



GABRIEL CAMPOS ALMEIDA

**RESÍDUO CARBONIZADO DE CANDEIA COMO  
COMPONENTE DE SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE  
MUDAS DE *Acrocarpus fraxinifolius***

**LAVRAS - MG  
2022**

**GABRIEL CAMPOS ALMEIDA**

**RESÍDUO CARBONIZADO DE CANDEIA COMO COMPONENTE DE  
SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Acrocarpus fraxinifolius***

Monografia apresentada à  
Universidade Federal de Lavras, como  
parte das exigências do Curso de  
Engenharia Florestal, para a obtenção  
do título de Bacharel.

Prof. Dr. Lucas Amaral de Melo  
Orientador  
Msc. Bruna Cristina Almeida  
Coorientadora

**LAVRAS - MG  
2022**

**GABRIEL CAMPOS ALMEIDA**

**RESÍDUO CARBONIZADO DE CANDEIA COMO COMPONENTE DE  
SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Acrocarpus fraxinifolius***

Monografia apresentada à  
Universidade Federal de Lavras, como  
parte das exigências do Curso de  
Engenharia Florestal, para a obtenção  
do título de Bacharel.

APROVADA em 18 de abril de 2022  
Dr Lucas Amaral de Melo UFLA  
Msc Bruna Cristina Almeida UFLA  
Msc Lucas Rafael de Souza UFLA

Prof. Dr. Lucas Amaral de Melo  
Orientador  
Msc. Bruna Cristina Almeida  
Coorientadora

**LAVRAS - MG  
2022**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente à Deus, por estar sempre ao meu lado, me iluminando e guiando meus passos.

À Universidade Federal de Lavras, especialmente ao Departamento de Ciências Florestais, pela oportunidade.

À FUNDECC, pela concessão da bolsa de extensão.

À Empresa Citróleo Indústria e Comércio de Óleos Essenciais Ltda. pela concessão do cavaco de candeia.

Ao meu orientador Lucas Amaral de Melo, pelo tempo dedicado a me ajudar durante todo o curso.

À minha coorientadora Bruna Cristina Almeida pelo apoio constante.

A todos os amigos do Viveiro Florestal e do Laboratório de Sementes Florestais pelo apoio e convívio.

E enfim, a todos que contribuíram para a realização deste trabalho, seja de forma direta ou indireta, fica registrado aqui:

Muito obrigado!

*“Não é a força mas a constância dos bons resultados que conduz os homens à felicidade. ”*

*(Friedrich Nietzsche).*

## RESUMO

A indústria de extração de óleo de candeia (*Eremanthus erythropappus*) gera resíduo da extração do óleo do cavaco, o qual é aproveitado como material na geração de bioenergia para as caldeiras da própria indústria. Todavia, devido ao alto rendimento das caldeiras, é comum que haja um significativo sobressalente de cavaco no pátio da indústria. Objetivou-se avaliar a utilização das diferentes granulometrias de cavaco de candeia carbonizado como componente de substrato, em diferentes proporções com a fibra de coco, substrato comercial e vermiculita, para substituir a fibra de coco como componente de substrato para produção de mudas de *Acrocarpus fraxinifolius*. Foram formulados 11 tratamentos, sendo a semeadura realizada em tubetes de 55 cm<sup>3</sup>. Foram avaliados a altura da parte aérea (H), o diâmetro do coleto (DC) e a relação H/DC aos 90, 120 e 150 dias após a semeadura. Os parâmetros morfológicos e suas relações mostraram que as mudas de *A. fraxinifolius* se desenvolveram melhor nos substratos 100SC, PF30/70V, PA60/40V, PFu90/10V, sendo capazes de substituir o uso da fibra de coco. Os substratos avaliados resultaram em mudas de qualidade aos 150 dias de permanência no viveiro, de acordo com os valores referenciais de padrão de qualidade. O tratamento PFu90/10V é o que apresentou melhor custo benefício, por utilizar somente 10% de vermiculita e propiciar melhor crescimento às mudas.

**Palavras-chave:** cavaco, *Eremanthus erythropappus*, cedro indiano.

## ABSTRACT

The oil extraction industry from Candeia (*Eremanthus erythropappus*) generates residue from the extraction of oil from the woodchip, which is used as material in the generation of bioenergy for the boilers of the industry itself. However, due to the high efficiency of the boilers, it is common for there to be a significant amount of woodchips in the industrial courtyard. The objective was to evaluate the use of different granulometries of carbonized candeia woodchip as a substrate component, in different proportions with coconut fiber, commercial substrate and vermiculite, to replace coconut fiber as a substrate component for the production of *Acrocarpus fraxinifolius*. Eleven treatments were formulated, and sowing was carried out in 55 cm<sup>3</sup> tubes. The shoot height (H), the collar diameter (DC) and the H/DC ratio were evaluated at 90, 120 and 150 days after sowing. The morphological parameters and their relationships showed that *A. fraxinifolius* developed better on substrates 100SC, PF30/70V, PA60/40V, PFu90/10V, being able to replace the use of coconut fiber. The evaluated substrates resulted in quality seedlings after 150 days of permanence in the nursery, according to the quality standard reference values. The PFu90/10V treatment is the one with the best cost-benefit ratio, as it uses only 10% of vermiculite and provides better seedling growth.

**Keywords:** woodchip, *Eremanthus erythropappus*, Cedrus.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	8
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	10
<b>2.1 <i>A. fraxinifolius</i> Wright &amp; Arn.</b>	10
2.2 Substratos alternativos	10
2.2.1 Características físicas dos substratos	11
2.2.2 Características químicas dos substratos	12
2.3 Componentes de substrato	12
2.3.1 Substratos comerciais	12
2.3.2 Fibra de coco	13
2.3.3 Vermiculita	14
2.3.4 Resíduos florestais	14
2.4 Qualidade de mudas	15
2.5 Parâmetros morfológicos para a avaliação da qualidade de mudas	15
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b>	17
3.1 Formulação dos substratos	17
3.2 Produção de mudas	18
3.3 Delineamento experimental	19
3.4 Análise da qualidade de mudas	19
3.5 Análise estatística	19
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	20
<b>5 CONCLUSÃO</b>	25
<b>REFERÊNCIAS</b>	26

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de mudas florestais, dentre as atividades na silvicultura, é uma das mais importantes, pois representa o início de uma cadeia de operações que visa o estabelecimento florestal. Nessa vertente, o setor de árvores plantadas possui 9,55 milhões de hectares de áreas cultivadas no Brasil (IBÁ, 2021), fora os projetos destinados à recuperação de áreas degradadas e arborização urbana, por exemplo.

Nessa perspectiva, a escolha de um substrato adequado à necessidade da espécie é de suma importância. Dessa forma, a principal função do substrato é sustentar a muda e fornecer condições adequadas para o desenvolvimento e funcionamento do sistema radicular, assim como os nutrientes, oxigênio e água necessários ao desenvolvimento da planta. Esse substrato também deve ser isento de sementes de plantas invasoras, pragas e fungos patogênicos. (GONÇALVES et al., 2000; HARTMANN et al., 2011).

Além do mais, um importante requisito na formação de mudas é o ambiente de cultivo (SEGOVIA et al., 1997; SOUSA et al., 1997). Dentre as características desejáveis na seleção de constituintes para substratos, destacam-se o custo-benefício, a disponibilidade na região, a esterilidade biológica e o fácil manuseio (KRATZ, WENDLING, 2013; ABREU et al., 2017).

Os substratos comerciais apresentam qualidades físico-químicas satisfatórias para a produção de mudas (MONTEIRO NETO et al., 2018), porém, podem ser inviáveis por onerar os custos de produção. Portanto, é interessante ter como alternativa a utilização de substratos confeccionados a partir de materiais disponíveis e acessíveis a cada região (SILVA et al., 2019). Ademais, as propriedades químicas dos substratos são de extrema importância, já que estão diretamente relacionadas à capacidade de fornecer nutrientes às plantas.

Em conformidade, a composição do substrato dependerá de muitos fatores, sendo eles: as espécies a serem produzidas, a qualidade e o custo de cada componente, além da distância entre o fornecedor e o viveiro de produção, pois os custos de transporte são relativamente altos.

Devido à consciência ambiental do setor industrial, atualmente, se pratica o aproveitamento de quase todos os resíduos. No setor florestal, por exemplo, o resíduo de casca de pinus é utilizado como componente na formulação de substrato comercial há bastante tempo. O uso de resíduos orgânicos florestais, como componente de substratos para a produção de mudas, é prática comum em empresas de papel e celulose sendo que, de modo geral, a casca de pinus e de outras espécies florestais é o resíduo mais utilizado (MAIA, 1999). Este material é um produto dos processamentos de resíduos na indústria da madeira, sendo 100% natural.

De maneira análoga, a indústria de extração de óleo de candeia (*Eremanthus erythropappus*) gera resíduo da extração do óleo do cavaco, o qual é aproveitado como material na geração de bioenergia para as caldeiras da própria indústria. Todavia, devido ao alto rendimento das caldeiras, é comum que haja um significativo sobressalente de cavaco no pátio da indústria.

Nesse sentido, esse estudo teve como objetivo avaliar a utilização de diferentes granulometrias de cavaco de candeia carbonizado como componentes de substrato, em diferentes proporções com vermiculita no intuito de substituir a fibra de coco como componente de substrato para a produção de mudas de *Acrocarpus fraxinifolius*.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 *A. fraxinifolius* Wright & Arn.

O *A. fraxinifolius*, conhecido como cedro indiano, ocorre naturalmente em florestas mistas perenifólias da Índia, Bangladesh, Indonésia, Nepal e Miamá (antiga Birmânia), entre as latitudes 23° e 27°, Norte. Na origem, a espécie está distribuída do nível do mar até 1500 m de altitude, em áreas com temperaturas entre 19° e 28° C e 1000 a 2000 mm de precipitação anual. Apesar da espécie crescer também em solos rasos e compactados, ela apresenta seu melhor desenvolvimento em solos franco-argilosos, profundos, bem drenados com pH entre 4 e 7 (CARVALHO, 1997).

Nesse contexto, a espécie se enquadra nos padrões de rápido crescimento e é largamente usada na construção civil, na indústria moveleira e na fabricação de papel e celulose. Além disso, trata-se de uma árvore perenifólia de 20 a 40 metros de altura, folhas compostas e bipinadas (LORENZI et al., 2003), e pode ser utilizada em paisagismo, recuperação de áreas degradadas e sistemas agroflorestais (CARVALHO, 2003). Conhecida pelo nome comum de mundani e árvore de ripa, na Ásia (LORENZI et al., 2003), e cedro-rosado, na América do Sul (ERAUSQUIM, 2012). Apesar de ser leguminosa, a espécie aparentemente não tem nódulos fixadores de nitrogênio (NEIL, 1990; POKHRIYAL et al., 1990).

Em conformidade, a espécie tem despertado o interesse dos pesquisadores brasileiros pela diversificação do seu uso na indústria madeireira, pelo rápido crescimento, pela vocação que possui como componente de sistemas agrossilvipastoris e pelo potencial na recuperação de áreas degradadas (ERAUSQUIM, 2012).

### 2.2 Substratos alternativos

A utilização de resíduos agrícolas e agroindustriais em substratos de cultivo pode ser uma alternativa viável para a produção de mudas de alta qualidade. Dessa forma, em busca de alternativas para reduzir custos e manter o rendimento e a qualidade na produção, o produtor tem adotado o uso de substratos alternativos (NADAI et al., 2015). Diante de toda a problemática de evitar que a extração de substratos não agrida o meio e de que estes também sejam renováveis, é cada vez maior o número de substratos alternativos sendo utilizados atualmente em sua constituição original ou combinada para a propagação de espécies florestais, via sementes ou vegetativamente (NADAI et al., 2015).

### 2.2.1 Características físicas dos substratos

Dentre as propriedades físicas que mais importam, têm-se a densidade do substrato, a porosidade total, o espaço de aeração e a retenção de água. Com isso, quanto mais alta a densidade, mais difícil fica o cultivo no recipiente, quer por limitações no crescimento ou pelo custo do transporte dos recipientes (KÄMPF, 2000).

Os poros, além de determinar a movimentação da água em recipientes e sistemas de drenagem, são responsáveis pelas trocas gasosas entre o substrato e a atmosfera, assim, entender a dinâmica da relação entre sólidos e poros é fundamental para o sucesso da produção de mudas. Ademais, a densidade do substrato representa a massa de matéria seca e o volume real ocupado por essas partículas, excluindo o espaço ocupado pelos poros. Portanto, a função não é afetada pelo tamanho das partículas da matriz, mas pela composição de suas partículas (KÄMPF, 2000).

A porosidade está relacionada à limitação do volume para o crescimento de plantas em recipientes, sendo o valor de 85% ( $0,85 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ ) tido como referência (DE BOODT; VERDONCK, 1972). Esses poros serão responsáveis pela troca gasosa, que determinará o movimento da água no recipiente e o padrão de drenagem que será estabelecido. O conhecimento da porosidade total é importante para se entender o movimento e a retenção de água, ar e solutos no solo, entre outros aspectos.

O conhecimento da curva de retenção de água é importante, pois permite um manejo racional das plantas em função da quantidade de água disponível (FERMINO, 1996). Dessa forma, representa a capacidade de armazenamento de água do solo. A retenção de água permite observar o possível comportamento do solo não saturado que é sujeito a sucção aumentada, ou seja, a secagem do solo quanto a um aumento na força da matriz do solo.

O espaço de aeração (EA), é a diferença entre a porosidade total e o volume de água retida na tensão de 0 e 10 hPa (hectopascal) da curva de retenção, e o seu valor de referência está entre 20 a 30% do volume do substrato (DE BOODT; VERDONCK, 1972).

Nessa perspectiva, um substrato adequado deve proporcionar sustentação à planta, boa porosidade e umidade adequada, influenciando diretamente na taxa de sobrevivência e desenvolvimento das mudas após o plantio no campo (VENCE, 2008, SILVA et al., 2017). Além do mais, o substrato não deve se expandir, contrair ou apresentar substâncias tóxicas, devendo ser disponível e padronizado (GONÇALVES; POGGIANI, 1996).

### **2.2.2 Características químicas dos substratos**

Um substrato pode ser melhorado com o fornecimento de nutrientes providos ou não de fontes minerais e seu pH corrigido (CABRERA, 1999), ou seja, as propriedades químicas do substrato podem ser alteradas, ao contrário das físicas, que dificilmente podem ser modificadas após o preparo. O pH é definido como potencial hidrogeniônico, que é uma escala logarítmica que indica com valores de 0 a 14, a acidez, a basicidade ou a neutralidade de um meio. Conhecer o pH de uma solução auxilia no entendimento dos parâmetros de uma reação química.

Nesse sentido, as propriedades químicas dos substratos e suas matérias-primas são a base para o conhecimento das formulações, recomendações e monitoramento de fertilização, o que ajuda para com a qualidade do substrato. Em relação ao pH, os substratos devem apresentar valores dentro de uma faixa considerada adequada para o cultivo de plantas, pois valores inadequados, além de influenciar a disponibilidade de nutrientes (CARNEIRO, 1995), estão relacionados a desequilíbrios fisiológicos (WILSON, 1983).

Relacionando a salinidade de um substrato, seu valor é obtido através da condutividade elétrica (CE), que é um indicativo da concentração de sais ionizados na solução e fornece um parâmetro da estimativa da salinidade do substrato (KÄMPF, 2005). De modo geral, para espécies florestais esse valor deve estar situado entre 1,5 a 3,0 mS. cm<sup>-1</sup>, sendo de grande importância o conhecimento de seu valor. Por ser eficiente (rápido e barato), a CE é um teste para monitoramento dos nutrientes na solução nutritiva.

## **2.3 Componentes de substrato**

Na produção de mudas, uma das etapas mais importantes para o estabelecimento de um bom povoamento é a escolha de um bom substrato. Essa etapa tem uma grande influência no crescimento das mudas e existem diversos materiais que podem ser utilizados em sua composição original ou em combinação. Nesse contexto, os materiais orgânicos mais utilizados como substratos ou como componentes para substratos incluem a turfa, a casca de árvore triturada, a serragem e a fibra de coco. Além disso, os materiais de origem mineral incluem a vermiculita, a perlita e a pedra-pomes (KÄMPF, 2000). Para reproduzir um ambiente mais próximo do original, é muito importante conhecer o tipo de substrato.

### **2.3.1 Substratos comerciais**

Um importante requisito na formação de mudas é o ambiente de cultivo (SEGOVIA et al., 1997; SOUSA et al., 1997). Atualmente, diversos substratos comerciais estão disponíveis, mas com valor de venda que muitas vezes prejudica os produtores. Os substratos são formulados em função do uso, germinação, enraizamento, crescimento das culturas a que se destinam e do recipiente onde vão ser utilizados. Também, podem ser classificados em diferentes formas, que variam com os desígnios do produtor ou da referência técnica.

Geralmente, os substratos comerciais são utilizados na formação de mudas, pois têm a vantagem de já virem prontos e formulados (KRATZ et al., 2013). Com isso, são formulados à base de húmus de minhoca, casca de pinus, turfa, bagaço de cana de açúcar, casca de arroz carbonizada, vermiculita expandida e fertilizantes minerais (TESSARIOLI, 1995; SPERANDIO et al., 2011).

### **2.3.2 Fibra de coco**

A fibra de coco é um resíduo derivado da indústria de processamento do coco, sendo constituído do mesocarpo espesso fibroso de cor acastanhada (MARTINEZ, 2002). As fibras podem ser compostadas, secas e comprimidas em blocos para facilitar o transporte, sendo reidratadas quando utilizadas como substrato.

Além do mais, a fibra de coco possui textura variada, conforme a espessura das partículas, o que influencia as relações de equilíbrio do conteúdo de ar e água, que são essenciais para o cultivo das plantas (MALHEIRO, 2019). Ainda, conforme a autora, também, possui elevada porosidade, boa capacidade de retenção de água facilmente disponível para as raízes (tem capacidade para reter água em 70-80% da sua porosidade total) e elevada capacidade de arejamento.

Quanto às propriedades químicas da fibra de coco, o conteúdo de sais pode ser variável e a capacidade de troca catiônica (CTC), de média a alta, não sendo um substrato quimicamente inerte. O nível de salinidade da fibra de coco é muito variável, podendo ocorrer níveis tóxicos de cloreto, potássio e sódio, necessitando de pré-lavagem antes de sua utilização. O grau de decomposição deste material é reduzido, e possui uma relação C/N alta devido aos elevados teores de lignina e hemicelulose que possui (MARTINEZ, 2002). Ademais, o seu pH é baixo (5,5 - 6,5) e tem baixos teores em nutrientes, exceto de fósforo e de potássio.

A fibra de coco possui alta capacidade de reter água, reduzindo, assim, a necessidade de irrigações, é viável, principalmente por sua não-reação com os nutrientes na adubação, além de sua longa durabilidade sem alterar suas características físicas do meio.

### 2.3.3 Vermiculita

A vermiculita é, normalmente, um adequado agente na melhoria da qualidade física do solo e ainda se apresenta quimicamente ativo, permitindo a liberação de íons magnésio para a solução do solo e detendo fósforo e nitrogênio na forma amoniacal (DINIZ et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2008). É um silicato hidratado de magnésio, ferro e alumínio (um mineral) que, após passar por um processo térmico industrial, se transforma em um material leve, de pH neutro e com baixa condutividade elétrica, muito utilizado para compor formulações de substratos (UGARTE et al., 2008).

Geralmente é usado para cobrir as sementes após o semeio em recipientes, pois, facilita a emergência da plântula, devido a sua baixa elasticidade, baixa densidade, alta capacidade de adsorção e absorção, e alta CTC, sendo usada em granulometrias médias, finas e ultrafinas. Essas características fazem da vermiculita um importante aliado na produção e plantio de mudas, facilitador da germinação de sementes.

### 2.3.4 Resíduos florestais

Considerando a escassez de reservas de combustíveis fósseis no mundo, gerar energia a partir de diferentes tipos de biomassa é um tema muito debatido atualmente e de grande relevância por se tratar de uma solução renovável. Dentre os tipos de biomassa, a biomassa de origem florestal é a mais utilizada para este fim, e se destaca por ter três origens distintas: o material oriundo da colheita florestal, os resíduos, que são gerados durante o processamento da madeira, e as madeiras originárias de florestas energéticas.

Os resíduos florestais, em outras palavras, podem também ser caracterizados como aqueles gerados e deixados na floresta devido às atividades de colheita madeireira. Assim, como destaca Almeida (2016), este conceito é composto de todo o material decorrente da exploração madeireira e que permanece sem destino estabelecido.

Os resíduos gerados em uma floresta após a intervenção de colheita em muitos empreendimentos florestais são reaproveitados e classificados como um subproduto florestal, como exemplo desse fenômeno temos a lenha, uma fonte de biomassa de baixo custo e abundante (PINCELLI, 2011). Os resíduos gerados após a atividade de colheita florestal podem variar entre 10 a 120 t ha<sup>-1</sup>, dependendo do tipo de espécie, idade, espaçamento, sistema de

colheita, bem como da condição climática e do solo (GONÇALVES et al., 2000; SANKARAN et al., 2008).

Há a necessidade em viabilizar a utilização desses resíduos como constituintes de substratos de produção florestal, sendo uma alternativa viável para a destinação final desses materiais, porém a caracterização química e física dos resíduos é necessária a fim de esclarecer possíveis interferências que possam ocorrer durante o processo de produção de mudas.

## **2.4 Qualidade de mudas**

Os atributos das mudas, necessários para obtenção do sucesso do plantio no campo têm sido denominados de “qualidade de muda” (FONSECA et al., 2002). O sucesso de um plantio depende muito das mudas utilizadas, e a escolha dos parâmetros para avaliar a qualidade das mudas prontas para o plantio é baseada em aspectos morfológicos e fisiológicos. Uma muda de qualidade deve possuir as características apresentadas a seguir:

- a) torrão bem formado com raízes ativas que possuem coloração branca e, dessa maneira, no campo, a muda terá um rápido desenvolvimento após o plantio;
- b) folhas saudáveis, mas não excessivamente verdes, pois também devem estar rustificadas para as condições adversas do campo;
- c) caule lignificado, demonstrando maturidade para ser plantada;
- d) livre de pragas e doenças, característica essencial para o sucesso de seu plantio.

Com isso, mudas de alta qualidade reduzem a heterogeneidade do plantio, reduzem os tratamentos silviculturais e mortalidade, com menor necessidade de replantio, ajudando a reduzir o custo de produção.

Nesse sentido, alguns índices usados para estabelecer a qualidade de mudas são a relação entre a matéria seca da parte aérea e raízes (RPAR) e a relação entre altura e diâmetro (H/D) (MARANA et al., 2008).

## **2.5 Parâmetros morfológicos para a avaliação da qualidade de mudas**

Como a qualidade da muda é essencial para a formação da floresta, surge a necessidade de mensurá-la. Ao determinar a qualidade das mudas prontas para o plantio, os parâmetros utilizados são baseados, tanto em um aspecto fenotípico, denominado morfologia, quanto na estrutura interna da muda, denominada fisiologia. Tanto a qualidade morfológica, quanto a fisiológica das mudas, dependem da carga genética e da procedência das sementes, das

condições ambientais e dos métodos e das técnicas de produção, das estruturas e dos equipamentos utilizados e, por fim, do tipo de transporte dessas para o campo (PARVIAINEN, 1981).

A fim de se avaliar o crescimento e a qualidade de mudas florestais em diferentes substratos em nível de viveiro, Gomes et al. (2002) indicam os parâmetros morfológicos e fisiológicos, os quais se baseiam em aspectos fenotípicos e internos às plantas, respectivamente. Os parâmetros morfológicos mais utilizados para caracterizar a qualidade de mudas florestais são a altura, o diâmetro de coleto, a relação altura sobre diâmetro, a massa aérea, radicular e total. Esses parâmetros podem ser combinados na forma de índices e, quando isso ocorre, conferem maior precisão à avaliação da qualidade de mudas (CARNEIRO, 1995). Portanto, mudas com bons parâmetros de qualidade são importantes para o sucesso do estabelecimento e desenvolvimento de povoamentos.

Em viveiros comerciais, a altura é utilizada para selecionar as mudas em diferentes classes de tamanho, para facilitar o manejo da adubação e irrigação, com o intuito de acelerar o crescimento das mudas menores até atingirem a altura desejada (WENDLING et al., 2005). Também é bastante utilizada na avaliação de qualidade das mudas de espécies florestais.

O diâmetro do coleto é a variável que melhor prediz o desempenho no pós-plantio (RITCHIE et al., 2010). Mudas que apresentam diâmetro do coleto pequeno e alturas elevadas são consideradas de qualidade inferior às menores de altura e com maior diâmetro do coleto (STURION, GRAÇA, ANTUNES, 2000).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Formulação dos substratos

O experimento foi realizado no Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras (UFLA), localizado em Lavras, Minas Gerais. O cavaco de candeia foi concedido pela Empresa Citróleo Indústria e Comércio de Óleos Essenciais Ltda., localizada no município de Torrinha, SP, a partir de árvores abatidas na região de Carrancas, MG, obtendo-se os toretes, sendo transformados em cavacos industriais com tamanhos variados.

Os cavacos foram usados para retirada de óleo em processo industrial. Após a extração do óleo, os cavacos foram espalhados em um pátio para sua secagem, sendo posteriormente ensacados. Os cavacos, por apresentarem diferentes granulometrias, foram selecionados com auxílio de quatro peneiras, sendo estas de café, feijão, arroz e fubá e feitas de tela galvanizada e de aro de madeira; os cavacos que ficaram retidos na peneira de café possuem granulometria maior ou igual a 5,5 mm; na peneira de feijão, apresentam granulometria entre 3,70 mm e 5,49 mm; os que ficaram retidos na peneira de arroz, entre 2,08 mm e 3,69 mm e; na de peneira de fubá, granulometria entre 1,18 mm e 2,07 mm. Para o experimento foram selecionados os cavacos retidos nas peneiras de feijão, arroz e fubá. Posteriormente, os cavacos passaram pelo processo de carbonização, que consiste no mesmo processo utilizado para a carbonização de casca de arroz, descrito por Silva et al. (2021). Após a finalização do processo de carbonização, o cavaco foi resfriado com água, com auxílio de uma mangueira.

Para formulação dos tratamentos foram escolhidos como materiais: a fibra de coco, o cavaco carbonizado de candeia (este variando em três granulometrias e nas proporções volumétricas de 0, 30, 60 e 90%) e vermiculita. Adicionalmente, utilizou-se um substrato comercial para produção de mudas de espécies florestais, composto por casca de pinus, cinzas, vermiculita e serragem. Os componentes foram misturados com auxílio de uma betoneira, juntamente com uma adubação de liberação lenta (19:16:10 NPK) na proporção de 4 kg de adubo por metro cúbico de substrato. A formulação dos substratos utilizados está descrita na Tabela 1.

Tabela 1 - Formulação dos substratos que foram utilizados na produção de mudas de *A. fraxinifolius*.

<b>Constituintes (%V/V)</b>						
<b>Tratamentos</b>	<b>SC</b>	<b>PF</b>	<b>PA</b>	<b>PFu</b>	<b>FC</b>	<b>V</b>
100SC	100	0	0	0	0	0
30PF/70V	0	30	0	0	0	70
60PF/40V	0	60	0	0	0	40
90PF/10V	0	90	0	0	0	10
30PA/70V	0	0	30	0	0	70
60PA/40V	0	0	60	0	0	40
90PA/10V	0	0	90	0	0	10
30PFu/70V	0	0	0	30	0	70
60PFu/40V	0	0	0	60	0	40
90PFu/10v	0	0	0	90	0	10
90FC/10V	0	0	0	0	90	10

Legenda: SC – substrato comercial; PF - cavaco de candeia carbonizado de granulometria entre 3,70 - 5,49; PA - cavaco de candeia carbonizado de granulometria entre 2,08 - 3,69 mm; PFu- cavaco de candeia carbonizado de granulometria entre 1,18 - 2,07 mm; FC - fibra de coco; V - vermiculita. Fonte: Do autor (2022).

### 3.2 Produção de mudas

Foram utilizadas sementes de *A. fraxinifolius* que ficaram embebidas por 24 horas em água em temperatura ambiente e, posteriormente, foram semeadas em sementeira contendo areia lavada. Após a germinação e as plântulas formarem o primeiro par de folhas verdadeiras (em média uma semana após a semeadura), as mudas foram repicadas para tubetes de 55 cm<sup>3</sup> contendo os tratamentos supracitados. As bandejas foram acondicionadas em casa de sombra,

com quatro irrigações diárias pelo período de 45 dias e, posteriormente, foram colocadas a pleno sol.

Aos 90 e 120 dias houve aplicação de fosfato monoamônico (MAP) na concentração de 100 g de adubo para 10 litros de água (solução suficiente para quatro bandejas de mudas).

### **3.3 Delineamento experimental**

O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados, compostos por onze tratamentos e quatro repetições, sendo 12 mudas por parcela.

### **3.4 Análise da qualidade de mudas**

Aos 90, 120 e 150 dias foram mensurados o diâmetro do coleto (DC) com auxílio de paquímetro digital com precisão de 0,001 mm e a altura da parte aérea (H) em centímetros, com a utilização de régua milimetrada. Ademais, foi calculada a relação entre H e DC.

### **3.5 Análise estatística**

As variáveis foram submetidas à análise de variância (ANAVA), avaliando-se o efeito dos tratamentos dentro de cada época de avaliação, e as médias, comparadas por meio do teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro, com uso do Programa SISVAR (FERREIRA, 2014).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as características altura da parte aérea (H), diâmetro de coleto (DC) e relação H/DC, a análise de variância mostrou efeito significativo ( $P>0,05$ ) para os tratamentos testados nos diferentes períodos avaliados, para a espécie em estudo (Tabela 2).

Tabela 2 - ANAVA para diâmetro do coleto (DC), altura da parte aérea (H) e relação H/DC, avaliadas aos 90, 120 e 150 dias.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>90 dias</b>	<b>120 dias</b>	<b>150 dias</b>
<b>DC (mm)</b>				
Substratos	10	0,27*	0,36*	0,50*
Blocos	3	0,46	0,46	0,60
Resíduo	30	0,04	0,05	0,09
CV (%)		8,16	7,02	7,12
Média		2,33	3,12	4,10
<b>H (cm)</b>				
Substratos	10	9,08*	14,03*	22,47*
Blocos	3	10,66	26,42	47,74
Resíduo	30	1,03	2,20	4,12
CV (%)		12,30	12,22	13,03
Média		8,25	12,15	15,58
<b>H/DC</b>				
Substratos	10	3,91*	0,39*	22,47*
Blocos	3	1,10	0,37	47,74
Resíduo	30	3,56	0,12	4,12
CV (%)		12,30	12,22	13,03
Média		3,50	3,86	3,76

\*significativo a 5% de probabilidade. Fonte: Do autor (2022).

As médias de altura e diâmetro de coleto se apresentaram de forma crescente para todos os tratamentos no decorrer do tempo (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3 - Valores médios de diâmetro de coleto de mudas de *A. fraxinifolius* ao longo do processo de produção, em função dos substratos.

Tratamentos	90 dias	120 dias	150 dias
100SC	2,73 a	3,45 a	4,42 a
PF30/70V	2,42 a	3,33 a	4,11 a
PF60/40V	2,02 b	2,80 b	3,71 b
PF90/10V	1,90 b	2,49 b	3,34 c
PA30/70V	2,43 a	3,27 a	4,14 a
PA60/40V	2,45 a	3,16 a	4,05 a
PA90/10V	2,09 b	2,79 b	3,86 b
PFu30/70V	2,60 a	3,37 a	4,60 a
PFu60/40V	2,17 b	3,06 a	4,15 a
PFu90/10V	2,28 b	3,15 a	4,35 a
90FC/10V	2,52 a	3,35 a	4,30 a

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. SC – substrato comercial; PF - cavaco de candeia carbonizado de granulometria entre 3,70 - 5,49; PA - cavaco de candeia carbonizado de granulometria entre 2,08 - 3,69 mm; PFu- cavaco de candeia carbonizado de granulometria entre 1,18 - 2,07 mm; V – vermiculita; FC - fibra de coco. Fonte: Do autor (2022).

Os tratamentos PF30/70V, PA30/70V, PA60/40V, 90FC/10V, PFu30/70V e 100SC tiveram efeito positivo no diâmetro de coleto, apresentando mudas com maiores valores, quando comparados aos demais substratos (Tabela 2), aos 90 dias de avaliação. Os tratamentos PFu60/40V, PFu90/10V, PF30/70V, PA30/70V, PA60/40V, FC, PFu30/70V e 100SC apresentaram mudas com maiores valores de DC quando comparados aos demais substratos (Tabela 3) aos 120 dias de avaliação.

Os tratamentos PFu60/40V, PFu90/10, PF30/70V, PA30/70V, PA60/40V, 90FC/10V, PFu30/70V e 100SC apresentaram mudas com maiores valores de DC quando comparados aos demais substratos (Tabela 2) aos 150 dias de avaliação. A avaliação do diâmetro do coleto é um método não destrutivo e de fácil mensuração (GOMES et al., 2013).

Relacionando os tratamentos PFu30/70V, PFu60/40V e PFu90/10V com a peneira mais fina, os tratamentos PA30/70V, PA60/40V com peneira mediana e o PF30/70V com a peneira mais grossa, também não apresentaram diferenças significativas quando relacionadas ao substrato comercial, aos 120 e 150 dias.

Com relação às médias de altura, estas podem ser observadas na tabela 4.

Tabela 4 - Valores médios de altura de mudas de *A. fraxinifolius* ao longo do processo de produção.

Tratamentos	90 dias	120 dias	150 dias
100SC	10,21a	14,68 a	18,02 a
PF30/70V	8,82 a	13,20 b	16,61 a
PF60/40V	7,17 b	10,30 c	12,91 b
PF90/10V	6,10 b	9,27 c	11,83 b
PA30/70V	8,23 b	11,64 c	14,62 b
PA60/40V	8,01 b	11,97 c	16,35 a
PA90/10V	6,63 b	10,31 c	13,80 b
PFu30/70V	10,85 a	15,31 a	20,12 a
PFu60/40V	7,18 b	11,18 c	14,74 b
PFu90/10V	7,79 b	12,54 b	16,97 a
90FC/10V	9,66 a	13,20 b	15,35 b

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. SC – substrato comercial; PF - cavaco de candeia carbonizado de granulometria entre 3,70 - 5,49 mm; PA-cavaco de candeia carbonizado de granulometria entre 2,08 - 3,69 mm; PFu- cavaco de candeia carbonizado de granulometria entre 1,18 - 2,07 mm; V – vermiculita; FC - fibra de coco. Fonte: Do autor (2022).

Os tratamentos PF30/70V, 90FC/10V, SC e PFu30/70V tiveram efeito positivo no parâmetro altura, apresentando mudas com maiores valores, quando comparados aos demais substratos (Tabela4) aos 90 dias de avaliação. Os tratamentos 100SC e Fu30/70V apresentaram maiores valores de H quando comparados aos demais substratos (Tabela 4) aos 120 dias de avaliação. Os tratamentos PFu30/70V, SC, PF30/70V, PA60/40V e PFu90/10V apresentaram maiores valores de H quando comparados aos demais substratos (Tabela 4) aos 150 dias de avaliação.

Os tratamentos PFu30/70V e PFu90/10V com a peneira mais fina, o tratamento PA60/40V de granulometria mediana além do tratamento PF30/70V de maior granulometria não apresentaram diferenças significativas ao final dos 150 dias quando comparados ao substrato comercial.

Quando houver predomínio de partículas de maiores diâmetros, haverá menor retenção de água, conseqüentemente, os tratamentos PF60/40V e PF90/10V, mostraram-se inviáveis com diferenças significativas quando comparados ao substrato comercial. Fermino (2003) citou que o tamanho das partículas tem influência determinante sobre o volume de água e ar do substrato. O valor da densidade é importante também para a interpretação de outras características, como porosidade, espaço de aeração e disponibilidade de água.

Outro atributo físico que define um substrato é a sua granulometria, que corresponde à distribuição das partículas de um material segundo seu tamanho, expresso como a porcentagem da massa de cada fração em relação à massa total seca ao ar (FERMINO, 2003).

Quanto maior a proporção de partículas grandes com poros grandes, menor será a retenção de água e mais aerado será o meio. Porém, um material com granulometria mais fina e poros menores retém mais água, inclusive, a que estará dificilmente disponível às plantas, e mais deficiente será a aeração do meio (FERMINO 2003).

Os tratamentos PF30/70V, 90FC/10V, 100SC e PFu30/70V apresentaram maiores valores de H/DC quando comparados aos demais tratamentos (Tabela 5) aos 90 dias de avaliação.

Tabela 5 - Valores médios da relação entre H/DC de mudas de *A. fraxinifolius* ao longo do processo de produção.

Tratamentos	90 dias	120 dias	150 dias
100SC	3,70 a	4,21 a	4,03 a
PF30/70V	3,63 a	3,94 b	4,01 a
PF60/40V	3,53 b	3,64 b	3,45 b
PF90/10V	3,18 b	3,63 b	3,44 b
PA30/70V	3,38 b	3,55 b	3,52 b
PA60/40V	3,28 b	3,78 b	3,88 a
PA90/10V	3,15 b	3,64 b	3,52 b
PFu30/70V	4,19 a	4,54 a	4,37 a
PFu60/40V	3,29 b	3,63 b	3,53 b
PFu90/10V	3,40 b	3,96 b	4,03 a
90FC/10V	3,82 a	3,93 b	3,55 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. SC – substrato comercial; PF - cavaco de candeia carbonizado de granulometria entre 3,70 - 5,49 mm; PA-cavaco de candeia carbonizado de granulometria entre 2,08 - 3,69 mm; PFu- cavaco de candeia carbonizado de granulometria entre 1,18 - 2,07 mm; V – vermiculita; FC - fibra de coco. Fonte: Do autor (2022).

Os tratamentos 100SC e PFu30/70V apresentaram maiores valores de H/DC quando comparados aos demais tratamentos aos 120 dias de avaliação. Os tratamentos PFu30/70V, SC, PF30/70V, PA60/40V e PFu90/10V apresentaram maiores valores de H/DC quando comparados aos demais tratamentos aos 150 dias de avaliação. Conforme cita Carneiro (1995), a relação H/DC deve estar entre 5,4 e 8,1 para demonstrar equilíbrio entre a altura e o diâmetro do coleto da planta e confirma que a altura da parte aérea combinada com o diâmetro de coleto

constitui um dos mais importantes parâmetros morfológicos. Sendo que ao final dos 150 dias, os substratos SC100, PF30/70V, PA60/40V, PFu30/70V, PFu90/10V não apresentaram significância entre si, sendo superiores aos demais.

Os resultados encontrados para as três variáveis analisadas demonstram que o tratamento PFu30/70V tem potencial real para ser usado como substituto ao substrato comercial e fibra de coco. Logo, esse é um importante acréscimo na literatura, visto que pode tornar mais acessível para pequenos produtores a produção de mudas dessa espécie, além de utilizar resíduos do próprio setor florestal, que antes eram descartados.

O tratamento PFu90/10V é o que apresentou melhor custo-benefício, por utilizar somente 10% de vermiculita, que é um componente caro.

Pode-se notar também que os tratamentos com cavacos de candeia de menor granulometria apresentaram melhores resultados quando comparados aos que utilizaram cavacos com maiores granulometrias. Isso pode ter ocorrido devido ao maior número de partículas contidas em um determinado volume, pois um aumento na granulometria resulta em uma redução da densidade do substrato.

Interessante destacar que substratos com baixa densidade são importantes na produção de mudas, por facilitar o crescimento e estabelecimento do sistema radicular (ARAÚJO e SOBRINHO, 2011). Porém, no presente trabalho, foi encontrado que aqueles com menor granulometria propiciaram melhor desenvolvimento das mudas de *Cedrela fissilis*.

Basílio et al. (2020) ao testarem diferentes granulometrias de biochar, carvão gerado pela conversão termoquímica da casca de *Caryocar brasilienses* (pequi), para a produção de mudas de *Eucalyptus urophylla*, notaram que ao associar o biochar em menores proporções (menor que 25%) com outro material de origem orgânica, como o substrato comercial, o substrato apresentou melhorias nos atributos físico-químicos, o que está de acordo com os resultados encontrados no presente trabalho.

O óleo essencial que se origina do metabolismo secundário (AQUINO et al., 2010) da candeia e que se apresenta como composto volátil aromático como terpenos e seus derivados pode ter sido a causa dos resultados do presente estudo, pois, em concentrações mais elevadas de cavacos houve uma redução nos parâmetros avaliados das mudas (BASÍLIO et al., 2020).

## 5 CONCLUSÃO

As diferentes formulações influenciam diretamente no crescimento de mudas, até 150 dias de idade.

Os parâmetros morfológicos e suas relações mostraram que as mudas de *A. fraxinifolius* se desenvolveram melhor nos substratos 100SC, PF30/70V, PA60/40V, PFu90/10V, sendo capazes de substituir o uso da fibra de coco.

Os substratos avaliados resultaram em mudas de qualidade aos 150 dias de permanência no viveiro.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, A. H. M. et al. Caracterização e potencial de substratos formulados com biossólido na produção de mudas de *Schinu sterebinthifolius* Raddi. e *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 4, 2017. p. 1179-1190.
- ALMEIDA, B. O. de. **Viabilidade do aproveitamento de resíduos florestais**. 2016. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciências - Programa: Recursos florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2016.
- AQUINO, L. C. L. de et al. Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de erva-cidreira e manjerição frente a bactérias de carnes bovinas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 4, nov. 2010. p. 529-535. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/123456789/1525>. Acesso em: 29 abr. 2022.
- BASÍLIO, J. J. N. et al. Biochar de casca de pequi como componente de substrato para produção de mudas de *Eucalyptus urophylla* ST. **Caderno de Ciências Agrárias**, [S.L.], v. 12, 2020. p. 1-10.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais Curitiba**. UFPR/FUPEF, 1995. p. 41-65.
- CARVALHO, P. E. R. **Informações pessoais**. 1997.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. EMBRAPA Informação Tecnológica; Colombo: Brasília. EMBRAPA Florestas, 2003. 1039 p.
- CABRERA, R. I. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, [S.L.], 1999. p. 5-11.
- DE BOODT, M.; VERDONK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulturae**, [S.L.], v.26, 1972. p. 37-44.
- DINIZ, K. A.; GUIMARÃES, S. T. M. R.; LUZ, J. M. Q. Húmus como substrato para a produção de mudas de tomate, pimentão e alface. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 22, n. 3, 2006. p. 63-70.
- ERAUSQUIM, O. G. **El Cedro Rosado de la India**. 2012. Disponível em: <<http://paulowniasperuanas.lacoctelera.net/post/2006/03/19/el-cedro-rosado-la-india>>. Acesso em: 20 fev. 2022.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, 2014. p. 109-112.
- FERMINO, M.H. **Aproveitamento de resíduos industriais e agrícolas como alternativas de substratos hortícolas**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996. 90 p.

FERMINO, M. H. **Métodos de análise para caracterização de física de substratos**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. 89 p.

FONSECA, E. P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, 2002. p. 515-523.

GOMES, D. R. et al. Lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de *Tectona grandis* L. FapUNIFESP (SciELO). **Cerne**, [S.L.], v. 19, n. 1, mar. 2013. p. 123-131.

GOMES, J. M et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, **Revista Árvores**, Viçosa, v.26, n.6, 2002. p. 655-664.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 309-350.

GONÇALVES, J. L. M. & POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13, Águas de Lindóia. Resumos. **Piracicaba, Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo**, 1996.

HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. [S.L.], 8.ed. Boston: Prentice-Hall, 2011. 915 p.

IBÁ (Indústria Brasileira de Árvores). **Relatório Anual IBÁ**, 2021. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorioiba2021-compactado.pdf>>. Acesso em: 08 de jan. de 2021.

KAMPF, A. N. Substrato. In: Kampf, A.N. (Coord.) **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, Brasil. 2000.

KRATZ, D.; WENDLING, I. Produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* em substratos renováveis. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 43, n. 1, jan/mar. 2013. p. 125-136.

LORENZI, H. et al. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Plantarum, 2003. 368 p.

MAIA, C. M. B. F. Uso de casca de *Pinus* e lodo biológico com substrato para produção de mudas de *Pinus taeda*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 39, jul./dez. 1999. p. 81-92.

MALHEIRO, M. Uma planta, um substrato. **Jardins: um jardim para cuidar**. 2019. Disponível em <<https://revistajardins.pt/uma-planta-um-substrato/>> Acesso em 09 de abril de 22.

MARANA, J. P. et al. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, 2008.

MARTINEZ, P. F. Manejo de substratos para horticultura. In: **Encontro Nacional sobre substratos para plantas**, Campinas, 3, 2002. p. 7-15.

MONTEIRO NETO, J. L. L. et al. Seedlings production of two tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivars under different environments and substrates. **Revista Acta Agronômica**, Palmira, 67(2), 2018. p. 270-276.

NADAI, F. B. et al. Produção de mudas de tomateiro em função de diferentes formas de propagação e substratos. **Revista Agro@mbiente On-line**, [S.L.], v.9, n.3, 2015. p. 261-267.

NEIL, P. E. **Notes on Acrocarpus fraxinifolius**. Forestry Research and Information Centre. Kathmandu. Nepal. Banco-Jayakari. 1990. p. 391-394.

OLIVEIRA, D. A. et al. Produção de mudas de pimentão e alface em diferentes combinações de substrato. **Revista Verde**, Mossoró, v. 3, n. 1, 2008. p. 133-137.

PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação de qualidade de mudas florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1., 1981, Curitiba. **Anais**. Curitiba: FUPEF, 1981. p. 59-90.

PINCELLI, A. L. P. S. M. **Características dos resíduos da colheita de eucalipto e pinus, submetidos ao tratamento térmico com foco na aplicação energética**. 2011. 126f. Tese (Doutorado em Ciências, Programa: Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2011.

POKHRIYAL, T. C. et al. **Identification of some fast growing leguminous tree species for nitrogen fixation studies**. Indian Forester. [S.L.], 1990. p. 504-507.

RITCHIE, G. A. et al. Assessing plant quality. In: LANDIS, T.D. et al. **Seedling processing, storage and outplanting**. Washington, DC: US Department of Agriculture Forest Service, v.7, cap.2, 2010. p. 17-81.

SANKARAN, K. V. et al. Impact of Site Management Practices On Growth of Eucalyptus Plantations in the monsoonal tropics in Kerala, India. In: NAMBIAR, E. K. S. **Site management and productivity in tropical plantation forests**. Bogor, Indonésia: Center for International Forestry Research (CIFOR), 2008. p. 23-38.

SEGOVIA J. F. O. et al. Comparação do crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) no interior e no exterior de estufas de polietileno em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, [S.L.], 1997. p. 27:37-41.

SILVA, A. C. D. et al. Tamanho da semente e substratos na produção de mudas de açaí. **Advances in Forestry Science**, [S.L.], 4, (4), 2017. p. 151-156.

SILVA, W. V.; COSTA, A. C.; SILVA, V. L. Substratos na produção de mudas de cultivares de maracujazeiro azedo. **Revista Cultivando o saber**, [S.L.], 12 (1), 2019. p. 11-24.

SILVA, O. M. das C. et al. **Seedlings of tree species produced in substrates based on organic composts**. *Revista Floresta*, Curitiba, v. 51, n. 2, abril/jun, 2021. p. 371-380.

SOUSA, J. A, LEDO, F. J. S. & SILVA, M. R. **Produção de mudas de hortaliças em recipientes**. Rio Branco, Embrapa Acre, 1997. 20 p.

STURION, J. A.; GRAÇA, L. R.; ANTUNES, J. B. M. **Produção de mudas de espécies de rápido crescimento por pequenos produtores**. Colombo: Embrapa Florestas. Circular Técnica, 37. 2000. p. 125-150.

TESSARIOLI, N. J. Recipientes, embalagens e acondicionamento de mudas de hortaliças, In: MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T. A. Queiroz, 1995. p. 59-64.

UGARTE, J. F. de O.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. Vermiculita. **Rochas e Minerais Industriais** – CETEM, [S.L.], 2a Edição. 2008. 865 p.

VENCE, L. B. Disponibilidad de agua-aire em sustratos para plantas. **Ciência Del Suelo**, [S.L.], 26(2), 2008. p. 105-114. Disponível em [http://suelos.org.ar/publicaciones/vol\\_26n2/26-2%20Vence.pdf](http://suelos.org.ar/publicaciones/vol_26n2/26-2%20Vence.pdf). Acesso em 20 março 2022.

WENDLING, I.; PAIVA, H.N.; GONÇALVES, W. **Técnicas de produção de mudas de plantas ornamentais**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil. v .3, 2005. 203 p.

WILSON, C. G. S. Tomato production in barksubstrates. **Acta Horticultura**, [S.L.], v. 150, 1983. p. 271-276.