# USO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE CUPUAÇU (*Theobroma Grandiflorum)*

PANTOJA Matheus Vinícius da Costa[1]; SOUZA Gabriela Montelo de[2]; ESQUERDO Paulo Ricardo de Carvalho[3]; FERREIRA Wanderson Vinícius Assis[4]; ROCHA Iury Gabriel Moura da[5]; OLIVEIRA Frank de Souza[6]

[1] Universidade Federal Rural da Amazônia – eng.matheusv@gmail.com; [2] Universidade Federal Rural da Amazônia – gabrielamontelo4@gmail.com; [3] Universidade Federal Rural da Amazônia – paulo.esquerdo@discente.ufra.edu.br; [4] Universidade Federal Rural da Amazônia – wandersonv8200@gmail.com; [5] Universidade Federal Rural da Amazônia – iury.rocha@discente.ufra.edu.br; [6] Universidade Federal Rural da Amazônia – frank.oliveira@discente.ufra.edu.br

## RESUMO

A árvore de cupuaçu (Theobroma grandiflorum) é uma das principais frutíferas nativas da Amazônia, pertencente à família Malvaceae. A espécie é amplamente valorizada pelo aroma e sabor característico de sua polpa, atributos que lhe conferem elevado potencial comercial e industrial. Diante da necessidade de alternativas sustentáveis para a produção de mudas, este estudo buscou analisar a influência de resíduos agroindustriais gerados em grande escala sobre o desenvolvimento inicial do cupuaçuzeiro. Foram avaliados diferentes tratamentos contendo proporções de 5%, 10%, 15% e 20% de resíduos orgânicos — cinza de açaí, composto de dendê e esterco bovino — incorporados a 3 kg de solo. Ao final do experimento, foram mensuradas variáveis morfológicas e fisiológicas das mudas, permitindo determinar os efeitos de cada resíduo no crescimento das plantas. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias significativas comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados indicaram que um dos resíduos agroindustriais avaliados apresenta potencial para atuar como substrato alternativo na produção de mudas de Theobroma grandiflorum, favorecendo seu crescimento inicial. A espécie possui grande importância econômica, devido à ampla aceitação de seus produtos e subprodutos no mercado interno e externo, além de sua relevância em Sistemas Agroflorestais. Nesse contexto, torna-se essencial investigar o uso de substratos alternativos gerados em larga escala, garantindo sua correta destinação e contribuindo para práticas produtivas ambientalmente sustentáveis.

**Palavras-Chave**: Agroecologia; Substratos Alternativos; Produção de Mudas; Resíduos Orgânicos; Sustentabilidade Agrícola.

## INTRODUÇÃO

O cupuaçuzeiro (Theobroma grandiflorum), pertencente à família Malvaceae, é uma das frutíferas nativas mais expressivas da Amazônia, valorizado pelo aroma e sabor característicos de sua polpa, amplamente utilizados pela indústria regional. Nos últimos anos, o cultivo dessa espécie tem se expandido em diferentes regiões tropicais do Brasil, impulsionado tanto pela elevada aceitação dos frutos e derivados quanto por sua importância em sistemas agroflorestais e na diversificação produtiva.

Com o crescimento da demanda, torna-se essencial produzir mudas de qualidade, capazes de se adaptar às condições edafoclimáticas das áreas produtoras. Na Amazônia, onde predominam solos de baixa fertilidade natural, a escolha adequada do substrato é determinante para o desenvolvimento inicial das plantas. A composição do substrato influencia diretamente o suporte ao sistema radicular, a disponibilidade de água e nutrientes e o vigor das mudas, contribuindo para maior uniformidade e menores índices de mortalidade após o transplante.

Além do suprimento nutricional, o substrato deve garantir boa estrutura física, permitindo aderência do torrão e reduzindo riscos de danos mecânicos ou desidratação no plantio. Paralelamente, cresce o interesse por alternativas ambientalmente sustentáveis, especialmente o reaproveitamento de resíduos provenientes de atividades industriais e agroindustriais, enquanto o manejo inadequado de resíduos urbanos permanece um desafio. Nesse contexto, a utilização agrícola de materiais residuais apresenta-se como alternativa viável, reduzindo custos de produção e contribuindo para a gestão adequada desses recursos.

Diversas agroindústrias geram resíduos que possuem potencial para compor substratos, porém ainda são limitados os estudos que avaliam seu uso na produção de mudas de Theobroma grandiflorum. Assim, este trabalho teve como objetivo investigar a influência de resíduos amplamente disponíveis no estado do Pará — como cinza de açaí, composto de palma e esterco bovino — sobre a formação e o desempenho inicial de mudas de cupuaçu.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um viveiro de mudas localizado na área experimental do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), no setor de Ciência do Solo, situado aproximadamente a 48°23' de longitude oeste e 1°31' de latitude sul. A região apresenta temperatura média anual de 28,1 °C e elevada pluviosidade, concentrada principalmente entre março e agosto. O solo utilizado foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico, conforme os critérios da EMBRAPA (2006), e foi coletado na profundidade de 0 a 20 cm em uma área de pousio. Após a coleta, o solo passou por correção de acidez com calcário dolomítico de PRNT 92%. Trinta dias após a correção, o solo apresentou pH 6,10. Os atributos químicos do solo original, determinados por metodologias específicas, são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Atributos químicos do solo utilizado no experimento, coletado na profundidade de 0 - 20 cm no perfil do solo.

| pH | | Corg | M.O | P(1) | K+(1) | Ca2+(2) | Mg2+(2) | Al+3(3) | H+Al |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H2O | KCl | ----g kg-1---- | | mg dm-3 | ---------- cmolc dm-3 ---------- | | | | |
| 4,55 | 3,23 | 9,29 | 16,02 | 23,69 | 0,02 | 0,5 | 1,00 | 0,94 | 6,08 |

(1) Extração Mehlich-1; (2) Extração KCl 1,00 mol L-¹; (3) Extração acetato de cálcio 0,05 mol L-¹. pH: potencial hidrogeniônico; Corg: carbono orgânico; M.O: teor de matéria orgânica; P: fósforo disponível; K: potássio disponível; $Ca^{2+}$: cálcio trocável; $Mg^{2+}$: magnésio trocável; $Al^{+3}$: alumínio trocável; H+Al: acidez potencial.
**Fonte:** Autores, 2023

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com arranjo fatorial envolvendo diferentes proporções de resíduos orgânicos, sendo eles cinza de açaí, composto de dendê e esterco bovino. As proporções avaliadas foram 5%, 10%, 15% e 20% em relação à quantidade total de solo. Esse arranjo resultou em 12 tratamentos, cada um com quatro repetições, totalizando 48 unidades experimentais. O experimento teve duração de cinco meses, iniciando com o plantio das mudas em sacos de polietileno com capacidade de 3 $dm^3$, preenchidos com os substratos formulados de acordo com cada tratamento.

As variáveis analisadas foram altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e teor de clorofila (SPAD). As variáveis fitométricas foram mensuradas aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após o plantio. As massas secas foram obtidas por análise destrutiva, após secagem do material vegetal em estufa a 65 °C. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, o efeito dos tratamentos foi comparado pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Análise de Variância (ANOVA) (Tabela 2) indicou que as características de crescimento e acúmulo de biomassa das mudas de cupuaçu foram significativamente influenciadas pelos fatores estudados (tratamentos e proporções). Apenas a Altura da Planta (AP) não apresentou resposta significativa, sugerindo uma alocação prioritária dos fotoassimilados para componentes estruturais, como o espessamento do caule e a produção de biomassa (Pinto et al., 2007). Em contraste, o Diâmetro

do Caule (DC) respondeu de maneira consistente às proporções de esterco bovino, evidenciando o papel da matéria orgânica no espessamento do colo e no vigor da muda. A Massa Seca da Raiz (MSR) e a Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), por sua vez, foram as variáveis mais responsivas, sendo significativamente afetadas tanto pelos Tratamentos quanto pelas Proporções.

**Tabela 2:** Resumo da análise de variância para altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e teor de clorofila (SPAD**).**

| FV | GL | AP | DC | NF | MSR | MSPA | SPAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TRATAMENTO | 2 | NS | NS | 25,18* | 1,93* | 58,52* | 304,48* |
| PROPORÇÕES | 3 | NS | 0,004583* | NS | 1,64* | 4,06* | NS |
| TRATAMENTO * PROP | 6 | NS | NS | NS | NS | NS | NS |
| CV(%) = | - | 11,60 | 14,89 | 17,13 | 20,81 | 28,15 | 9,84 |

GL - grau de liberdade; CV - coeficiente de variação; NS = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade.
**Fonte:** Autores, 2023

A produção de Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), métrica valiosa que indica o estado nutricional e a eficiência fotossintética, teve seus maiores valores observados nos tratamentos com esterco bovino (Figura 1). Este resultado corrobora estudos que apontam o esterco bovino como superior a outros biofertilizantes (Nascimento et al., 2018), devido ao seu alto conteúdo de $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$ e P que atua diretamente na produtividade de biomassa (Barbosa, 2004). Em relação às proporções de esterco, a produção de MSPA ajustou-se a um modelo de regressão linear decrescente, atingindo a produção máxima de 4,20 g na proporção de 2,9%.

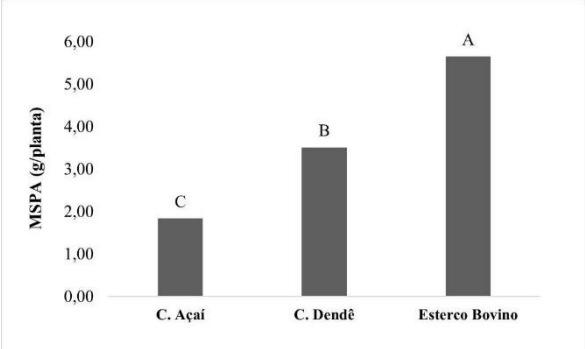



**Figura 1** Produção média de massa seca da parte aérea em função dos tratamentos. MSP (massa seca da parte aérea); C. Açaí (cinza de açaí); C. Dendê (composto de dendê); Esterco bovino (esterco bovino).
**Fonte:** Autores, 2023

O Número de Folhas (NF) (Figura 2) e o Índice de Clorofila (SPAD) (Figura 3) também apresentaram as maiores médias nos tratamentos contendo esterco bovino, reforçando seu papel como um dos insumos mais eficientes na composição do substrato. O aumento no NF (média de 10 folhas por muda) amplia a área fotossintética disponível, o que intensifica a capacidade de captação de luz e contribui diretamente para maior acúmulo de biomassa (Bonfim-Silva et al., 2020). Além disso, o elevado índice SPAD revela um aumento no teor de nitrogênio presente nos tecidos foliares (Miyake, 2017), elemento fundamental para a síntese de clorofila, proteínas estruturais e enzimas relacionadas ao metabolismo fotossintético.

O conjunto desses resultados sugere que o esterco bovino promoveu um ambiente nutricional mais estável e adequado ao desenvolvimento inicial das mudas, favorecendo processos fisiológicos essenciais. A associação entre altos valores de MSPA, NF e SPAD evidencia não apenas um crescimento mais vigoroso, mas também uma maior eficiência na utilização dos nutrientes fornecidos

pelo substrato. Esses fatores, quando combinados, indicam que o esterco bovino se destacou como o componente que mais contribuiu para o desempenho geral das plantas.

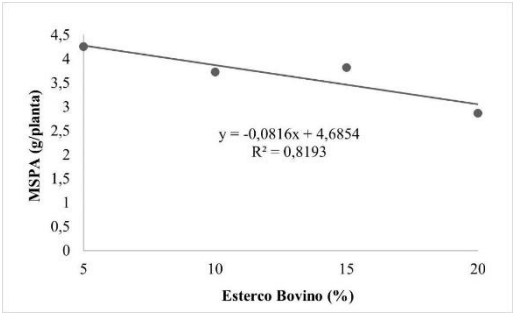



**Figura 2:** Massa seca da parte aérea em função das proporções de esterco bovino. MSP (massa seca da parte área), Esterco bovino.
**Fonte:** Autores, 2023

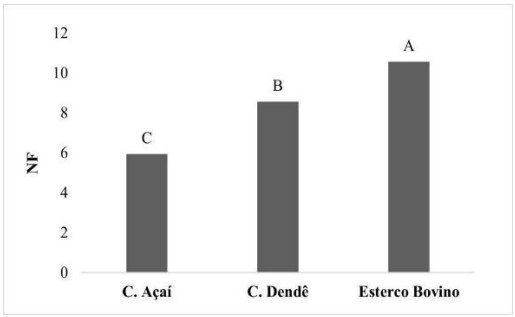



**Figura 3:** Número médio de folhas em função dos tratamentos. NF (número de folhas); C. Açaí (cinza de açaí); C. Dendê (composto de dendê); Esterco bovino.
**Fonte:** Autores, 2023

Já a Massa Seca da Raiz (MSR) (Figura 4) foi influenciada pela interação dos fatores, tendo como maior destaque o Composto de Dendê, que promoveu o melhor desenvolvimento radicular. Esse efeito é atribuído à capacidade do Composto de Dendê de atuar como condicionador do substrato, melhorando as características físicas e químicas (Botelho, 2020). Para o Diâmetro do Caule (DC), um forte preditor de sobrevivência, a influência das proporções de esterco bovino ajustou-se a um modelo de regressão quadrática, atingindo o diâmetro máximo de 2,82 mm na dose de 12,5% (Figura 5). A presença desse ponto máximo nas curvas de regressão sugere que, embora benéfica até certo ponto, a superdosagem de fertilizantes orgânicos pode resultar em saturação de nutrientes ou fitotoxidez, comprometendo o crescimento das mudas.

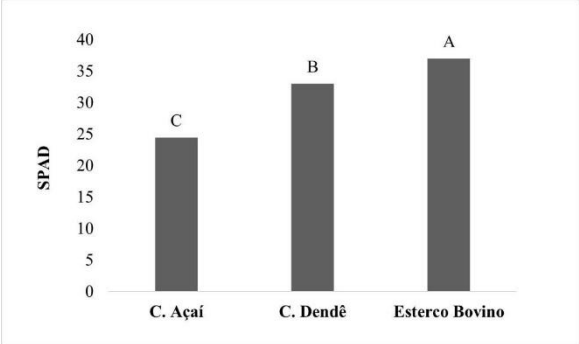



**Figura 4:** Valores médios do índice de clorofila em função do tratamento. SPAD (índice de clorofila); C. Açaí (cinza de açaí); C. Dendê (composto de dendê); Esterco bovino.
**Fonte:** es, 2023

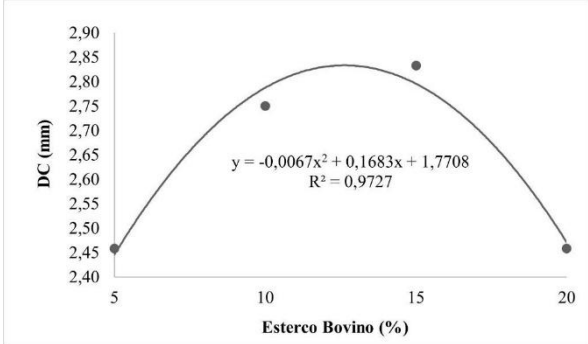



**Figura 5:** Diâmetro do caule em função das proporções de esterco bovino. DC (diâmetro do caule); Esterco bovino.
**Fonte:** Autores, 2023

## CONCLUSÕES

Entre os resíduos orgânicos utilizados no experimento, o composto de palma e o esterco bovino foram os que proporcionaram os melhores resultados no desenvolvimento médio das mudas de cupuaçuzeiro. O uso de esterco bovino mostrou-se especialmente eficiente na produção das mudas, apresentando desempenho satisfatório. Assim, a utilização desse resíduo como componente do substrato configura-se como uma alternativa viável, permitindo ao produtor aproveitar um material amplamente

disponível para melhorar a fertilidade do solo, além de contribuir para práticas mais sustentáveis e ambientalmente responsáveis.

## REFERÊNCIAS

ABREU JÚNIOR, C. H.; MELFI, A. J.; PAVAN, M. A. Uso agrícola de resíduos orgânicos potencialmente poluentes: propriedades químicas do solo e produção vegetal. In: Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa: SBCS, v. 4, p. 391-470, 2005.

AGUIAR, A. V.; SILVA, E. F. de A.; SOUZA, C. M. de; MEDEIROS, E. V. de; SILVA, L. V. C. da; OLIVEIRA, M. A. Effect of biofertilization on yellow passion fruit production and fruit quality. Revista Caatinga, v. 30, n. 1, p. 136-148, 2017.

ALVES, D. P. Determinação de características físico-químicas de polpas de cupuaçu (Theobroma grandiflorum Schum.) congeladas comercializadas em Ariquemes, Rondônia, Brasil. 2013. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes.

ASSEMAE – ASSOCIAÇÃO MUNICIPAL DOS SERVIÇOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO. Apenas 1% do lixo orgânico é reaproveitado no Brasil. [S. l.]: ASSEMAE. Disponível em: http://www.assemae.org.br/noticias/item/4494-apenas-1-do-lixo-organico-e-reaproveitado-no-brasil. Acesso em: 14 out. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). Anuário estatístico da ABRAF 2012: Ano base 2011. Brasília, 2012. 150 p.

BARBOSA, A. L. Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato. Viçosa, MG: UFV, 2004.

BARBOSA, E. D.; OLIVEIRA, R. F. de; SILVA, D. E. M. L. da; SOUSA, P. M. de; ARAÚJO, G. V. P. Produção de mudas de meloeiro sob influência de substâncias húmicas derivadas de compostagens no semiárido baiano. Diversitas Journal, v. 7, n. 4, p. 2356-2370, 2022.

BATISTA, M. A. V.; MESQUITA, E. R. de; ANDRADE, G. de P.; SOUSA, S. O. de. Efeito de diferentes fontes de adubação sobre a produção de alface no município de Iguatu-CE. Revista Caatinga, v. 25, p. 8-11, 2012.

BENTO, A. L.; TORRES, F. L.; MAGALHÃES, T. A. Sistema de gestão ambiental para resíduos sólidos orgânicos. 2013. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas.

BONELA, G. D.; ALVES, S. J.; LEAL, P. A.; BARRETO, A. P. Produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes residuais de matéria orgânica. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, v. 7, n. 2, p. 66-74, 2017.

BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, F. A. da; FERREIRA, L. C. P.; NAVES, L. P. de; ALMEIDA, P. C. Adubação mineral, orgânica e organomineral na cultura do rabanete. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 5, p. 23300-23318, 2020.

BOTELHO, S. M. C.; MELO, V. F. de. Fertilizantes orgânicos. In: Recomendações de adubação e calagem para o estado do Pará. Belém: Embrapa, 2020. p. 11-30.

BRAOS, L. B.; BÜLL, L. T.; FERNANDES, C.; CAIRES, E. F. Organic phosphorus fractions in soil fertilized with cattle manure. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 39, n. 1, p. 140-150, 2015.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

MIYAKE, H. Environmental stress and photosynthesis. In: Advances in Photosynthesis Research. New York: Springer, 2017.

NASCIMENTO, A. M.; LIMA, D. L.; SANTOS, A. K. A. dos; COSTA, R. V. da. Efeito de fontes orgânicas no desenvolvimento inicial de mudas. Revista de Ciências Agrárias, v. 41, n. 2, p. 456-465, 2018.

PINTO, J. C.; MARTINS, M. A.; SIQUEIRA, J. O. Crescimento de mudas e absorção de nutrientes em função da adubação e da inoculação micorrízica. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, n. 10, p. 1501-1507, 2007.