0 a	50,0 ab	41,7 a
S2	72,9 ab	18,3 d	72,9 a	50,0 a
S3	66,7 abc	33,3 b	50,0 ab	25,0 a
S4	87,5 a	20,8 cd	33,3 ab	25,0 a
S5	81,3 ab	19,4 d	50,0 ab	50,0 a
S6	87,5 a	20,8 cd	25,0 b	25,0 a
S7	87,5 a	9,5 e	25,0 b	25,0 a
S8	46,7 c	20,8 cd	25,0 b	25,0 a
S9	79,2 ab	27,8 bc	25,0 b	25,0 a
S10	73,3 ab	33,3 b	33,3 ab	25,0 a

(*) Médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade. S1: Cama de frango + terra de subsolo + casca de café; S2: Cama de frango + terra de subsolo + casca de castanha do Brasil; S3: Farinha de osso + terra de subsolo + casca de café; S4: Farinha de osso + terra de subsolo + casca de castanha do Brasil; S5: Esterco bovino + terra de subsolo + casca de café; S6: Esterco bovino + terra de subsolo + casca de castanha do Brasil; S7: Farinha de osso + casca de café + casca de castanha do Brasil; S8: Cama de frango + casca de café + casca de castanha do Brasil; S9: Esterco bovino + casca de café + casca de castanha do Brasil; S10: Comercial.

Em relação à variável *RFT*, verificou-se que o substrato S1 exibiu o maior ($P \leq 0,05$) valor entre os tratamentos na qual a metade das miniestacas apresentaram raízes visíveis no fundo do tubete. Para os demais tratamentos, o valor de *RFT* ficou entre 9 e 34 % em que o S7 apresentou o menor valor. O substrato alternativo S1 apresentou desempenho superior ao comercial (S10) para o parâmetro *RFT*, enquanto o S3 e S9 demonstraram resultados semelhantes à testemunha (Tabela 2).

As avaliações da saída de casa de sombra foram realizadas após 30 dias de aclimação, obtendo dados da sobrevivência (*SBCS*) e enraizamento (*ENR*) (Tabela 2).

A *SBCS* variou entre 25% a 73% com diferenças ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos testados. Os substratos alternativos apresentaram desempenho superior ou semelhante ao substrato comercial (S10), destacando-se o S2, que obteve a maior taxa de sobrevivência, superior a 70%. Já as médias de *ENR* na saída da casa de sombra foi igual ou inferior a 50% para todos os tratamentos, não havendo diferença estatística ($P > 0,05$) entre os mesmos (Tabela 2)

Em relação aos resultados da análise morfológica, observou-se que para a variável altura (*H*) os valores médios ficaram entre 7,0 e 13,0 cm, na qual a maioria dos substratos

alternativos apresentou desempenho estatisticamente semelhante à testemunha ($p > 0,05$), excetuando-se os tratamentos S1 e S4, que registraram médias inferiores em 42% e 40%, respectivamente, em relação ao substrato comercial (S10) (Tabela 3).

Tabela 3 - Altura da parte aérea (*H*), diâmetro do coleto (*DC*), comprimento de raiz (*CR*), massa seca da parte aérea (*MSPA*), massa seca da raiz (*MSR*) e massa seca total (*MST*) de miniestacas de jatobá na saída da casa de sombra sob diferentes tipos de substratos.

Tratamentos	H (cm)	DC (mm)	CR (cm)	MSPA (g/planta)	MSR (g/planta)	MST (g/planta)
S1	7,3 c	2,3 c	18,7 a	0,25 d	0,11 c	0,36 d
S2	9,8 ab	2,7 b	16,5 a	0,41 bcd	0,18 ab	0,59 abcd
S3	13,0 a	2,0 c	15,0 a	0,61 a	0,12 bc	0,73 a
S4	7,5 c	2,0 c	19,5 a	0,32 bcd	0,19 a	0,51 abcd
S5	11,7 a	2,0 c	17,7 a	0,46 abc	0,14 abc	0,60 abcd
S6	11,0 ab	2,0 c	18,0 a	0,30 cd	0,10 c	0,40 cd
S7	10,5 ab	2,0 c	15,0 a	0,39 bcd	0,09 c	0,48 bcd
S8	10,0 ab	3,0 a	18,0 a	0,51 ab	0,18 ab	0,69 ab
S9	12,3 a	3,0 a	14,5 a	0,44 abcd	0,13 abc	0,57 abcd
S10	12,5 a	2,0 c	16,0 a	0,47 abc	0,15 abc	0,62 abc

(*) Médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade. S1: Cama de frango + terra de subsolo + casca de café; S2: Cama de frango + terra de subsolo + casca de castanha do Brasil; S3: Farinha de osso + terra de subsolo + casca de café; S4: Farinha de osso + terra de subsolo + casca de castanha do Brasil; S5: Esterco bovino + terra de subsolo + casca de café; S6: Esterco bovino + terra de subsolo + casca de castanha do Brasil; S7: Farinha de osso + casca de café + casca de castanha do Brasil; S8: Cama de frango + casca de café + casca de castanha do Brasil; S9: Esterco bovino + casca de café + casca de castanha do Brasil; S10: Comercial.

No que se refere ao diâmetro do coleto (*DC*), foi verificado valores entre 2,0 a 3,0 mm com diferença significativa entre os tratamentos ($P \leq 0,05$). Todos os substratos alternativos apresentaram desempenho similar ou superior ao comercial, com destaque para o S8 e S9. Quanto ao comprimento de raiz (*CR*), não houve diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$). As médias de *CR* ficaram entre 14 e 20 cm (Tabela 3).

Em relação aos resultados da matéria seca das miniestacas do jatobá, foi verificado diferença entre os tratamentos ($P \leq 0,05$). Com exceção do S1, que apresentou valor de *MSPA* abaixo de 0,30 g/planta, todos os substratos alternativos foram semelhantes ($P > 0,05$) à testemunha em relação à *MSPA*. As médias da *MSPA* variaram entre 0,25 e 0,61 g/planta (Tabela 3).

Para a massa seca de raiz (*MSR*), foi verificado valores médios entre 0,9 e 0,19 g/planta com destaque para o S4, enquanto o S1, S6 e S7 apresentaram os menores valores.

Já para massa seca total (*MST*), o S3 apresentou o melhor desempenho com valor acima de 0,70g/planta e, o pior desempenho foi verificado para o S1 com *MST* abaixo de 0,40g/planta (Tabela 3). Conforme também observado para *MSPA*, as médias dos substratos alternativos para *MSR* e *MST* foram de forma geral semelhantes à testemunha.

Para o índice *H/DC*, observou-se que os valores ficaram entre 3 e 7, com todos os substratos alternativos apresentando valores iguais ou inferiores ao S10. Os substratos S1 e S8 apresentaram os menores valores para este índice, abaixo de 3,4 (Figura 5).

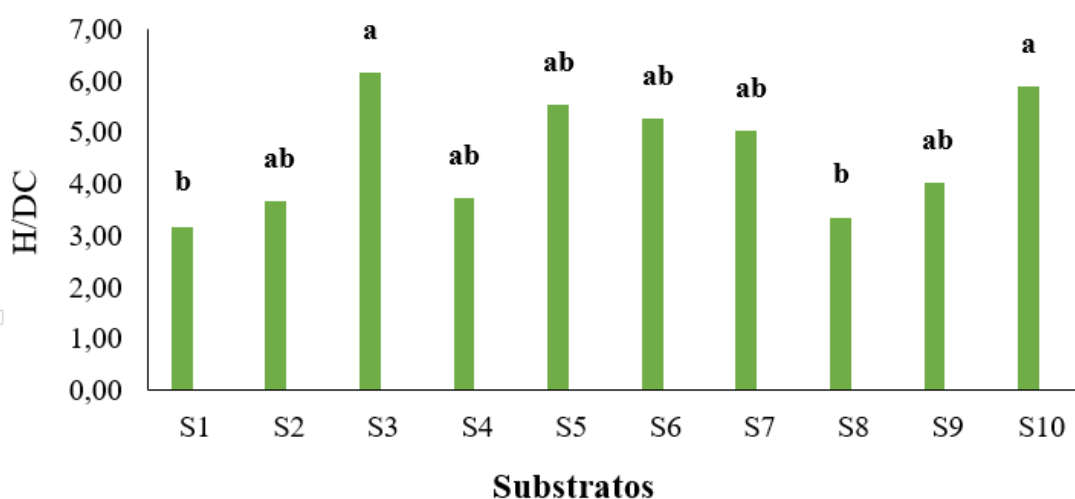


Figura 5. Relação altura/diâmetro do coleto (*H/DC*) de mudas oriundas de miniestacas de jatobá cultivadas em diferentes substratos.

(*) Médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade. S1: Cama de frango + terra de subsolo + casca de café; S2: Cama de frango + terra de subsolo + casca de castanha do Brasil; S3: Farinha de osso + terra de subsolo + casca de café; S4: Farinha de osso + terra de subsolo + casca de castanha do Brasil; S5: Esterco bovino + terra de subsolo + casca de café; S6: Esterco bovino + terra de subsolo + casca de castanha do Brasil; S7: Farinha de osso + casca de café + casca de castanha do Brasil; S8: Cama de frango + casca de café + casca de castanha do Brasil; S9: Esterco bovino + casca de café + casca de castanha do Brasil; S10: Comercial.

Em relação a variável *MSPA/MSR*, as médias variaram de 1,60 a 5,1, na qual o S3 apresentou o maior valor ($P \leq 0,05$). De maneira geral, os substratos alternativos apresentaram valores semelhantes ao S10, com exceção do S4 que apresentou o menor valor de *MSPA/MSR*, inferior a 1,7 (Figura 6).

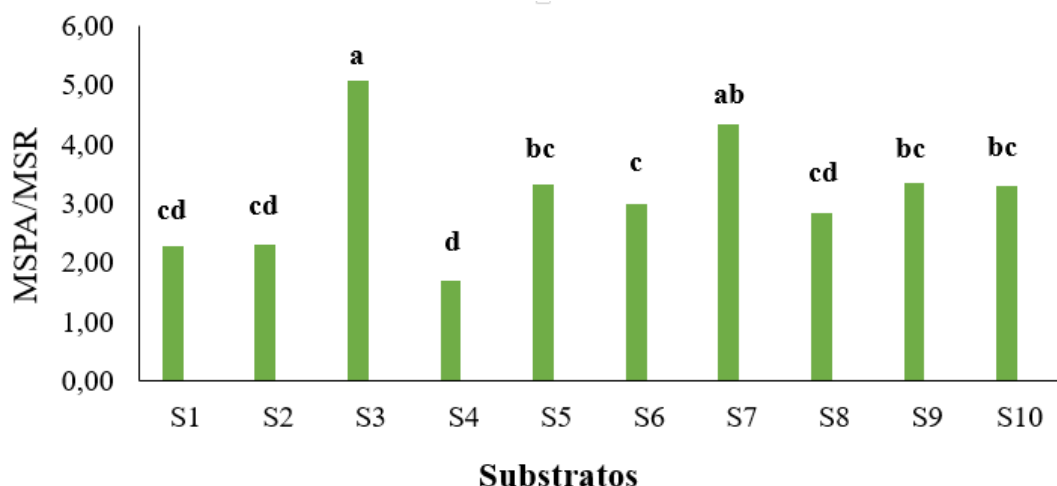


Figura 6. Relação entre a massa seca da parte aérea e a massa seca da raiz (*MSPA/MSR*) de miniestacas de jatobá em diferentes substratos.

(*) Médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade. S1: Cama de frango + terra de subsolo + casca de café; S2: Cama de frango + terra de subsolo + casca de castanha do Brasil; S3: Farinha de osso + terra de subsolo + casca de café; S4: Farinha de osso + terra de subsolo + casca de castanha do Brasil; S5: Esterco bovino + terra de subsolo + casca de café; S6: Esterco bovino + terra de subsolo + casca de castanha do Brasil; S7: Farinha de osso + casca de café + casca de castanha do Brasil; S8: Cama de frango + casca de café + casca de castanha do Brasil; S9: Esterco bovino + casca de café + casca de castanha do Brasil; S10: Comercial.

Em se tratando do índice de qualidade de Dickson (*IQD*), os valores médios ficaram entre 0,05 a 0,11, com diferença estatística ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos (Figura 7).

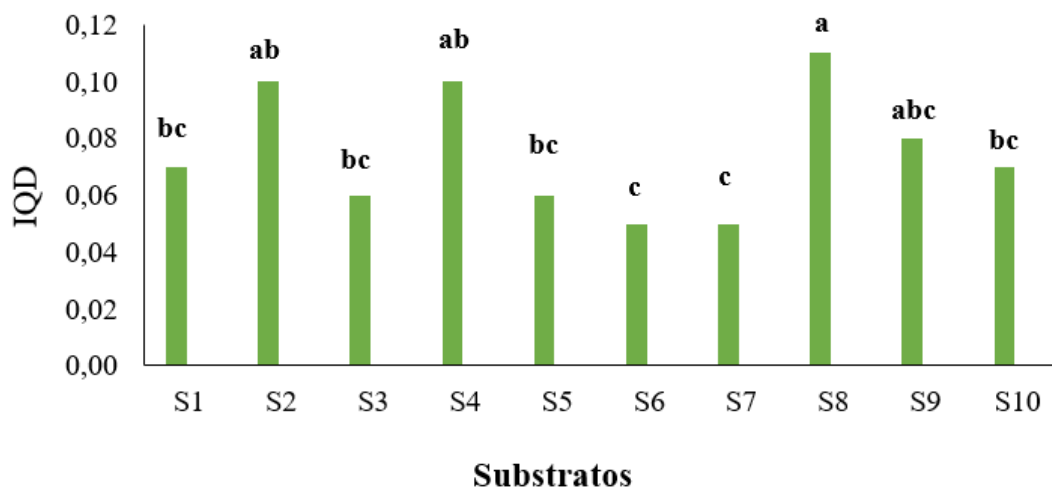


Figura 7. Índice de Qualidade de Dickson (*IQD*) de miniestacas de jatobá em diferentes substratos.

(*) Médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade. S1: Cama de frango + terra de subsolo + casca de café; S2: Cama de frango + terra de subsolo + casca de castanha do Brasil; S3: Farinha de osso + terra de subsolo + casca de café; S4: Farinha de osso + terra de subsolo + casca de castanha do Brasil; S5: Esterco bovino + terra de subsolo + casca de café; S6: Esterco bovino + terra de subsolo + casca de castanha do Brasil; S7: Farinha de osso + casca de café + casca de castanha do Brasil; S8: Cama de frango + casca de café + casca de castanha do Brasil; S9: Esterco bovino + casca de café + casca de castanha do Brasil; S10: Comercial.

O S8 destacou-se entre os substratos, sendo superior à testemunha. Os menores valores foram apresentados pelo S6 e S7. De maneira geral, houve semelhança entre os valores de *IQD* da maioria dos substratos alternativos em comparação à testemunha.

Discussão

Os resultados obtidos neste trabalho evidenciam de forma geral que os resíduos orgânicos dos substratos alternativos apresentaram efeitos semelhantes ao comercial no desenvolvimento inicial e enraizamento adventício das miniestacas de jatobá.

Para variável *SB*, os substratos alternativos S4, S6 e S7 se destacaram com taxas superiores a 80% na saída da casa de vegetação (Tabela 2). Estes resultados corroboram o estudo realizado por Moura *et al.* (2019) na qual observaram elevados índices de sobrevivência de miniestacas de jatobá aos 60 e 120 dias, com sobrevivência de 94% e 89% para o substrato composto por vermiculita, casca de arroz carbonizada e fibra de coco (VCF) e Bioplant® (BIO), respectivamente.

Os resultados de *SB* na saída de casa de vegetação também foram semelhantes a outras espécies nativas de outros estudos. Em estudo realizado por Oliveira *et al.* (2016) verificou-se valores superiores a 86% de sobrevivência nas miniestacas de *Handroanthus heptaphyllus*. Já Dias *et al.* (2023) verificaram uma taxa de sobrevivência das miniestacas de *Ficus benjamina* L., aos 70 dias, de 81,5% a 87,0%, dependendo da variedade e do substrato. Pires *et al.* (2015), no estudo da técnica de miniestaquia para *Araucaria angustifolia*, observaram uma sobrevivência na saída da casa de vegetação, com porcentagem média de 89%.

Esse percentual de *SB* pode indicar que as condições ambientais no interior da casa de vegetação foram adequadas para manutenção do vigor e status hídrico das miniestacas, as quais são favoráveis à sobrevivência dos propágulos vegetativos (CORREIA *et al.*, 2015). Embora essa sobrevivência na casa de vegetação não seja uma garantia de seu posterior enraizamento, esse é o principal fator para se alcançar tal objetivo (Moura *et al.*, 2019).

Apesar da elevada *SB* das miniestacas na saída da casa de vegetação, observou-se significativa mortalidade em alguns tratamentos durante a aclimação na casa de sombra, possivelmente em decorrência do estresse causado pela mudança de ambiente. Esse mesmo comportamento foi observado por Freire *et al.* (2020) que constatou que a sobrevivência das miniestacas de *Hymenaea courbaril* apresentou redução progressiva ao longo do período de avaliação, passando de 90% aos 30 dias para apenas 54% aos 90 dias. Dias *et al.* (2015) observaram redução nas taxas de sobrevivência de miniestacas de *Anadenanthera*

macrocarpa durante a transição da casa de vegetação para a casa de sombra. Enquanto, na saída da casa de vegetação, as progênies apresentavam valores de sobrevivência entre 66,2% e 95,8%, após o período na casa de sombra esses valores foram reduzidos para 58,3% a 90,6%. É importante destacar que essa maior mortalidade apresentada na casa de sombra aconteceu de forma generalizada, com exceção do tratamento S2. Isso indica que a causa principal da redução da sobrevivência não deve estar relacionada com o tipo de substrato, mas com as condições ambientais do ambiente de aclimação, o que demonstra a necessidade de maior cuidado nessa fase de produção de mudas quando se está utilizando a técnica da miniestaquia.

O S2 teve destaque nas duas avaliações onde obteve taxas de sobrevivência superiores a 70% (Tabela 2). Embora esse tratamento não tenha atingido os maiores valores na primeira avaliação, ele se manteve com elevada taxa de *SBCS*, sugerindo melhor adaptação das miniestacas às condições de aclimação. Pode-se indicar, também, que as características físicas deste substrato (Quadro 2), como a capacidade de retenção de água (345 g/kg) e a porosidade total de 62,8%, podem ter garantido boa aeração e manutenção da umidade para as miniestacas, fatores que são essenciais para o enraizamento e a sobrevivência destas (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2013).

As raízes observadas no fundo do tubete são um critério prático utilizado pelos viveiros florestais, como indicador para determinar o momento adequado de transferência das mudas entre ambientes de cultivo (SOUZA *et al.*, 2013), assegurando maior uniformidade e desempenho das mudas (CORREIA *et al.*, 2015).

Observou-se que os maiores percentuais de *SB* não coincidem com os maiores percentuais de *RFT*, indicando que uma variável não exerceu influência direta sobre a outra, sugerindo que as condições que favoreceram a sobrevivência não são as mesmas para o enraizamento. O jatobá apresentou um *RFT* entre 25 e 50% na saída da casa de vegetação, um desempenho considerado positivo para a espécie, já que o enraizamento adventício em *Hymenaea courbaril* é reconhecidamente difícil (FREIRE *et al.*, 2020). Tais resultados, também, podem indicar que para a espécie em questão, pode-se considerar deixar por mais tempo as miniestacas na casa de vegetação para que aumente o percentual de *RFT*.

O eucalipto leva em média 20 a 40 dias em casa de vegetação para o enraizamento das miniestacas (XAVIER *et al.*, 2013), mas para espécies nativas esse número de dias não é exato, podendo variar com a espécie e grau de dificuldade de enraizamento. Em comparação, Dias *et al.* (2023) avaliaram a evolução do *RFT* em miniestacas de *Ficus benjamina* L. e observaram, aos 112 dias após a instalação do experimento, percentuais de

53,7% e 83,3% para as variedades analisadas. Moura *et al.* (2019) avaliaram o enraizamento de miniestacas de jatobá aos 60 dias e verificaram baixa taxa de enraizamento, inferior a 30%. Aos 120 dias, entretanto, as médias aumentaram para 74% no substrato VCF e 53% no substrato BIO. Resultados semelhantes foram relatados por Pires *et al.* (2015) na propagação vegetativa de *Araucaria angustifolia*, cuja permanência das miniestacas em casa de vegetação variou de 100 a 120 dias até o estabelecimento das raízes. Esses estudos indicam que diversas espécies nativas demandam períodos mais prolongados em condições controladas para completar o processo de enraizamento.

Quanto ao *ENR* ao final da aclimação verificou-se que não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos testados (Tabela 2). De forma geral, as taxas de *ENR* das miniestacas indicam que o jatobá apresenta resistência para o enraizamento. Essa baixa capacidade natural da espécie foi relatada por Freire *et al.* (2020) que observaram em média 5% de enraizamento em miniestacas de *Hymenaea courbaril*, mesmo na presença de ácido indolbutírico (AIB) e diferentes tipos de miniestacas. Já Moura *et al.* (2019) obtiveram resultados expressivos de enraizamento em miniestacas de *Hymenaea courbaril* após 120 dias em casa de vegetação, sendo que os substratos Bioplant® (BIO) e a mistura composta por 40% de vermiculita, 30% de casca de arroz carbonizada e 30% de fibra de coco (VCF) proporcionaram 74% e 53% de enraizamento, respectivamente.

A resistência ao enraizamento é uma característica comum entre espécies florestais de difícil propagação vegetativa (WENDLING *et al.*, 2014; XAVIER *et al.*, 2013). Freire *et al.*, (2020) ao avaliar a propagação vegetativa de *Hymenaea courbaril*, não obteve sucesso na aplicação da técnica, sendo necessários estudos adicionais. De acordo com Pessanha *et al.* (2018), o vinhático (*Plathymenia reticulata* Benth.) é uma espécie com dificuldade para enraizamento na qual em seu trabalho foi realizado a aplicação exógena de AIB, entretanto, as miniestacas produzidas não enraizaram satisfatoriamente. Já Sant’Ana *et al.* (2023), no estudo da propagação vegetativa de *Lecythis lanceolata*, também verificaram limitações no enraizamento, mesmo sob uso de AIB.

Os resultados obtidos para *SB* e enraizamento *ENR* indicaram comportamento semelhante das miniestacas entre os diferentes substratos avaliados. Entretanto, os dados evidenciam a necessidade de novos estudos sobre a técnica de miniestaquia aplicada ao jatobá, com o objetivo de elevar as taxas de sobrevivência e enraizamento da espécie.

Os diferentes substratos testados influenciaram de forma significativa o desenvolvimento das miniestacas de jatobá na saída da casa de sombra, refletindo nas variáveis de crescimento avaliadas (Tabela 3).

Os tratamentos com as maiores médias de *H* foram acima de 11,5 cm (Tabela 3), esses resultados são superiores aos relatados por Moura *et al.* (2019), que observaram 6,5 cm de *H* em miniestacas de *Hymenaea courbaril* submetidas a diferentes concentrações de AIB.

Com exceção dos tratamentos S4 e S1, verificou-se crescimento em altura estatisticamente semelhante entre os substratos alternativos e o substrato comercial, o que pode ser um indício da possibilidade do uso de resíduos orgânicos na formulação de substratos, em substituição a materiais de maior custo.

Para fins comparativos, estudos com outras espécies nativas propagadas por miniestaquia mostram valores de altura inferiores ou variáveis em relação ao jatobá. Em *Cordia trichotoma*, o crescimento máximo registrado foi de aproximadamente 7,5 cm aos 120 dias de cultivo (AVINIO *et al.*, 2022). De modo semelhante, para *Cariniana estrellensis* (jequitibá), a altura média alcançou apenas 2,73 cm aos 90 dias (GATTI *et al.*, 2011). Valores mais elevados foram relatados por Freitas *et al.* (2016) para miniestacas intermediárias de *Handroanthus heptaphyllus* tratadas com 8000 mg L⁻¹ de AIB, que atingiram de 9,6 a 25,8 cm aos 120 dias após o estaqueamento.

Para a variável *DC*, os resultados desse estudo mostraram-se superiores à 2 mm, na qual encontram-se dentro do intervalo considerado adequado para mudas produzidas por miniestaquia, sendo comparáveis aos dados relatados para espécies florestais em diferentes condições de cultivo. Avinio *et al.* (2022) observaram valores semelhantes na miniestaquia de *Cordia trichotoma*, cujos diâmetros variaram entre 1,8 e 2,8 mm aos 120 dias de cultivo. De forma semelhante, Gatti *et al.* (2011), em estudos com jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*), reportaram *DC* médio de aproximadamente 2,12 mm aos 90 dias de cultivo, valor muito próximo aos obtidos neste trabalho. Já Freitas *et al.* (2016) verificaram valores expressivos para *DC* de *Handroanthus heptaphyllus* com aplicação de 8000 mg L⁻¹ de AIB, com variações entre 4,8 e 5,7 mm para miniestacas apicais e intermediárias.

A variação nos tipos de substrato não afetou significativamente o *CR*, apresentando valor máximo de 19,5 cm na saída da casa de sombra aos 130 dias após o estaqueamento. Moura *et al.*, (2019) observou *CR* variando entre 4 e 7 cm, com maior expressão nos tratamentos sem AIB e em 1000 mg L⁻¹, especialmente no substrato VCF. Houve relação inversamente proporcional entre o *CR* e as concentrações de AIB, sugerindo que concentrações altas de AIB não favorecem o crescimento radicular do jatobá.

Em outros estudos com espécies nativas observa-se valores diferentes para essa variável. Um exemplo é a miniestaquia de *Handroanthus heptaphyllus*, em que miniestacas

intermediárias tratadas com 8000 mg L⁻¹ de AIB apresentaram o maior *CR*, atingindo 99,3 cm aos 120 dias após o estaqueamento (FREITAS *et al.*, 2016). Silva *et al.* (2019) na avaliação do *CR* da *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. (açoita-cavalo), o maior comprimento ocorreu no verão aos 60 dias de cultivo, atingindo 29,95 cm. As menores médias ocorreram aos 30 dias de cultivo no outono e no inverno 9,45 cm e 7,42 cm, respectivamente. Ainda assim, segundo os autores, esses valores apresentam-se adequados para a produção de mudas aparentemente saudáveis e bem desenvolvidas. Já para *CR* de miniestacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.), o maior resultado encontrado foi de 0,94 cm, para o clone 06SM15 oriundas de brotações coletadas no verão (PIMENTEL *et al.*, 2019). Tais resultados demonstram grande variedade de respostas das espécies nativas em relação ao crescimento radicular.

A produção de matéria seca tem sido considerada um dos melhores parâmetros para caracterizar a qualidade de mudas, porém, apresenta o inconveniente de não ser viável a sua determinação em muitos viveiros, principalmente por envolver a destruição completa da muda e a utilização de estufas (BERNARDINO *et al.*, 2005). A variável *MSR* é reconhecida como um dos indicadores mais simples e que melhor determina o estabelecimento das mudas em campo por influenciar diretamente na absorção de água e nutrientes, esse indicador pode ser subestimado, pois parte da biomassa radicular pode ser perdida durante a retirada das mudas e no seu manuseio. (SHEN *et al.*, 2019; AVELINO *et al.*, 2021).

Moura *et al.* (2019) observaram, aos 120 dias após o estaqueamento, que as miniestacas de jatobá apresentaram média de *MSPA* de 0,38 g para o substrato VCF e média de 0,33 g para o substrato BIO. Já para o *MSR* os autores acharam valores que oscilaram de 0,05 a 0,15 g com destaque para o substrato VCF e tratamentos sem AIB e em 1000 mg L⁻¹. Quando comparados com os de Moura *et al.* (2019) observa-se a superioridade das variáveis de massa seca neste estudo, sugerindo que os tratamentos utilizados e o manejo de cultivo adotado favoreceram o acúmulo de biomassa nas mudas.

O tratamento S3 proporcionou maior massa seca da parte aérea (*MSPA*) (0,61 g) e também a maior massa seca total (*MST*) (0,73 g), enquanto o S4 resultou no maior acúmulo de massa seca de raízes (*MSR*) (0,19 g). Esses resultados indicam que o S3 promoveu o melhor desempenho geral, favorecendo simultaneamente o desenvolvimento da biomassa aérea e radicular de forma equilibrada. Em ambos os substratos contém componentes em comum (farinha de osso e terra de subsolo), diferenciando-se apenas pelo uso de casca de café (S3) ou casca de castanha-do-Brasil (S4), o que possivelmente influenciou a dinâmica de aeração, retenção hídrica e disponibilidade de nutrientes para as miniestacas.

Observou-se que a maioria dos substratos alternativos apresentaram igual ou melhor desempenho que o substrato comercial (S10), principalmente, aqueles que tinham em sua formulação casca de café. O desempenho superior das mudas nos substratos que continham casca de café (S3, S5, S9) confirma o potencial desse material como componente alternativo de substratos. Resultados semelhantes foram relatados por Martínez Hernández *et al.* (2023), que observaram que o uso de casca de café, tanto carbonizada quanto fresca, favoreceu o crescimento em altura, o desenvolvimento radicular e a qualidade geral de mudas de *Eucalyptus grandis*. Já Silva *et al.* (2020) observaram que a altura das mudas de *Eucalyptus urophylla* e *Eremanthus erythropappus* foi favorecida por substratos com maior proporção de casca de café. Segundo os autores, combinações que incluem esse material tendem a elevar a porosidade do substrato, o que promove melhor crescimento e maior qualidade das mudas.

Quando ampliada a comparação para diferentes espécies e condições experimentais, observa-se que os padrões de acúmulo de biomassa podem variar. Freitas *et al.* (2016), ao estudarem miniestacas apicais de *Handroanthus heptaphyllus* sem aplicação de AIB, observaram valor máximo de *MSPA* de 4,251 e *MSR* de 1,673 aos 120 dias após o estaqueamento. Em miniestacas de aceroleira, Oliveira *et al.* (2023) obteve os maiores valores médios de *MSPA* (8,4-87 g) e *MSR* (0,5-0,6 g) pelas miniestacas basais, seguida das medianas com valores ligeiramente menores.

A relação *H/DC* representa o equilíbrio de desenvolvimento das mudas e quanto menor o seu valor, melhor é a qualidade da muda e maior a capacidade de sobrevivência e estabelecimento após o plantio (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2018). É amplamente empregada devido à facilidade de mensurar seus componentes e por se mostrar de alta confiabilidade, expressando o equilíbrio de crescimento da muda (AVELINO *et al.*, 2021).

Segundo Carneiro (1995), o valor mínimo deve se situar entre 5,4 e 8,1. Baseado nisso, os valores *H/DC* dos tratamentos S3, S5, S6 e S10 (Figura 5) se encontram dentro do valor estabelecido, indicando um equilíbrio no desenvolvimento das miniestacas. Vale destacar, que novamente, composições que tem casca de café (S3 e S5) ganham destaque na superioridade das análises. De qualquer forma, os substratos alternativos apresentaram valores de *H/DC* iguais ou inferiores aos observados no substrato comercial, indicando que esses materiais podem proporcionar mudas morfolologicamente tão equilibradas quanto aquelas produzidas em substratos convencionais.

Não foram encontrados estudos, que avaliaram essa variável, sobre a miniestaquia de jatobá que permitissem comparações diretas com os resultados obtidos, o que reforça a

relevância deste trabalho para ampliar o conhecimento sobre a propagação vegetativa da espécie.

O índice *MSPA/MSR* é uma variável eficiente para avaliação da qualidade de mudas e está relacionada diretamente com estabelecimento no campo e competitividade em condições de estresse (AVELINO *et al.*, 2021). De acordo com a literatura, o valor 2,0 é o melhor para este índice (BRISSETE 1984; GOMES E PAIVA 2011). O tratamento S4 corresponde ao menor valor observado para *MSPA/MSR*. Segundo Costa *et al.* 2020, valores muito reduzidos deste índice podem comprometer o estabelecimento da muda no campo, ocorrendo ocasionalmente o tombamento por apresentar sistema radicular pouco desenvolvido e parte aérea proeminente. Já o S2 que já se destacou por apresentar valor relativamente elevado de sobrevivência, apresentou valor de *MSPA/MSR* bem próximo do considerado ideal, o que indica que os materiais que o compõem proporcionaram um bom equilíbrio para o desenvolvimento das mudas.

Quando comparados a testemunha (S10), observa-se que a maioria dos substratos alternativos apresentou desempenho semelhante ou até mesmo mais próximo do valor 2 do que o S10 reforçando a viabilidade técnica do uso de resíduos orgânicos e materiais locais na formulação de substratos para miniestaquia de jatobá.

O *IQD* é considerado um bom indicador para avaliar a qualidade das mudas, pois utiliza tanto a relação altura e diâmetro quanto o equilíbrio da biomassa da planta e a relação raiz e parte aérea (PIMENTEL *et al.*, 2021). Quanto maior o *IQD*, melhor é a qualidade da muda produzida (CALDEIRA *et al.*, 2012).

No presente estudo, os valores de *IQD* obtidos para *Hymenaea courbaril* ficaram abaixo do valor mínimo de 0,20 recomendado por Hunt (1990) para mudas produzidas em tubetes. Moura *et al.*, 2019 obtiveram para miniestaquia de *Hymenaea courbaril*, valores de *IQD* de 0,2 a 0,9. Outros estudos com espécies nativas como *Cordia trichotoma* também reportaram valores reduzidos, variando de 0,07 a 0,22 aos 120 dias conforme o tipo de miniestaca e o volume do tubete (AVINIO *et al.*, 2022). Na miniestaquia da aceroleira tratadas com ácido indolbutírico e extrato de tiririca foi verificado um *IQD* de 0,2 a 0,4 (OLIVEIRA *et al.*, 2023).

Uma possível explicação para os valores reduzidos do *IQD* observados nos tratamentos avaliados refere-se ao curto período de permanência das mudas de jatobá na casa de sombra (30 dias). Por se tratar de uma espécie de difícil enraizamento, pertencente ao grupo ecológico clímax (CARVALHO, 2003; LORENZI, 2008) com crescimento naturalmente lento, é esperado que necessite de um tempo mais prolongado para atingir

dimensões morfológicas adequadas para o plantio. Assim, considerando os resultados obtidos, recomenda-se que as avaliações de qualidade das mudas sejam realizadas após um período mais extenso de desenvolvimento, de modo a permitir que os parâmetros morfológicos expressem plenamente o potencial das plantas.

Também para este índice, os substratos alternativos apresentaram desempenho igual ou superior ao comercial. Os tratamentos S2, S4 e S8 apresentaram os maiores *IQD*, indicando que esses tratamentos tiveram equilíbrio na robustez, desenvolvimento radicular, aéreo e de massa seca. Na formulação destes três substratos tem a presença da casca da castanha do Brasil e em um deles a combinação desta com a casca de café (S8). A casca de castanha do Brasil também tem apresentado bons resultados em outros trabalhos com formulações de substratos alternativos para a produção de mudas de essências arbóreas nativas.

Araújo *et al.* (2020), no estudo sobre resíduos agroindustriais como alternativa de substrato para a produção de mudas de *Euterpe precatória*, testaram um substrato comercial (Tropstrato V9 mix SLAB®) e quatro substratos provenientes de resíduos da agroindústria amazônica, incluindo casca de castanha-do-brasil, caroço de acerola, caroço de açaí e casca de cupuaçu. Os autores concluíram que o substrato composto pela casca de castanha-do-brasil em combinação com o caroço de acerola proporcionou o melhor desempenho das mudas, resultando em maior altura e diâmetro do caule. Souza *et al.* (2018) avaliaram 4 tratamentos na produção de mudas de *Pochota fendleri*: T1 (areia + solução nutritiva), T2 (solo + solução nutritiva), T3 (areia + solo + solução nutritiva) e T4 (areia + solo + casca de castanha-do-Brasil inteira + solução nutritiva). O T4 apresentou o melhor desempenho entre os substratos avaliados. Esse tratamento proporcionou maior diâmetro do coleto e massa seca de raízes às mudas de *P. fendleri*.

Os resultados demonstram que os materiais provenientes de resíduos agroindustriais, como casca de café e casca de castanha-do-brasil, apresentam potencial para serem empregados na composição de substratos para produção de mudas de espécies florestais nativas via miniestaquia. Esses materiais proporcionaram desempenho compatível ao substrato comercial, indicando que possuem atributos físicos e químicos adequados ao enraizamento e ao desenvolvimento inicial das plantas. Além do potencial técnico, a utilização desses resíduos pode contribuir para a redução dos custos de produção, especialmente em viveiros localizados em regiões onde tais subprodutos são facilmente acessíveis. Simultaneamente, sua incorporação aos substratos promove uma destinação

ambientalmente adequada a materiais que, de outra forma, seriam descartados, reforçando o caráter sustentável do sistema de produção de mudas.

O sucesso da propagação via miniestaquia não é determinado apenas pelo substrato utilizado, mas depende de diversos outros fatores, tais como: controle das condições ambientais no ambiente de propagação, tipo de estacas, nutrição das minicepas e resposta do material genético ao enraizamento adventício (DIAS *et al.*, 2015). Nesse contexto, embora os resultados obtidos até o momento representem avanços importantes, ainda é evidente a necessidade de aprofundar as pesquisas com o jatobá, especialmente no que diz respeito à otimização da técnica de miniestaquia e ao uso de substratos alternativos. A continuidade é essencial para aprimorar a qualidade das mudas, também para elevar as taxas de enraizamento e garantir maior sobrevivência e eficiência em campo, contribuindo para o fortalecimento da produção de mudas dessa espécie de elevado interesse florestal, a fim de atender as demandas previstas na regularização ambiental, dentre outras.

Conclusão

A produção clonal de mudas de *Hymenaea courbaril* L. por meio da técnica de miniestaquia, utilizando substratos alternativos, demonstrou ser uma abordagem promissora, uma vez que permitiu a formação de plantas com taxas de enraizamento e padrões morfológicos comparáveis aos obtidos com o uso de substrato comercial. Contudo, destaca-se a necessidade de estudos adicionais que busquem superar as dificuldades inerentes ao enraizamento da espécie, de modo a aprimorar a eficiência do processo.

Os substratos formulados com casca de castanha-do-Brasil e casca de café, especialmente nas combinações 2, 3 e 8, demonstraram potencial de uso na cadeia produtiva de mudas de espécies florestais nativas. Tais materiais configuram-se como alternativas ambientalmente sustentáveis, ao promoverem o aproveitamento de resíduos agroindustriais que, de outra forma, seriam descartados.

Referências Bibliográficas

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

ARAÚJO, C. S.; LUNZ, A. M. P.; SANTOS, V. B.; ANDRADE NETO, R. C.; NOGUEIRA, S. R.; SANTOS, R. S. Use of agroindustry residues as substrate for the production of *Euterpe precatoria* seedlings. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, n. 1, p. 1–9, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-40632020v5058709>.

AVELINO, N. R.; SCHILLING, A. C.; DALMOLIN, Â. C.; SANTOS, M. S.; MIELKE, M. S. Alocação de biomassa e indicadores de crescimento para a avaliação da qualidade de mudas de espécies florestais nativas. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 4, p. 1733–1750, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509843229>.

AVINIO, R. S.; MALHEIROS, A. C.; MACULAN, L. G.; GAZZANA, D.; LENCINA, K. H.; TONETTO, T. S.; BISOGNIN, D. A. Rooting of mini-cuttings and quality of plantlets of *Cordia trichotoma*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 57, e02970, 2022.

CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2003, 1039 p.

BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; ROCHA, F.C. et al. Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2185-2291, 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg) 2025–2028: rota estratégica para recuperação de 12 milhões de hectares**. Brasília: MMA, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mma>. Acesso em: 12 maio 2025.

BRISSETTE, J. C. Summary of discussion about seedling quality. In: SOUTHERN NURSERY CONFERENCES, 1984, Alexandria. **Proceedings...** New Orleans: USDA/Forest Service, Southern Forest Experiment Station, 1984. p.127-128.

CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; LÜBE, S. G.; GOMES, D. R.; GONÇALVES, E. O.; ALVES, A. F. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. **Floresta**, v. 42, n. 1, p. 77 - 84, 2012.

CARGNELUTTI FILHO, A.; ARAÚJO, M. M.; GASPARIN, E.; FOLTZ, D. R. B. Dimensionamento amostral para avaliação de altura e diâmetro de plantas de Timbaúva. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 1, p. 1-9, 2018.

CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2003, 1039 p.

CLIMATE DATA. **DADOS CLIMÁTICOS PARA CIDADES MUNDIAIS**. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/>. Acesso em: 25 de maio, 2025.

CORREIA, A. C. G.; XAVIER, A.; DIAS, P. C.; TITON, M.; SANTANA, R. C. Redução foliar em miniestacas e microestacas de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*. **Revista**

Árvore, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 295–304, 2015. DOI: 10.1590/0100-67622015000200009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/sjchDRJgLqBLHF8FKWbrPpp/>. Acesso em: 2 nov. 2025.

COSTA, C. C.; ALMEIDA, L. E.; CASTRO, V. R. de. Evaluation of the morphological parameters of native species of the Atlantic Forest in biodegradable tubes. **Revista Ambientale**, [S. l.], v. 12, n. 4, p. 44–54, 2020. DOI: 10.48180/ambientale.v12i4.246. Disponível em: <https://periodicosuneal.emnuvens.com.br/ambientale/article/view/246>. Acesso em: 14 out. 2025.

COSTA, M. M. Financiamento para a restauração ecológica no Brasil. In: SILVA, A. P. M. da; MARQUES, H. R.; SAMBUICHI, R. H. R. (orgs.). **Mudanças no Código Florestal Brasileiro: desafios para implementação da nova lei**. Brasília: IPEA, 2016. p. 235-260.

CRUZ E.D; PEREIRA A.C. Germinação de sementes de espécies amazônicas: jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Comunicado técnico, Embrapa Amazonia Ocidental**, 2015.

DALDEGAN, J.; SAMBUICHI, R.H.R. Programa de Aquisição de Sementes e Mudanças Nativas (Pasem): uma proposta de política pública para fins de regularização ambiental no Brasil. Texto para discussão (IPEA) ISSN 1415-4765, 2017.

DIAS, I. dos S.; ARRIEL, E. F.; CADÊTE, A. da S.; FREIRE, A. L. de O.; FERREIRA, C. D.; SANTOS, M. M. dos; BARROS, M. T.; FRANÇA, G. M. de. Influência do substrato na propagação clonal por miniestaquia de duas variedades de *Ficus benjamina* L. **Revista Foco**, v. 16, n. 3, e1127, 2023. DOI: 10.54751/revistafoco.v16n3-011.

DIAS, P. C.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. S.; PAIVA, H. N. Tipo de miniestaca e de substrato na propagação vegetativa de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan). **Ciência Florestal**, v. 25, n. 4, p. 909–919, 2015.

FALÉIRO, G. F.; JUNQUEIRA, N. T. V.; JUNGHANS, T. G.; JESUS, O. N. de; MIRANDA, D.; OTONI, W. C. Advances in passion fruit (*Passiflora* spp.) propagation. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, e-155, 2019.

FERRARI, M. P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. (Documentos, 94).

FREIRE, J. M.; VERÍSSIMO, L. N.; PEREIRA, B. R.; ROUWS, J. R. C.; ARTHUR JUNIOR, J. C. Vegetative propagation of *Hymenaea courbaril* L. and *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. by mini-cutting. **Revista Árvore**, v. 44, e4405, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-908820200000005>.

FREITAS, T. P. de; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, K. R.; CARVALHO, G. C. M. W. de. APLICAÇÃO DE AIB E TIPO DE MINIESTACAS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Handroanthus heptaphyllus* Mattos. **Ciência Florestal**, [S. l.], v. 26, n. 1, p. 313–320, 2016. DOI: 10.5902/1980509821128. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/21128>. Acesso em: 30 nov 2025.

GATTI, K. C.; XAVIER, A.; PAIVA, H. N.; OLIVEIRA, L. S. Propagação vegetativa de jequitibá (*Cariniana estrellensis* (Raddi)) por miniestaquia. **Temas Agrários**, v. 16, p. 54–63, 2011.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. Viveiros florestais: propagação sexuada. Viçosa: Editora UFV, 2012. 116 p.

GOMES, K. B. P.; VILARINO, M. de L. G.; SILVA, V. P.; FERRARO, A. C. Avaliação da emergência e do crescimento inicial de plântulas de cedro-rosa em diferentes substratos. **Revista Agrogeoambiental**, v. 2, n. 1, p. 75-84, 2010. Disponível em: <<http://www.ifsuldeminas.edu.br/~ojs/index.php/Agrogeoambiental/.../251.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2025.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES Jr, F.T.; GENEVE, R.L.; WILSON, S.B. **Plant propagation: principles and practices**. 9.ed. New Jersey: Prentice Hall, 2018. 1024p.

HUNT, G. A. Effect of styroblock design and copper treatment on morphology of conifer seedlings. *National Nursery Proceedings*, p. 13–17, 1990.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, M.; MEDEIROS DAS CHAGAS SILVA, O.; CARVALHO DINIZ, P.; PEREIRA DE SOUZA, N.; AMARAL DE MELO, L. Plant residues as an alternative for substrate composition in the production of *Eucalyptus grandis* seedlings. **Floresta**, Curitiba, v. 53, n. 4, p. 423–432, 2023. DOI: 10.5380/rf.v53i4.78802. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/78802>. Acesso em: 14 nov. 2025.

MORAES, C. B. de; UESUGI, G.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; GUERRINI, I. A.; MORI, E. S. Influência de biorreguladores no crescimento de *Hymenaea courbaril*. **Revista do Instituto Florestal**, v. 25, n. 2, p. 223-229, 2013. Nota científica.

MOURA, L. C.; TITON, M.; MOURA, C. C.; SOUZA, C. C.; SANTANA, R. C. Ácido indolbutírico (AIB) e substratos na propagação vegetativa de Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) por miniestaquia. **Advances in Forestry Science**, 6(1), 515-522, 2019.

OBSERVATÓRIO DA RESTAURAÇÃO E REFLORESTAMENTO. **Dashboard de monitoramento da restauração no Brasil**. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://observatoriorestauracao.org.br/dashboard>. Acesso em: 12 maio 2025.

OLIVEIRA, A. C. S.; INÁCIO, L. S.; PANTOJA, S. C. S. Estudo da presença de cristais na folha de *Ficus benjamina* L. (Moraceae) em Realengo, RJ. **Revista Educação em Ação**, ed. 60, 2017. Disponível em: <http://revistaea.org/artigo.php?idartigo=2737>. Acesso em: 12 nov. 2025.

OLIVEIRA, A. K. M.; PINA, J. C.; MATIAS, R. Crescimento e fitoquímica das folhas de *Basella alba*, uma olerícola não convencional, em diferentes substratos. **Vivências**, v. 18, n. 37, p. 319–336, 2022. DOI: <https://doi.org/10.31512/vivencias.v18i37>.

OLIVEIRA, J. R.; ARAÚJO, J. M.; ALMEIDA, U. O.; COSTA, D. A.; ANDRADE NETO, R. C. Produção de mudas de aceroleira com miniestacas tratadas com ácido indolbutírico e extrato de tiririca. **Scientia Plena**, v. 19, n. 10, 2023. DOI: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2023.100202>.

OLIVEIRA, M. C.; OGATA, R. S.; ANDRADE, G. A. de; SANTOS, D. da S.; SOUZA, R. M.; GUIMARÃES, T. G.; SILVA JÚNIOR, M. C. da; PEREIRA, D. J. de S.; RIBEIRO, J. F. **Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado**. Brasília, DF: Universidade de Brasília; Rede de Sementes do Cerrado, 2016. 124 p.

PESSANHA, S. E. G. L.; BARROSO, D. G.; BARROS, T. C.; OLIVEIRA, T. P. F. de; CARVALHO, G. C. M. W. de; CUNHA, M. da. Limitações na produção de vinhático (*Plathymenia reticulata* Benth.) por miniestaquia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 4, p. 1688–1703, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509835317>

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

PIMENTEL, N., GAZZANA, D., SPANEVELLO, J. F., LENCINA, K. H., BISOGNIN, D. A. Effect of mini-cutting size on adventitious rooting and morphophysiological quality of *Ilex paraguariensis* plantlets. **Journal of Forestry Research**, v. 32, n. 2, p. 815-822, 2021.

PIRES, P.; WENDLING, I.; AUER, C.; BRONDANI, G. Sazonalidade e soluções nutritivas na miniestaquia de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. **Revista Árvore**, v. 39, n. 2, p. 283-293, 2015. DOI: 10.1590/0100-67622015000200008.

SAMPAIO, A. B. et al. Guia de restauração ecológica para gestores de unidades de conservação: versão 1. Brasília, DF: **Instituto Chico Mendes**, 2021. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cbc/images/stories/Publica%C3%A7%C3%B5es/restaura%C3%A7%C3%A3o/Guia-de-Restauracao-Ecologica_digital.pdf. Acesso em: 14 junho. 2025.

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

SANTOS, C. C.; ANDRADE, J. K. B. Ecofisiologia da germinação e produção de mudas de jatobazeiro. In: ANDRADE, J. K. B. (org.). **Estudos em Ciências Florestais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2023. p. 101–127.

SCARAMUZZA, C. A. M. et al. Elaboração da proposta do Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. In: Ana Paula Moreira da Silva, Henrique Rodrigues Marques, Regina Helena Rosa Sambuichi. (Org.). **Mudanças no código florestal brasileiro: desafios para a implementação da nova Lei**. 1ed. Rio de Janeiro: IPEA, 2016, v. 1, p. 9-366.

SHEN, Y.; UMAÑA, M. N.; LI, W.; FANG, M.; CHEN, Y.; LU, H.; YU, S. Coordination of leaf, stem and root traits in determining seedling mortality in a subtropical forest. **Forest Ecology and Management**, v. 446, p. 285–292, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.05.032>.

SILVA, A. P. M.; MARQUES, H. R.; SANTOS, T. V. M. N.; TEIXEIRA, A. M. C.; LUCIANO, M. S. F.; SAMBUICHI, R. H. R. **Diagnóstico da produção de mudas florestais nativas no Brasil**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2015. 58 p.

SILVA, K. B.; REINIGER, L. R. S.; RABAIOLLI, S. M. S.; STEFANEL, C. M.; ZIEGLER, A. C. F. Produtividade de minicepas e enraizamento de miniestacas de *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. nas diferentes estações do ano. *Scientia Forestalis*, n. 122, p. 294-302, 2019.

SILVA, R. B. et al. Influência das características físicas e químicas de substratos na propagação vegetativa de espécies florestais. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 15, e8021, 2020.

SOARES, J.M.; SANTOS, M.M.R.; CANDIDO, C.J.; NOVELLO, D. Cookies adicionados de farinha de jatobá: composição química e análise sensorial entre crianças. **Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde** 18(3):74-82, 2016.

SOUZA, A. G.; SMIDERLE, O. J.; CHAGAS, E. A. Nutrição e acúmulo de nutrientes em mudas de *Pochota fendleri*. **Agrária – Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 13, n. 3, p. 1–7, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v13i3a5559>.

SOUZA, C.C.; XAVIER, A.; LEITE, F.P.; SANTANA, R.C.; LEITE, H.G. Padrões de miniestacas e sazonalidade na produção de mudas clonais de *Eucalyptus grandis* HILL X *E. urophylla* S.T. black. *Revista Árvore*, v.37, n.1, p. 67-77, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622013000100008>. Acesso em: 30 de dezembro de 2020.

THE NATURE CONSERVANCY BRASIL. Lançamento do novo Planaveg reafirma compromisso do Brasil com restauração da vegetação nativa. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www.tnc.org.br/conecte-se/comunicacao/noticias/lancamento-planaveg/>>. Acesso em: 12 maio 2025.

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

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

WENDLING, I. Hormônios e reguladores de crescimento: realidades e mitos na clonagem de eucalipto. **Opiniões**, v. 10, n. 34, p. 32-34, 2014.

WENDLING, I.; FERRARI, M. P.; DUTRA, L. F. Produção de mudas de corticeira-do-mato (*Erythrina falcata* Benth) por miniestaquia a partir de propágulos juvenis. Colombo: **Embrapa Florestas**, 2005. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 130)

WENDLING, I.; STUEPP, C. A.; ZANETTE, F. Produção de mudas de araucária por estaquia e miniestaquia. In: WENDLING, I.; ZANETTE, F. (Ed.). **Araucária: particularidades, propagação e manejo de plantios**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 63-103.