

SUBSTRATOS ALTERNATIVOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ANDIROBA (*CARAPA GUIANENSIS* AUBL.)

José Cunegundes Weckner Rodrigues¹; Anderson Cristian Bergamin²; Milton César Costa Campos³; Maria de Nazaré Souza da Silva⁴; Perla Joana Souza Gondim⁵; Viviane Vidal da Silva⁶; Robson Vinício dos Santos⁷; Flávio Pereira de Oliveira⁸; Witória de Oliveira Araújo⁹

RESUMO

Objetivou-se caracterizar substratos oriundos de resíduos do grão do guaraná e caroços de açaí e avaliar o crescimento e desenvolvimento de mudas de andiroba. O trabalho foi desenvolvido na casa de vegetação do IEAA da Universidade Federal do Amazonas. Os substratos foram compostos por substrato comercial (testemunha), caroços de açaí e resíduo do grão do guaraná, esterco bovino, solo e areia em diferentes proporções. Foram avaliadas as características biométricas, relações entre essas variáveis e Índice de Qualidade de Dickson. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. O substrato formulado a base de resíduos do guaraná nas proporções 1:1:1:2 e 1:1:1:3 e caroço de açaí na proporção 1:1:1:2 foram aqueles que apresentaram os melhores parâmetros biométricos das mudas de andiroba. Todos os tratamentos apresentaram resultados satisfatórios para o Índice de Qualidade de Dickson, indicando que qualquer uma das formulações dos substratos utilizados pode ser escolhidas.

Palavras-chave: Espécies nativas, Sustentabilidade, Nutrição de plantas, Reflorestamento.

ABSTRACT

The objective was to characterize substrates from residues of guaraná grain and açaí seeds and evaluate the growth and development of andiroba seedlings. The work was carried out in the greenhouse of the IEAA at the Federal University of Amazonas. The substrates were composed of commercial substrate (control), açaí seeds and guaraná grain residue, cattle manure, soil and sand in different proportions. Biometric characteristics, relationships between these variables and the Dickson Quality Index were evaluated. The data obtained were subjected to analysis of variance. The substrate formulated based on guaraná residues in the proportions 1:1:1:2 and 1:1:1:3 and açaí seeds in the proportion 1:1:1:2 were those that presented the best biometric parameters of the seedlings. andiroba. All treatments presented satisfactory results for the Dickson Quality Index, indicating that any of the substrate formulations used can be chosen.

Keywords: Native species, Sustainability, Plant nutrition, Reforestation

1. INTRODUÇÃO

Diversas espécies cultivadas na Amazônia têm grande potencial gerador de resíduos em suas etapas de processamento, dentre estas espécies destacam-se duas, o açaí e gerador de borra e caroços, que segundo

¹Universidade Federal do Amazonas – UFAM/IEAA, Humaitá, Amazonas, Brasil, Mestre em Ciências Ambientais, jose_cunegundes@yahoo.com.br

²Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, Rondônia, Brasil, Doutor em Agronomia, anderson.bergamin@unir.br

³Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, Brasil, Doutor em Ciência do Solo, mcesarsolos@gmail.com

⁴Universidade Federal do Amazonas – UFAM/IEAA, Humaitá, Amazonas, Brasil, Mestra em Ciências Ambientais, dynna_souza@hotmail.com

⁵Universidade Federal do Amazonas – UFAM/IEAA, Humaitá, Amazonas, Brasil, Doutora em Agronomia, pgondim@yahoo.com.br

⁶Universidade Federal do Amazonas – UFAM/IEAA, Humaitá, Amazonas, Brasil, Doutora em Ecologia Aplicada, vivianevidal@ufam.edu.br

⁷Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, Brasil, Graduando em Agronomia, robson4651@hotmail.com

⁸Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, Brasil, Doutor em Ciência do Solo, flavio.oliveira@academico.ufpb.br

⁹Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, Brasil, Mestranda em Ciência do Solo, witoriaoli1234@gmail.com

Monteiro et al. (2019) o caroço do açaí corresponde a aproximadamente 85% do peso da fruta e representa, aproximadamente, 1,1 milhão de toneladas de resíduos acumulados anualmente na região amazônica. E o guaraná tem sua produção e extração dos grãos associada à agricultura familiar gerando grandes quantidades de resíduos, que em ambos os casos, tem seu descarte feito de forma inadequado ao ambiente, consequentemente resultam em um grave problema ambiental e urbano.

Alternativamente o emprego desses materiais (resíduos) como substratos pode tornar a produção de mudas mais sustentáveis, uma vez que estará mitigando um passivo ambiental com a geração de resíduos (FARIA et al., 2016). Assim, muitos trabalhos têm utilizados resíduos oriundos da agroindústria para a produção de mudas, conforme destaca Anjos et al. (2018). Araújo et al. (2020) por sua vez, estudou o uso de resíduos agroindustriais de culturas amazônicas como substrato para a produção de mudas de *Euterpe precatoria*.

Por outro lado, frente ao desflorestamento que vem ocorrendo na Amazônia, a produção de mudas de espécies florestais com vistas ao reflorestamento pode ser um caminho para a restauração de áreas degradadas e a busca do restabelecimento desses processos ecossistêmico (DUARTE et al., 2017). Assim a produção de mudas de andiroba poderá ser uma alternativa tanto para a revegetação como também para o fornecimento

de produtos não madeireiros, pois a mesma apresenta grande utilidade na indústria madeireira e na área farmacêutica, devido às propriedades medicinais do óleo extraído das suas sementes (SILVA et al., 2021).

Dessa forma, a utilização de resíduos do grão do guaraná e caroços de açaí para a formação de substratos alternativos à produção de mudas de espécies florestais, especialmente de espécies nativas não madeireiras como a andiroba pode ser uma possibilidade de aproveitamento desses materiais visando à sustentabilidade da produção (KLEIN, 2015), bem como melhorar a qualidade e reduzir os custos de produção de mudas de espécies florestais (PINTO et al., 2021).

Apesar disso, pouco se sabe sobre as respostas do crescimento e desenvolvimento de mudas de plantas com esses materiais, especialmente se tratando da andiroba. Assim o trabalho tem como objetivos, i) caracterizar substratos oriundos de resíduos do grão do guaraná e caroços de açaí e ii) avaliar o crescimento e desenvolvimento de mudas de andiroba (*Carapa guianensis* Aublet) na região sul do Amazonas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas em Humaitá, Amazonas, Brasil (07°30'30" S e 60° 01'45" W) no período de dezembro de 2019 a

setembro de 2020. O clima da região segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso, apresentando período seco de pequena duração (Am), temperaturas variando entre 25 e 27 °C, precipitação pluvial média anual de 2.500 mm, com período chuvoso iniciando em outubro e prolongando-se até junho, e umidade relativa do ar entre 85 e 90 %.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com 8

tratamentos e 15 repetições, totalizando 120 plantas, sendo uma planta por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de um substrato comercial (Tropstrato HT Hortaliças), dois substratos de resíduos da agroindústria amazônica (caroço de açaí e resíduo do grão do guaraná), esterco bovino, areia e terra de subsolo, além de sete combinações de pares desses materiais em a proporção de 1:1 (relação v/v) (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição dos tratamentos e as diferentes composições dos substratos.

Tratamento	Composição do substrato	Proporção
T1	Substrato comercial + solo (SB+S) proporção	1:1
T2	Solo + areia + esterco bovino + caroço de açaí	1:1:1:1
T3	Solo + areia + esterco bovino + caroço de açaí -	1:1:1:2
T4	Solo + areia + esterco bovino + caroço de açaí -	1:1:1:3
T5	Solo + areia + esterco bovino + resíduo do grão do guaraná	1:1:1:1
T6	Solo + areia + esterco bovino + resíduo do grão do guaraná	1:1:1:2
T7	Solo + areia + esterco bovino + resíduo do grão do guaraná	1:1:1:3
T8	Solo + areia + esterco bovino + resíduo do grão do guaraná + caroço de açaí	1:1:1:1:1

Fonte: Autor (2023).

Os caroços de açaí e resíduos de guaraná utilizados foram inicialmente semidecompostos, em seguida foram peneirados utilizando a peneira de malha de 5 mm de diâmetro, também foram passados em peneiras de 3 mm a areia e 4 mm para solo e esterco curtido. Após essas etapas os materiais foram misturados nas proporções formuladas de acordo com cada tratamento, sendo homogêneas, e posteriormente colocadas em sacos de polietileno com capacidade para 3 litros de substrato.

Uma vez preparado às composições dos substratos foram realizadas análises granulométricas utilizando sete tamanhos de malhas de peneiras: 2,000 mm; 1,120 mm; 0,600 mm; 0,425 mm; 0,250 mm; 0,150 mm e 0,075 mm, conforme metodologia da Teixeira et al. (2017).

Para análises química foram retiradas uma amostra, após secagem do material ao ar e passadas em peneiras em malha de 2 mm, foram determinados o pH em água, os teores de fósforo (P) e potássio (K⁺) disponíveis, cálcio (Ca²⁺),

magnésio (Mg^{2+}) e alumínio trocável (Al^{3+}), acidez potencial ($H+Al$) e carbono orgânico (CO), sendo posteriormente calculados a soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m) Teixeira et al. (2017).

Foi montado um canteiro de germinação em casa de vegetação sendo protegidas com tela sombrite com 50% de luminosidade abaixo da plasticultura, as sementes de andiroba (*Carapa quianenses*) foram coletadas e selecionadas, descartando as sementes pequenas e defeituosas. Em seguida as sementes foram limpas e colocadas em água para umedecer por 12 horas, e posteriormente imersas em água com 5% de hipoclorito de sódio por 10 minutos. Após essa etapa foram semeadas nos canteiros e começaram a germinar de forma aleatória entre 15 e 20 dias.

A repicagem das mudas os sacos de polietileno foram realizados quando as estavam medindo uma altura de 3 a 7 cm, após a repicagem as mudas foram levadas para uma bancada dentro da casa de vegetação e regadas manualmente duas vezes ao dia, sendo uma no período da manhã e outra à tarde, considerando a capacidade de campo.

Foram realizadas as avaliações nas plantas feitas a cada 20 dias, e após 180 dias foram realizadas as seguintes características biométricas: Altura da planta (AP): altura da muda, medida desde o colo da muda até o ápice da última folha com auxílio de uma régua

melimetrada; Diâmetro do colo (DC): medido 1 cm acima do nó formado logo acima da superfície do solo do recipiente, com auxílio de um paquímetro; Número de folhas (NF): realização da contagem do número de folhas; Comprimento do caule (CC): medidas eram realizadas do caule próximo ao solo até a primeira inserção do primeiro folíolo do caule; Comprimento de raiz (CR): medidas retirada do início a inserção das primeiras raízes no caule até o maior comprimento da raiz; Matéria fresca de folhas (MFF): pesagem das folhas antes de ir a estufa de circulação forçada de ar a $65^{\circ}C$, por 24 horas; Matéria seca de folhas (MSF): pesagem das folhas após ir a estufa de circulação forçada de ar a $65^{\circ}C$, por 24 horas; Matéria fresca de caule (MFC): pesagem do caule antes de ir a estufa de circulação forçada de ar a $65^{\circ}C$, por 24 horas; Matéria seca de caule (MSC): pesagem do caule após ir a estufa de circulação forçada de ar a $65^{\circ}C$, por 24 horas; Matéria fresca da raiz (MFR): pesagem da raiz antes da estufa de circulação forçada de ar a $65^{\circ}C$, por 24 horas; Matéria seca da raiz (MSR): pesagem do caule após ir a estufa de circulação forçada de ar a $65^{\circ}C$, por 24 horas.

Índice de Qualidade de Dickson (IQD): Para este índice foi utilizada a metodologia de Dickson et al. (1960) considerando os indicadores de massa seca da parte aérea, das raízes e de massa seca total, altura e diâmetro do colo das mudas.

$$IQD = \frac{MStotal}{\left(\frac{AP}{DC}\right) + \left(\frac{MSPA}{MSR}\right)}$$

Onde: IQD: Índice de desenvolvimento de Dickson; MST:= Matéria seca total (g); AP: Altura de Planta (cm); DC: Diâmetro do colo (cm); MSPA: Matéria seca da parte aérea (g); MSR) Matéria seca da raiz (g); RPAR: Relação da matéria seca da parte aérea com a matéria seca de raízes; RAD: Relação da altura parte aérea com o diâmetro do coleto.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, quando significativa com a comparação de médias efetuadas utilizando-se teste de Scott-Knott ao nível de 5%, por meio do Sotware R.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises granulométricas dos substratos formulados são

apresentados na Tabela 1, verifica-se uma distribuição granulométrica relativamente uniforme entre as peneiras dos substratos avaliados, comportamento crescente nas frações médias a grossas, com mais de 70% nas frações granulométricas entre os tamanhos de peneira 0,425 a 2,000 mm. De acordo com Zorzeto et al. (2014) em estudos de caracterização de substratos para plantas, afirmam que substratos com granulometria distribuída uniformemente entre as frações apresentam maior retenção de água.

Por outro lado, segundo Barbosa et al. (2018) apesar dos adequados valores de espaço de aeração, o manejo desse substrato deve ser realizado com cautela, pois a baixa porosidade aliada à alta capacidade de retenção de água pode trazer problemas como falta de oxigênio para o desenvolvimento das raízes, para a movimentação de água e para a drenagem.

Tabela 2. Caracterização granulométrica dos substratos usados no experimento na produção de mudas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) na região Sul do Amazonas.

Tratamentos*	Tamanho de malhas (mm)						
	0,075	0,150	0,250	0,425	0,600	1,120	2,000
	%						
T1	7,73	9,88	10,55	16,25	17,49	18,13	19,97
T2	4,48	6,05	7,44	14,89	19,09	23,40	24,65
T3	6,00	7,61	8,66	14,71	18,48	21,76	22,78
T4	1,73	2,62	9,33	16,59	21,36	25,07	23,30
T5	6,53	8,05	9,08	13,49	16,40	21,94	24,52
T6	4,62	6,34	7,65	14,92	19,20	23,03	24,24
T7	8,79	9,72	10,44	14,51	17,25	19,19	20,08
T8	5,78	7,25	8,47	14,70	18,56	22,02	23,22

Fonte: Autor (2023).

Os resultados das análises químicas dos substratos formulados são apresentados na Tabela 3, verifica-se que os valores de pH em água variaram entre 5,2 a 6,9, sendo apenas os

tratamentos T1 e T8 foram aqueles que apresentaram os menores valores de pH em água, todos os demais tratamentos (substratos) apresentaram valores acima de 6,0.

Tabela 3. Caracterização química dos substratos usados no experimento na produção de mudas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) na região Sul do Amazonas.

Tratamentos*	pH H ₂ O	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	CTC	P	CO	V
				cmol _c kg ⁻¹				mg kg ⁻¹	g.kg ⁻¹	%
T1	5,2	3,0	21,2	10,3	1,4	14,6	49,2	62,4	3,48	70,1
T2	6,0	3,9	17,2	10,0	1,0	7,5	37,8	52,0	3,40	79,9
T3	6,4	4,8	2,4	6,0	0,6	8,2	21,5	63,2	3,45	61,6
T4	6,6	5,8	2,0	6,5	0,7	7,1	21,4	35,0	5,22	66,9
T5	6,9	5,0	4,0	5,2	1,0	7,4	21,6	56,3	5,20	65,7
T6	6,2	5,2	20,0	5,2	1,0	14,8	45,3	36,5	3,40	67,2
T7	6,2	5,5	16,0	6,0	1,2	15,5	43,0	60,2	3,45	63,9
T8	5,7	5,5	15,7	7,0	0,5	12,3	40,2	47,1	5,18	69,2

Fonte: Autor (2023).

Assim, os resíduos do guaraná e açaí elevaram o pH em água nos substratos estudados pois apresentaram valores considerados bom para o desenvolvimento das mudas de andiroba, corroborando com os resultados encontrados por Kratz et al. (2012) que utilizaram diferentes granulometrias de casca de arroz carbonizada, pura ou em mistura com fibra de coco, substrato comercial como componentes de substratos para produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* x *E. dunnii*.

De maneira geral os teores de potássio (K⁺) foram médios, variando entre 2,9 a 5,8 cmol_ckg⁻¹, destaca-se que todos os tratamentos com resíduos de guaraná e com caroços de açaí apresentaram valores superiores ao substrato comercial, evidenciando esses materiais como

fonte de K⁺. Já os valores de cálcio (Ca²⁺) nos substratos formulados ficaram 2,0 a 21,2 cmol_ckg⁻¹, entretanto observou-se que os substratos com caroço de açaí nas proporções 1:1:1:2 e 1:1:1:3 e substrato resíduo do grão do guaraná na proporção 1:1:1:1 apresentaram os menores teores de Ca²⁺ quando comparados aos demais substratos formulados, indicando que níveis mais altos de caroços de açaí e menores proporções de resíduos de caroços de guaraná levam a menores teores de cálcio. Estes valores corroboram com aqueles encontrados por Santos et al. (2014) em estudo sobre as características químicas de substratos formulados com lodo de esgoto para produção de mudas florestais, estando entre valores de 10 a 20 cmol_ckg⁻¹.

O magnésio (Mg^{2+}) apresentou valores entre 5,2 a 10,32 $cmol_c kg^{-1}$, destaca-se que o substrato comercial (T1) e o substratos com caroço de açaí na proporção 1:1:1:1 (T1) exibiram teores de magnésio superiores a 10,0 $cmol_c kg^{-1}$ os demais substratos testados valores inferiores a 8,0 $cmol_c kg^{-1}$.

Os teores de alumínio trocável (Al^{3+}) presente nos substratos são considerados baixos, variando entre de 0,5 a 1,4 $cmol_c kg^{-1}$, sendo que os maiores valores foram encontrados nos substratos T1 e T7 (Tabela 3). Já a acidez potencial (H+Al) nos substratos são expressivos, estando entre 15,51 a 7,42 $cmol_c kg^{-1}$, sendo que os substratos contendo resíduos de guaraná e o substrato comercial foram os que apresentaram maiores valores. Estes resultados assemelham aos encontrados por Delarmelina et al. (2014) que estudou diferentes substratos para a produção de mudas de *Sesbania virgata*, entretanto os teores de Al^{3+} trocáveis foram sensivelmente menores e a acidez potencial (H+Al) um pouco mais elevada que o estudo e questão, resultado provavelmente associado a natureza do material utilizado no substrato.

Os teores de fósforo (P) disponível nos substratos estudados foram elevados, variando de 35,0 a 63,2 $mg kg^{-1}$, destaca-se que apenas dois tratamentos (T4 e T6) tiveram seus valores abaixo de 45 $mg kg^{-1}$ (Tabela 3), indicando boa reserva desse elemento, muito semelhante aos teores de P disponível encontrado por Vieira e Weber (2015) estudando cama de frango

decomposta na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla*).

A capacidade de troca de cátions (CTC) exibiu valores entre 21,4 a 49,2 $cmol_c kg^{-1}$, os tratamentos T1=35,97; T2=31,24; T6=31,45; T7=28,73 e T8=28,85 $cmol_c kg^{-1}$, os outros tratamentos (T4 e T5) ficaram com valores abaixo de 20 $cmol_c kg^{-1}$. A saturação por bases (V %) dos substratos estudados situaram-se acima dos 60 % (Tabela 3), evidenciando o caráter eutrófico do material, o que pode indicar uma boa reserva de bases.

A Tabela 4 apresenta os resultados referentes os parâmetros biométricos das mudas de *Carapa guianensis* cultivadas sobre diferentes substratos, verifica-se que em relação à altura de plantas houve comportamentos diferentes entre os tratamentos estudados, assim os substratos que contem resíduo do grão do guaraná nas maiores proporções (1:1:1:2 e 1:1:1:3), bem com como o substrato com caroços de açaí (proporção 1:1:1:2) apresentam plantas de maiores tamanhos, 103,06, 108,00 e 96,20 cm respectivamente, portanto melhor desempenho, em contrapartida o substrato comercial apresentou menor altura de plantas. Em estudo desenvolvido por Trazzi et al. (2013) testando substratos de origem orgânica para produção de mudas de teca (*Tectona grandis* Linn. F.) observou que o tratamento 35 % de cama de frango apresentou o melhor desempenho em relação aos demais,

evidenciando materiais orgânicos pode ser uma boa alternativa para a composição de substratos.

Tabela 4. Médias da altura, diâmetro do colo, número de folhas, comprimento do colo e comprimento de raiz de mudas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) aos 180 dias após repicagem.

Tratamento	Altura	Diâmetro	Nº de Folhas	Comprimento de caule	Comprimento de raiz
	m	m	-	cm	cm
T1	79,00 c	0,95 a	24,53 c	26,40 c	21,86 b
T2	82,20 c	0,89 a	21,60 c	31,06 b	23,73 b
T3	96,20 a	0,90 a	35,66 a	34,43 a	25,13 ab
T4	90,46 b	0,90 a	32,20 b	31,46 b	23,40 b
T5	90,73 b	0,83 a	31,86 b	33,24 b	24,15 ab
T6	103,06 a	0,86 a	36,06 a	34,20 a	25,86 ab
T7	108,00 a	0,93 a	38,26 a	35,60 a	27,40 a
T8	90,33 b	0,84 a	31,06 b	33,40 b	24,73 ab
CV (%)	6,1	5,09	11,15	6,13	7,10 %

* As colunas que apresentam letras, significa que houve diferença significativa estatisticamente entre as médias entre os tratamentos pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, as médias que apresentam a mesma letra não diferem entre os tratamentos pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

O diâmetro de colo apresentou comportamento idêntico entre todos os substratos testados, resultados semelhantes foram encontrados por Aguiar et al. (2011) em estudos avaliando o crescimento de mudas de pau-brasil submetidas a cinco níveis de sombreamento.

Em relação ao número de folhas, foi observado que os substratos que contêm resíduo do grão do guaraná nas maiores proporções (1:1:1:2 e 1:1:1:3), bem como o substrato com caroços de açaí (proporção 1:1:1:2) apresentam maior número de folhas de mudas de andiroba (*Carapa guianensis*), com 38,26, 36,06 e 35,66 folhas, respectivamente, seguidos dos tratamentos com caroço de açaí na proporção

1:1:1:3; tratamento com resíduo do grão do guaraná proporção 1:1:1:1 e tratamento com mistura dos resíduos dos caroços de açaí e guaraná na proporção 1:1:1:1, tendo o substrato comercial o pior desempenho. Oliveira et al. (2017) observaram resultados com maiores incrementos no número de folhas nos substratos orgânico-minerais na produção de mudas de *Erythrina velutina*.

A medida de comprimento de caule exibiu parâmetros mais expressivos nos tratamentos que contêm resíduo do grão do guaraná nas maiores proporções (1:1:1:2 e 1:1:1:3), bem como o substrato com caroços de açaí (proporção 1:1:1:2) apresentam caule mais longo das mudas de andiroba

(*Carapa guianensis*) quando comparado aos demais tratamentos. Comportamento semelhante também foi observado em relação ao comprimento da raiz, embora não seja tão evidente, verifica-se que os mesmos tratamentos (substratos) apresentam os melhores resultados.

Na tabela 5 observam-se as massas frescas e secas das mudas, verificou-se que o tratamento (T3) substratos substrato compostos com caroços de açaí (proporção 1:1:1:2) e tratamentos (T6 e T7) substratos com resíduo do grão do guaraná (proporções -1:1:1:2 e 1:1:1:3),

apresentaram maior matéria fresca de folhas, mesmo comportamento sendo repetido na em relação à matéria seca de folhas, evidenciando que esses substratos são mais efetivos na formação de massa vegetal. Araújo et al. (2020) estudando diferentes substratos alternativos, oriundos de materiais agroindustriais, verificou que as maiores produções de matéria seca em parte aérea e raízes ocorreram nas maiores proporções.

Tabela 5. Médias da matéria fresca e seca de folhas; matéria fresca e seca de caule; matéria fresca e seca de raiz de mudas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) aos 180 dias após repicagem.

Tratamentos	Matéria fresca de folhas	Materia seca de folhas	Matéria fresca de caule	Matéria seca de caule	Matéria fresca de raiz	Matéria seca de raiz
	g					
T1	29,82 c	10,87 b	12,98 a	5,74 c	15,57 b	6,70 b
T2	26,14 c	7,59 b	11,88 a	6,74 c	14,48 b	6,00 b
T3	41,18 a	13,03 b	12,99 a	6,22 c	16,59 b	6,05 b
T4	32,74 b	11,46 b	12,78 a	5,69 c	16,70 b	5,91 b
T5	33,39 b	10,53 b	12,94 a	6,28 c	16,65 b	6,57 b
T6	43,10 a	13,47 b	13,67 a	7,57 b	23,33 a	7,92 a
T7	47,51 a	19,65 a	15,62 a	10,40 a	21,06 a	8,24 a
T8	30,95 b	10,63 b	13,10 a	6,74 b	16,88 b	4,89 b
CV (%)	12,1	9,2	7,9	11,8	9,1	8,8

*As colunas que apresentam letras, significa que houve diferença significativa estatisticamente entre as médias entre os tratamentos pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, as médias que apresentam a mesma letra não diferem entre os tratamentos pelo teste de Scott- Knott ao nível de 5% de probabilidade.

A matéria fresca do caule teve comportamento semelhante em todos os substratos estudados, já em relação à matéria seca de caule, verifica-se que os tratamentos (T6 e T7) que tem substratos formulados com resíduo do grão do guaraná (proporções - 1:1:1:2

e 1:1:1:3), apresentaram maior matéria seca de caule.

Já em relação à matéria fresca e seca de raiz o comportamento é semelhante em ambos com os tratamentos (T6 e T7) que são os substratos formulados com resíduo do grão do

guaraná (proporções 1:1:1:2 e 1:1:1:3) diferenciando estatisticamente dos demais (Tabela 5), apresentando acúmulo de massa de raiz, indicando maior incremento para essa característica.

Este estudo apresenta resultados semelhantes ao desenvolvido por Gomes et al. (2013) em estudo com lodo de esgoto aplicado com substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis* L.

Com relação à produção de matéria seca e suas relações os valores médios são apresentados na Tabela 6. Quanto à produção de massa de matéria seca de parte aérea e raiz;

produção de matéria seca total verificou-se os maiores valores nos tratamentos (substratos) T7, T6 e T3, ou seja, os substratos formulados com resíduo do grão do guaraná (proporções 1:1:1:3 e 1:1:1:2) e o substrato com caroços de açaí (proporção 1:1:1:2) respectivamente, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos testados. Paiva et al. (2009) estudando espécies arbóreas nativas, adubadas com diferentes doses de lodo de esgoto seco e com fertilização mineral, verificaram que a produção de matéria seca foi maior no solo em que foi utilizado de lodo de esgoto seco.

Tabela 6. Médias da matéria seca da parte aérea, matéria seca de raiz, matéria seca total e relação da altura parte aérea com o diâmetro do coleto (RAD), relação da matéria seca da parte aérea com a matéria seca de raízes (RPAR) e Índice de desenvolvimento de Dickson (IQD) de mudas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) aos 180 dias após repicagem.

Tratamentos	Matéria seca de parte aérea	Materia seca de raiz	Matéria seca total	RAD	RPAR	IQD
G						
T1	16,61 c	7,70 a	23,31 c	83,16 c	2,16 a	0,27 a
T2	14,33 c	6,01 b	20,33 c	92,36 c	2,39 a	0,21 a
T3	19,25 bc	6,05 b	25,30 bc	106,89 b	3,18 a	0,23 a
T4	17,15 c	5,91 b	23,06 c	100,51 b	2,90 a	0,22 a
T5	16,81 c	6,57 b	23,38 c	109,31 a	2,56 a	0,21 a
T6	21,04 b	6,62 b	28,96 b	119,84 a	3,18 a	0,24 a
T7	30,05 a	8,24 a	38,29 a	116,13 a	3,65 a	0,32 a
T8	17,37 c	4,89 b	22,26 c	107,54 b	3,55 a	0,20 a
CV (%)	8,1	7,2	6,9	6,8	6,1	4,8

*As colunas que apresentam letras, significa que houve diferença significativa estatisticamente entre as médias entre os tratamentos pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, as médias que apresentam a mesma letra não diferem entre os tratamentos pelo teste de Scott- Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Houve diferenças significativas entre os parâmetros avaliados para a RAD dos tratamentos T5, T6, T7 T5, ou seja, todos que

contem resíduo do grão do guaraná em diferentes proporções (Tabela 6). Já relação matéria seca da parte aérea com a matéria seca

de raízes (RPAR) não diferiram entre os tratamentos testados (Tabela 6). Apesar disso, de acordo com Gomes et al. (2013) em se tratando de produção de mudas esses parâmetros são bastante variáveis. Delarmelina et al. (2013) afirmaram que estas características variam em função da espécie, tipo e da proporção do substrato e, principalmente, de acordo com a idade em que a muda.

As mudas com maior IQD foi aquela cultivada no substrato com resíduos de grão de guaraná, mostrando a melhor qualidade das mudas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) nessas condições, embora não haja diferenças estatísticas significativas (Tabela 6). Verificou-se ainda que todos os tratamentos analisados apresentaram IQD com média acima de 0,20, conforme recomenda Hunt (1990), mostrando que as mudas produzidas nos diferentes tratamentos (substratos) apresentam qualidade adequada para plantio. Segundo Medeiros et al. (2018) o IQD é um bom indicador da qualidade das mudas, pois considera-se a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando-se os resultados de vários parâmetros importantes.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O substrato formulado a base de resíduos do guaraná nas proporções 1:1:1:2 e 1:1:1:3 e caroço de açaí na proporção 1:1:1:2 foram aqueles que apresentaram os melhores parâmetros biométricos das mudas de andiroba.

Todos os tratamentos apresentam resultados satisfatórios para o Índice de Qualidade de Dickson, indicando que qualquer uma das formulações dos substratos utilizados pode ser escolhida.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a CAPES e à FAPEAM pelo suporte a pesquisa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A.R.; NASCIMENTO, T.D.R.; ROCCO, F.M. Crescimento de mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), submetidas a cinco níveis de sombreamento. **Revista Ceres**, v.58, n.6, p.729-734, 2011.

ANJOS, A. S. J. C.; NÓBREGA, R. S. A.; MOREIRA, F. M.; SILVA, J. J.; BRAULIO, C. S.; NÓBREGA, J. C. A. Substratos alternativos no crescimento inicial de mudas de *Cassia grandis* L. F. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.8, n.3, p.115-124, 2018.

ARAÚJO, C. S.; LUNZ, A. M. P.; SANTOS, V. B.; ANDRADE NETO, R. C.; NOGUEIRA, S. R.; SANTOS, R. S. Use of agro-industry residues as substrate for the production of *Euterpe precatoria* seedlings. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.50, e58709, p.1-9, 2020.

BARBOSA, J. R. L.; RIGON, F.; CONTE, A. M.; SATO, O. Caracterização de atributos físicos de substratos para fins de produção de mudas. **Revista Cultivando o Saber**, v.11, n.1, p.13-25, 2018.

DELARMELINA, E. M.; CALDEIRA, M. V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E. O.; ROCHA, R. L. F. Diferentes Substratos para a

Produção de Mudas de *Sesbania virgata*. **Floresta e Ambiente**, v.21, n.2, p.224-233, 2014.

DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M. V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E. Uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Agro@mbiente**, v.7, n.2, p.184-192, 2013.

DUARTE, T. E. P.; ANGEOLETTO, F. H. S.; SANTOS, J. W. M. C.; LEANDRO, D. S.; BOHRER, J. F. C.; VACCHIANO, M. C.; LEITE, L. B. O papel da cobertura vegetal nos ambientes urbanos e sua influência na qualidade de vida nas cidades. **Desenvolvimento em questão**, v.40, p.175-203, 2017.

FARIA, J. C. T.; CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; ROCHA, R. L. F. Substratos alternativos na produção de mudas de *Mimosa setosa* Benth. **Ciência Florestal**, v.26, n.4, p.1075-1086, 2016.

GOMES, D. R.; CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; GONÇALVES, E. O.; TRAZZI, P. A. Lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de *Tectona grandis* L. **Cerne**, v.19, n.1, p.124-131, 2013.

HUNT, G.A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: Proceedings of Target Seedling Symposium, Meeting of the Western Forest Nursery Associations. General Technical Report RM-200, Roseburg. Fort Collins: USDA Forest Service, p.218 – 222, 1990.

KLEIN, C. Utilização de substratos alternativos para produção de mudas. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.4, n.1, p.43-63, 2015.

KRATZ, D., WENDLING, I., PIRES, P. P. Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii* x *E. dunnii* em substratos a base de casca de arroz carbonizada. **Scientia Forestalis**, v.40, n. 96, p.547-556, 2012.

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**, v.10, n.1, p.159 – 173, 2018.

MONTEIRO, A. F.; MIGUEZ, I. S.; SILVA, J. P. R. B.; SILVA, A. S. High concentration and yield production of mannose from açai (*Euterpe oleracea* Mart.) seeds via mannanase-catalyzed hydrolysis. **Scientific Reports**, v.9, n.10939, p.1-12, 2019.

OLIVEIRA, M. K. T.; DOMBROSKI, J. L. D.; MEDEIROS, R. C. A.; FARIAS, R. M.; TOMCZAK, V. E. Uso de substratos orgânico-minerais na produção de mudas de *Erythrina velutina*. **Pesquisa florestal brasileira**, v.37, n.91, p.235-242, 2017.

PAIVA, A. V.; POGGIANI, F.; GONÇALVES, J. L. M.; FERRAZ, A. V. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas, adubadas com diferentes doses de lodo de esgoto seco e com fertilização mineral. **Scientia Florestalis**, v.37, n.84, p.499-511, 2009.

PINTO, V. V. F.; BUENO, M. M.; ANTUNES, L. F. S.; ALONSO, J. M.; ABAURRE, G. W. Crescimento de mudas de *Poincianella pluviosa* (DC.). L.P. Queiroz em diferentes substratos e lâminas de irrigação. **Madera y bosques**, v.27, n.1, e2712173, 2021.

SANTOS, F. E. V. S.; KUNZ, S. H.; CALDEIRA, M. V. W. C.; AZEVEDO, C. H. S.; RANGEL, O. J. P. Características químicas de substratos formulados com lodo de esgoto para produção de mudas florestais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.9, p.971–979, 2014.

SILVA, A. A.; CONCEIÇÃO, H. E. O.; ALVES, J. D. N.; FRANCO, T. M.; SAUMA FILHO, M.; SILVA, P. M.; SILVA, J. V. S.; AGUIAR, A. C. S.; PINHEIRO, M. C.; OLIVEIRA, T. C. M. Déficit hídricos e doses de adubo orgânico no desenvolvimento de plantas jovens de andiroba.



REI
ISSN 1984-431X

Research, Society and Development, v.10, n.12, e465101220770, 2021.

TEIXEIRA, P. C., et al. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro. Revista e Ampliada, Brasília, DF: Embrapa, 3ª ed. 2017, 573p.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; PASSOS, R. R.; GONÇALVES, E. B. O. Substratos de origem orgânica para produção de mudas de teca (*Tectona grandis* Linn. F.). **Ciência Florestal**, v.23, n.3, p.40-409, 2013.

VIEIRA, C. R.; WEBER, O. L. S. Avaliação de substratos na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Revista Uniara**, v.18, n.2, p.152-166, 2015.

ZORZETO, T. Q.; DECHEN, S. C. F.; ABREU, M. F.; FERNANDES JÚNIOR, F. Caracterização física de substratos para plantas. **Bragantia**, v.73, n.3, p.300-311, 2014.