

Produção de mudas de *Cojoba arborea* var. *angustifolia* (Rusby) Barneby & J.W. Grimes mediante substratos alternativos

Production of seedlings of *Cojoba arborea* var. *angustifolia* (Rusby) Barneby & J.W. Grimes using alternative substrates

Producción de plántulas de *Cojoba arborea* var. *angustifolia* (Rusby) Barneby y J.W. Grimes utilizando sustratos alternativos

Recebido: 20/05/2021 | Revisado: 29/05/2021 | Aceito: 02/06/2021 | Publicado: 18/06/2021

Ronier Felipe da Silva Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4162-4365>
Universidade Federal do Acre, Brasil
E-mail: ronier.felipe@gmail.com

Cleverson Agueiro de Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3256-7023>
Universidade Federal do Acre, Brasil
E-mail: cleversoncarvalho92@gmail.com

Patricia Gomes Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9096-6850>
Universidade Federal do Acre, Brasil
E-mail: patriciagomesribeiro@gmail.com

Ítalo Felipe Nogueira Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0498-6949>
Universidade Federal do Acre, Brasil
E-mail: italo080@live.com

Rean Augusto Zaninetti

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3553-6556>
Universidade Federal do Acre, Brasil
E-mail: reanaugusto@yahoo.com.br

Resumo

A utilização de substratos alternativos, provenientes de resíduos orgânicos, tem se apresentado como uma destinação ecologicamente sustentável de resíduos sólidos, e sua utilização na produção de mudas tem sido alvo diversas pesquisas nos últimos anos, que visam maximizar a qualidade e sobrevivência em campo de indivíduos produzidos por meio destes materiais. Portanto, este trabalho analisou a qualidade de mudas de *Cojoba arborea* var. *angustifolia* (Rusby) Barneby & J.W. Grimes em diferentes composições de substratos. Adotou-se 8 tratamentos, com 15 repetições cada, sendo analisados os seguintes parâmetros morfológicos: altura (Alt), Comprimento da raiz (CR), diâmetro a altura do colo (DAC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST), bem como as relações: altura pelo diâmetro a altura do colo (Alt/DAC), altura pelo comprimento da raiz (Alt/CR), massa seca da parte aérea pela massa seca da raiz (MSPA/MSR), o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) e a quantidade de nódulos (QN). Verificou-se que os tratamentos que continham casca de castanha em sua composição, T2 e T4, apresentaram maior produção de biomassa. Também notou-se que a utilização de cinza vegetal, além de inibir a nodulação, ocasionou a morte de quase 100% os indivíduos do tratamento 8. Ressalta-se também que o substrato comercial (T1), só apresentou bom desempenho em relação a quantidade de nódulos. Infere-se que substratos alternativos à base de resíduos agroflorestais, quando empregados em proporções corretas, proporcionam mudas de elevada qualidade.

Palavras-chave: Silvicultura; Produção de mudas; Resíduos agroflorestais.

Abstract

The use of alternative substrates, originating from organic residues, has been presented as an ecologically sustainable destination of solid residues, and its use in the production of seedlings has been the target of several researches in recent years, which aim to maximize the quality and field survival of individuals produced using these materials. Therefore, this work analyzed the seedling quality of *Cojoba arborea* var. *angustifolia* (Rusby) Barneby & J.W. Grimes in different substrates compositions. Eight treatments were adopted, with 15 repetitions each, and the following morphological parameters were analyzed: height (Alt), root length (CR), diameter at the height of the neck (DAC), dry mass of the aerial part (MSPA), dry mass of the root (MSR), total dry mass (MST), as well as the relationships: height by diameter the height of the neck (Alt/DAC), height by root length (Alt / CR), dry mass of the aerial part by dry mass of the root (MSPA/MSR), the Dickson Quality Index (IQD) and the number of nodules (QN). It was found that the treatments that contained chestnut shell in their composition, T2 and T4, showed higher biomass production. It was also noted that the

use of vegetable ash, in addition to inhibiting nodulation, caused the death of almost 100% of the individuals in the treatment 8. It is also noteworthy that the commercial substrate (T1), only performed well in relation to the number of nodules. It is inferred that alternative substrates based on agroforestry residues, when used in correct proportions, provide high quality seedlings.

Keywords: Silviculture; Seedling production; Agroforestry waste.

Resumen

El uso de sustratos alternativos, provenientes de residuos orgánicos, se ha presentado como un destino ecológicamente sustentable de residuos sólidos, y su uso en la producción de plántulas ha sido objeto de varias investigaciones en los últimos años, que buscan maximizar la calidad y campo. supervivencia de los individuos producidos con estos materiales. Por tanto, este trabajo analizó la calidad de plántulas de *Cojoba arborea* var. *angustifolia* (Rusby) Barneby & JW Grimes en diferentes composiciones de sustratos. Se adoptaron ocho tratamientos, con 15 repeticiones cada uno, y se analizaron los siguientes parámetros morfológicos: altura (Alt), largo de raíz (CR), diámetro a la altura del cuello (DAC), masa seca de la parte aérea (MSPA), masa seca de la raíz (MSR), masa seca total (MST), así como las relaciones: altura por diámetro la altura del cuello (Alt / DAC), altura por longitud de raíz (Alt / CR), masa seca de la parte aérea por masa seca de la raíz (MSPA / MSR), el Índice de Calidad de Dickson (IQD) y el número de nódulos (QN). Se encontró que los tratamientos que contenían cáscara de castaño en su composición, T2 y T4, presentaron mayor producción de biomasa. También se observó que el uso de ceniza vegetal, además de inhibir la nodulación, provocó la muerte de casi el 100% de los individuos en el tratamiento 8. También es de destacar que el sustrato comercial (T1), solo se desempeñó bien en relación al número de nódulos. Se infiere que sustratos alternativos a base de residuos agroforestales, cuando se utilizan en las proporciones correctas, proporcionan plántulas de alta calidad.

Palabras clave: Silvicultura; Producción de plántulas; Residuos agroforestales.

1. Introdução

A intensificação da expansão agrícola, populacional, bem como o desenvolvimento industrial têm acarretado em um aumento na geração de resíduos sólidos, que necessitam de um destino final, técnico e ambientalmente adequado (Santos, 2017). Considerando esta problemática, foi promulgada a Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), visando a prevenção e a redução na geração, bem como um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização desses resíduos sólidos (Lei nº 12.305, 2010).

O emprego de resíduos agroflorestais na confecção de sustratos alternativos, além de ser uma alternativa sustentável para a gestão deste tipo de resíduo, reduz o custo de produção de mudas de espécies nativas (Soares, Paiva, Miranda & Maranhão, 2014). O substrato é um insumo crucial na produção de mudas, visto que suas propriedades físicas, químicas e biológicas propiciam o crescimento inicial da espécie a ser cultivada (Zorzeto, Dechen, Abreu & Fernandes Júnior, 2014). Atualmente o substrato mais recomendado é o comercial, porém seu custo elevado por vezes torna a produção de mudas inviável, justificando a utilização de formulações à base de compostos orgânicos (Andrade, Petter, Marimon Junior, Gonçalves, Schossler & Nóbrega, 2015).

Dentre os materiais que apresentam potencial para serem utilizados podemos citar a casca de castanha (*Bertholletia excelsa* Humm. & Bonpl.), rica em elementos como fósforo, cálcio e ferro, a casca de café carbonizada, que possui alto teor de Nitrogênio, o esterco bovino, que melhora as propriedades físicas do solo e as cinzas vegetais, que além de disponibilizarem nutrientes, corrigem a acidez do solo (Soares, Paiva, Miranda & Maranhão, 2014; Caldeira, Winckler, Delarmelina, Faria & Juvanhol, 2013; Cunha, Cunha, Sarmiento, Cunha & Amaral, 2006; Silva, Carvalho, Pereira & Silva, 2015). Entretanto Soares, Paiva, Miranda e Maranhão (2014), enfatizam que para utilizar um resíduo orgânico na composição de um substrato alternativo de forma eficaz deve-se fazer uma análise prévia das características físico-químicas do material a ser utilizado.

Para avaliar se o substrato utilizado no sistema de produção foi adequado a espécie, deve-se analisar a qualidade das plântulas. Segundo Gomes, Couto, Leite, Xavier e Garcia (2002), para a determinação dessa qualidade, comumente usam-se parâmetros morfológicos ou fisiológicos, como a altura, diâmetro do coleto ou massa seca da plântula. Entretanto o uso isolado de tais parâmetros pode gerar resultados errôneos, sendo recomendado relacionar variáveis como, altura e diâmetro do coleto, ou utilizar o índice de Dickson, que em sua equação considera a robustez (relação altura/diâmetro do coleto) e o equilíbrio da

distribuição de biomassa (massa seca da parte aérea e radicular, bem como, massa seca total) (Melo, Abreu, Leles, Oliveira & Silva, 2018; Eloy, Caron, Schmidt, Behling, Schwerts & Elli, 2013).

A espécie *Cajobá arborea* var. *angustifolia* (Rusby) Barneby & J.W. Grimes, popularmente conhecida como brinco-de-índio, se distribui entre a América Central e a Bolívia, sendo descrita como uma espécie arbórea (Lorenzi, Souza, Torres & Bacher, 2003). Segundo Coutinho, Carvalho, Castro, Souza, Mataczinski & Santos (2015), a espécie, que pode atingir até 35 m de altura, é muito utilizada na arborização urbana no Brasil, sendo comumente encontrada em parques e calçadas. A madeira da espécie possui dureza moderada, resistente ao ataque de insetos e de boa trabalhabilidade, sendo utilizada na construção civil (Cordero & Boshier, 2003).

Sendo assim este trabalho teve por objetivo analisar a produção de mudas de *C. arborea* em diferentes substratos alternativos, afim de determinar quais substratos podem ser recomendados para o cultivo da espécie propiciando mudas de qualidade elevada.

2. Metodologia

O experimento foi conduzido no Viveiro do Parque Zoobotânico da Universidade Federal do Acre, Campus Rio Branco, utilizando diferentes tipos de substratos sob um sombreamento de 50%. Usou-se o Delineamento Experimental Inteiramente Casualizado, com 8 tratamentos e 15 repetições (Quadro 1).

Quadro 1. Substratos e suas proporções por tratamento.

Tratamento	Composição	Proporção
T1	Substrato Florestal-3 Mecplant® (a base de Casca de Pinus, Vermiculita, e Macro Nutrientes).	1:1
T2	Terra vegetal e casca de castanha triturada.	2:1
T3	Terra vegetal e casca de café carbonizada.	2:1
T4	Terra vegetal, casca de castanha triturada e cinza vegetal.	2:1:0,3
T5	Terra vegetal e esterco bovino curtido.	2:1
T6	Terra vegetal e casca de castanha não triturada.	2:1
T7	Terra Vegetal, casca de castanha não triturada e cinza vegetal.	2:1:0,3
T8	Terra vegetal e cinza vegetal.	2:1

Fonte: Autores (2020).

O clima em Rio Branco, segundo a classificação de Köppen e Geiger, é do tipo Am (quente e úmido), com precipitação anual entre 2000 – 2100 mm (Peel, Finlayson & McMahon, 2007). De acordo com dados obtidos no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP, a temperatura máxima média foi de 33,44 °C, com mínima média de 16,75 °C e precipitação média de 52,5 mm para os 142 dias de acompanhamento do experimento.

O preparo do substrato se deu por meio de peneiramento da terra vegetal, também conhecido como terra preta, esterco e cinzas em peneira de 5 mm para remoção de impurezas e torrões. Utilizou-se para as medições das proporções, um balde graduado de 20 L. As sementes foram coletadas no município de Ji-Paraná, localizado na porção centro-oeste de Rondônia (10°

53°07" S, 61°57'06" W), sendo estas semeadas em bandejas com areia esterilizada, com três regas semanais.

Após 30 dias de acompanhamento da emergência das plântulas, realizou-se a repicagem para os sacos de plástico polietileno de tamanho 20 x 14 cm contendo os respectivos substratos, onde permaneceram 112 dias no Viveiro com duas regas diárias com 15 minutos de microaspersão.

Passados os 112 dias, desde a repicagem, as mudas enviveiradas foram levadas ao laboratório da Fundação de Tecnologia do Acre (FUNTAC), para a realização das avaliações biométricas, sendo avaliados os parâmetros: Altura da Planta (Alt), considerando a superfície do solo do saco plástico até a gema apical, sendo a medição realizada com auxílio de uma régua graduada de 30 cm; Diâmetro à Altura do Colo (DAC), medido a 1 cm acima do nó formado logo acima da superfície do solo do saco plástico, com auxílio de um paquímetro digital; Comprimento das Raízes (CR), sendo, a medição, realizada com auxílio de uma régua graduada, considerando da parte do coleto ao ápice da raiz principal e a Quantidade de Nódulos (QN), sendo feita a contagem manualmente.

Para a determinação da massa seca, as mudas foram acondicionadas em saco de papel Kraft e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C, até atingir massa constante, após 72 horas. A medição das massas foi realizada com auxílio de uma balança eletrônica semi-analítica (0,01 g), fornecendo os seguintes dados: Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), Massa Seca da Raiz (MSR).

Com a medição dos parâmetros e as massas citadas, calculou-se o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), seguindo-se a metodologia de Dickson, Leaf e Hosner (1960), utilizando a seguinte equação:

$$IQD = \frac{MST(g)}{\left(\frac{Alt(cm)}{DAC(mm)} + \frac{MSPA(g)}{MSR(g)}\right)}$$

Sendo, MST = Massa Seca Total (g); Alt/DAC = Relação da Altura (cm) pelo Diâmetro à Altura do Colo (mm) e MSPA/MSR = Relação da Massa Seca da Parte Aérea (g) pela Massa Seca da Raiz (g).

Os dados foram submetidos a verificação de normalidade de resíduos pelo teste de Shapiro & Wilk (1965), e a Análise de Variância (ANOVA), através do programa estatístico Assisat, versão 7.7 beta (Silva & Azevedo, 2016), e as médias, após a análise de variância, comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa, dada a preocupação do processo ser predominante à do produto e, além de os dados serem de natureza descritiva, sua análise segue um processo indutivo, conforme descrevem Pereira, Shitsuka, Parreira e Shitsuka (2018).

3. Resultados e Discussão

Após a repicagem das mudas observou-se que, durante as três primeiras semanas, houve um estresse nas plântulas, que demoraram a adaptar-se a mudança de substrato. Ao fim do primeiro mês, após a alocação das mudas no viveiro, foi possível notar que, dentre todas as repetições do tratamento 8, apenas 3 mudas sobreviveram, o que levou a não continuidade de análise deste tratamento, uma vez que a quantidade de unidades amostrais seria insuficiente para se discutir com precisão, o crescimento e a qualidade das mudas.

A alta mortalidade das mudas em T8 provavelmente deve-se a elevada quantidade de cinza vegetal empregada no tratamento (um terço da mistura), visto que estudos indicam que o alto teor deste resíduo, que possui efeito corretivo no solo, pode causar efeitos negativos nos parâmetros de avaliação de germinação e desenvolvimento inicial do vegetal, como foi observado por Terra, Leonel, Silva e Fonseca (2014), em sua pesquisa sobre o efeito da cinza vegetal na germinação e no desenvolvimento da alface da variedade Lucy Brown, dado que, esse resíduo, pode aumentar a concentração salina (Darolt, Blanco & Zambon, 1993) no substrato, prejudicando o desenvolvimento das raízes.

Após a análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey, constatou-se diferenças significativas em todos parâmetros morfológicos avaliados nessa pesquisa, exceto DAC (Tabela 1 e Gráficos 1 e 2).

Tabela 1. Valores médios dos parâmetros morfológicos avaliados.

Tratamentos	Parâmetros					
	Alt (cm)	CR (cm)	DAC (mm)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
T1	17,23 ab	22,44 c	4,23 a	1,04 b	0,44 b	1,48 b
T2	16,7 ab	30,34 a	4,36 a	1,52 a	0,69 a	2,22 a
T3	16,27 b	22,55 c	4,17 a	1,33 ab	0,53 b	1,86 ab
T4	20,06 a	29,03 ab	4,35 a	1,44 a	0,43 b	1,87 ab
T5	16,68 ab	23,5 bc	4,35 a	1,42 a	0,49 b	1,91 ab
T6	14,94 b	32,68 a	4,43 a	1,28 ab	0,54 ab	1,82 ab
T7	18,32 ab	30,01 a	4,49 a	1,35 ab	0,45 b	1,81 ab

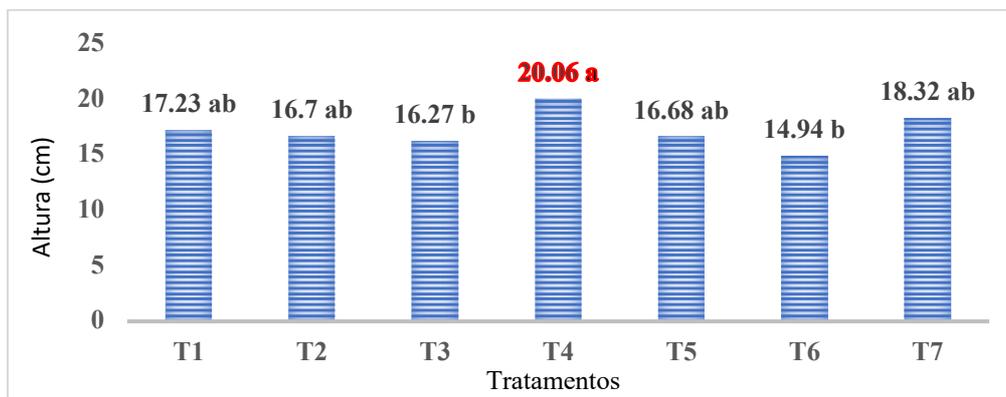
Médias não precedidas de mesma letra, na vertical, diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Altura (Alt), Comprimento da Raiz (CR), Diâmetro à Altura do Colo (DAC), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), Massa Seca da Raiz (MSR), Massa Seca Total (MST). Fonte: Autores (2020).

A altura média das mudas do tratamento T4, foi maior em relação aos demais tratamentos e o comprimento das raízes foram maiores nos tratamentos: T2 (solo e casca de castanha triturada), T6 (solo, casca de castanha não triturada) e T7 (solo, casca de castanha não triturada e cinza vegetal). Tais resultados podem estar relacionados com a quantidade e disponibilidade de nutrientes como, por exemplo, fósforo, que estimula o desenvolvimento radicular, fornecidos pela casca de castanha e a cinza vegetal, que promove a melhoria de características físico-químicas do solo como textura, pH e capacidade de troca de cátions (Silva, Carvalho, Pereira & Silva, 2015). Soares, Paiva, Miranda & Maranhão (2014), ressaltam que quando usada de forma isolada como substrato, a casca de castanha não apresenta boa retenção de água, entretanto sua combinação com outros materiais pode corrigir a capacidade de retenção de umidade do substrato, diminuindo a necessidade de regas frequentes (Anjos, Ribeiro, Nunes & Silva, 2017).

Os valores de CR e DAC encontrados em T2 influenciaram diretamente na massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR), conferindo maiores valores, tanto nesses parâmetros, quanto na soma deles, neste tratamento. Estatisticamente os tratamentos T4 e T5 não diferiram de T2 em relação a massa seca da parte aérea, evidenciando que a utilização de esterco bovino na composição do substrato proporcionou aumento de fósforo (P), potássio (K) e cálcio (Ca) (Mendonça, Abreu, Souza, Ferreira & Ramos, 2007), nutrientes de grande importância no desenvolvimento inicial das plantas, especialmente o fósforo, pois esse influencia na emissão de folhas, bem como no seu tamanho, e também promove o aumento de massa seca das raízes, conforme constatou Rocha (2016), em sua pesquisa ao incorporar uma dose de 150 Kg ha⁻¹ de pentóxido de fósforo (P₂O₅) em um dos tratamentos, visto que esse nutriente promoveu o aumento de pelos radiculares e, conseqüentemente, de massa seca das raízes de feijão caupi.

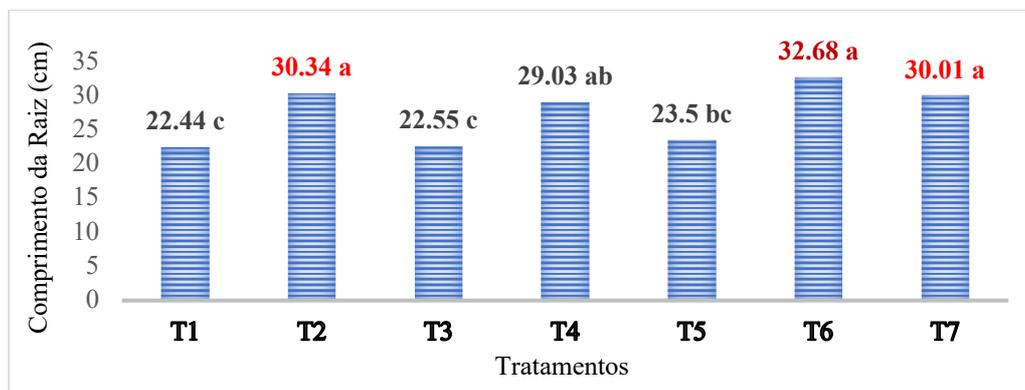
Nos Gráficos 1 e 2, complementares a Tabela 1, referente aos parâmetros altura e comprimento das raízes, é possível constatar os tratamentos diferem entre si significativamente.

Gráfico 1. Médias de Altura (cm) das mudas de *Cojoba arborea* var. *angustifolia* (Rusby) Barneby & J.W. Grimes por tratamento.



Fonte: Autores (2021).

Gráfico 2. Médias de Comprimento da Raiz das mudas de *Cojoba arborea* var. *angustifolia* (Rusby) Barneby & J.W. Grimes por tratamento.



Fonte: Autores (2021).

Por meio da análise de variância e pela comparação das médias utilizando o teste de Tukey, constatou-se que, estatisticamente, houveram diferenças significativas entre os índices avaliados e a quantidade de nódulos nas raízes das mudas dos tratamentos da pesquisa (Tabela 2).

Tabela 2. Índices médios e quantidade de nódulos nas raízes.

Tratamentos	Parâmetros				
	Alt/DAC	Alt/CR	MSPA/MSR	IQD	QN
T1	4,16 ab	0,77 a	2,4 bc	0,23 b	24,26 a
T2	3,91 ab	0,57 bc	2,25 c	0,37 a	20,6 ab
T3	3,93 ab	0,74 ab	2,64 bc	0,28 ab	21,66 ab
T4	4,61 a	0,71 ab	3,41 a	0,23 b	18,6 ab
T5	3,85 ab	0,74 ab	3,07 ab	0,28 ab	14,46 bc
T6	3,42 b	0,47 c	2,42 bc	0,32 ab	8,6 c
T7	4,09 ab	0,61 abc	3,08 ab	0,25 b	8,93 c

Médias não precedidas de mesma letra, na vertical, diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Relação Altura pelo Diâmetro à Altura do Colo (Alt/DAC), Relação Altura pelo Comprimento da Raiz (Alt/CR), Relação Massa Seca da Parte Aérea pela Massa Seca da Raiz (MSPA/MSR), Índice de Qualidade de Dickson (IQD) e Quantidade de Nódulos (QN). Fonte: Autores (2021).

O tratamento T6 apresentou maior robustez, ou seja, menor relação Alt/DAC, o que indica maior acúmulo de reservas na planta e maior chance de sobrevivência em campo (Carvalho *et al.*, 2021). Segundo Carvalho *et al.* (2021), plântulas com relação Alt/DAC entre 2 e 4 são ideias para serem transplantadas em campo, considerando este valor, dos tratamentos usados neste estudo, apenas T1, T4 e T7 não seriam considerados aptos para plantio em campo.

Embora não possua os maiores valores médios de altura e comprimento da raiz, o tratamento composto, apenas, por substrato comercial (T1) apresentou melhor relação altura pelo comprimento da raiz (Alt/CR). De acordo com Arantes, Pallaoro, Correa, Camili e Coelho (2019), a razão mais próxima de 1 neste parâmetro indica melhor distribuição de fotoassimilados entre raiz e parte aérea da planta, propiciando um bom desenvolvimento da mesma.

O menor valor de MSPA/MSR foi obtido em T2, indicando distribuição proporcional no acúmulo de carbono e nutrientes entre a parte aérea e radicular das plantas. Gomes (2001), embora considere tal parâmetro um método destrutivo, reconhece o mesmo como um eficiente e seguro parâmetro de qualidade de mudas. Padilha, Baretta, Sobral, Kraft & Ogliari (2018), por sua vez, argumentam que este índice é um indicativo do quanto estão lignificadas as plantas, e que quanto menor for a relação entre a massa seca da parte aérea e raiz, melhor, sendo que para mudas com crescimento equilibrado o valor mais adequado é 2.

A maior quantidade de nódulos nas raízes foi observada em T1. Esse resultado está relacionado a matéria prima básica desse produto, casca de Pinus, que possui alta porosidade (Suguino, Martins, Minami, Narita & Perdoná, 2011), pois, de acordo com Nóbrega, Paula, Vilas Boas, Nóbrega e Moreira (2008), solos porosos favorecem maior aeração e infiltração de água, ocasionando melhor a nodulação nas raízes, conforme observou em sua pesquisa.

As menores quantidades de nódulos nas raízes foram observadas em T6 e T7, o que pode estar relacionado ao alto teor de fósforo da casca de castanha (Soares, Paiva, Miranda & Maranhão, 2014), presente nos dois tratamentos, e a melhoria do pH proporcionada pela cinza presente no tratamento T7 (Silva, Carvalho, Pereira & Silva, 2015). Segundo Tavares, Franco e Silva (2016), quando expostas a elevado teor de P, o número de nódulos nas raízes decresce, visto que, a planta deixa de fazer simbiose com microrganismos, pois entende que esse mecanismo, que gera gasto de energia, não é necessário, visto que existe disponibilidade de nutrientes no solo adequadas para o seu desenvolvimento, conforme observado na resposta de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth a diferentes fontes e níveis de fósforo.

O maior valor de IQD foi observado em T2, o que indica que as mudas deste tratamento apresentaram qualidade superior as demais. De acordo com Arantes, Pallaoro, Correa, Camili e Coelho (2019), por englobar diversas variáveis biométricas em sua fórmula, o índice de qualidade de Dickson é o parâmetro mais confiável para estimar a qualidade de uma muda. Caldeira, Winckler, Delarmelina, Faria e Juvanhol (2013), informam que mudas florestais com IQD inferior a 2,0 são inaptas para plantio em campo, todos os tratamentos analisados neste estudo apresentaram IQD superior a este valor.

4. Considerações Finais

Recomenda-se o uso de casca de castanha na formulação de substratos para a produção de mudas de *C. arborea* em viveiro, visto que os substratos que continham este material em sua composição apresentaram mudas com qualidade mais elevada em comparação as plantas produzidas em substrato comercial. Embora a cinza vegetal propicie melhorias nas propriedades físicas do substrato, seu uso é recomendado em baixas proporções, visto que, quando presente em grande teor inibe a sobrevivência da espécie.

Deve-se usar o presente trabalho como embasamento para a realização de testes de sobrevivência e crescimento em campo para mudas produzidas em viveiros mediante os diferentes substratos avaliados, afim de observar o desenvolvimento das plântulas em condições ambientais observadas em local de plantio.

Referências

- Andrade, F. R., Petter, F. A., Marimon Junior, B. H., Gonçalves, L. G. V., Schossler, T. R. & Nóbrega, J. C. A. (2015). Formulação de substratos alternativos na formação inicial de mudas de Ingazeiro. *Scientia Agraria Paranaensis*, 14 (4), 234-239.
- Anjos, D. B., Ribeiro, C. F., Nunes, T. A. & Silva, J. (2017). Potencial da casca de Castanha do Brasil como biofertilizante no cultivo de *Lactuca sativa* L. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, 4 (1), 193-199.
- Arantes, C. R. A., Pallaoro, D. S., Correa, A. R., Camili, E. C. & Coelho, M. F. B. (2019). Sombreamento e substrato na produção de mudas de *Lactuca canadensis* L. *Iheringia, Série Botânica*, 74, e2019005.
- Caldeira, M. V. W., Winckler, M. V., Delarmelina, W. M., Faria, J. C. T. & Juvanhol, R. S. (2013). Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. *Revista Árvore*, 37 (1), 31-39.
- Carvalho, C. A., Oliveira, R. F. S., Ribeiro, Í. F. N., Andrade, R. A., Brito, R. S., Teixeira Junior, D. L. & Nascimento, M. M. (2021). Produção de mudas de *Cajupatia arborea* (L.) Britton & Rose em diferentes substratos e níveis de sombreamento. *Scientia Naturalis*, 3 (1), 124-132.
- Cordero, J. & Boshier, D. (2003). *Arboles de Centroamerica: un manual para extensionistas*. Oxford Forestry Institute.
- Coutinho, A. D., Carvalho, C. C., Castro, D. B., Souza, S. J. G., Mataczinski, J. G. & Santos, A. F. A. (2015, novembro). Levantamento quali-quantitativo de espécies arbustivas-arbóreas na arborização viária em Alta Floresta-MT. *Anais do I Congresso Florestal de Mato Grosso*, Mato Grosso, Brasil, 557-559.
- Cunha, A. D. M., Cunha, G. M., Sarmento, R. A., Cunha, G. M. & Amaral, J. F. T. (2006). Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. *Revista Árvore*, 30 (2), 207-214.
- Darolt, M. R., Blanco, V. & Zambon, R. A. (1993). Cinza vegetal como fonte de nutrientes e corretivo de solo na cultura de alface. *Revista Horticultura Brasileira*, 11 (1), 38-40.
- Dickson, A., Leaf, A. L. & Hosner, J. F. (1960). Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, 36 (1), 10-13.
- Eloy, E., Caron, B. O., Schmidt, D., Behling, A., Schwers, L. & Elli, E. F. (2013). Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. *Floresta*, 43 (3), 373-384.
- Gomes, J. M. (2001). *Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de Eucalyptus grandis, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de dosagens de N-P-K*. Tese de doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.
- Gomes, J. M., Couto, L., Leite, H. G., Xavier, A. & Garcia, S. L. R. (2002). Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, 26 (6), 655-664.
- Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. (2010). Política Nacional de Resíduos Sólidos, BRASIL.
- Lorenzi, H., Souza, H. M., Torres, M. A. V. & Bacher, L. B. (2003). *Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas*. Instituto Plantarum.
- Melo, A. D., Abreu, A. H. M., Leles, P. S. S., Oliveira, R. R. & Silva, D. T. (2018). Qualidade e crescimento de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. produzidas em diferentes volumes de recipientes. *Ciência Florestal*, 28 (1), 47-55.
- Mendonça, V., Abreu, N. A. A., Souza, H. A., Ferreira, E. A. & Ramos, J. D. (2007). Diferentes níveis de composto orgânico na formulação de substrato para a produção de mudas de mamoeiro "Formosa". *Caatinga*, 20 (1), 49-53.
- Nóbrega, R. S. A., Paula, A. M., Vilas Boas, R. C., Nóbrega, J. C. A. & Moreira, F. M. S. (2008). Parâmetros morfológicos de mudas de *Sesbania virgata* (Caz.) Pers e de *Anadenanthera peregrina* (L.) cultivadas em substrato fertilizado com composto de lixo urbano. *Revista Árvore*, 32 (3), 597-607.
- Padilha, M. S., Baretta, C. R. D. M., Sobral, L. S., Kraft, E. & Ogliari, A. J. (2018). Crescimento de mudas de canafístula com o uso de adubação biológica e bioestimulante em diferentes substratos. *Revista Enciclopédia Biosfera*, 15 (27), 95-106.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L. & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the KoppenGeiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences Studies*, 11 (5), 1633-1644.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da Pesquisa Científica. UFSM.
- Santos, L. O. D. (2017). *Geração de resíduos industriais e controle ambiental: estudo de caso*. Centro Universitário UNIVATES. Lajeado - RS, p. 26.
- Shapiro, S.S. & Wilk, M.B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52 (3-4), 591-611.
- Silva, E. M. B., Carvalho, J., Pereira, M. & Silva, T. J. (2015). Cinza vegetal na adubação de plantas de algodoeiro em latossolo vermelho do cerrado. *Revista Enciclopédia Biosfera*, 11 (21), 523-533.
- Silva, F. D. A. S. E. & Azevedo, C. A. V. D. (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of. *African Journal of Agricultural Research*, 11 (39), 3733-3740.
- Soares, I. D., Paiva, A. V., Miranda, R. O. V. & Maranhão, A. S. (2014). Propriedades físico-químicas de resíduos agroflorestais amazônicos para uso como substrato. *Nativa*, 2 (3), 155-161.
- Suguino, E., Martins, A. N., Minami, K., Narita, N. & Perdoná, M. J. (2011). Efeito da porosidade do substrato casca de Pinus no desenvolvimento de mudas de Grumixameira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, E, 643-648.

Terra, M. A., Leonel, F. F., Silva, C. G. & Fonseca, A. M. (2014). Cinza vegetal na germinação e no desenvolvimento da alface. *Revista Agrogeoambiental*, 6 (1), 11-17.

Tavares, S. R. L., Franco, A. A. & Silva, E. M. R. (2016). Resposta de Sabiá *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. a inoculações com rizóbio e micorriza em diferentes níveis de fósforo em solo de restinga degradado. *HOLOS*, 4 (32), 36-55.

Zorzeto, T. Q., Dechen, S. C. F., Abreu, M. F. & Fernandes Júnior, F. (2019). Caracterização física e química de substratos para plantas e sua avaliação no rendimento do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Bragantia*, 73 (3), 300-311.