

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA FLORESTAL

ZANDRA PILAR VELA NAVARRO

PRODUÇÃO DE MUDAS DE JATOBÁ EM SUBSTRATOS RESIDUAIS

Rio Branco, AC, Brasil
2025

ZANDRA PILAR VELA NAVARRO

PRODUÇÃO DE MUDAS DE JATOBÁ EM SUBSTRATOS RESIDUAIS

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Ciência Florestal, da Universidade
Federal do Acre, como parte de
exigências para o título de Mestre
em Ciência Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Nei Sebastião
Braga Gomes

Co-orientador: Dr. Lucas Graciolli
Savian

Rio Branco, AC, Brasil
2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
Pró-reitora de Pesquisa e Pós-Graduação/
Centro de Ciências Biológicas e da Natureza
Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal-PPG/Ciflor

ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE ZANDRA PILAR VELA NAVARRO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO, STRICTO SENSU, EM CIÊNCIA FLORESTAL, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE.

Às quinze horas do dia 30 de abril de 2025, realizou-se, de forma online, por meio da plataforma Google Meet, a Sessão Pública de Defesa de Dissertação, intitulada: “PRODUÇÃO DE MUDAS DE JATOBÁ EM SUBSTRATOS RESIDUAIS”, de autoria da mestranda **Zandra Pilar Vela Navarro**, 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. Nei S. Braga Gomes - Orientador - Presidente - CCBN - UFAC**, **Dr. Cleverson Argueiro Carvalho - Membro Externo – UFAC**, **Dr Bruno Antônio Lemos de Freitas - Pós - doutorando PDPG - UFAC - CCBN**. 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
 **NEI SEBASTIAO BRAGA GOMES**
Data: 01/05/2025 11:45:17-0300
verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Nei S. Braga Gomes
(Orientador - Presidente - CCBN – UFAC)

Documento assinado digitalmente
 **CLEVERSON AGUIRO DE CARVALHO**
Data: 05/05/2025 10:04:12-0300
verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dr. Cleverson Argueiro Carvalho
Membro Externo – UFAC

Documento assinado digitalmente
 **BRUNO ANTONIO LEMOS DE FREITAS**
Data: 03/05/2025 19:27:01-0300
verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dr Bruno Antonio Lemos de Freitas
(Pós - doutorando PDPG - UFAC - CCBN))

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

N322o Navarro, Zandra Pilar Vela, 1994-
 Produção de mudas de jatobá em substratos residuais / Zandra Pilar Vela
 Navarro; Orientador: Prof. Dr. Nei Sebastião Braga Gomes; Coorientador: Prof.
 Dr. Lucas Graciolli Savian – 2025.
 41 f.: il.; 30 cm.

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

 1. *Hymenaea courbaril* L. 2. Resíduos orgânicos. 3. Sustentabilidade. 4.
 Viveiro florestal. 5. Espécies nativas I. Gomes, Nei Sebastião Braga
 (orientador). II. Savian, Lucas Graciolli (coorientador). III. Título.

CDD: 634.95

Aos meus pais, por todo amor e força.
À minha filha Kiyomi Judith Nishida Vela (*in memoriam*).

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela dádiva da vida, pela força, saúde, coragem e sabedoria, e por todos os caminhos que Ele me permitiu trilhar ao longo desta jornada. Sou grata por sua constante presença ao meu lado, cuidando de mim, guiando-me e fortalecendo-me para que eu pudesse realizar meus sonhos e concluir este projeto.

Em seguida, agradeço à minha família, em especial ao meu pai e à minha mãe, pelo amor incondicional, apoio constante e incentivo diário, que me deram forças e inspiração para superar desafios e conquistar mais uma etapa da minha vida.

Meus agradecimentos especiais aos meus queridos irmãos, Alexandra Judith Vela Navarro, Alexander Vela Navarro e Aleza Maria Vela Navarro, por todo o apoio e carinho. Ao meu amado esposo, Kiyoshi Katsuzo Nishida, sou imensamente grata pela paciência, compreensão e presença constante.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Nei Sebastião Braga Gomes, a quem tenho profunda admiração e respeito, expresso minha gratidão por acreditar em meu potencial, pelas valiosas contribuições, apoio contínuo e por acompanhar de perto todas as etapas deste trabalho, sempre com palavras de incentivo, orientação e confiança.

Ao meu coorientador, Dr. Lucas Graciolli Savian, agradeço sinceramente pela importante colaboração e pelas contribuições técnicas fundamentais para o desenvolvimento e conclusão desta pesquisa.

À Fundação de Tecnologia do Estado do Acre (FUNTAC), especialmente ao laboratório e viveiro, e ao laboratório da Unidade de Tecnologia de Alimentos (UTAL/UFAC), agradeço pela receptividade, apoio técnico e parceria, que foram essenciais para o alcance dos objetivos deste trabalho.

Agradeço também à engenheira agrônoma e amiga Luz Patricia Dávila Velásquez, bem como à colega de mestrado Poliana de Menezes Lira, pela colaboração na desmontagem do experimento e pela constante disposição em ajudar, pessoas que enriqueceu minha experiência profissional.

Muitíssimo obrigada!!

PRODUÇÃO DE MUDAS DE JATOBÁ EM SUBSTRATOS RESIDUAIS

Zandra Pilar Vela Navarro¹, Nei Sebastião Braga Gomes², Lucas Graciolli Savian¹

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

RESUMO

Este estudo avaliou a produção de mudas de *Hymenaea courbaril* L. utilizando diferentes substratos compostos por resíduos agroindustriais locais, com o objetivo de melhorar atributos morfológicos e fisiológicos das mudas destinadas ao reflorestamento. O experimento foi conduzido no viveiro da Fundação de Tecnologia do Estado do Acre (FUNTAC), em Rio Branco, utilizando o delineamento em blocos casualizados, com quatro blocos e cinco plantas por bloco. Os tratamentos foram: T2 (sementes de açaí + casca de café), T3 (sementes de açaí + casca de café + farinha de osso), T4 (composto orgânico da UTRE), T5 (composto UTRE + farinha de osso), T6 (pó de serra), T7 (pó de serra + farinha de osso), T8 (pó de serra + resíduo ruminal bovino) e T9 (pó de serra + resíduo ruminal bovino + farinha de osso). As sementes foram semeadas diretamente em tubetes de 120 cm³ contendo os respectivos substratos, todos acrescidos de fertilizante de liberação lenta. Foram avaliados os parâmetros altura de planta e diâmetro do coleto aos 30, 60, 90 e 120 dias. Ao final do experimento, determinaram-se a massa fresca e seca da parte aérea e radicular, o índice de qualidade de Dickson (IQD) e a consistência do torrão. O tratamento T9 apresentou os melhores resultados: altura média de 34,34 cm, diâmetro do coleto de 4,32 mm, massa fresca da parte aérea de 6,22 g, massa seca de 3,28 g, IQD de 0,29 e nota 7,0 na consistência do torrão, além de maiores teores de micronutrientes (Cu, Fe, Mn e Zn), quanto ao IQD, o do T4 foi de 0,72, portanto, superior ao T9. Os resultados demonstram que substratos à base de resíduos agroindustriais, especialmente quando enriquecidos com farinha de osso, são uma alternativa viável, sustentável e econômica para a produção de mudas de jatobá, contribuindo significativamente para programas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas.

Palavras-chave: *Hymenaea courbaril* L. Resíduos orgânicos. Sustentabilidade. Viveiro florestal. Espécies nativas.

PRODUCTION OF JATOBA SEEDLINGS IN RESIDUAL SUBSTRATES

Zandra Pilar Vela Navarro¹, Nei Sebastião Braga Gomes², Lucas Graciolli Savian¹

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

ABSTRACT

This study evaluated the production of *Hymenaea courbaril* L. seedlings using different substrates composed of local agro-industrial waste, with the objective of improving morphological and physiological attributes of seedlings intended for reforestation. The experiment was conducted in the nursery of the Acre State Technology Foundation (FUNTAC), in Rio Branco, using a randomized block design, with four blocks and five plants per block. The treatments were: T2 (açai seeds + coffee husks), T3 (açai seeds + coffee husks + bone meal), T4 (UTRE organic compost), T5 (UTRE compost + bone meal), T6 (sawdust), T7 (sawdust + bone meal), T8 (sawdust + bovine ruminal residue) and T9 (sawdust + bovine ruminal residue + bone meal). The seeds were sown directly into 120 cm³ tubes containing the respective substrates, all added with slow-release fertilizer. The parameters plant height and stem diameter were evaluated at 30, 60, 90 and 120 days. At the end of the experiment, the fresh and dry mass of the aerial part and root, the Dickson quality index (DQI) and the consistency of the clod were determined. The T9 treatment showed the best results: average height of 34.34 cm, stem diameter of 4.32 mm, fresh mass of the aerial part of 6.22 g, dry mass of 3.28 g, DQI of 0.29 and score of 7.0 in the consistency of the clod, in addition to higher levels of micronutrients (Cu, Fe, Mn and Zn), as for the DQI, that of T4 was 0.72, therefore higher than T9. The results demonstrate that substrates based on agro-industrial waste, especially when enriched with bone meal, are a viable, sustainable and economical alternative for the production of jatobá seedlings, contributing significantly to reforestation programs and recovery of degraded areas.

Keywords: *Hymenaea courbaril* L. Organic residues. Sustainability. Forest nursery. Native species.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Proporção de materiais (%) utilizados como substratos residuais para a produção de mudas de <i>Hymenaea courbaril</i> L.	16
Tabela 2- Características físicas dos substratos utilizados na produção de mudas <i>Hymenaea courbaril</i> L.....	16
Tabela 3- Características químicas dos substratos utilizados na produção de mudas de <i>Hymenaea courbaril</i> L.	17
Tabela 4- Escala visual de estabilidade do torrão utilizada para avaliação da coesão entre o sistema radicular e o substrato, variando de nota 1 (totalmente desagregado) a nota 7 (muito estável), conforme critérios de Steffen et al. (2010).	20
Tabela 5 - Médias das características aos 120 dias de mudas de <i>Hymenaea courbaril</i> L.	25
Tabela 6- Concentrações de macronutrientes, nas folhas das mudas de <i>Hymenaea courbaril</i> L. em diferentes combinações de substratos.....	31
Tabela 7- Concentrações de micronutrientes, nas folhas das mudas de <i>Hymenaea courbaril</i> L. em diferentes combinações de substratos.....	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Medição da Altura da Parte Aérea com régua (A), Medição do Diâmetro do colo com paquímetro digital (B) e (C) de <i>Hymenaea courbaril</i> L.	18
Figura 2-Valores médios de diâmetro de coleto (DC) em milímetros aos 30, 60, 90 e 120 dias, de <i>Hymenaea courbaril</i> L.....	21
Figura 3- Valores médios de altura (A) em centímetro aos 30, 60, 90 e 120 dias, de <i>Hymenaea courbaril</i> L.	23
Figura 4 - Qualidade do Torrão em relação a escala de notas.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS

Cm	Centímetros
UFAC	Universidade Federal do Acre
UTAL	Unidade de Tecnologia de Alimentos
FUNTAC	Fundação de Tecnologia do Estado do Acre
DC	Diâmetro do Coleto
MSPA	Massa Seca da Parte Aérea
MSR	Massa Seca da Raiz
mm	Milímetro
IQD	Índice de Qualidade de Dickson
A	Altura
g	Grama
FLL	Fertilizante de Liberação Lenta
MFR	Massa Fresca da raiz
CR	Comprimento da raiz
MFPA	Massa Fresca da parte aérea

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
2.1 LOCAL DO EXPERIMENTO	14
2.2 OBTENÇÃO DOS CONSTITUINTES E FORMULAÇÕES DE SUBSTRATOS	14
2.3 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DOS SUBSTRATOS	16
2.4 PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>Hymenaea courbaril</i> L.	17
2.5 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS MORFOLÓGICOS	18
2.5.1 Diâmetro do colo (DC)	18
2.5.2 Comprimento da Parte Aérea (A).....	18
2.5.3 Comprimento da Raiz (CR)	18
2.5.4 Massa da Matéria Fresca da Raiz (MFR) e Parte Aérea (MFPA)	19
2.5.5 Massa da Matéria Seca da Raiz (MSR) e Parte Aérea (MSPA)	19
2.5.6 Índice de Qualidade de Dickson (IQD).....	19
2.6 CONSISTÊNCIA DO TORRÃO	19
2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
3.1 DIÂMETRO DO COLO (DC)	20
3.2 COMPRIMENTO DA PARTE AÉREA (A).....	23
3.3 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS MORFOLÓGICOS PELO MÉTODO DESTRUTIVO DE MUDAS DE <i>Hymenaea courbaril</i> L.	25
3.4 NUTRIÇÃO DE FOLHAS DE <i>Hymenaea courbaril</i> L.....	31
4. CONCLUSÃO	33
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS.....	35

1. INTRODUÇÃO

Diante das mudanças climáticas e problemas como a redução de terras aráveis, aumento da pobreza e desnutrição (Kanjana, 2015) e baixa eficiência no uso de nutrientes (Segato et al., 2020), investigar soluções inovadoras para a produção agrícola sustentável é crucial. Nesse contexto, a produção de mudas é fundamental para o reflorestamento e a recuperação de áreas degradadas, uma vez que garante plantas adequadas e adaptadas ao novo ambiente, o que é essencial para o sucesso da plantação florestal. Esse sucesso depende diretamente do potencial genético das sementes e da qualidade das mudas produzidas, que, além de apresentarem maior resistência às condições adversas de campo, têm capacidade de se desenvolver em árvores com crescimento desejável. Contudo, apesar dos avanços nas demais etapas do processo de reflorestamento, a definição de padrões de qualidade para as mudas e a evolução das técnicas de viveiro ainda não acompanharam esse progresso (Santos et al., 2000).

O jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), também conhecido como Jutaí-açu, é uma espécie arbórea da família Fabaceae, ocorrendo naturalmente do México ao centro-sul do Brasil. É uma árvore de grande porte, podendo atingir até 40 metros de altura, cuja madeira é valorizada pela robustez e aparência (Lorenzi, 2020). Além da importância madeireira, a espécie apresenta potencial econômico considerável, tanto pela comercialização da seiva quanto pela qualidade da madeira, que é valorizada pela durabilidade, estabilidade dimensional e trabalhabilidade, características que a tornam procurada também na construção civil (Da Rocha et al., 2019).

Devido às características ecológicas e reprodutivas, o jatobá é amplamente utilizado em programas de reflorestamento e restauração de áreas degradadas, contribuindo para a recomposição vegetal e a alimentação da fauna por meio de seus frutos (Marcuzzo et al., 2020). As sementes de jatobá apresentam baixa taxa de germinação em virtude da dormência tegumentar. Para viabilizar a produção comercial de mudas, é necessário superar essa dormência por meio de técnicas como escarificação mecânica, incisões no tegumento, exposição a altas temperaturas ou tratamento com ácidos fortes, métodos padronizados nas Regras para Análise de Sementes (RAS), do Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento (De Azevedo et al., 2020; MAPA, 2009).

Na região Norte do Brasil, substratos orgânicos derivados de resíduos agroindustriais têm se mostrado uma alternativa viável e econômica, com bons resultados no

desenvolvimento de plantas como o Ipê-roxo - *Handroanthus impetiginosus* (Oliveira, 2018) e o cubuizeiro - *Solanum sessiliflorum* (Ferreira, 2019). Esses substratos de fácil aquisição oferecem uma solução sustentável e reduzem a dependência de insumos comerciais, cujos custos podem ser elevados no estado do Acre, principalmente, devido ao custo do transporte. Gonzaga et al. (2016) e Oliveira et al. (2014) destacam que o uso de resíduos orgânicos devidamente equilibrados pode ser uma alternativa viável e sustentável na produção de mudas florestais.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) no estado do Acre, empregando substratos formulados com resíduos de diferentes origens e com disponibilidade local.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado no Viveiro Florestal da Fundação de Tecnologia do Estado do Acre (FUNTAC), na cidade de Rio Branco, sendo conduzido por 120 dias (junho a outubro de 2024).

2.2 OBTENÇÃO DOS CONSTITUINTES E FORMULAÇÕES DE SUBSTRATOS

Para a formulação dos substratos, optou-se por materiais de fácil disponibilidade no estado do Acre e, foram os seguintes:

Composto orgânico Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos - UTRE: Consiste em uma mistura de materiais orgânicos e agroindustriais, provenientes de feiras, mercados e serviços de limpeza pública, produzido na UTRE, em Rio Branco.

O processo de compostagem foi realizado em ambiente externo, com a disposição em camadas de resíduos, como cascas de cupuaçu, restos de poda de árvores, resíduo ruminal bovino, cascas e polpas de frutas diversas, o qual foi iniciado em 17 de maio de 2023, com revolvimento semanal do material, realizado com o auxílio de uma retroescavadeira e, permaneceu por 90 dias. Finalizado o processo de decomposição, as pilhas de composto permaneceram cobertas com lonas para proteção, garantindo sua qualidade.

Composto de sementes de açaí e casca de café: Composto orgânico obtido a partir da moagem de sementes de açaí (*Euterpe precatoria* Mart.) e cascas de café (*Coffea canephora*) trituradas, o qual foi produzido no município de Senador Guimard, localizado a 28 km da

capital Rio Branco. O processo de compostagem ocorreu em sistema fechado, utilizando tambores devidamente vedados, posicionados em ambiente coberto e arejado. A compostagem foi conduzida por um período de 60 a 90 dias, com revolvimento periódico do material para garantir a aeração e o equilíbrio da temperatura interna, favorecendo a decomposição da matéria orgânica.

Resíduo ruminal bovino: Composto orgânico produzido a partir de resíduos ruminais bovinos e, fornecido pela empresa NOSSO FRIGORÍFICO, em Rio Branco.

Pó de serra: Resíduo produzido a partir do processo de corte e serragem da madeira, obtido de madeiras da região e, pela serraria da FUNTAC, localizada na Vila do V, no município de Porto Acre. A compostagem foi realizada ao ar livre, mas em local protegido da chuva, com o pó de serra empilhado em leiras. Durante o processo, a mistura foi umedecida periodicamente para manter o teor de umidade ideal (entre 50% e 60%) e revolvida manualmente uma vez por semana para garantir boa aeração e evitar odores desagradáveis. A decomposição completa ocorreu em um período entre 90 e 120 dias.

Para a adubação foi utilizado o fertilizante de liberação lenta (FLL) Osmocote® na fórmula (NPK 15-19-12) + micronutrientes. Utilizando-se como base a recomendação feita pelo fabricante para esse tipo de produção, 6 Kg/m³, incorporado para todos os substratos. Além disso, como complemento, foi utilizado farinha de osso, obtida pela moagem de ossos de animais, com baixo custo e de fácil disponibilidade local. Para avaliar o efeito da farinha de osso, foram utilizados dois níveis de complementação, com e sem a adição, sendo incorporada na proporção de 10% do volume total.

Os substratos testados no presente trabalho foram utilizados em sua forma pura (100%) ou misturados. As proporções de cada tratamento do experimento estão dispostas na Tabela 1, apresentada a seguir.

Tabela 1- Proporção de materiais (%) utilizados como substratos residuais para a produção de mudas de *Hymenaea courbaril* L.

Tratamentos	Proporção volumétrica dos materiais (%)				
	AC	UTRE	PS	RB	FO
T2	100	0	0	0	0
T3	90	0	0	0	10
T4	0	100	0	0	0
T5	0	90	0	0	10
T6	0	0	100	0	0
T7	0	0	90	0	10
T8	0	0	50	50	0
T9	0	0	45	45	10

Onde: AC: Sementes de açaí + casca de café; UTRE: composto orgânico UTRE; PS: pó de serra; RB: Resíduo ruminal bovino; FO: Farinha de osso.

Fonte: a autora, 2025.

2.3 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DOS SUBSTRATOS

Para avaliar as qualidades químicas e físicas dos substratos, foram enviadas amostras ao Laboratório de Análises e Consultoria Agrícola e Ambiental, localizado no estado de São Paulo. A metodologia de avaliação seguiu as diretrizes do MAPA (BRASIL, 2007; Fermino, 2003). As amostras enviadas não continham adição de adubação de base.

Na tabela a seguir (Tabela 2), são apresentadas as características físicas obtidas dos substratos.

Tabela 2- Características físicas dos substratos utilizados na produção de mudas *Hymenaea courbaril* L.

Substrato	CTC (mmolc/kg)	Densidade úmida (g/cm ³)	Densidade seca (g/cm ³)	CRA (g/kg)	VTP (%)
T2	1196	0,80	0,66	421	72,4
T3	5461	0,89	0,66	469	98,1
T4	2261	0,35	0,31	572	61,7
T5	2126	0,32	0,22	654	79,5
T6	475	-	-	667	-
T7	2698	0,35	0,24	703	79,3
T8	853	0,23	0,16	697	58,0
T9	3291	0,33	0,27	614	58,5

Onde: T2 – sementes de açaí + casca de café; T3 – sementes de açaí + casca de café + farinha de osso; T4 – composto UTRE; T5 – composto orgânico UTRE + farinha de osso; T6 – Pó de serra; T7 – Pó de serra + farinha de osso; T8 – pó de serra + resíduo ruminal bovino; T9 – pó de serra + resíduo ruminal bovino + farinha de osso. CTC: Capacidade de troca catiônica; CRA: Capacidade de retenção de água. VTP: Volume total de poros.

Na Tabela 3, apresentada a seguir, é possível visualizar os resultados obtidos da análise química dos substratos utilizados na produção das mudas.

Tabela 3- Características químicas dos substratos utilizados na produção de mudas de *Hymenaea courbaril* L.

Parâmetro	Unidade	Substratos							
		T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Umidade (CaCl ₂)	%	211	346	128	452	460	494	416	208
pH (CaCl ₂)	-	5,1	5,6	6,3	6	4,9	5,4	5	5,6
Relação C/N	-	15,7	6,2	12,2	20,7	69,3	39,8	43,3	20,5
C orgânico	g/kg	158,2	113,8	450,2	439,9	429,7	489,5	463,8	388,7
N total	g/kg	2,3	21	4,3	7	0,8	10,3	2,4	13,6
P	mg/kg	1,8	3,3	25,5	11,1	0,1	3,2	2	2
K	mg/kg	20	103	25	33	7	50	13	62
Ca	cmolc/kg	1,4	2,4	4	2,1	0,4	1	0,9	1,2
Mg	cmolc/kg	4	4,2	4	3,8	2,1	2,8	2,8	2,8
S	mg/kg	12,9	11,5	4,7	7	9,4	8,5	7,4	5,8
Cu	mg/kg	5	5	11	8	2	4	4	2
Fe	mg/kg	24	16	21	11	2	5	6	9
Mn	mg/kg	441	484	438	244	142	152	283	209
Zn	mg/kg	73	67	55	84	7	19	19	33

Onde: T2 – sementes de açaí + casca de café; T3 – sementes de açaí + casca de café + farinha de osso; T4 – composto UTRE; T5 – composto orgânico UTRE + farinha de osso; T6 – Pó de serra; T7 – Pó de serra + farinha de osso; T8 – pó de serra + resíduo ruminal bovino; T9 – pó de serra + resíduo ruminal bovino + farinha de osso.

2.4 PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Hymenaea courbaril* L.

Para a produção de mudas foram utilizadas sementes do Banco de Sementes do Laboratório de Sementes Florestais da FUNTAC, provenientes de quatro árvores-matrizes localizadas no Parque Zoobotânico da UFAC (10°12'14''S; 67°42'18''O), em Rio Branco. Devido à dormência tegumentar, as sementes foram escarificadas mecanicamente com lixa metálica no lado oposto ao hilo, conforme metodologia de Costa et al. (2017).

A semeadura ocorreu em junho de 2024, em tubetes de 120 cm³, preenchidos com os substratos mencionados anteriormente e dispostos em bandejas suspensas a 1,20 m do solo. Uma semente foi colocada no recipiente, a 2cm de profundidade, e coberta com o mesmo substrato. O experimento foi conduzido em ambiente aberto com sombrite de 50% de sombreamento. A irrigação foi diária nos primeiros nove dias e, posteriormente, em dias alternados, utilizando regador com capacidade de 5 litros.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, com quatro blocos e cinco repetições por bloco, sendo cada repetição composta por uma planta.

2.5 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS MORFOLÓGICOS

2.5.1 Diâmetro do colo (DC)

As medições foram realizadas, de forma aleatória, em 5 plantas por bloco, aos 30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura, utilizando um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm.

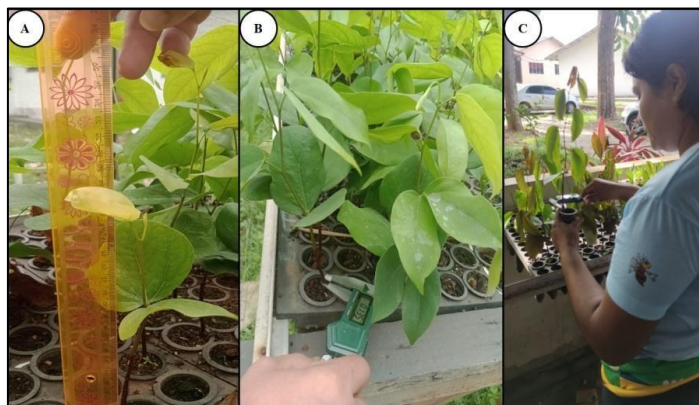
2.5.2 Comprimento da Parte Aérea (A)

O comprimento da parte aérea de cada repetição foi medido manualmente com o auxílio de uma régua métrica, desde a superfície do substrato até o meristema apical. Para cada tratamento foram utilizadas 5 plantas, escolhidas de forma aleatória. Os resultados foram expressos em cm/plântula. As medições foram realizadas aos 30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura.

2.5.3 Comprimento da Raiz (CR)

As medições do comprimento das raízes foram realizadas ao final do experimento, aos 120 dias, com 5 plantas por bloco. Cada uma teve o sistema radicular separado da parte aérea utilizando uma tesoura. Considerou-se como raiz a porção compreendida entre o mesocótilo e a extremidade terminal da raiz principal (parte subterrânea). Para determinar o comprimento, as raízes foram medidas individualmente com o auxílio de uma régua métrica, sendo os resultados expressos em centímetros (cm). Na figura a seguir (Figura 1) são ilustrados os procedimentos utilizados para mensuração das mudas.

Figura 1- Medição da Altura da Parte Aérea com régua (A), Medição do Diâmetro do colo com paquímetro digital (B) e (C) de *Hymenaea courbaril* L.



Fonte: a autora

2.5.4 Massa da Matéria Fresca da Raiz (MFR) e Parte Aérea (MFPA)

Ao final do experimento (120 dias), após as medições do comprimento do sistema radicular e da altura da parte aérea, cada parte foi pesada em uma balança semianalítica com precisão de 0,001 g.

2.5.5 Massa da Matéria Seca da Raiz (MSR) e Parte Aérea (MSPA)

Embora seja um método destrutivo, deve ser valorizado como um estudo científico, pois representa um indicador confiável de resistência em mudas florestais (Carneiro, Aguiar, 1993). A determinação da massa da matéria seca das plantas de jatobá foi realizada utilizando sacos de papel Kraft. As amostras foram submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por 72 horas. Em seguida, foram pesadas em balança semianalítica com precisão de 0,001 g, e os resultados expressos em g.plântula⁻¹.

2.5.6 Índice de Qualidade de Dickson (IQD)

Os valores obtidos foram tabulados no software Microsoft Excel, onde foi determinado em função da altura da parte aérea (A), do diâmetro do colo (DC), do peso de matéria seca da parte aérea (MSPA) e do peso de matéria seca das raízes (MSR), usando a seguinte equação (DICKSON et al., 1960):

$$IQD = \frac{MST(g)}{\left(\frac{A(cm)}{DC(cm)} + \frac{MSPA(g)}{MSR(g)} \right)}$$

Onde:

MST = Massa Seca Total (g);

Alt/DC = Relação da altura pelo diâmetro do coleto;

MSPA/MSR = Relação da massa seca da parte aérea pela massa seca da raiz (g).

2.6 CONSISTÊNCIA DO TORRÃO

A estabilidade dos torrões foi avaliada ao final do experimento por meio de uma escala visual de notas de 1 a 7, sendo 7 a melhor avaliação, conforme proposto por Steffen et al. (2010). Essa escala, apresentada na tabela a seguir, (Tabela 4), permite classificar os

torrões com base no grau de coesão entre o sistema radicular e o substrato, refletindo a integridade estrutural durante o manuseio.

Tabela 4- Escala visual de estabilidade do torrão utilizada para avaliação da coesão entre o sistema radicular e o substrato, variando de nota 1 (totalmente desagregado) a nota 7 (muito estável), conforme critérios de Steffen et al. (2010).

Nota	Descrição
1	Torrões totalmente desagregados, sem coesão; raízes e substratos se separam completamente ao toque.
2	Torrão extremamente frágil, com alto grau de desagregação; desfaz-se facilmente durante o manuseio.
3	Torrão instável, com porções que se soltam ao ser retirado do recipiente, comprometendo sua forma original.
4	Torrões com coesão intermediária, mantendo parcialmente a estrutura, mas com rachaduras ou perda significativa de substrato.
5	Torrões razoavelmente estáveis, mantêm o formato com leve perda de material.
6	Torrões estáveis, com forma bem conservada e pequenas perdas de substrato durante a manipulação.
7	Torrões muito estáveis, sem rachaduras ou perdas visíveis, com forte ligação entre o sistema radicular e o substrato.

2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

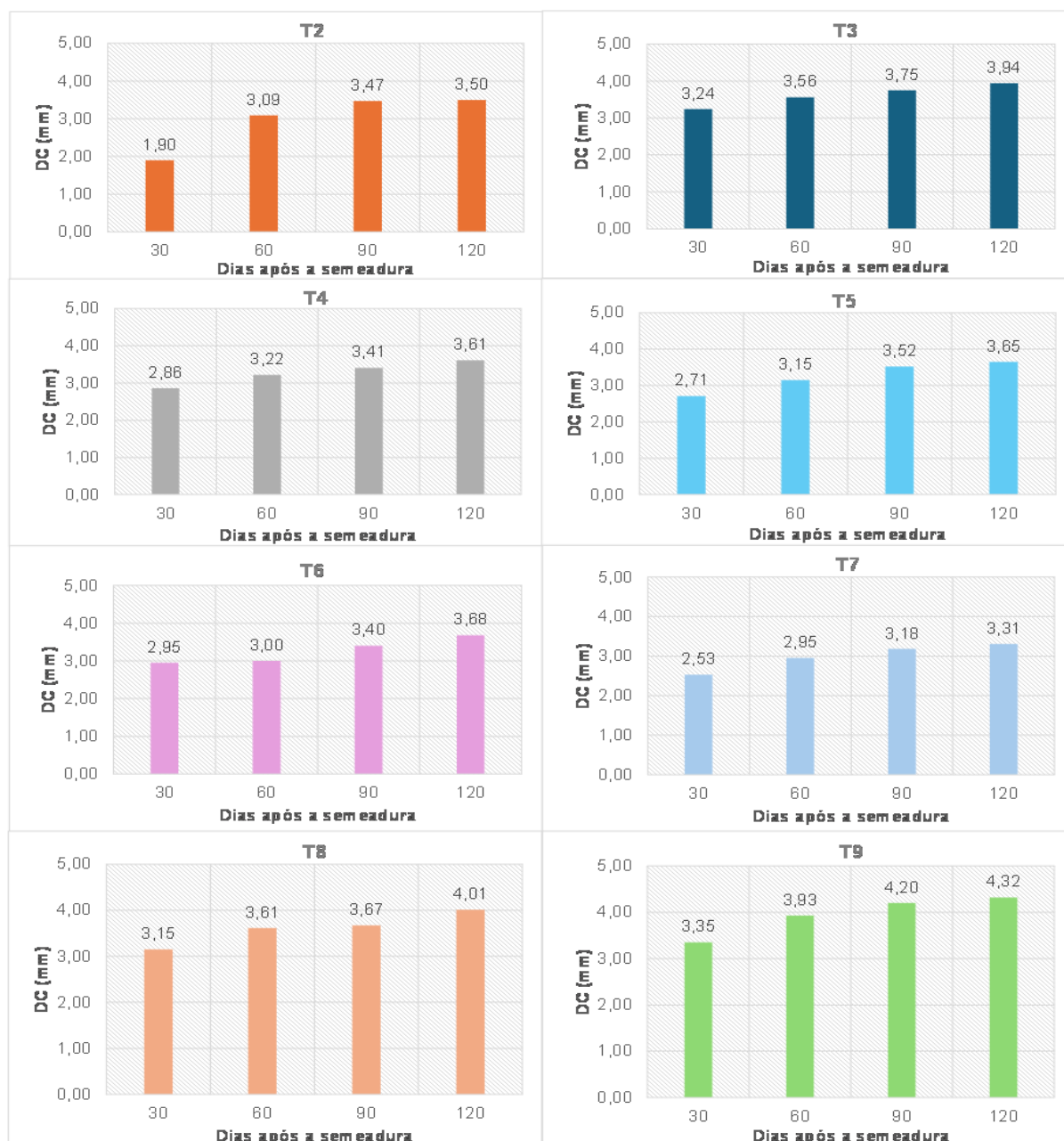
O delineamento estatístico utilizado foi blocos ao acaso, com quatro blocos e cinco plantas por bloco. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e, quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o programa Sisvar (Ferreira, 2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 DIÂMETRO DO COLO (DC)

A Figura 2 apresenta os valores médios do diâmetro do colo das mudas de *Hymenaea courbaril* L. aos 30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura.

Figura 2-Valores médios de diâmetro de coleto (DC) em milímetros aos 30, 60, 90 e 120 dias, de *Hymenaea courbaril* L.



Onde: T2 – sementes de açaí + casca de café; T3 – sementes de açaí + casca de café + farinha de osso; T4 – composto UTRE; T5 –composto orgânico UTRE + farinha de osso; T6 – Pó de serra; T7 – Pó de serra + farinha de osso; T8 – pó de serra + resíduo ruminal bovino; T9 – pó de serra + resíduo ruminal bovino + farinha de osso.

Fonte: a autora

Como pode ser visto, todos os tratamentos proporcionaram incremento do diâmetro ao longo do período de avaliação, indicando um desenvolvimento contínuo das mudas. O incremento do diâmetro do coleto é um dos principais indicadores da qualidade das mudas florestais, pois está diretamente relacionado à sua robustez e capacidade de sobrevivência após o transplante. Mudanças com maior diâmetro geralmente apresentam sistema radicular mais

desenvolvido, maior acúmulo de reservas e maior resistência ao estresse hídrico e mecânico no campo.

Nesse sentido, o tratamento T9 apresentou características físico-químicas que favoreceram diretamente esse desenvolvimento, combinando uma elevada capacidade de retenção de água (CRA de 614 g/kg) com baixa densidade seca (0,27 g/cm³) e uma relação C/N de 20,5, indicando estabilização da matéria orgânica (<24), conforme Malavolta et al. (1997). Tais condições favorecem a oxigenação das raízes e a absorção eficiente de água e nutrientes, impulsionando o crescimento do caule. O tratamento T8, embora com uma CRA ainda mais elevada (697 g/kg) e densidade seca muito baixa (0,16 g/cm³), apresentou desempenho levemente inferior ao T9, possivelmente devido à ausência de farinha de osso em sua composição. Conforme observado por Carvalho Filho et al. (2003), substratos com boa estrutura física e equilíbrio hídrico promovem maior vigor em mudas de jatobá, refletido no aumento do diâmetro do coleto.

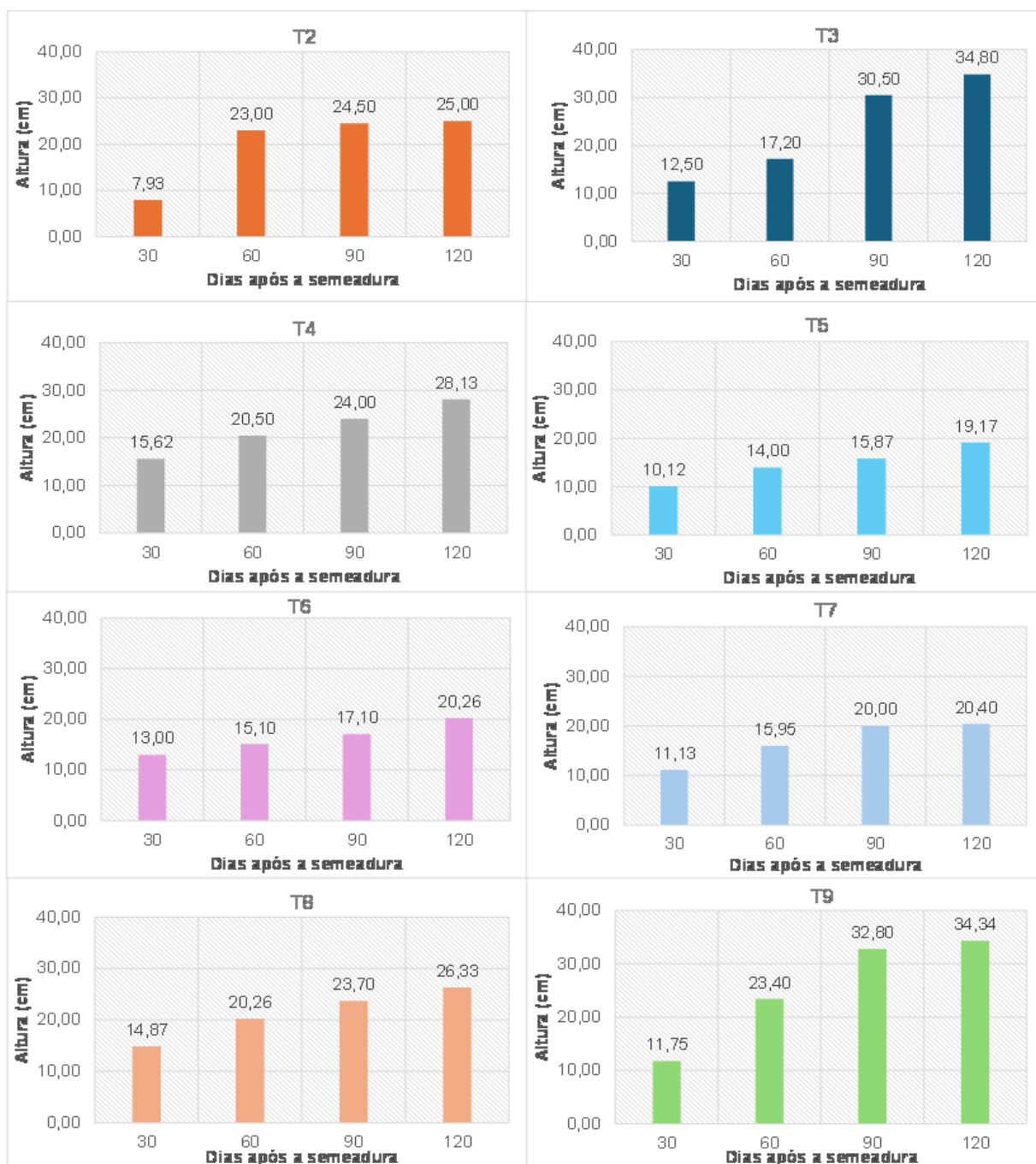
Silva et al. (2023) confirmam a eficácia do resíduo ruminal bovino, apontando que sua inclusão em 30% no substrato promoveu incremento de 24% no diâmetro do coleto das mudas. Da mesma forma, Gonzaga et al. (2016) observaram que a mistura solo + resíduo ruminal bovino (2:1) favoreceu o diâmetro e a altura das mudas, corroborando os resultados obtidos nos tratamentos T8 e T9. Por outro lado, os tratamentos T2 (sementes de açaí + casca de café) e T7 (pó de serra + farinha de osso) apresentaram os menores valores de diâmetro aos 30 dias (1,90 mm e 2,53 mm, respectivamente), tendência mantida até o final do experimento. Esses baixos desempenhos podem estar relacionados a limitações nutricionais e à má estrutura física dos substratos. Pagliarini et al. (2016) destacam que substratos com baixa aeração e capacidade de retenção de água comprometem o desenvolvimento radicular e, por consequência, o crescimento do caule.

Apesar do T7 apresentar boa CRA e porosidade total (VTP), sua menor eficiência pode ser atribuída à ausência de material orgânico mais nutritivo, como o resíduo ruminal, e ao uso do pó de serra, que possui alta relação C/N (69,3) e lenta decomposição. Já o T2, com alta densidade e baixa CTC, provavelmente limitou o crescimento radicular e o desenvolvimento do caule. Os melhores desempenhos foram observados nos tratamentos T9 (pó de serra + resíduo ruminal bovino + farinha de osso), T8 (pó de serra + resíduo ruminal) e T3 (sementes de açaí + casca de café + farinha de osso), todos com farinha de osso, contribuindo para melhor estrutura física e crescimento mais vigoroso do coleto. Segundo Carvalho Filho et al. (2003) e Silva et al. (2023), a presença de resíduo ruminal em substratos promove maior diâmetro de caule em mudas de jatobá, corroborando os achados deste estudo.

3.2 COMPRIMENTO DA PARTE AÉREA (A)

Os resultados obtidos nas avaliações de comprimento da parte aérea (altura) durante o período estão apresentados na Figura 3.

Figura 3- Valores médios de altura (A) em centímetro aos 30, 60, 90 e 120 dias, de *Hymenaea courbaril* L.



Onde: T2 – sementes de açaí + casca de café; T3 – sementes de açaí + casca de café + farinha de osso; T4 – composto UTRE; T5 – composto orgânico UTRE + farinha de osso; T6 – Pó de serra; T7 – Pó de serra + farinha de osso; T8 – pó de serra + resíduo ruminal bovino; T9 – pó de serra + resíduo ruminal bovino + farinha de osso.

Fonte: a autora

É possível identificar que ao longo das avaliações houve incremento na altura de todos os tratamentos. É perceptível que os tratamentos T3, T4, T8 e T9, formulados respectivamente com sementes de açaí + casca de café + farinha de osso, composto UTRE, pó de serra + resíduo ruminal bovino; e pó de serra + resíduo ruminal bovino + farinha de osso, respectivamente, proporcionaram os maiores incrementos de altura. Os tratamentos T3 (sementes de açaí + casca de café + farinha de osso) e T9 (pó de serra + resíduo ruminal + farinha de osso) apresentaram as maiores alturas de mudas ao final do experimento (34,80 e 34,34 cm), superando resultados anteriores com jatobá. Ambos os substratos apresentaram boas características físicas e químicas, como alta capacidade de retenção de água, porosidade e presença de farinha de osso — rica em fósforo e cálcio —, o que favoreceu o crescimento das plântulas.

Em contraste, os tratamentos T5 (composto UTRE + farinha de osso) e T6 (pó de serra) tiveram os menores crescimentos, sendo o T5 o pior (19,17 cm), possivelmente devido à baixa CTC e, no caso do T6, à alta relação C/N, que prejudica a disponibilidade de nitrogênio. Estudos anteriores reforçam a importância da matéria orgânica e da composição equilibrada dos substratos. A casca de café e as sementes de açaí demonstraram potencial como componentes alternativos para substratos, promovendo bom desenvolvimento das mudas.

Silva et al. (2020) avaliaram o potencial da casca de café compostada como componente de substratos para produção de mudas de espécies florestais e, concluíram que este resíduo, pode melhorar significativamente o crescimento e a qualidade das mudas, o que corrobora com a eficácia do uso deste componente no substrato T3. Além disso, Erlacher et al. (2016) investigaram o uso de sementes de açaí na formulação de compostos orgânicos para produção de mudas de quiabo e tomate, os quais observaram que substratos contendo 75% de sementes de açaí e 25% de substrato comercial promoveram maior crescimento das mudas, indicando o potencial desse resíduo na composição de substratos alternativos. Embora o estudo tenha sido realizado com hortaliças, os resultados sugerem que resíduos de açaí podem ser benéficos na produção de mudas em geral.

3.3 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS MORFOLÓGICOS PELO MÉTODO DESTRUTIVO DE MUDAS DE *Hymenaea courbaril* L.

Os resultados obtidos: Comprimento da raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), qualidade do torrão, índice de qualidade de dickson (IQD), estão apresentados na Tabela 5, apresentada a seguir.

Tabela 5 - Médias das características aos 120 dias de mudas de *Hymenaea courbaril* L.

Tratamento	CR (cm)	MFPA (g)	MFR (g)	MSR (g)	MSPA (g)	Qualidade do Torrão	IQD
T2	11,7 ^{ns}	3,19* ^b	0,62 ^b	0,31 ^{ns}	1,42 ^b	2,60 ^c	0,15 ^g
T3	12,3	5,28 ^a	1,11 ^a	0,51	2,59 ^a	4,20 ^b	0,21 ^f
T4	12,4	3,12 ^b	1,07 ^a	0,41	1,74 ^b	4,73 ^b	0,72 ^a
T5	11,7	2,38 ^b	1,17 ^a	0,49	1,03 ^b	4,73 ^b	0,21 ^f
T6	10,43	1,79 ^b	0,82 ^b	0,54	1,03 ^b	2,73 ^c	0,21 ^f
T7	11,5	2,79 ^b	1,02 ^a	0,57	1,42 ^b	5,00 ^b	0,24 ^e
T8	10	3,10 ^b	1,34 ^a	0,69	1,56 ^b	7,00 ^a	0,25 ^d
T9	12,2	4,22 ^a	1,60 ^a	0,91	2,33 ^a	7,00 ^a	0,29 ^c
CV(%)	12,2	27,86	28,32	68,45	29,25	32,34	66,70

Letras minúsculas comparam médias entre as linhas (tratamentos), pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Onde: Comprimento da raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), qualidade do torra, índice de qualidade de dickson (IQD); T2 – sementes de açaí + casca de café; T3 – sementes de açaí + casca de café + farinha de osso; T4 – composto UTRE; T5 – composto orgânico UTRE + farinha de osso; T6 – Pó de serra; T7 – Pó de serra + farinha de osso; T8 – pó de serra + resíduo ruminal bovino; T9 – pó de serra + resíduo ruminal bovino + farinha de osso.

De acordo com os dados de 120 dias, massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), qualidade do torrão, Índice de Qualidade de Dickson (IQD), foi observado que em todos os tratamentos, houve diferença significativa quanto a esses parâmetros. Ao contrário, em relação à massa seca da raiz (MSR) e do comprimento da raiz (CR) não foram identificadas diferenças significativas entre os tratamentos.

Em relação ao comprimento da raiz (CR), os valores médios variaram de 10 cm (T8) a 12,4 cm (T4), os quais corroboram com resultados obtidos por Cruz e Ribeiro (2021), que não apresentaram diferença estatística entre os substratos utilizados, de 8,29 cm (Areia), 8,45 cm (Resíduo ruminal bovino) e 9,61 cm (Substrato comercial). Alguns fatores podem influenciar no crescimento de raiz como temperatura, água utilizada ou até mesmo o local.

Silva et al. (2023), destacam que o uso de resíduo ruminal bovino resultou em mudas com maior comprimento radicular (CR), o que se alinha diretamente ao observado no presente

trabalho, onde o tratamento T9 apresentou uma das maiores médias para CR (12,2 cm). Essa expansão do sistema radicular é fundamental para a absorção eficiente de água e nutrientes, e indica maior capacidade de adaptação ao campo.

O desempenho maior do tratamento T4 está relacionado às características físicas favoráveis do substrato. O composto orgânico UTRE apresentou baixa densidade úmida (0,35 g/cm³) e baixa densidade seca (0,31 g/cm³), o que favorece a aeração do substrato, além de uma CRA elevada (572 g/kg), o que indica boa retenção de água, essencial para o desenvolvimento radicular (Ferreira et al., 2015; Kiehl, 1985).

Em contraste, o T8, que apresentou o menor CR, possuindo um dos menores valores de VTP (58%) e uma densidade seca bastante reduzida (0,16 g/cm³), o que pode ter comprometido a estrutura do substrato, dificultando a expansão das raízes. Embora tenha apresentado uma boa CRA (697 g/kg), o substrato pode ter se compactado ou oferecido resistência mecânica devido à combinação de materiais (pó de serra e resíduo ruminal), o que pode ter limitado o crescimento radicular (Raij et al., 2001).

O T9 conta com maior disponibilidade de nutrientes para o CR, como N (19 g/kg), P (13,6 g/kg), Ca (62 g/kg), carbono orgânico (388,7 g/kg), nutrientes essenciais para o crescimento radicular, por sua vez, apresentou uma melhor relação C/N (20,5), onde indica Malavolta et al. (1997), ótima relação C/N maior ou menor que 24, favorecendo o T9 neste trabalho. Já o T8, mesmo com teores elevados de C (463,8 g/kg), apresentou relação C/N muito alta (43,3), o que pode ter limitado a disponibilidade de N às plantas (Raij et al., 2001).

Quanto à massa fresca da parte aérea (MFPA) e a massa fresca da raiz (MFR), o presente estudo mostra que o T9, proporcionou um dos melhores desempenhos (MFPA = 4,22 g; MFR = 1,60 g). Para Silva et al. (2023), esse desempenho corresponde ao elevado teor de matéria orgânica de resíduo ruminal bovino, que favorece a microbiota do solo e melhora a disponibilidade de nutrientes essenciais. A elevada MFR encontrada em T9 reforça essa relação, demonstrando que o resíduo ruminal bovino contribui diretamente para a formação de um sistema radicular mais denso.

Fisicamente para MFPA apresentaram elevado volume VTP (98,1%) e boa densidade úmida (0,89 g/cm³), por sua vez, quimicamente o T3 destacou-se pelo alto teor de P (21 g/kg) e Ca (103 g/kg), além de baixa relação C/N (6,2), indicando maior disponibilidade de nutrientes essenciais à síntese proteica e ao desenvolvimento vegetativo (Malavolta et al., 2006; Prado, 2008). O T6 apresentou baixa CTC (475 mmolc/kg) e alto teor de C (429,7 g/kg), com relação C/N elevada (69,3), o que restringe a disponibilidade de N devido à

imobilização microbiana, limitando o crescimento da parte aérea (Medeiros et al., 2007). Portanto, o T5, mesmo apresentando bons teores de N (21,2 g/kg) e P (7 g/kg), apresentou baixa densidade seca (0,22 g/cm³), o que pode ter prejudicado o suporte físico às raízes e a estabilidade do torrão, afetando o acúmulo de biomassa aérea (Kämpf, 2000).

Os maiores valores para MFR (T9 e T8), ambos contendo resíduo ruminal bovino, o qual no resultado físico conferiu boa umidade (208 e 416 g/kg) e alta capacidade de retenção de água (614 e 697 g/kg). Quimicamente, esses substratos apresentaram níveis adequados de N (19 e 10,7 g/kg), P (13,6 e 2,4 g/kg) e Ca (62 e 13 g/kg), fatores que favorecem o crescimento radicular e a absorção de nutrientes (Ferreira et al., 2015; Kiehl, 1985). Por sua vez, os menores valores de MFR (T2 e T6). Embora o T2 tenha apresentado boa CTC (1196 mmolc/kg), seus níveis de P (2,3 g/kg) e Ca (20 g/kg) foram inferiores aos demais tratamentos, limitando a disponibilidade desses nutrientes fundamentais para o crescimento radicular (Souza et al., 2014). Já o T6, como citado anteriormente, possui uma relação C/N muito elevada, o que dificulta a mineralização e o aproveitamento dos nutrientes presentes (Prado, 2008).

Em relação a massa seca da parte aérea (MSPA), os maiores valores foram encontrados nos tratamentos T3 (2,59 g) e T9 (2,33) e o menor valor com 1,03g (T5 e T6). Carvalho et al. (2003), recomendaram uma mistura de substratos contendo solo, areia e resíduo ruminal bovino (2:1:1) para a produção de mudas de *Hymenaea courbaril* L de 180 dias de idade. Este resultado foi similar ao obtido neste trabalho, evidenciando que substratos que contêm resíduo ruminal bovino com componente orgânico são adequados para a produção de mudas. Em pesquisa realizada por Silva et al. (2023), observou-se na MSPA das mudas de *Hymenaea courbaril* L. diferença significativa em função da aplicação das diferentes doses de resíduo ruminal bovino, com aumento de 40%, quando foi aplicada a dose 30% deste componente em comparação a testemunha. O efeito positivo do uso da adubação orgânica na MSPA foi confirmado em outras espécies como *Moringa oleifera* (Pereira et al., 2019) e *Theobroma cacao* L. (N' Dafá et al., 2022).

Os maiores valores de MSPA (T3 e T9) e MSR (T9), valores atribuídos às melhores características físicas dos substratos, a qual o T3 apresentou alta densidade úmida (0,89 g/cm³) e elevada VTP (98,1%), favorecendo o armazenamento de água e aeração, sendo fatores essenciais para o desenvolvimento da parte aérea das mudas. O T9, embora com densidade baixa (0,33 g/cm³), também se destacou por apresentar CRA de 614 g/kg, contribuindo para a manutenção da umidade no substrato e suporte ao crescimento da parte raiz e aérea (Ferreira et al., 2015). Com base nos resultados na análise química, temos

destaque para os teores mais elevados de N e P no T3 (18,3 g/kg de N e 21 g/kg de P) e no T9 (19 g/kg de N e 13,6 g/kg de P), são nutrientes essenciais ao crescimento das plantas (Malavolta; Vitti; Oliveira, 1997). Além disso, ambos apresentaram relações C/N mais adequadas à mineralização (6,2 no T3 e 20,5 no T9), além de boa umidade (346 e 208 g/kg), apresentando condições favoráveis à absorção de nutrientes pelas raízes (Kiehl, 1985; Ferreira et al., 2015).

Para a massa seca da raiz (MSR), não foram observadas diferenças significativas entre os nove tratamentos, onde o maior valor foi encontrado no T9 (0,91g). Esse dado corrobora com informações obtidas por Silva et al. (2023) em relação a MSR, a qual não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, com média de 0,78 g, utilizando resíduo ruminal bovino. Anteriormente, Silva et al. (2012) observaram que os substratos com maior porosidade total promovem maior qualidade do sistema radicular e, por consequência, geram mudas com maior massa seca de parte aérea e radicular. No presente trabalho, a produção de massa foi semelhante à observada por Carvalho Filho (2003) na produção de mudas de jatobá em condições de solo + areia + resíduo ruminal bovino na produção de 1:2:1.

Os menores valores de MSPA atribuídos às menores características físicas e químicas foram nos tratamentos T5 e T6 (1,03 g). O T6, fisicamente, teve ausência de dados de densidade e porosidade, o que indica possíveis falhas estruturais no suporte e aeração das raízes. Quimicamente, representou elevada relação C/N (69,3), alto teor de C (429,7 g/kg) e baixa CTC (475 mmolc/kg), o que contribui para baixa disponibilidade de nitrogênio e diminuição na liberação de nutrientes essenciais (Raij et al., 2001). O T5, embora apresentasse bons teores de P (7 g/kg) e N (21,2 g/kg), por sua vez, apresentou a menor densidade seca (0,22 g/cm³), densidade úmida de 0,32 g/cm³ e VTP de 79,5%. A densidade muito baixa pode ter comprometido a sustentação das plantas e sua estabilidade no recipiente, além de favorecer variações hídricas no substrato (Kiehl, 1985).

Os menores valores da MSR foram observados no T2, identificando com densidade úmida de 0,80 g/cm³ e densidade seca de 0,66 g/cm³, valores que indicam substrato mais compacto. Apesar de uma CTC moderada (1196 mmolc/kg), o T2 apresentou baixos teores de P (2,3 g/kg) e Ca (20 g/kg), nutrientes fundamentais para o desenvolvimento do sistema radicular (Malavolta et al., 1997). Já o T4, apresentou densidade úmida de 0,35 g/cm³, seca de 0,31 g/cm³ e VTP de 61,7%. Embora tais valores não sejam os mais baixos entre os tratamentos, a menor CRA (572 g/kg) e um teor moderado de fósforo (5,6 g/kg) e cálcio (23 g/kg) podem ter sido fatores limitantes. Além disso, a relação C/N de 10,6, embora razoável,

não compensou as demais deficiências físicas, o que pode ter comprometido o crescimento radicular (Ferreira et al., 2015).

Quanto à qualidade de torrão (Figura 4) houve diferença significativa (Tabela 5) entre os tratamentos, onde o tratamento T2 apresentou o menor valor de qualidade de torrão (nota 2) e com menor valor de MSR (0,31 g) e CR (11,7 cm). Segundo Freitas et al. (2010), isso pode ter ocorrido por causa do menor volume radicular das mudas nestes substratos.

Figura 4 - Qualidade do Torrão em relação a escala de notas



Onde: T2 (nota 2,60), T3 (nota 4,20), T4 (nota 4,73), T5 (nota 4,73), T6 (nota 2,73), T7 (nota 5,00), T8 (nota 7) e T9 (nota 7). T2 – sementes de açaí + casca de café; T3 – sementes de açaí + casca de café + farinha de osso; T4 – composto UTRE; T5 – composto orgânico UTRE + farinha de osso; T6 – Pó de serra; T7 – Pó de serra + farinha de osso; T8 – pó de serra + resíduo ruminal bovino; T9 – pó de serra + resíduo ruminal bovino + farinha de osso. Fonte: Autores (2024).

No entanto, o tratamento T9 apresentou uma das maiores médias com nota máxima (7,00), também vale destacar os maiores valores observados no mesmo tratamento, com MSR (0,91 g) e CR (12,2 cm), que por sua vez, esses dados de qualidade do torrão corroboram com

os resultados encontrados por Freitas et al. (2006), que obtiveram o comprimento da raiz de 10,06 cm. Entretanto, esse resultado ainda foi inferior ao encontrado neste trabalho (12,2 cm), de comprimento da raiz, indicando o bom desenvolvimento das raízes, fator essencial para a qualidade dos torrões.

O tratamento T9 (nota máxima 7,00), com densidade seca (0,27 g/cm³), CRA (614 g/kg) e VTP (58,5%), favoreceu o enraizamento e a estabilidade do torrão. Quimicamente, destacou-se pelos teores elevados de N (19 g/kg) e P (13,6 g/kg), além de pH (5,6). A relação C/N de 20,5 também foi favorável neste trabalho, pois indica equilíbrio entre a decomposição da matéria orgânica e a liberação de nutrientes, corroborando com Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), que ressaltam a importância de uma relação C/N adequada para a nutrição vegetal adequada.

Por outro lado, o substrato T2 (nota baixa 2,60), refletindo limitações físicas como alta densidade seca (0,66 g/cm³) e menor CRA (421 g/kg). Do ponto de vista químico, apresentou baixos teores de N (10,1 g/kg) e P (2,3 g/kg), além de uma relação C/N (15,7), dificultando a decomposição da matéria orgânica e reduzindo a disponibilidade de nutrientes, o que compromete o desempenho do substrato (Kiehl, 1985).

No contexto deste experimento, um fator crucial que contribuiu para a boa agregação dos substratos foi justamente o desenvolvimento do sistema radicular, uma vez que, quanto maior o desenvolvimento das raízes, melhor será a agregação destas com o substrato, formando um torrão de melhor qualidade.

O Índice de Qualidade de Dickson (IQD), integra vários atributos morfológicos, e quanto maior, melhor será a qualidade de mudas (Binotto et al., 2010), que utilizou o tratamento com esterco bovino com excelente desempenho. O T9, com IQD de 0,29, foi superado apenas por T4 (0,72), esses dados do IQD corroboram informações de Gonzaga et al. (2016), onde o IQD das mudas de *Hymenaea courbaril* L. foram inferiores a 0,8, sendo este substrato o de terceiro melhor desempenho para este parâmetro.

Quanto ao resultado das características físicas e químicas do IQD, a qual o T4 com maior IQD (0,72), apresentou baixa densidade seca (0,31 g/cm³), CRA (572 g/kg) e bons teores de N (36,9 g/kg) e P (25,5 g/kg), além de uma relação C/N (12,2), fatores que favoreceu o crescimento das mudas, por sua vez, o T9 com IQD (0,29), apresentou densidade seca de 0,27 g/cm³, alta CRA (614 g/kg), N (19 g/kg) e P (13,6 g/kg). A relação C/N de 20,5 foi considerada favorável neste trabalho, corroborando Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), que destacam a importância do equilíbrio entre carbono e nitrogênio no desenvolvimento vegetal.

Vale ressaltar que o T9, mesmo apresentando o segundo maior valor para esse atributo, no entanto, de acordo com Gomes e Paiva, 2013, valores superiores a 0,20, podem indicar uma boa qualidade das mudas.

3.4 NUTRIÇÃO DE FOLHAS DE *Hymenaea courbaril* L.

As concentrações de macronutrientes (Tabela 6) e de micronutrientes (Tabela 7) variam conforme as diferentes combinações de substrato para a produção de mudas de *Hymenaea courbaril* L. favorecendo ao seu crescimento observado nas análises dos parâmetros morfológicos.

Tabela 6- Concentrações de macronutrientes, nas folhas das mudas de *Hymenaea courbaril* L. em diferentes combinações de substratos.

Tratamento	g kg ⁻¹					
	N	P	K	Ca	Mg	S
T2	14,60	4,50	17,30	13,20	2,50	1,40
T3	12,60	4,40	17,60	13,50	2,10	1,00
T4	13,70	3,30	16,10	5,90	1,90	0,80
T5	13,90	4,80	17,00	9,50	2,40	0,70
T6	11,50	2,00	15,20	6,60	2,00	1,00
T7	12,30	2,60	13,00	8,90	1,90	0,80
T8	10,90	4,10	13,90	11,70	1,70	0,70
T9	11,10	2,30	11,60	7,20	2,00	1,00

Onde: T2 – sementes de açaí + casca de café; T3 – casca de açaí + casca de café farinha de osso; T4 – composto orgânico UTRE; T5 – composto orgânico UTRE + farinha de osso; T6 – Pó de serra; T7 – Pó de serra + farinha de osso; T8 – pó de serra + resíduo ruminal bovino; T9 – pó de serra + resíduo ruminal bovino + farinha de osso.

De forma geral, as maiores quantidades de N são obtidas pela plantas, principalmente na fase inicial de desenvolvimento (Gonçalves et al., 2012). No presente trabalho, os dois maiores valores foram nos tratamentos T2 (sementes de açaí + casca de café) e T5 (composto orgânico UTRE + FO). Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al., (1996) ao submeter mudas de jatobá, com média de 15,2 g kg⁻¹ de N.

O tratamento T5 proporcionou maior concentração de P nas folhas de *Hymenaea courbaril*, portanto, a FO pode ter favorecido o crescimento do jatobá. De acordo Gomes e Paiva (2013), o adequado suprimento em P no início do crescimento da planta é importante para a formação dos primórdios vegetativos, uma vez que as raízes de planta jovens absorvem fosfato muito mais rapidamente que raízes de plantas mais velhas.

Os maiores valores observados para as concentrações de K e Ca, foi identificada no T3 (casca de açaí + casca de café + FO), o que pode ter favorecido o crescimento da espécie pela adição de FO nesse tratamento, como observado na análise das características morfológicas de *Hymenaea courbaril* L. evidenciando o impacto positivo desse nutriente no crescimento das plantas (Almeida et al., 2019).

O Mg e S, tiveram os maiores valores no T2. Resultados semelhantes foram obtidos por Vieira e Weber (2015) ao aplicar no T2 (100% plantmax®).

Tabela 7- Concentrações de micronutrientes, nas folhas das mudas de *Hymenaea courbaril* L. em diferentes combinações de substratos.

Tratamentos	mg.kg ⁻¹				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
T2	19,52	6,20	119,90	49,30	26,50
T3	12,48	3,70	65,40	202,50	22,10
T4	17,24	3,90	56,10	142,60	15,80
T5	16,55	4,00	61,50	84,90	14,50
T6	14,36	5,70	86,40	212,60	20,30
T7	16,74	3,80	71,80	157,20	17,60
T8	14,07	3,80	60,80	112,50	17,70
T9	10,79	7,20	157,60	286,70	31,90

Onde: T2 – sementes de açaí + casca de café; T3 – casca de açaí + casca de café + farinha de osso; T4 – composto orgânico UTRE; T5 – composto orgânico UTRE + farinha de osso; T6 – Pó de serra; T7 – Pó de serra + farinha de osso; T8 – pó de serra + resíduo ruminal bovino; T9 – pó de serra + resíduo ruminal bovino + farinha de osso.

O boro (B), essencial para o crescimento das raízes, teve maior concentração no tratamento T2 (casca de açaí + casca de café), com 19,52 mg/kg. Já o T4 terceiro maior valor de B apresentou maior comprimento da raiz(CR). Essa combinação parece favorecer a liberação de B, como também observado por Silva et al. (2018).

O Cu (7,20 mg/kg), Fe (127,60 mg/kg), Mn (286,70 mg/kg) e Zn (31,90 mg/kg), apresentaram os melhores valores no T9 (pó de serra + resíduo ruminal bovino + FO), o que pode ter favorecido o crescimento da espécie pela adição de FO nesse tratamento, como observado na análise das características morfológicas de *Hymenaea courbaril* L. evidenciando o impacto positivo desse nutriente no crescimento das plantas (Almeida et al., 2019), por sua vez, sugerindo que a combinação de compostos orgânicos como o resíduo ruminal contribui para sua liberação (Silva et al., 2020).

A adição de material orgânico aumentou o desenvolvimento das mudas de *Hymenaea courbaril* L., mesmo tratando-se de uma espécie florestal de crescimento inicial lento. Os compostos utilizados, como o resíduo ruminal bovino e a farinha de osso, proporcionaram maior disponibilidade de nutrientes em concentrações adequadas, favorecendo o crescimento da espécie. Além disso, a combinação desses materiais melhorou as propriedades físicas do substrato, como retenção e disponibilidade de água, aeração e densidade adequada, resultando na formação de mudas com melhor qualidade. Tais características são determinantes para um maior índice de sobrevivência e pegamento das mudas em condições de campo.

As combinações de diferentes substratos influenciaram significativamente na produção de mudas de *Hymenaea courbaril* L. De forma geral, todos os substratos apresentaram potencial para a produção de mudas, uma vez que proporcionaram um desenvolvimento adequado, e atendendo aos objetivos propostos.

4. CONCLUSÃO

O substrato T9 (pó de serra + resíduo ruminal bovino + farinha de osso) proporcionou os melhores desempenhos, com maior altura (34,34 cm), diâmetro do coleto (4,32 mm), massa fresca da parte aérea (6,22 g), massa seca da parte aérea (3,28 g) e melhor qualidade de torrão (7,00), além de ter alcançado o segundo maior Índice de Qualidade de Dickson (0,29), valor considerado satisfatório para a qualidade de mudas. Embora superado pelo T4 nesse índice, o T9 destacou-se também pela adequada relação C/N e pelas maiores concentrações de micronutrientes nas folhas das mudas de *Hymenaea courbaril* L., evidenciando seu potencial como substrato eficiente para a produção de mudas de qualidade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, as combinações dos substratos para produção de mudas de *hymenaea courbaril* L., especialmente a farinha de osso e o resíduo ruminal bovino, resultaram em mudas de qualidade. Por serem materiais acessíveis na região, representam uma alternativa viável e sustentável para produtores locais.

Os resultados deste trabalho contribuem para o avanço de práticas mais sustentáveis e eficientes na produção de mudas nativas, oferecendo subsídios técnicos para programas de recuperação ambiental, reflorestamento e uso racional de resíduos agroindustriais.

A utilização desses substratos, facilmente obtidos na região, representa uma alternativa sustentável que reduz a dependência de insumos comerciais, os quais apresentam elevados custos no estado do Acre, em grande parte devido às despesas logísticas relacionadas ao transporte.

Recomenda-se a realização de novos estudos envolvendo outras espécies nativas e diferentes resíduos agroflorestais, com o objetivo de ampliar o conhecimento sobre o uso de substratos residuais na região, contribuindo para a produção de mudas com maior qualidade e menor custo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. A.; SOUSA, C. M.; LIMA, D. C. **Efeito do nitrogênio no crescimento de mudas florestais**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 43, e0190001, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcsoci/a/flkx7bkrv7rgsjgnnk8hxcqx/?lang=pt>. Acesso em: 29 jul. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa SDA nº 17. **Métodos analíticos oficiais para análise de substratos para plantas e condicionadores de solo**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 maio 2007. Seção 1, n. 99. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrução-normativa-sda-n-17-de-24-de-maio-de-2007-3555829>. Acesso em: 29 jul. 2024.

BRASIL. Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos. **Plano Nacional de Fertilizantes 2050: uma estratégia para os fertilizantes no Brasil**. Brasília: SAE, 2021. 195 p. Disponível em: <https://www.gov.br/sae/pt-br/assuntos/plano-nacional-de-fertilizantes-2050>. Acesso em: 29 jul. 2024.

CARNEIRO, J. G. A.; AGUIAR, I. B. **Armazenamento de sementes**. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Ed.). Sementes florestais tropicais. Brasília: ABRATES, 1993. p. 333-350.

CARVALHO FILHO, J. L. S.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; BLANK, A. F.; RANGEL, M. S. A. **Produção de mudas de *Hymenaea courbaril* L. em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos**. Cerne, Lavras, v. 9, n. 1, p. 109-118, 2003. Disponível em: http://bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/18176/cerne_v9_n1_p109118_2003.pdf?sequence=1&isallowed=y. acesso em: 10 abr. 2025.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J.; CARVALHO, P. R. A. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em substratos orgânicos. Revista Brasileira de Sementes, v. 25, n.2, p. 83-89, 2003.

COSTA, E. M. et al. **Superação de dormência em sementes de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.)**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 21, n. 6, p. 421-426, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/qjqbm3glmvd7ry7wkhfkrxm/?lang=pt>. acesso em: 10 abr. 2025.

CRUZ, T. M.; RIBEIRO, F. A. **Efeito de diferentes substratos no crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas**. Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, v. 64, n. 2, p. 134-142, 2021.

DA ROCHA, A. et al. **Caracterização da madeira e potencial econômico do jatobá (*Hymenaea courbaril* L.)**. Revista Brasileira de Engenharia Florestal, v. 39, n. 1, p. 45-58,

2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbefl/a/zvj7tpv6srtbb5vgkhtnmsp/?lang=pt>. Acesso em: 10 abr. 2025.

DE AZEVEDO, G. A. et al. **Effect of using ultrasound to break dormancy and germination of *Xylopia emarginata* Mart seeds.** Research, Society and Development, v. 9, n. 9, e789997840, p. 1-11, 2020.

DUBOC, E. et al. **Nutrição do jatobá (*Hymenaea courbaril* L. Lee et Lang).** Cerne, 2(1): 138-152, 1996. Disponível em: <https://www.cerne.ufla.br/handle/123456789/2571>. Acesso em: 11 abr. 2025.

OLIVEIRA, E. Desenvolvimento inicial de mudas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex D.C.) Mattos (ipê-roxo), em diferentes substratos. 81 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal) – Universidade Federal do Acre, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufac.br/jspui/handle/123456789/1918>. Acesso em: 11 abr. 2025.

MAPA. Instrução Normativa nº 9. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/pesquisa/arquivos/instrucao-normativa-n-9-12-maio-2016.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2024.

ERLACHER, W. A. et al. **Uso de caroço de açaí triturado fermentado para a formulação de substratos para produção de mudas de quiabo e tomate.** Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, v. 4, n. 2, p. 1–10, 2016.

FERMINO, M. H. Métodos de análise para caracterização de física de substratos. 89 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/1350>. Acesso em: 11 abr. 2025.

FERRAZ, A. V.; ENGEL, V. L. **Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. Var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Sandl.) e guarucaia (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan).** Revista Árvore, v. 35, n. 3, p. 413-423, 2011.

FERREIRA, C. A. et al. **Substratos orgânicos e fontes de fósforo no crescimento de mudas de espécies florestais nativas.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 39, n. 6, p. 1656-1663, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/n3jntkpzrlf9f5xt7grtk9J>. Acesso em: 18 abr. 2025.

FERREIRA, D. F. **SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs.** Brazilian Journal of Biometrics, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FREITAS, R. M. O.; MARTINS, S. V.; BARROS, N. F. **Produção de mudas de Tachigali vulgaris L. G. Silva & H. C. Lima em diferentes substratos e doses de NPK.** Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 30, n. 4, p. 519–528, 2006.

FREITAS, R. M. O.; MARTINS, S. V.; BARROS, N. F.; LEITE, H. G. **Crescimento inicial de Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong em diferentes substratos e doses de fertilizantes.** Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 34, n. 3, p. 399–407, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/8flhg7xmyzdhgkgsqxvbxv/?lang=pt>. Acesso em: 18 abr. 2025.

GOMES, José Mauro; PAIVA, Haroldo Nogueira de. **Viveiros florestais: propagação sexuada.** Viçosa, MG: Editora UFV, 2013.

GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, V.; MARQUES, J. C.; ARTHUR JUNIOR, J. C.; ALVAREZ, I. A. **Nutrição e fertilização de essências florestais tropicais.** In: FERTBIO 2012, 2012, Fortaleza. Anais [...]. Fortaleza: SBCS, 2012. p. 1–20. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aasb/a/dcw9fz64vt6y9y7gfztyzbd/?lang=pt>. acesso em: 18 abr. 2025.

GONZAGA, L. M. et al. **Recipientes e substratos na produção de mudas de jatobá (Hymenaea courbaril L.).** Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, v. 6, n. 1, p. 64–73, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/2889>. Acesso em: 10 abr. 2025.

KANJANA, D. **Potential applications of nanotechnology in major agriculture divisions: A Review.** international journal of agriculture, environment and biotechnology, v. 8, n. 3, p. 699-714, 2015.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais.** Guaíba: Agropecuária, 2005.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto.** 2. ed. Piracicaba: Fundação Cargill, 1985. 160 p., W. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 479 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2020.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2. ed. Piracicaba, SP: POTAFOS, 1997.

MAPA. Instrução Normativa nº 9. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/pesquisa/arquivos/instrucao-normativa-n-9-12-maio-2016.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2024.

MEDEIROS, A. C. S.; ARAÚJO, F. A.; CAVALCANTE, L. F. **Produção de mudas de maracujazeiro-amarelo em diferentes tipos e volumes de recipientes e substratos**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 92-96, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/l7yjtzmzxh9lmjtkrh8j9wjh/?lang=pt>. Acesso em: 11 abr. 2025.

N' DAFÁ, L. A.; ROGÉRIO, F.; OLIVEIRA, L. S.; et al. Respostas **morfofisiológicas de mudas de cacau a diferentes tipos de adubação orgânica**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 52, e71270, 2022. doi: 10.1590/1983-40632022v5271270. disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/xs9w6bzbblz9f6n5wqskb9j/?lang=pt>. acesso em: 17 abr. 2025.

OLIVEIRA, L. S. B. de et al. Substrato e volume de recipiente na produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). Nativa, v. 2, n. 2, p. 105-109, 2014. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/1303>. Acesso em: 11 abr. 2025.

PAGLIARINI, M. K. et al. **Tratamentos pré-germinativos e substratos na germinação de sementes e biometria de plântulas de *Hymenaea courbaril* L. var. stilbocarpa**. Revista Cultura Agrônômica, v. 25, n. 1, p. 39-54, 2016.

PEREIRA, A. S.; SANTOS, F. M.; OLIVEIRA, M. R.; et al. **Crescimento e acúmulo de nutrientes em *Moringa oleifera* Lam. sob adubação orgânica**. Revista Agroambiente Online, v. 13, n. 3, p. 195-203, 2019. DOI: 10.18227/1982-8470ragro.v13i3.5729.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: UNESP, 2008.

RAIJ, B. van et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2001. 285 p.

RIO BRANCO. **Levantamento e mapeamento de solos do município de Rio Branco, AC**, na escala de 1:100.000. Prefeitura Municipal de Rio Branco, AC, 2007.

SANTOS, P. L.; FERREIRA, R. A.; ARAGÃO, A. G.; AMARAL, L. A.; OLIVEIRA, A. S. **Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para recuperação de áreas degradadas**. Revista Árvore, v. 36, n. 2, p. 237-245, 2000.

SEGATTO, Mateus Lodi et al. **Green and sustainable extraction of proteins from agro-industrial waste: An overview and a closer look to Latin America**. Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry, v. 37, p. 100661, 2020. DOI: 10.1016/j.cogsc.2020.100661.

SILVA, D. P. da et al. **Uso de esterco bovino proporciona melhores mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.)**. Agrarian Academy, v. 10, n. 19, p. 50, 2023. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/Agrarian%20Academy/2023A/uso.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2025.

SILVA, G. F.; NEVES, J. C. L.; FONSECA, E. P.; RESENDE, M. D. V.; BORGES, E. E. L. **Qualidade fisiológica de sementes e características morfológicas de mudas de mutamba em função do substrato.** Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 36, n. 2, p. 235–244, 2012.

SILVA, Laísa Leocádio; BECKER, Quizzi Maria Cordova; OTAKALOSKI, Josiane; MENEGHELLO, Geri Eduardo. **Produção de mudas de *Hymenaea courbaril* L. em diferentes substratos.** 2018. Disponível em: <http://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/prefix/4048>. Acesso em: 18 abr. 2025.

SILVA, O. M. das C. et al. **Potencial uso da casca de café como constituinte de substrato para produção de mudas de espécies florestais.** Ciência Florestal, v. 30, n. 4, p. 1161–1175, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/xsfdxrtqhs3gfzqg9v8k5zd/>. acesso em: 11 abr. 2025.

SOUZA, C. R. et al. **Substratos alternativos para produção de mudas florestais.** Cerne, Lavras, v. 9, n. 1, p. 109-118, 2003.

VIEIRA, R. D. WEBER, O. B. **Produção de mudas de espécies florestais em diferentes substratos comerciais.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 19, n. 4, p. 336–341, 2015.