

INFLUÊNCIA DE SUBSTRATOS NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE CUPUAÇU
INFLUENCE OF SUBSTRATES ON THE DEVELOPMENT OF CUPUAÇU SEEDLINGS
INFLUENCIA DE SUSTRATOS EN EL DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE CUPUAÇU

 <https://doi.org/10.56238/rcsv16n2-002>

Data de submissão: 04/02/2026

Data de aprovação: 04/02/2026

Abdiel Moreira de Oliveira

Graduado em Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Rondônia (IFRO)

E-mail: Abdielmoreira.o13@gmail.com

Andressa Aparecida de Oliveira Santos

Graduanda em Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Rondônia (IFRO)

E-mail: andressaaparecidaoliveira7@gmail.com

Luciano dos Reis Venturoso

Doutor em Agronomia

Instituição: Universidade Federal da Grande Dourados

E-mail: luciano.venturoso@ifro.edu.br

Lenita Aparecida Conus Venturoso

Doutora em Agronomia

Instituição: Universidade Federal da Grande Dourados

E-mail: lenita.conus@ifro.edu.br

RESUMO

O trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do uso de diferentes substratos sobre a qualidade de mudas de cupuaçu. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições. Cada repetição foi composta por cinco recipientes contendo uma planta. Os tratamentos foram compostos pelos substratos: solo + húmus (1:1); solo + esterco bovino (1:1); solo + borra de café + fibra de coco (1:1:1); esterco ovino + borra de café + fibra de coco (1:1:1); e dois controles, substrato comercial e solo. As sementes foram obtidas a partir de frutos maduros e sadios, de matrizes do setor de fruticultura do *Campus* Ariquemes, as quais foram despulpadas manualmente e semeadas imediatamente. Foram avaliados a qualidade química dos substratos, índice de velocidade, percentual de emergência, diâmetro do caule, número de folhas, comprimento da parte aérea e de raiz, massa seca da parte aérea e raiz e o índice de qualidade de mudas. O substrato com solo proporcionou condições favoráveis para o crescimento e desenvolvimento das mudas de cupuaçu. Os substratos a base de solo + húmus e solo + esterco bovino apresentaram qualidade química adequada para as mudas, com destaque para a saturação de bases, alcançando valores intermediários no índice de qualidade de mudas.

Palavras-chave: *Theobroma grandiflorum*. Substrato Alternativo. Qualidade de Mudas.

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the effect of the use of different substrates on the quality of cupuassu seedlings. The experiment was conducted in a completely randomized design, with six treatments and four replicates. Each replicate consisted of five containers containing one plant. The treatments

consisted of the following substrates: soil + humus (1:1); soil + cattle manure (1:1); soil + coffee grounds + coconut fiber (1:1:1); sheep manure + coffee grounds + coconut fiber (1:1:1); and two controls, commercial substrate and soil. The seeds were obtained from ripe and healthy fruits, from matrices of the fruit growing sector of the Campus Ariquemes, which were manually pulped and sown immediately. The chemical quality of the substrates, speed index, emergence percentage, stem diameter, number of leaves, length of the aerial part and root, dry mass of the aerial part and root and the seedling quality index were evaluated. The substrate with soil provides favorable conditions for the growth and development of cupuassu seedlings. The substrates based on soil + humus and soil + cattle manure present adequate chemical quality for seedlings, with emphasis on base saturation, reaching intermediate values in the seedling quality index.

Keywords: *Theobroma grandiflorum*. Alternative Substrate. Seedling Quality.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del uso de diferentes sustratos sobre el desarrollo de plántulas de cupuaçu. El experimento se llevó a cabo en un diseño completamente aleatorizado, con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Cada repetición estuvo compuesta por cinco recipientes que contenían una planta. Los tratamientos consistieron en los siguientes sustratos: suelo + humus (1:1); suelo + estiércol bovino (1:1); suelo + borra de café + fibra de coco (1:1:1); estiércol ovino + borra de café + fibra de coco (1:1:1); y dos controles, sustrato comercial y suelo. Las semillas se obtuvieron a partir de frutos maduros y sanos, procedentes de plantas matrices del sector de fruticultura del Campus Ariquemes, las cuales fueron despulpadas manualmente y sembradas de forma inmediata. Se evaluaron la calidad química de los sustratos, el índice de velocidad de emergencia, el porcentaje de emergencia, el diámetro del tallo, el número de hojas, la longitud de la parte aérea y de la raíz, la masa seca de la parte aérea y de la raíz, y el índice de calidad de plántulas. El sustrato con suelo proporcionó condiciones favorables para el crecimiento y desarrollo de las plántulas de cupuaçu. Los sustratos a base de suelo + humus y suelo + estiércol bovino presentaron una calidad química adecuada para las plántulas, destacándose la saturación de bases, alcanzando valores intermedios en el índice de calidad de plántulas.

Palabras clave: *Theobroma grandiflorum*. Sustrato Alternativo. Calidad de Plántulas.

1 INTRODUÇÃO

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Willd. ex Spreng. Schum.) é uma frutífera nativa da Amazônia de elevada importância socioeconômica, especialmente para pequenos produtores, em função do crescente mercado da polpa e derivados. A expansão do cultivo e a adoção de sistemas mais tecnificados têm evidenciado a necessidade de aprimoramento das práticas relacionadas à produção de mudas, etapa determinante para o sucesso do estabelecimento da cultura.

A qualidade das mudas influencia diretamente o desenvolvimento inicial das plantas e seu desempenho em campo, sendo o substrato agrícola um dos principais fatores responsáveis por garantir condições adequadas de crescimento, especialmente no que se refere ao desenvolvimento do sistema radicular e à absorção de água e nutrientes. Nesse sentido, a escolha do substrato torna-se um ponto crítico no processo produtivo.

Embora a cultura do cupuaçu apresente potencial socioeconômico significativo, sua cadeia produtiva ainda demanda maior investimento em pesquisa, sobretudo na fase de produção de mudas. Diante disso, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes substratos sobre a qualidade de mudas de cupuaçu.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*, Willd. ex. Spreng., Schum), árvore frutífera da família Malvaceae, pode variar de 6 a 10 m de altura quando cultivado em plantações comerciais, enquanto os indivíduos encontrados naturalmente podem atingir de 15 a 20 m de altura (ALVES et al., 2014). Possui potencial para se tornar uma das culturas nativas mais importantes da Amazônia, pelo enorme valor social, econômico e ambiental, devido a vários fatores intrínsecos ao fruto, como aroma e sabor de sua polpa, além de fatores ligados à sua cadeia produtiva, como utilização em sistemas agroflorestais e ocupação de mão de obra familiar (SOUZA et al., 1999; ALVES et al., 2014).

Sob a perspectiva do valor social, o cupuaçuzeiro apresenta-se como uma espécie de elevada relevância para os pequenos produtores, pois sua produção requer mão de obra familiar no beneficiamento primário da polpa dos frutos, o que tem agregado valor ao produto. No entanto, para viabilizar a produção em escala comercial, torna-se necessário desenvolver tecnologias avançadas de cultivo e processamento que possam garantir uma produção constante e atraente para empresas agroindustriais investirem (GONDIM et al., 2001). Portanto, embora o cupuaçuzeiro seja valioso para os produtores locais, ainda necessita investimentos em pesquisa e desenvolvimento para expandir seu potencial comercial e impacto social.

Durante as últimas três décadas foi observado aumento na demanda pelo cupuaçu, o que levou a uma mudança na forma de exploração do cupuaçuzeiro, passando de uma abordagem extrativista

para um método cultivado. Como resultado, houve uma expansão do cultivo para outras regiões do Brasil (SOUZA et al., 2002). Esse aumento na demanda, pode ser atribuído ao aumento do mercado nacional e internacional, principalmente voltado ao comércio da polpa. Estes fatores promoveram mudanças nos sistemas de cultivo, passando a planta do cupuaçuzeiro a ser incorporada em sistemas consorciados e ser cultivada de forma racional (HOMMA, 1996; GONDIM et al., 2001).

A propagação do cupuaçuzeiro pode ser realizada por meio da reprodução sexuada ou assexuada. A propagação seminífera, caracterizada pelo processo natural de disseminação, representa um método amplamente empregado em estudos preliminares e no processo inicial de domesticação de espécies vegetais, sendo essencial para plantas nativas ainda pouco exploradas (CHAGAS et al., 2012; MOURA et al., 2015). Embora a propagação vegetativa do cupuaçuzeiro se apresente como uma alternativa promissora para a produção de mudas com qualidade genética, o método de propagação seminífera continua sendo o mais difundido. Mesmo no caso da produção de mudas enxertadas, a obtenção do porta-enxerto de cupuaçuzeiro tem sido realizada exclusivamente por meio de sementes (MOURA et al., 2015).

A etapa de formação de mudas tem apresentado grande importância pois tem possibilitado aos produtores a obtenção de mudas de qualidade capazes de suportar as condições adversas do campo (MOURA et al., 2015), sendo influenciada por fatores internos e externos, como a qualidade das sementes, água, luz, temperatura, oxigênio, agentes patogênicos e substrato utilizado (FERREIRA et al., 2009).

O substrato possui uma matriz sólida formada por partículas minerais e orgânicas e espaços porosos preenchidos por ar ou água que afetam a aeração, capacidade de drenagem e retenção de água, bem como, a capacidade de absorção das raízes e umidade adequada. A fase sólida tende a ser fixa ao passo que a fase porosa varia constantemente. Possui três frações: física, química e biológica que influenciam no rápido crescimento da muda, bom teor de matéria seca, entre outros aspectos importantes para o desenvolvimento da planta. O substrato deve fornecer suporte para as plantas durante a formação de raízes e suprir os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento. Considera-se adequado um substrato cuja composição, em volume, possa apresentar 45% de matriz mineral, 5% de matéria orgânica, 25% de ar e 25% de água (STURION, 1981; ZIETMANN e ROBERTO, 2007; NOMURA et al., 2008).

Encontrar um substrato que atenda a todas as características mencionadas pode ser uma tarefa impraticável, assim, torna-se necessário misturar diferentes materiais para obter um substrato que venha a atender às propriedades desejadas (SANTOS et al., 2010). Quanto maior a diversidade de materiais utilizados na produção do substrato, maior a disponibilidade de nutrientes para o crescimento das plantas, permitindo que estas atinjam seu potencial produtivo (COELHO et al., 2021). A formação

do sistema radicular da planta e, conseqüentemente, seu estado nutricional tem sido influenciado significativamente pelo correto manejo e tipo de substrato agrícola (PASSOS et al., 2016).

Os adubos orgânicos como esterco bovino, comumente utilizados como fonte de nutriente na composição de substratos podem atuar de forma relevante na melhoria dos atributos físicos, além de estimular processos microbianos (ARTUR et al., 2007). A borra de café, seja ela de origem doméstica ou industrial, geralmente considerada um resíduo, pode ser reaproveitada como composto orgânico ou substrato para produção de mudas. A utilização de materiais alternativos tem ajudado a reduzir o impacto ambiental causado pelo descarte desse material na cadeia produtiva do café (PASSOS et al., 2016).

Alguns trabalhos com a cultura do cupuaçu descrevem resultados promissores. Santos et al. (2014), avaliando o uso de diferentes substratos em quatro cultivares de cupuaçu, observaram melhores resultados nas variáveis de altura de planta, diâmetro do colo e número de folhas, com a utilização de húmus de minhoca e cama de aviário no substrato. Silva et al. (2020), analisando a qualidade de mudas de cupuaçu produzidas em substratos compostos por resíduos do agroextrativismo amazônico, concluíram que os substratos compostos com caroço de açaí decomposto com resíduos da agroindústria do palmito de açaizeiro, caroço de açaí fresco triturado com solo e esterco bubalino com solo foram substratos viáveis para produção de mudas de cupuaçuzeiro, com impacto positivo na altura de planta, diâmetro do colo, área foliar e relação entre a altura de planta e diâmetro do colo.

3 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no viveiro do Instituto Federal de Rondônia, Campus Ariquemes, localizado em latitude de 9° 55' 12" S, longitude 62° 56' 59" O e altitude de 128 metros. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (SANTOS et al., 2018). Para implantação do experimento foi coletado solo em área não cultivada, o qual foi peneirado e submetido à calagem, no intuito de se elevar a saturação de bases para 50%. O solo permaneceu incubado por um período de dois meses antes de sua utilização para produção dos substratos.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, contendo seis tratamentos e quatro repetições. Cada repetição foi composta por cinco sacolinhas contendo uma planta por recipiente. Foi adotado proporções iguais para cada componente presente nos substratos alternativos. Os tratamentos foram compostos pelos substratos: (S+H) solo + húmus (1:1); (S+EB) solo + esterco bovino (1:1); (S+BC+FC) solo + borra de café + fibra de coco (1:1:1); (EO+BC+BC) esterco ovino + borra de café + fibra de coco (1:1:1); e dois controles, (SC) substrato comercial e (S) solo.

Os substratos, húmus, esterco bovino e a fibra de coco foram adquiridos junto a produtores da região. A borra de café foi coletada semanalmente no refeitório do IFRO, Campus Ariquemes, e o esterco ovino, obtido junto ao setor de produção animal do Campus. A fibra de coco foi desfiada e cortada em pedaços de aproximadamente 2 cm de comprimento. O substrato comercial utilizado foi o Beifort® S10 B. Os substratos, de acordo com os tratamentos, foram produzidos em bandejas, adicionando-se as devidas proporções de cada material, sendo posteriormente colocados nas sacolas. Foram utilizadas sacolas de polietileno, com dimensões de 13 x 28 cm de altura.

As sementes foram coletadas a partir de frutos maduros e sadios, de árvores matrizes do setor de fruticultura do IFRO, Campus Ariquemes. Os frutos foram despulpados manualmente com auxílio de uma tesoura, e posteriormente as sementes foram friccionadas em areia para remoção do excesso de polpa. Foram selecionadas as sementes com dimensões medianas, descartando aquelas grandes ou muito pequenas. Em seguida, duas sementes foram semeadas em cada sacolinha plástica, adotando-se espaçamento de 2 cm entre as sementes e profundidade de 3 cm.

A irrigação foi realizada diariamente, de modo a manter a umidade do substrato em 60% da capacidade de campo. O manejo fitossanitário das mudas foi realizado conforme a ocorrência das pragas. Devido a incidência de cochonilha de placa (*Orthezia insignis*) foram realizadas catações manuais, e duas pulverizações do inseticida Agefix® (92% do ingrediente ativo, óleo mineral), na dose de 1,5 L do produto para 100L de água. Para o manejo de formigas cortadeiras saúva (*Atta spp.*) foi utilizado formicida granulado a base de fipronil, na dose de 500 g.ha⁻¹.

Foi avaliado o índice de velocidade de emergência (IVE) e o percentual de emergência. Para determinação do índice de velocidade de emergência (IVE) foi contabilizado diariamente o número de plântulas emergidas, a partir da primeira semente emergida, até sua estabilização, sendo os dados calculados pela fórmula proposta por Maguire (1962). Foi considerada emergida as plântulas que apresentarem comprimento de epicótilo igual ou superior a 0,5 cm acima da superfície do solo (CRUZ, 2007). Por ocasião da estabilização nas contagens de IVE, foi determinado o percentual de emergência, com base na relação entre indivíduos emergidos e sementes plantadas.

Aos 117 dias após semeadura foi realizada adubação de macronutrientes a fim de suprir deficiências nutricionais. Seguindo as recomendações de Souza et al. (2008) foram aplicados 1,6 kg de superfosfato simples, 2 kg de calcário dolomítico, 450 g de cloreto de potássio e 500 g de sulfato de amônia para cada metro cúbico de substrato. No mesmo dia, também foi realizada a adubação com micronutrientes, o produto Micro Mix Uptec na dose de 625 g.ha⁻¹.

Devido ao aumento da temperatura e a necessidade de se irrigar as mudas mais de uma vez por dia, decidiu-se por antecipar as avaliações das mudas, não sendo possível atingir as condições ideais para o cultivo em campo, conforme os parâmetros indicados por Souza et al. (2008) que definem a

muda de cupuaçuzeiro em condições ideais para serem levadas ao local definitivo quando apresentarem de 60 a 80 cm de altura, 1,5 cm de diâmetro do coleto e, aproximadamente, 21 folhas maduras. Desta forma, aos 233 dias após a semeadura foram mensurados o diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), comprimento da parte aérea (CPA) e de raiz (CPR), massa seca da parte aérea (MSA) e de raiz (MSR). Com base nos caracteres avaliados foi calculado o índice de qualidade de Dickson (IQD) a partir da seguinte equação:

$$IQD = \frac{MSA(g) + MSR(g)}{\frac{AP(cm)}{DC(cm)} + \frac{MSA(g)}{MSR(g)}} \quad (1)$$

Foi calculado ainda, o índice médio (IM) desenvolvido pelos autores, com base na porcentagem da altura, diâmetro do coleto e número de folhas que os tratamentos obtiveram em relação aos parâmetros considerados ideais por Souza et al. (2008), para mudas de cupuaçuzeiro aptas para o plantio definitivo, altura de 70 cm, diâmetro do coleto de 1,5 cm e 21 folhas maduras. Utilizou a fórmula:

$$IM = (CPA \times 100/70) + (DC \times 100/1,5) + (NF \times 100/21) \quad (2)$$

O diâmetro foi mensurado em três mudas de cada parcela, no colo das plantas, com auxílio de paquímetro digital. Nestas mesmas plantas foi contabilizado ainda, o número de folhas. Posteriormente, as sacolas contendo as mudas foram acondicionadas sobre peneira, cortando-se as embalagens para se realizar a desagregação do substrato. As plantas foram fracionadas em parte aérea e sistema radicular, os quais foram mensurados com auxílio de trena, para determinação do comprimento da parte aérea e de raízes. As plantas fracionadas de cada tratamento foram colocadas em sacos de papel kraft, identificadas e acondicionadas em estufa de circulação forçada de ar, a uma temperatura de 60°C até obtenção de massa constante. Após o período de secagem, cada repetição foi pesada em balança de precisão, com exatidão de 0,01 g para quantificação da massa seca da parte aérea e das raízes.

Os dados foram submetidos à análise de variância, com auxílio do programa estatístico SISVAR, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O resultado da análise de variância indicou diferenças significativas na composição e qualidade dos substratos e para os caracteres agronômicos nas mudas de cupuaçu. Para a análise química dos substratos foi constatado maiores quantidades de P e K no substrato EO+BC+FC (Tabela 1). O

substrato S+H apresentou valores elevados de Ca e Mg, enquanto os substratos S+EB e SC destacaram-se apenas no teor de Ca.

Tabela 1. Resultado da análise química dos substratos utilizados para produção de mudas de cupuaçu.

Substratos	Caracteres Analisados					
	P	K	Ca	Mg	H	Al
	mg.dm ⁻³			cmol.dm ⁻³		
S	3,88 d	0,14 c	3,34 c	0,79 d	2,52 b	0,00 c
S+H	36,58 c	0,67 bc	9,96 a	6,04 a	1,81 b	0,09 c
S+BC+FC	37,03 c	0,97 b	2,68 c	1,60 cd	3,60 b	0,31 c
S+EB	42,83 b	0,65 bc	10,59 a	2,02 c	2,24 b	0,00 c
EO+BC+FC	51,55 a	1,92 a	5,00 b	4,58 b	2,25 b	2,21 a
SC	42,20 b	1,13 b	9,95 a	2,06 c	35,71 a	1,08 b
CV (%)	3,60	7,39	9,58	13,73	14,17	6,14

Substratos	Caracteres Analisados					
	pH	M.O.	C.O.	SB	T	V
		mg.dm ⁻³		cmol.dm ⁻³		(%)
S	5,33 bc	1,75 e	1,03 e	4,27 c	6,78 c	62,89 c
S+H	6,23 a	7,70 c	4,45 c	16,66 a	18,55 b	89,80 a
S+BC+FC	5,18 c	10,50 b	6,08 b	5,24 c	9,16 c	57,28 d
S+EB	6,50 a	4,50 d	2,63 d	13,26 b	15,50 b	85,70 a
EO+BC+FC	5,58 b	17,33 a	10,03 a	11,49 b	15,95 b	71,34 b
SC	3,65 d	12,70 b	7,33 b	13,13 b	49,93 a	27,61 e
CV (%)	2,39	10,80	11,23	9,84	6,97	3,30

* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** Substratos: S: solo; S+H: solo + humus (1:1); S+BC+FC: solo + borra de café + fibra de coco (1:1:1); S+EB: solo + esterco bovino (1:1); EO+BC+FC: esterco ovino + borra de café + fibra de coco (1:1:1); SC: substrato comercial.

Fonte: Autores.

O pH é um dos principais indicadores de qualidade do substrato, visto que seu valor pode alterar a disponibilidade de nutrientes para as mudas, onde valores muito baixos podem aumentar a disponibilidade de micronutrientes, possibilitando inclusive a fitoxidez. A faixa ideal para substratos de base mineral encontra-se entre 6 e 7, enquanto que para base orgânica está entre 5,2 e 5,5 (KÄMPF, 2000). Por estes parâmetros observa-se que SC ficou abaixo do pH considerado ideal, evidenciado pelos elevados valores de H, 35,71 cmol.dm⁻³. Enquanto que S+H e S+EB apresentaram os maiores valores de pH, acima da faixa adequada à cultura.

No solo utilizado na pesquisa, para produção de quatro dos seis substratos pesquisados, foi realizada a calagem para elevar a saturação do solo a 50%. Em todos os substratos contendo solo, esses valores foram incrementados, com destaque para S+H e S+EB que proporcionaram valores acima de 80%.

Com relação à emergência de plantas foi verificado valores elevados nos substratos EO+BC+FC e S+BC+FC superando o percentual obtido em S+H (Tabela 2). Para o índice de velocidade de emergência (IVE) foi observado que o substrato EO+BC+FC resultou em emergência mais rápida e homogênea quando comparado aos substratos SC, S+H e S.

Tabela 2. Valores médios do índice de velocidade de emergência e emergência de plantas de cupuaçu cultivadas em diferentes substratos.

Substratos	Índice de Velocidade de Emergência	Emergência de Plantas (%)
S	1,26 b	82,50 ab
S+H	1,32 b	77,50 b
S+BC+FC	1,58 ab	95,00 a
S+EB	1,63 ab	87,50 ab
EO+BC+FC	1,96 a	97,50 a
SC	1,44 b	82,50 ab
CV (%)	12,39	8,19

* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** Substratos: S: solo; S+H: solo + humus (1:1); S+BC+FC: solo + borra de café + fibra de coco (1:1:1); S+EB: solo + esterco bovino (1:1); EO+BC+FC: esterco ovino + borra de café + fibra de coco (1:1:1); SC: substrato comercial. Fonte: Autores.

Foi constatado percentual de emergência superior a 90% em apenas dois substratos, EO+BC+FC e S+BC+FC. Ambos os substratos possuem em sua composição a borra de café e a fibra de coco, sendo esta última, responsável por favorecer o aumento da porosidade da mistura. Avaliando diferentes substratos no crescimento de mudas de cupuaçu, Ferreira et al. (2009), associaram os resultados superiores de germinação e emergência das sementes às propriedades de boa porosidade, ausência de micro-organismos e capacidade de retenção de água, os quais favorecem os processos. Os autores destacaram ainda, que a presença de maior quantidade de partículas pequenas no substrato pode reduzir a taxa de germinação, uma vez que dificultaria, tanto a absorção de água nos primeiros dias quanto a aeração das raízes após a quebra da tensão superficial. De acordo com Moura et al. (2015), em estudo sobre diferentes substratos e condições de sombreamento no cupuaçu, a mistura de areia + solo + serragem proporcionou maior emergência e IVE, e dentre as principais características dos materiais utilizados, destaca-se a maior porosidade, homogeneidade de temperatura, estrutura e disponibilidade de oxigênio.

Os substratos contendo borra de café apresentaram emergência superior a 90%, e alguns resultados positivos no desenvolvimento das mudas. A borra de café, apresenta alto teor de matéria orgânica (acima de 90%) e fornece macro e micronutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, essenciais ao crescimento vegetal (SILVEIRA e ANDRADE, 2024). Além disso, seu uso no solo, tanto na forma fresca quanto submetida à compostagem, promoveu ganhos em biomassa, maior concentração de pigmentos fotossintéticos e incremento nos teores de nutrientes foliares na alface (FERREIRA, 2011). A borra de café também estimulou a atividade microbiana no solo e favoreceu a mineralização de nutrientes, tornando-os mais disponíveis às plantas (BRITO et al., 2010).

Por outro lado, a literatura tem expressado de forma contundente resultados negativos associado ao uso de borra de café em substratos. Torres et al. (2012) relataram menor número e redução na velocidade de emergência de plântulas de café cultivadas em borra de café em relação àquelas cultivadas em substrato padrão ou substrato + borra. Wangen et al. (2015), analisando diferentes doses de borra adicionado ao substrato comercial observaram que, embora doses de 5 e 10% não afetassem

a emergência de alface, reduziram a altura e massa fresca das mudas, com agravamento em maiores concentrações. Enquanto Cipriani et al. (2021), verificaram que a sobrevivência foi mantida com a utilização de até 20% de borra de café, todavia, apresentou decréscimo em teores superiores.

Neste sentido, pode-se inferir que a fibra de coco pode ter exercido papel fundamental na viabilização do uso da borra de café. De acordo com Carrijo et al. (2002), ao comparar a fibra de coco verde com outros sete tipos de substratos, observaram que o desempenho ligeiramente superior da fibra na produção comercial de tomate, ocorreu em razão de sua estrutura física favorável, comportamento inerte que evita reações indesejadas com nutrientes, facilidade de esterilização e alta durabilidade.

Vale ressaltar que, no momento do experimento, a borra de café utilizada havia passado pela maior parte do processo de fermentação, sendo empregada na proporção de 33%. Conforme destacado por Cipriani et al. (2021), a utilização da borra de café após algum grau de compostagem tende a apresentar resultados mais favoráveis em comparação ao seu uso in natura. Os autores ressaltaram que o impacto negativo da borra de café na germinação pode ser amenizado ou ainda eliminado dependendo da concentração utilizada, da composição do substrato e do estágio em que a borra se encontra.

Com relação ao diâmetro de colo, os substratos EO+BC+FC e SC apresentaram valores superiores a S+EB, sendo semelhante aos demais (Tabela 3). Santos et al. (2014) obtiveram melhores médias de diâmetro de colo utilizando o substrato de húmus e menores médias com esterco bovino, assemelhando-se ao presente estudo, todavia, em desacordo com relação ao esterco ovino, onde também registraram menores médias.

Tabela 3. Valores médios do diâmetro do caule (DC), comprimento da parte aérea (CPA), massa seca da parte aérea (MSA) e número de folhas (NF) de plantas de cupuaçu cultivadas em diferentes substratos.

Substratos	DC (cm)	CPA (cm)	MSA (g)	NF
S	5,31 ab	35,28 a	5,30 a	11,08 a
S+H	5,33 ab	30,21 abc	5,05 ab	9,42 a
S+BC+FC	5,10 ab	28,23 bc	3,22 c	7,08 ab
S+EB	4,96 b	26,00 c	4,47 b	7,17 ab
EO+BC+FC	5,42 a	31,05 abc	2,94 c	5,42 b
SC	5,39 a	31,93 ab	2,04 d	2,00 c
CV (%)	3,40	7,65	9,58	11,07

* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** Substratos: S: solo; S+H: solo + húmus (1:1); S+BC+FC: solo + borra de café + fibra de coco (1:1:1); S+EB: solo + esterco bovino (1:1); EO+BC+FC: esterco ovino + borra de café + fibra de coco (1:1:1); SC: substrato comercial.

Fonte: Autores.

As mudas de cupuaçu produzidas nos substratos S e S+H apresentaram os melhores valores médios em todas as variáveis listadas na Tabela 3. Resultados divergentes foram verificados por Cunha et al. (2005), avaliando substratos e recipientes em mudas de *Tabebuia impetiginosa*, que observaram melhores resultados de substratos com algum composto orgânico em comparação com substrato de terra de subsolo. Os bons resultados demonstrados pelo substrato S, estariam relacionados à prática da

calagem, fundamental para a elevação da saturação de bases, maior disponibilidade de nutrientes e consequentemente, aumento no valor nutricional do solo, como substrato.

O maior CPA foi observado no substrato S, superando os substratos S+BC+FC e S+EB. Santos et al. (2014), estudando diferentes substratos na produção de mudas de quatro clones de cupuaçu (Coari, Codajás, Manacapuru e Belém), observaram para todos os clones testados menores médias de altura nos substratos com esterco ovino e bovino, enquanto que as mudas de Codajás e Manacapuru sobre húmus apresentaram os melhores valores.

Foi realizada uma adubação complementar, aos 117 dias após semeadura, a qual colaborou com o incremento na MSA. O substrato S apresentou os maiores valores de massa seca, sem, contudo, se diferir de S+H. Santos et al. (2014) observaram maior MSA em substrato com adubação mineral, de forma análoga ao substrato S, o qual foi corrigido com calcário dolomítico.

Os baixos valores de massa seca verificados em EO+BC+FC e SC relacionaram-se ao menor número de folhas nesses tratamentos. Os substratos S e S+H propiciaram maior quantidade de folhas em relação a EO+BC+FC e SC. Avaliando o desenvolvimento de mudas de cupuaçu em diferentes sombreamentos, Silva et al. (2007) observaram que no cenário de 50% de sombreamento, as mudas apresentaram média de 9 folhas, 145 dias após emergência. Os autores concluíram que o sombreamento de 50%, quando comparado a 0% e sombreamento natural, foi superior no desenvolvimento das mudas, altura, diâmetro, número de folhas e alocação de massa da parte aérea do cupuaçu. Silva et al. (2020), analisando a qualidade de mudas de cupuaçu produzidas em substratos compostos por solos, esterco ovino, bubalino e resíduos do agroextrativismo do açaí e palmito não observaram diferença significativa entre os substratos para o número de folhas, enquanto Santos et al. (2014), observaram menores médias para os substratos contendo esterco bovino e ovino.

Cerca de 140 dias após o plantio, no mês de maio de 2024, foi verificado médias elevadas de temperatura, as quais aliada a baixa umidade do ar, proporcionaram estresse hídrico, e ainda que se tenha aumentado os níveis de irrigação a fim de atender as exigências hídricas da cultura, o estresse causou a abscisão de folhas, o que explicaria as menores médias do número de folhas. Nos substratos contendo solo em sua composição, a queda de folhas ocorreu de forma menos significativa, fato que pode estar relacionado as características físicas do solo, sobretudo a retenção de água nos microporos, a qual poderia atenuar os efeitos do estresse hídrico.

Scivittaro et al. (2007), realizando a caracterização de física de substratos elaborados a partir de esterco bovino, ovino e resíduos agroindustriais como lodo da parboilização do arroz, resíduo alimentar e de industrialização de frutas, observaram que, todos os substratos apresentaram valores de porosidade total inferiores ao ideal (85%), espaço de aeração superior a 30% ultrapassando a faixa ideal de 20 a 30% e os valores de água disponível foram inferiores a faixa de referência de 20 a 30%.

Os autores ressaltam que a restrição de água ocorre quando os valores de água são inferiores a 20%, indicando limitação dos substratos quanto a disponibilidade de água, e dessa forma concluem que os substratos formulados a partir destes subprodutos implicaram em restrições na disponibilidade de água para o cultivo vegetal.

A utilização do substrato S proporcionou o melhor desenvolvimento radicular, assim como os maiores índices de qualidade de mudas (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios do comprimento radicular (CPR), massa seca de raiz (MSR), índice de qualidade de mudas (IQD) e índice médio (IM) de plantas de cupuaçu cultivadas em diferentes substratos.

Substratos	CPR (cm)	MSR (g)	IQD	Índice médio
S	41,81 a	2,47 a	0,89 a	0,46 a
S+H	35,63 b	1,81 b	0,81 ab	0,41 b
S+BC+FC	27,67 c	1,61 bc	0,64 bcd	0,36 c
S+EB	28,64 c	1,68 bc	0,79 abc	0,35 c
EO+BC+FC	27,99 c	1,42 c	0,58 cd	0,35 c
SC	38,68 ab	1,54 bc	0,50 d	0,30 d
CV (%)	8,19	7,96	13,36	3,85

* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** Substratos: S: solo; S+H: solo + humus (1:1); S+BC+FC: solo + borra de café + fibra de coco (1:1:1); S+EB: solo + esterco bovino (1:1); EO+BC+FC: esterco ovino + borra de café + fibra de coco (1:1:1); SC: substrato comercial.

Fonte: Autores.

Para a massa seca de raiz o substrato S foi o responsável pelos maiores valores, sendo superior aos demais tratamentos. Para o comprimento radicular, novamente o substrato S apresentou os maiores valores, todavia, sem diferir do SC. Silva et al. (2009), avaliando o impacto de diferentes substratos na produção de mudas de mangabeira, observaram médias superiores para a massa seca radicular com a utilização de substrato comercial + esterco bovino + solo e esterco bovino + solo, nas concentrações de 20 e 40% de esterco bovino, respectivamente. Os autores ressaltaram que a relação entre os resultados positivos e a concentração de esterco bovino, principalmente para valores que não ultrapassem 30% do volume do substrato. Trindade et al. (2000), estudando uso de diferentes proporções de esterco no substrato de mudas de mamoeiro, observaram que o esterco promoveu máximo desenvolvimento das mudas nas doses de 20 e 30%. Nesse sentido, pode-se inferir que o baixo desenvolvimento radicular nas mudas de cupuaçu com a utilização do esterco bovino, pode estar relacionado à concentração de 50% utilizada na presente pesquisa.

Para o IQD foi observado melhores valores para o substrato S, seguido de S+H e S+EB, e os piores resultados nos substratos que não continham solo, EO+BC+FC e SC. O índice de qualidade proposto por Dickson (IQD), amplamente utilizado para avaliar a qualidade de mudas, é um bom parâmetro de análise para desenvolvimento de mudas, pois leva em conta o equilíbrio na distribuição da biomassa entre as partes da planta. Seu cálculo se baseia na ponderação de diferentes parâmetros morfológicos relevantes, como a altura, o diâmetro do coleto e as biomassas aérea e radicular

(MEDEIROS et al., 2018). Silva et al. (2020) observaram IQD inferior para mudas de cupuaçu, quando se utilizou o substrato esterco bovino curtido com solo em comparação com os demais.

Com relação ao índice médio, novamente o substrato S apresentou os melhores resultados, seguido de S+H, enquanto os menores valores no substrato SC. De modo geral, os resultados obtidos com esse índice foram semelhantes aos observados com o IQD, destacando o substrato S como o mais eficiente. No entanto, vale enfatizar a diferença no coeficiente de variação entre os dois índices, onde no IQD os valores foram de 13,36%, enquanto o IM resultou em um coeficiente significativamente menor, 3,85%, indicando maior uniformidade nas mudas avaliadas por esse critério.

Alguns fatores figuram entre os mais prováveis causadores do resultado supracitado, em primeiro lugar a faixa pH do substrato comercial abaixo da faixa adequada, conforme a análise de solo, pode ter contribuído com o baixo desempenho das plântulas. Além disso, a falta de características físicas adequadas para reter água no período de estresse hídrico combinado com a abscisão foliar, reduziu a taxa de fotossíntese das plântulas, prejudicando o desenvolvimento dos caracteres agrônômicos, fenômeno este associado aos substratos com quantia parcial ou ausência de solo.

5 CONCLUSÃO

O substrato com solo proporciona condições favoráveis para o crescimento e desenvolvimento das mudas de cupuaçu.

Os substratos a base de solo + húmus e solo + esterco bovino apresentam qualidade química adequada para as mudas, com destaque para a saturação de bases, alcançando valores intermediários no índice de qualidade de mudas.

Os substratos de solo + esterco bovino, solo + borra de café + fibra de coco e esterco ovino + borra de café + fibra de coco proporcionam condições favoráveis para as maiores porcentagens de emergência e velocidade de emergência no cupuaçu.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R. M.; FILGUEIRAS, G. C.; HOMMA, A. K. O.; Aspectos socioeconômicos do cupuaçuzeiro na Amazônia: do extrativismo a domesticação, In: SANTANA, A. C. (Org). Mercado, cadeias produtivas e desenvolvimento rural na Amazônia. 1.ed, Belém: UFRA, 2014, p.197-223.
- ARTUR, A. G.; CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E.; BARETTO, V. C M.; YAGI, R. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.42, n.6, p.843-850, 2007.
- BRITO, A. D.; SUGASTI, J.; NASCIMENTO, L. M.; FIGUEIREDO. C. C.; RAMOS, M. L. G. Influência do pó de café coado na respiração microbiana do solo e sua utilização como substrato. Revista Acta Tecnológica, v.5, n.2, p.69-83, 2010.
- CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N., Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola, Horticultura brasileira, Brasília, v.20, n.4, p.533-535, 2002.
- CHAGAS, E. A.; LIMA, C. G. B.; CARVALHO, A. S.; RIBEIRO, M. I. G.; SAKAZAKI, R. T.; NEVES, L. C. Propagação do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mcvaugh). Revista Agro@ambiente On-line, Boa Vista, v.6, n.1, p.67-73, 2012.
- CIPRIANI, H. N.; VIEIRA, A. H.; BENTES, M. P. M.; BAPTISTA, I. S.; MEDEIROS JUNIOR, G., Misturas de borra de café com substrato comercial para produção de mudas de sumaúma em tubetes. Amazônia: Ciência & Desenvolvimento. Belém, v.15, n.25, p.71-84, 2021.
- COELHO, A. P. C.; MARROCOS, P. C. L.; MIELKE, M. S.; SANTOS, M. S.; GALLO, C. M.; GROSS, E. Substrate for cupuaçu plantlets and the influence of cow urine as biofertilizer, Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.43, n.4, p.1-10, 2021.
- CRUZ, E. D. Drying and germination of cupuassu (*Theobroma grandiflorum* (willd. Ex Spreng.) K. Schum.) seeds. Revista Brasileira de Sementes, Uberlândia, v.29, n.3, p.197-201. 2007.
- CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, J. A. L.; SOUZA, V. C., Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. Revista Árvore, Viçosa, v.29, n.4, p.507-516, 2005.
- FERREIRA, A. D. Influência da borra de café no crescimento e nas propriedades químicas e biológicas de plantas de alface (*Lactuca sativa* L.). Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar) - Instituto Politécnico de Bragança - Escola Superior Agrária de Bragança, Bragança, 2011. 115p.
- FERREIRA, M. G. R.; ROCHA, R. B.; GONÇALVES, E. P.; ALVES, E. U.; RIBEIRO, G. D. Influência do substrato no crescimento de mudas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum.). Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v.31, n.4, p.677-681, 2009.
- GONDIM, T. M. S.; THOMAZINI, M. J.; CAVALCANTE, M. J. B.; SOUZA, J. M. L.; Aspectos da produção de cupuaçu. Rio Branco: Embrapa Acre, 2001. 43p. (Documentos, 67).
- HOMMA, A. K. O. Cupuaçu: potencialidades e mercado, algumas especulações. In: Workshop sobre as culturas de cupuaçu e pupunha na Amazônia, 1, 1996, Manaus, Anais... Manaus: Embrapa-CPAA, 1996. p.85-95.

KÄMPF, A. N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A.N., FERMINO, M.H. (Eds.) Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Gênese, 2000. p.139-145.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v.2, n.1, p. 176-177, 1962.

MEDEIROS, M. B. C. L.; JESUS, H. I.; SANTOS, N. F. A.; MELO, M. R. S.; SOUZA, V. Q.; BORGES, L. S.; GUERREIRO, A. C.; FREITAS, L. S. Índice de qualidade de Dickson e característica morfológica de mudas de pepino, produzidas em diferentes substratos alternativos. *Agroecossistemas*, Belém, v.10, n.1, p.159-173, 2018.

MOURA, E. A.; CHAGAS, P. C.; MOURA, M. L. S.; SOUZA, O. M.; CHAGAS, E. A.; Emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de cupuaçu cultivadas sob diferentes substratos e condições de sombreamento. *Revista Agro@mbiente On-line*, Boa vista, v.9, n.4, p.405-413, 2015.

NOMURA, E. S.; LIMA, J. D.; GARCIA, V. A.; RODRIGUES, D. S. Crescimento de mudas micropropagadas da bananeira cv. Nanicao, em diferentes substratos e fontes de fertilizante *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v.30, n.3, p.359-363, 2008.

PASSOS, A. H. P.; LUZ, F. N.; HOFFMANN, M. M. P.; SANTOS, P. R. R.; SOUSAM, M. K.; MURAISHI, C. T. Borra de café como fonte de substrato para a produção de mudas de quiabo. *Revista Integralização Universitária*, Palmas, v.11, n.14, p.18-22, 2016.

SANTOS, F. C. B.; OLIVEIRA, T. K.; LESSA, L. S.; OLIVEIRA, T. C.; LUZ, S. A. Produção de mudas de cupuaçuzeiro em diferentes substratos e tubetes. *Magistra*, Cruz das Almas, v.22, n.3.4 p.185-190, 2010.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, V. S.; ALVES, R. M.; MELO, G. F.; MARTINS FILHO, S. Uso de diferentes substratos na produção de mudas de cupuaçuzeiro. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v.10, n.18, p. 2941-2953, 2014.

SCIVITTARO, W. B.; SANTOS, K. F.; CASTILHOS, D. D.; CASTILHOS, R. M. V., Caracterização física de substratos elaborados a partir de resíduos agroindustriais. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 26p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 58).

SILVA, E. A.; MARUYAMA, W. I.; OLIVEIRA, A. C.; BARDIVIESSO, D. M.; Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de mangabeira (*Harcornia speciosa*). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.31, n.3, p.925-929, 2009.

SILVA. L. S.; LEÃO, J. M.; COSTA, F. S.; BRITO, K. S. A.; SUASSUNA, J. F. Qualidade de mudas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) produzidas em substratos compostos por resíduos do agroextrativismo amazônico. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.6, n.11, p.84526-84538, 2020.

SILVA. R. R.; FREITAS, G. A.; SIEBENEICHLER, S. C.; MATA, J. F.; CHAGAS, J. R.; Desenvolvimento inicial de plântulas de *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum. sob influência de sombreamento, *Acta Amazonica*, Gurupi, v.37, n.3, p.365-370, 2007.

SILVEIRA, S. A.; ANDRADE, P. P., Uso da borra de café fresca no desenvolvimento do girassol e controle da Brachiaria, Revista Agroveterinária, Varginha, v.6, n.1, 2024.

SOUZA, A. G. C.; RESENDE, M. D. V.; SILVA, S. E. L.; SOUZA, N. R. The cupuaçuzeiro genetic improvement program at Embrapa Amazônia Ocidental. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v.2, n.3, p.471-478, 2002.

SOUZA, A. G. C.; SILVA, S. E. L.; TAVARES, A. M.; RODRIGUES, M. R. L. A cultura do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.). Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. 39p. (Circular Técnica, 2).

SOUZA, A. G. C.; SOUZA, M. G.; BERNI, R. F.; PAMPLONA, A. M. S. R.; RIBEIRO, G. D., Cupuaçu: Mudas. Brasília: Embrapa informação tecnológica. 1 ed. 2008, 52p.

STURION, J. A. Métodos de produção e técnicas de manejo que influenciam o padrão de qualidade de mudas de essências florestais. Curitiba: Embrapa Regional de Pesquisa Florestal Centro-Sul, 1981. 18p. (Documentos, 3).

TORRES, A. J.; BREGAGNOLI, M.; MONTEIRO, J. M. C.; CARVALHO, C. A. M., Emergência de plântulas de cafeeiro em substratos de borra de café. Revista Agrogeoambiental, v.4, n.3, 2012.

TRINDADE, A. V.; FARIAS, N. G.; ALMEIDA, F. P. Uso de esterco no desenvolvimento de mudas de mamoeiro colonizadas com fungos micorrízicos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.7, p.1389-1394, 2000.

WANGEN, D. R. B.; CARDOSO, M. T. R.; FREITAS, R. O.; FERNANDES, E. F.; DUARTE, G. M.; PINTO, A. F. J., Borra de café na produção de mudas de alface, *Lactuca sativa* L. Centro Científico Conhecer, v.11, n.22, p.518-524, 2015.

ZIETMANN, C.; ROBERTO, S. R.; produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em diferentes substratos. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.29, n.1, p.137-142, 2007.