



**DIOGO DOS SANTOS BASTOS**

**CAVACO CARBONIZADO DE CANDEIA COMO  
COMPONENTE DE SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE  
MUDAS DE *Eremanthus*  
*erythropappus* E *Acrocarpus fraxinifolius***

**LAVRAS-MG  
2020**

**DIOGO DOS SANTOS BASTOS**

**CAVACO CARBONIZADO DE CANDEIA COMO  
COMPONENTE DE SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE  
MUDAS DE *Eremanthus*  
*erythropappus* E *Acrocarpus fraxinifolius***

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade  
Federal de Lavras, como parte das  
exigências do Curso de Engenharia  
Florestal, para obtenção do título  
de Bacharel.

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

**LAVRAS-MG**

**2020**

**DIOGO DOS SANTOS BASTOS**

**CAVACO CARBONIZADO DE CANDEIA COMO COMPONENTE DE SUBSTRATO  
PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Eremanthus erythropappus* E *Acrocarpus  
fraxinifolius***

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade  
Federal de Lavras, como parte das  
exigências do Curso de Engenharia  
Florestal, para obtenção do título  
de Bacharel.

APROVADA em 03 de agosto de 2020.

Prof. Dr. Lucas Amaral de Melo - UFLA

Msc. Bruna Cristina Almeida - UFLA

Msc. Marileydy Martínez Hernández - UFLA

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

**LAVRAS-MG**

**2020**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, a Deus por ter me abençoado com força e saúde em todos os momentos da minha vida, permitindo que eu seguisse em frente e nunca desistisse. Agradeço por mais essa etapa concluída.

À minha família e familiares por todo amor, carinho, apoio e incentivo durante toda minha vida.

Aos amigos, pelos momentos de alegria e companheirismo, tornando a caminhada mais leve.

Ao professor Lucas Amaral de Melo pela oportunidade, confiança, orientação e amizade.

À Bruna Cristina Almeida pela oportunidade, orientação, atenção, paciência, amizade e pela preciosa colaboração.

Aos funcionários e colegas do Viveiro Florestal por toda ajuda e colaboração.

À Empresa Citróleo Indústria e Comércio de Óleos Essenciais Ltda., pelo material concedido para realização da pesquisa.

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade concedida.

A todos os professores pelo trabalho realizado e conhecimento compartilhado durante toda a graduação.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

Tendo em vista a importância do reaproveitamento e destinação adequada de resíduos florestais, este trabalho teve como objetivo principal avaliar o uso do cavaco carbonizado de candeia em diferentes formulações de substrato para produção de mudas de *Eremanthus erythropappus* e *Acrocarpus fraxinifolius*. Para tanto, foram instalados dois experimentos em delineamento em blocos casualizados (DBC), independente para cada espécie, constituídos por cinco tratamentos, com cinco repetições de dezoito mudas por parcela. Os tratamentos foram formulados utilizando fibra de coco, cavaco carbonizado de candeia (esses variando nas proporções 0, 30, 60 e 90%) e vermiculita 10%. Adicionalmente, foi usado um substrato comercial para produção de mudas florestais. Aos 60, 90 e 120 dias, foram avaliadas as seguintes características: altura da parte aérea (H), diâmetro de coleto (DC) e relação entre altura da parte aérea e diâmetro de coleto (H/DC). Aos 120 dias também foram avaliados o percentual de sobrevivência, o peso seco da parte aérea (PSPA) e radicular (PSR), o peso seco total (PST) e o índice de qualidade de Dickson (IQD). Após a avaliação das características morfológicas supracitadas, verificou-se que os tratamentos não apresentaram diferença significativa entre si para ambas as espécies, proporcionando resultados semelhantes para todas as características avaliadas. O cavaco carbonizado de candeia mostrou-se tecnicamente um bom substituto para a fibra de coco na composição de substratos para as condições testadas, sendo uma alternativa de redução de custos relacionados à produção de mudas para as espécies estudadas.

**Palavras chave:** Candeia. Substratos. Resíduos florestais. Fibra de coco.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>9</b>
2.1	Caracterização das espécies .....	9
2.1.1	<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeish.....	9
2.1.2	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight. & Arn.....	10
2.2	Substratos alternativos .....	11
2.2.1	Características físicas de substrato .....	13
2.2.2	Características químicas .....	15
2.2.3	Substratos comerciais .....	17
2.2.4	Fibra de coco.....	17
2.2.5	Vermiculita .....	18
2.2.6	Resíduos florestais.....	18
2.3	Qualidade de mudas .....	19
2.3.1	Parâmetros morfológicos .....	20
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
3.1	Local de condução do experimento.....	22
3.2	Caracterização dos tratamentos.....	22
3.3	Delineamento experimental .....	23
3.4	Coleta de dados e variáveis mensuradas.....	24
3.5	Análise estatística .....	25
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>27</b>
4.1	Altura da parte aérea (H), diâmetro de coleto (DC) e relação altura/diâmetro de coleto (H/DC), avaliados aos 60, 90 e 120 dias.....	27
4.2	Sobrevivência, peso seco da parte aérea, radicular e total, avaliados aos 120 dias ....	30
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>33</b>

**REFERÊNCIAS..... 34**

## 1 INTRODUÇÃO

Para qualquer que seja o empreendimento florestal, a produção de mudas com qualidade é uma das etapas mais importante para que o sucesso seja alcançado. Para isso, uma série de atividades e fatores estão envolvidos, como o uso adequado de sementes, substrato, volume do recipiente e manejo das mudas no viveiro. A composição dos substratos se destaca entre esses fatores, pois segundo Caldeira et al. (2000), os processos de germinação, iniciação radicial, formação do sistema radicular e parte aérea estão diretamente associados com as características físicas e químicas do substrato.

De forma alternativa ao uso de solo, o substrato vem sendo utilizado nas mais variadas composições para produção de mudas, buscando sempre atender as necessidades para um bom desenvolvimento das plantas, bem como reduzir custos para sua produção. Dessa forma, o resíduo agroindustrial tem ganhado destaque na formulação dos substratos.

De uma maneira geral, os resíduos industriais, urbanos ou agroindustriais, se não tiverem uma destinação adequada, podem acarretar em grandes problemas ambientais. No setor florestal essa situação não é diferente, pois grandes volumes de resíduos são gerados, fazendo com que medidas ecologicamente corretas, sejam cada vez mais requisitadas.

Com base no grande desenvolvimento da consciência ambiental, as empresas procuram cada vez mais uma produção sustentável, aumentando a busca por alternativas economicamente viáveis para os resíduos gerados. Sendo assim, o reaproveitamento de resíduos para utilização em substratos, vem tornando-se alvo de pesquisas.

Nesse cenário, surge o cavaco de candeia, um resíduo gerado no processo de extração do óleo de candeia, espécie que contém o alfabisabolol. Geralmente esse resíduo é destinado para geração de energia através da queima em caldeiras, sendo uma prática comum nas empresas do setor devido à necessidade de geração de energia durante o processo de extração do óleo nos destiladores. No entanto, pela maior eficiência dos equipamentos utilizados atualmente, nem todo cavaco gerado precisa ser queimado no processo, o que gera um excesso de resíduo.

Considerando sua grande disponibilidade, o cavaco de candeia surge como alternativa na composição de substrato, visando à produção de mudas de qualidade e baixo custo. Dessa forma, estudos e pesquisas que venham contribuir com informações relacionadas com a

viabilidade desse uso, bem como sua proporção na formulação de substrato são de grande relevância, pois além de apresentar uma redução de custos dos insumos, terá impacto direto na qualidade e sobrevivência das mudas produzidas.

Com base na importância do substrato para produção de mudas e na reutilização de materiais alternativos para sua formulação, este estudo teve como objetivo avaliar a efetividade de uso do cavaco de candeia carbonizado como componente de substrato, em diferentes proporções com a fibra de coco, substrato comercial e vermiculita, para produção de mudas de *Eremanthus erythropappus* e de *Acrocarpus fraxinifolius*.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Caracterização das espécies

#### 2.1.1 *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish

*Eremanthus erythropappus* é popularmente conhecida como candeia. Ocorre em toda parte sudeste do Planalto Central do Brasil, em locais com 400 a 2200 metros de altitude, sendo comumente encontrada em colônias no meio da floresta secundária da faixa costeira, do Cerrado e campos rupestres do planalto interior das regiões Centro-Oeste (Goiás e Distrito Federal) e Sudeste (Minas Gerais e Espírito Santos, São Paulo e Rio de Janeiro) (MACLEISH, 1987; LOEUILLE, 2012).

O gênero *Eremanthus* é precursor de campo, típico de encraves entre a mata e os campos abertos (cerrados, campos rupestres e de altitude), originando rapidamente povoamentos mais ou menos puros. Uma característica especial da espécie *Eremanthus erythropappus* é seu desenvolvimento e estabelecimento em sítios com solos pouco férteis, rasos e, predominantemente, em áreas de campos de altitude. Tal característica faz com que a candeia tenha condições de se desenvolver em locais onde seria difícil a implantação de culturas agrícolas e até mesmo outra espécie florestal (SCOLFORO et al., 2012b).

No que diz respeito ao clima das regiões de ocorrência da candeia, segundo a classificação de Köppen, é o mesotérmico úmido do tipo Cwb, tropical de altitude, com verões suaves. A temperatura do mês mais quente varia em torno de 22°C a 30°C, a temperatura média anual varia entre 18°C a 20°C e a média anual de precipitação pluviométrica está entre 1400 e 1550 mm. Os meses de maior precipitação são: novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, sendo os meses de junho, julho e agosto, os períodos de seca, apresentando as menores precipitações (SCOLFORO et al., 2012b).

*E. erythropappus* é uma espécie arbórea que apresenta múltiplos usos. Sua madeira é bastante utilizada como moirão de cerca, por apresentar alta durabilidade natural. É também utilizada para extração de óleo essencial, com o princípio ativo sendo o  $\alpha$ -bisabolol, que é aplicado na fabricação de medicamentos e cosméticos. Esses produtos derivados do  $\alpha$ -bisabolol agregam valor de mercado ao óleo essencial da candeia (*E. erythropappus*),

podendo ser citados os cremes, bronzeadores, protetores solares, medicamentos, além de produtos usados na profilaxia e cuidados da pele de adultos e bebês, entre outros (SCOLFORO et al., 2012b).

A época de coleta das sementes deve coincidir com o período de maturação dos frutos, que ocorre no início da dispersão das sementes. Essas precisam ser coletadas antes de sofrerem secagem natural e sejam dispersas pelo vento. Para a região do Sul de Minas, essa época de maturação e dispersão acontece entre os meses de agosto e outubro, podendo estender-se até novembro (DAVIDE et al., 2012). Tonetti, Davide e Silva (2006), concluíram que a baixa viabilidade das sementes é explicada pela presença de estruturas vazias e que após o beneficiamento em soprador, a germinação aumenta de forma considerável.

A produção de mudas de candeia pode ser realizada em sacos plásticos (DAVIDE; MELO, 2012) ou em tubetes (DAVIDE; MELO, 2012; ABREU, 2007; BRAGA, 2006) e como componentes de substratos são indicados: a casca de arroz carbonizada, a fibra de coco, o substrato comercial para espécies florestais e a terra de barranco (MELO et al., 2014; DAVIDE; MELO, 2012).

A fibra de coco se destaca entre os componentes para formulação de substratos, pois quando presente em maiores proporções contribui significativamente no crescimento das mudas, apesar de ser um insumo um pouco mais caro. Já o esterco bovino em maiores percentuais de volume/volume influencia em altas taxas de mortalidade na produção de mudas da espécie. Outro ponto que influencia na mortalidade é o *damping off*, causado pelo fungo do gênero *Rhizoctonia* e maximizado pelo uso de esterco na produção das mudas de candeia (MELO et al., 2014).

### **2.1.2 *Acrocarpus fraxinifolius* Wight. & Arn**

*Acrocarpus fraxinifolius* conhecido popularmente como cedro indiano, é pertencente à família Fabaceae e nativo das regiões tropicais de alta pluviosidade da Ásia (TRIANOSKI et al., 2011). Pode ocorrer naturalmente em locais de até 1500 m de altitude, com 1000 a 2000 mm de precipitação média anual e período de seca por volta de até quatro meses. A temperatura média dos locais de ocorrência varia em torno de 19 a 28°C (CARVALHO, 1998, p.86).

O cedro indiano é uma espécie caducifólia, que apresenta o tronco retilíneo com raízes tabulares vigorosas, podendo alcançar uma altura de 50 m em céu aberto e 30 a 50 cm de diâmetro à altura do peito (DAP), ou até 60 m de altura e DAP de 250 cm em floresta densa na fase adulta. Apresenta um bom desenvolvimento em solos profundos, franco-argilosos e com pH em torno de 4 a 7. Em solos superficiais e compactados, a espécie também apresenta bom crescimento, sendo que locais com boa fertilidade e drenagem, sem ocorrência de geada e a pleno sol, devem ser preferidos para atingir o potencial produtivo da espécie (CARVALHO, 1998, p.86; HIGA; PRADO, 1998).

De acordo com Higa e Prado (1998) e CARVALHO (1998, p.86), o cedro indiano é uma espécie que apresenta elevado potencial para produção de madeira serrada e laminação, devido à madeira dura, de cerne avermelhado, comumente utilizado no ramo da construção civil e indústria moveleira. A espécie em questão, também pode ser usada em sistemas agrossilvipastoris em consórcio com outras espécies, como o café (FIRMINO; MORAES; FURTADO, 2015), sendo considerada de rápido crescimento e promissora para reflorestamentos (TRIANOSKI et al., 2011).

As árvores de cedro indiano florescem, geralmente, no período de agosto a outubro e a produção de sementes acontece de outubro a dezembro, iniciando o período reprodutivo a partir do oitavo ano (CARVALHO, 1998, p.86).

Sobre a produção de mudas, Dias et al. (2018) estudaram a relação das características morfológicas, fisiológicas e anatômicas, com o volume do recipiente contendo diferentes adubações em mudas de *Acrocarpus fraxinifolius*. Concluíram que o tamanho do recipiente e as diferentes adubações afetaram a qualidade das mudas. Tubetes de 100 cm<sup>3</sup> apresentaram boa qualidade em todos os tratamentos de fertilização, enquanto os tubetes de 50 cm<sup>3</sup> nos tratamentos com adubação parcelada, também apresentaram boa qualidade e características fisiológicas adequadas. Com base na economia de insumos, transporte e implantação de viveiros, os autores concluíram ser recomendado o uso de tubetes de 50 cm<sup>3</sup>.

## **2.2 Substratos alternativos**

O uso de substratos para cultivo de plantas é uma prática antiga, inicialmente desenvolvida para produção de hortaliças em 1838, na Inglaterra, por James Barnes, que

testou diferentes componentes e suas proporções. No Brasil, o início da utilização de substratos se deu pelo setor de floricultura, na cidade de Holambra, estado de São Paulo (KÄMPF, 2004 apud FERMINO, 2014, p.17; HARTIGAI, 1975; FERMINO, 2014, p.17).

O uso adequado de substrato para produção de mudas de qualidade é um dos fatores mais importantes para o sucesso desse setor e qualquer que seja o plantio florestal, pois mudas bem produzidas apresentam maior capacidade de resistirem às adversidades encontradas no campo, e conseqüentemente, estarão aptas para alcançar seu potencial produtivo ao final do ciclo (MEDRADO et al., 2002).

O substrato, juntamente com a semente são dois dos insumos mais importantes para a produção de mudas florestais de qualidade. Na escolha de um substrato é necessário levar em consideração a espécie, para que se busque um material com as características físicas e químicas adequadas para o crescimento da mesma. Entretanto, nem sempre esses substratos atendem às necessidades dos viveiristas (MEDRADO et al., 2002). Com a grande expansão das fronteiras agrícolas e dos plantios florestais, tornou-se crescente a demanda de substratos alternativos para a produção de mudas (OLIVEIRA JÚNIOR; CAIRO; NOVAES, 2011).

A exploração de recursos florestais e sua industrialização para obtenção dos diversos produtos geram diferentes tipos de resíduos e em grandes quantidades, o que vem ocasionando problemas ambientais e logísticos de disposição. Porém, esses resíduos, quando bem manejados, apresentam grande potencial de uso agrícola e florestal, como fontes de nutrientes e na composição de substratos. Em doses adequadas, esses resíduos fornecem grandes benefícios, favorecendo as características físicas, químicas e biológicas dos solos, aumentam a produtividade dos plantios florestais e minimizam os impactos negativos causados pela sua disposição inadequada (EMBRAPA FLORESTAS, 2003).

A produção de mudas é a junção de vários fatores, em que a composição do substrato é um fator que apresenta grande influência na qualidade das mudas. Fases como a germinação de sementes, a iniciação radicular, o enraizamento e a formação da parte aérea, estão intimamente ligadas com as características físicas e químicas dos substratos (CALDEIRA; SCHUMACHER; TEDESCO, 2000). O substrato é composto por uma fase sólida constituída por partículas minerais e orgânicas, uma fase líquida chamada de solução do solo, sendo formada pela água e os nutrientes, e por fim, a fase gasosa, constituída pelo ar e formando a atmosfera do substrato (SCHORN; FORMENTO, 2003).

Um bom substrato para produção de mudas é aquele que oferece condições adequadas para sustentação da planta e retenção de quantidades suficientes de água, oxigênio e nutrientes, proporcionando um pH compatível, condutividade elétrica adequada, estando ausentes elementos químicos em níveis tóxicos (CALDEIRA et al., 2008). O substrato deve apresentar boas características físicas e químicas, sendo que as físicas são mais importantes, uma vez que a parte química pode ser mais facilmente manipulada pelo técnico do viveiro (SCHORN; FORMENTO, 2003).

A análise física e química dos substratos é de grande importância para o conhecimento, caracterização e padronização de procedimentos nesse setor, principalmente para auxiliar os produtores a decidirem de forma consciente por sua aquisição e uso, para que as indústrias possam melhorar a qualidade dos produtos e a fiscalização de informações das embalagens possa ser realizada de forma eficiente pelo poder público (ZORZETO et al., 2014).

No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é o responsável pela legislação que regulamenta os métodos para análise de substratos. No dia 21 de maio de 2007 foram publicados, na Instrução Normativa nº 17 (IN nº 17), os métodos analíticos oficiais para análise de substratos e condicionadores de solo (BRASIL, 2007), sendo alterada pela Instrução Normativa nº 31 (IN nº 31), no dia 23 de outubro de 2008 (BRASIL, 2008). A IN nº17 apresenta esses métodos, dentre os quais, citam-se o preparo das amostras para análises físicas e químicas, determinação da umidade, densidade, capacidade de retenção de água, pH, condutividade elétrica e capacidade de troca de cátions. A IN nº 31 tem como resultado alterações na IN nº17 com relação aos métodos de avaliação da densidade e capacidade de retenção de água. Os métodos oficiais do Brasil não consideram granulometria, densidade de partícula e porosidade (BRASIL, 2007; BRASIL, 2008; ZORZETO et al., 2014).

### **2.2.1 Características físicas de substrato**

Segundo Favalessa (2011) e Fermino (2014, p.34), as características físicas de maior importância para caracterizar e definir a eficiência dos substratos podem ser resumidas em:

densidade da partícula, granulometria, porosidade total, espaço de aeração, capacidade de recipiente, curva de disponibilidade de água e razão dos vazios.

A densidade de um substrato é definida como a relação entre a massa de certa quantidade de substrato e seu volume ocupado (LIZ; CARRIJO, 2008). A densidade é uma importante propriedade para o manejo, visto que uma alta densidade limita o crescimento no recipiente, dificulta o transporte e manipulação dos substratos e recipientes. A densidade também influencia no custo de transporte e na infraestrutura necessária pra sua manipulação (CARDOSO et al., 2010).

A densidade dentro do recipiente é função da pressão aplicada no processo de preenchimento, peso das partículas de substrato ao caírem umas sobre as outras, umidade presentes nas partículas ou efeito da irrigação. Isso pode resultar em diferentes compactações, em que um mesmo material pode apresentar aspecto, desde totalmente solto, até um máximo adensamento (FERMINO, 2003, p. 7). De acordo com Kratz (2011, p. 21), a proporção e a origem dos componentes usados para a formulação do substrato também influenciam na densidade, sendo que a combinação de diferentes proporções de materiais com diferentes densidades pode resultar em aumento ou diminuição da densidade do substrato formulado.

O valor da densidade do substrato é utilizado para auxiliar a interpretação de outras características, como porosidade, espaço de aeração, disponibilidade de água, além da salinidade e teor de nutrientes (FERMINO, 2003).

A granulometria de um material é um atributo físico importante com relação à aeração das raízes. Por hipótese, admite-se que a aderência existente entre as partículas do substrato com as raízes é dependente da finura do material. Visando a integridade e redução do risco de deformação das raízes, tal característica é fundamental para aumentar e manter a estabilidade do conjunto muda-substrato, após sua retirada do tubete e manuseio durante o plantio definitivo (TAVARES JÚNIOR, 2004, p. 11).

Outro aspecto importante relacionado à granulometria é o contato entre as partículas de substrato e as sementes, o qual pode ser dificultado se não houver uma distribuição granulométrica das partículas adequada ao tamanho das sementes. Tal fato pode ocorrer com materiais mais grosseiros, como os compostos de casca de árvores (MOURÃO, 2007, p. 30).

A porosidade de um material é responsável pelos processos de trocas gasosas com a atmosfera, como também pela movimentação da água e capacidade de drenagem do material.

Sendo assim, é de grande importância conhecer a dinâmica das relações entre os sólidos e poros de um material para produção de mudas (LACERDA et al., 2006).

A um mesmo espaço poroso total podem corresponder volumes de ar e água muito diferentes, devido ao diâmetro dos poros. Portanto, é importante uma composição granulométrica que promova uma repartição adequada de ar/água. Quanto maiores as partículas de um substrato, maior será o volume de ar e menor o de água, formando um substrato mais arejado, conservando menos água após a rega. Conhecer a relação ar/água permite conhecer e prever o comportamento hídrico dos substratos (MOURÃO, 2007, p.28).

A curva de retenção ou disponibilidade de água de um meio representa o resultado da relação entre a umidade volumétrica e o potencial matricial, ou seja, a força que a água está sendo retida, fornecendo informações sobre a capacidade do material em reter e liberar água, e do volume de água disponível às plantas. Sua determinação é importante, pois fornece a informação sobre o volume de água disponível dentro de cada faixa de potencial matricial em uma amostra do substrato (SPIER et al., 2008 apud SILVA et al., 2011).

Substratos que apresentam grande percentagem de partículas finas podem exibir problemas de arejamento e reter grandes quantidades de água a tensões elevadas, embora esteja pouco disponível (MOURÃO, 2007, p. 30).

Substratos que tenham baixa capacidade de retenção de água necessitam de maiores quantidades de água a cada irrigação, ou que a frequência de irrigação seja aumentada (WENDLING; DUTRA; GROSSI, 2006, p. 23).

### **2.2.2 Características químicas**

As características químicas de um substrato estão relacionadas à sua capacidade de disponibilizar e fornecer nutrientes às plantas. Conhecer as características químicas de um substrato é importante para recomendação e monitoramento de adubações, que influenciam para qualidade do substrato (SANTOS et al., 2014).

De acordo com Kämpf (2000 apud LUDWING, 2010) as principais propriedades químicas dos substratos são referentes ao valor de pH, à capacidade de troca de cátions (CTC), à condutividade elétrica (CE) e ao teor total de sais solúveis (salinidade). Estas

propriedades são relacionadas à disponibilidade de nutrientes para as plantas, e devem estar associadas à fertirrigação aplicada (LUDWIG, 2010, p. 9).

Das características químicas do solo que mais afetam o desenvolvimento das raízes, as principais são a acidez e a disponibilidade de nutrientes que está fortemente relacionada ao pH. O alumínio tóxico se encontra em maiores quantidades nas condições de baixo pH e muitos nutrientes em baixa disponibilidade para as mesmas condições, limitando o crescimento de raízes de espécies sensíveis. No entanto, muitas espécies toleram altos teores de alumínio e são pouco exigentes em nutrientes (SCHUMACHER et al., 2003).

Os diferentes componentes do substrato apresentam valores variados de pH, desde extremamente baixos, como turfas e xaxim, até os extremamente altos, como a vermiculita, casca de arroz, podendo causar desequilíbrios fisiológicos nas plantas quando esse valor é inadequado para a espécie. Para substratos com predominância de matéria orgânica, o valor recomendado de pH está entre 5 e 5,8 e quando for à base de solo mineral, deve estar na faixa de 6 e 6,5, devendo sempre levar em conta a peculiaridade da espécie em cultivo (KAMPF, 2000a apud ALMEIDA, 2005, p. 15).

Segundo Delarmelina (2012), a capacidade de troca de cátions (CTC) pode ser definida pela quantidade de cátions que pode ser adsorvida por um material ativo, ou como a propriedade que as partículas sólidas do solo têm de adsorver e trocar cátions. Considerando que muitos cátions presentes no substrato são nutrientes para as plantas, a CTC é um bom indicativo da capacidade de manutenção desses nutrientes e uma valiosa informação sobre a potencial fertilidade do substrato (CARNEIRO, 1995).

Com relação à salinidade de um substrato, seu valor é facilmente obtido através da leitura da condutividade elétrica. Os valores adequados da condutividade elétrica do substrato variam entre espécies, cultivares e clones. De modo geral, para espécies florestais esse valor deve estar situado entre 1,5 a 3,0 mS/cm, sendo de grande importância o conhecimento de seu valor, pois ele pode vir a causar grandes perdas na produção (KRATZ, 2011, p.27).

Para valores elevados de salinidade, são observadas consequências negativas, como aumento da pressão osmótica, diminuindo a absorção dos nutrientes (SONNEVELD, 2000, p.18). A capacidade de troca de cátions (CTC) está relacionada à característica citada, sendo que substratos inertes podem ser facilmente dessalinizados com uma lavagem ou com um manejo de adubação (KRATZ, 2011, p.28).

### 2.2.3 Substratos comerciais

São encontrados no mercado diferentes tipos de substratos comerciais prontos para o uso, puros ou em mistura, elaborados por empresas especializadas e recomendados para as diferentes culturas, sendo que cada um apresenta suas próprias características de preço e qualidade. De uma maneira geral, 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).

Para Fonseca (2001, p.8), a constituição básica da grande maioria dos substratos comerciais é uma mistura de casca de *Pinus*, turfa, vermiculita e perlita. A diferença encontrada entre esses substratos ocorre em função da variação nas proporções utilizadas e na ausência de algumas substâncias, além da suplementação mineral aplicada a cada fórmula.

### 2.2.4 Fibra de coco

A fibra de coco é obtida através do desfibramento industrial da casca de coco, originando um material leve, de estrutura granular e homogênea, intercalada por fibrilas de alta porosidade total (94 – 98%) e elevada capacidade de aeração (24 – 89%) (NOGUERA et al., 2000).

O pó de coco possui grande quantidade de lignina (35-45%) e de celulose (23-43%) e uma pequena quantidade de hemicelulose (3-12%), que é a fração vulnerável ao ataque de microrganismos (NOGUERA et al., 2000). Essas características conferem ao substrato composto por fibra de coco, grande durabilidade, fazendo com que seja recomendável para cultivos de ciclo longo, pois não sofre degradação acelerada causada pela intensa irrigação e aplicação de fertilizantes (KRATZ, 2011, p. 36).

O resíduo da casca de coco tem sido muito recomendado para utilização como substrato agrícola, devido ao fato de apresentar uma estrutura física que proporciona alta porosidade, alto potencial de reter umidade e por ser biodegradável. É um meio natural e muito indicado para germinação de sementes, propagação de plantas em viveiros e no cultivo de flores e hortaliças (ROSA et al., 2001).

Melo et al. (2014) avaliando diferentes formulações de substrato para o crescimento de mudas de eucalipto e candeia, e obtiveram os melhores resultados para a candeia nos tratamentos em que a fibra de coco estava presente em maiores proporções.

### **2.2.5 Vermiculita**

É um mineral de estrutura variável, formado de lâminas ou camadas justapostas em tetraedros de sílica e octaedros de ferro e magnésio. O octaedro de magnésio, quando submetido ao aquecimento, expande-se, promovendo uma melhoria nas condições físicas, químicas e hídricas do solo. A vermiculita possui a capacidade de reter a água do solo, tornando-a disponível para a planta. É um substrato praticamente inerte, e para obtenção de mudas de qualidade é preciso realizar adubações periódicas para o balanceamento de nutrientes (SCHORN; FORMENTO, 2003).

Segundo Favalessa (2011, p.16), a vermiculita como substrato, vem sendo utilizada com bons resultados para germinação de sementes de espécies florestais, devido ao fato de ser leve, de fácil manuseio e não exige reumedecimento diário. Também tem sido muito utilizada como substrato em diversos estudos com produção de mudas, pois além de dar um bom suporte à planta, supre as necessidades hídricas do sistema radicular e ainda apresenta-se quimicamente ativo, liberando íons Mg para a solução do solo e absorvendo fósforo e nitrogênio na forma amoniacal (DINIZ; GUIMARÃES; LUZ, 2006; SILVA et al., 2015).

### **2.2.6 Resíduos florestais**

Os resíduos gerados nos processamentos mecânico e químico da madeira pelas indústrias de base florestal, de modo geral, apresentam alto teor de matéria orgânica e podem conter compostos prejudiciais ao ambiente, sendo necessário realizar de forma adequada sua disposição. O uso de resíduos das atividades florestais como componente de substratos pode ser uma alternativa viável para destinação de parte desses resíduos, proporcionando materiais alternativos de grande disponibilidade e baixo custo, minimizando o acúmulo de resíduos no ambiente (MAEDA et al., 2007; SCHIMITZ et al., 2002).

Um exemplo comumente utilizado com essa finalidade é a casca de *Pinus spp.*, que permite utilizar um resíduo resultante da colheita florestal para produção de mudas após ser decomposto, seco e moído. Devido às suas boas características físicas e químicas, esse componente vem sendo utilizado em grande escala e como substrato padrão nos viveiros florestais do Brasil (KRATZ; WENDLING, 2013).

A procura por materiais alternativos para cultivo de plantas é crescente, no entanto esses materiais devem ser de fácil obtenção, homogêneos, de baixo custo, seu uso ser ambientalmente correto, além de apresentarem características físicas e químicas compatíveis com a muda a ser produzida. Diversos estudos são realizados nesse contexto, com destaque para os resíduos agroindustriais como a própria casca de pinus, a casca de arroz, a fibra de coco, entre outros (KLEIN, 2015).

### **2.3 Qualidade de mudas**

A produção de mudas florestais de qualidade é de suma importância para qualquer que seja o cultivo florestal, estando fortemente relacionada ao uso de sementes adequadas e substrato de boa qualidade (SILVA et al., 2014). Nesse contexto, muitas pesquisas científicas e avanços técnicos vêm ocorrendo no intuito de melhorar a qualidade, adaptação e crescimento das mudas. Para isso, realizar a avaliação da qualidade física e genética das sementes, profundidade e época de semeadura, tipos de recipientes e formulações de substratos, é de grande importância (FAVALESSA, 2011, p.6).

Para determinação da qualidade de mudas, podem ser avaliadas características morfológicas, baseadas em aspectos fenotípicos, e também características fisiológicas, que são definidas internamente na planta. As características morfológicas são frequentemente mais usadas para determinação da qualidade das mudas, devido a maior aceitação dos viveiristas. No entanto, ainda necessita de definições que possam responder à sobrevivência e ao crescimento inicial, em função das adversidades encontradas no campo pós-plantio (ELOY et al., 2013).

### 2.3.1 Parâmetros morfológicos

Uma das ferramentas para determinação da qualidade de mudas florestais é a avaliação dos caracteres fenotípicos da muda, ou seja, as suas características morfológicas, que variam devido ao material genético e à procedência da espécie, portanto, devido a grande biodiversidade de espécies é importante a avaliação de parâmetros morfológicos para atestar a qualidade de mudas (GOMES et al., 2002). Dentre as variáveis morfológicas utilizadas para avaliação da qualidade das mudas, encontram-se a altura da parte aérea, o diâmetro de coleto, o peso de matéria seca total, o peso de matéria seca da parte aérea e das raízes, e ainda a morfologia das raízes (ALMEIDA, 2005, p. 23).

A altura da parte aérea por ser de fácil mensuração é muito utilizada dentre os diversos parâmetros, no entanto, deve ser utilizada com critério pelo fato de que mudas com maior altura podem se encontrar estioladas e não representarem melhores taxas de sobrevivência em campo. Por isso, essa variável deve ser analisada em combinação com os demais parâmetros para uma maior eficiência da classificação da qualidade (FARIAS, 2017; GOMES et al., 2002).

O diâmetro do coleto é um dos principais parâmetros utilizados para indicar o potencial de sobrevivência das mudas no campo após o plantio, estando relacionado também com a avaliação da rusticidade da espécie. Mudanças com baixo valor de diâmetro de coleto apresentam menor capacidade de se manterem eretas após o plantio, podendo ocorrer deformações, tombamento e mortalidade, o que compromete a efetividade do plantio (CUNHA et al., 2005; ROSA et al., 2009).

Segundo Gomes e Paiva (2004 apud KRATZ, 2011, p.37), o diâmetro de coleto combinado com a altura ou sozinho, é uma das melhores características para avaliar a qualidade das mudas, sendo que quanto maior o diâmetro, melhor será o equilíbrio do crescimento com a parte aérea, principalmente quando é necessário a rustificação das mudas.

O peso seco apesar de ser um método destrutivo, representa a capacidade de sobrevivência das mudas após o plantio, sendo muito utilizado para avaliação da qualidade, por representar a capacidade de acúmulo de fotoassimilados pela fotossíntese e absorção de nutrientes (LOPES et al., 2013).

Gomes et al. (2002), trabalhando com mudas de *Eucalyptus grandis* aos 120 dias, após análise da contribuição relativa dos parâmetros mensurados no viveiro para a avaliação da qualidade das mudas, observou que o peso seco total contribui com 43,39%, seguida do peso seco aéreo (28,60%) e do peso seco radicular (11,78%).

Ainda, segundo Gomes et al. (2002) o índice de qualidade de Dickson (IQD) é um bom parâmetro indicador de qualidade das mudas, que reúne todas as outras variáveis em um único índice através de uma fórmula balanceada, sendo que, quanto maior for o seu valor, maior será a qualidade da muda, dentro de um mesmo lote de mudas.

O IQD é recomendado como um bom indicador da qualidade de mudas florestais, pois leva em conta para seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda (SANTOS et al., 2013).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local de condução do experimento

O estudo foi conduzido na área experimental do Viveiro Florestal e no Laboratório de Silvicultura e Restauração Florestal, da Universidade Federal de Lavras, no município de Lavras, Minas Gerais.

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região se enquadra no tipo Cwa, temperado chuvoso (mesotérmico) com inverno seco e temperatura do mês mais quente maior que 22°C (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007).

#### 3.2 Caracterização dos tratamentos

Para cada espécie (*Eremanthus erythropappus* e *Acrocarpus fraxinifolius*), foram utilizadas uma mistura de sementes de árvores-matrizes, presentes no campus da Universidade Federal de Lavras, para produção de mudas. Nos experimentos, um com cada espécie, foram utilizadas formulações de substrato contendo fibra de coco, cavaco carbonizado de candeia (esses variando nas proporções 0, 30, 60 e 90%) e vermiculita 10%. Adicionalmente, utilizou-se um substrato comercial para produção de mudas de espécies florestais, composto por casca de pinus, cinzas, vermiculita, serragem e bioestabilizados (TABELA 1).

Tabela 1 – Formulação dos substratos utilizados na produção de mudas de *Eremanthus erythropappus* e *Acrocarpus fraxinifolius*.

Substrato	Constituintes (% V/V)			
	SC	FC	CCC	V
1	100	0	0	0
2	0	0	90	0
3	0	30	60	10
4	0	60	30	10
5	0	90	0	10

SC: Substrato comercial; FC: Fibra de coco; CCC: cavaco carbonizado de candeia; V: vermiculita.  
Do autor (2020).

Esses substratos foram planejados tendo como base o estudo realizado por Melo et al. (2014), em que foram testados a casca de arroz carbonizada, o esterco bovino e a fibra de coco na composição de substratos, sendo encontrados resultados interessantes com a fibra de coco e a casca de arroz carbonizada. Sendo assim, o cavaco carbonizado de candeia foi utilizado com o intuito de substituir a casca de arroz carbonizada em associação com a fibra de coco.

O cavaco de candeia foi concedido pela Empresa Citróleo Indústria e Comércio de Óleos Essenciais Ltda., localizada no município de Torrinha, São Paulo, 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 num pátio, para sua secagem, sendo posteriormente ensacados. Os cavacos por apresentar diferentes granulometrias (variando entre 0,1 a 10 cm), ao passarem pelo processo de carbonização (KRATZ; WENDLING, 2016), levaram cerca de 36 horas para que se conseguisse carbonizar o material completamente.

Após a carbonização do cavaco de candeia e preparo dos substratos, todos os tratamentos receberam adubos de liberação lenta (19:16:10 NPK), 4 kg de adubo por metro cúbico de substrato. Em seguida, foram preenchidos os recipientes, sendo utilizados tubetes de polietileno de 100 cm<sup>3</sup>, dispostos em bandejas plásticas planas colocadas no canteiro a um metro acima do nível do solo, em pleno sol. Foram semeadas, em média, de duas a três sementes por tubete, sendo deixada posteriormente somente a plântula mais centralizada e vigorosa, após a germinação.

### **3.3 Delineamento experimental**

Foram instalados dois experimentos, um para cada espécie, *Eremanthus erythropappus* e *Acrocarpus fraxinifolius*. Os experimentos foram instalados em delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos em cinco repetições, sendo dezoito mudas por parcela.

### 3.4 Coleta de dados e variáveis mensuradas

Aos 60, 90 e 120 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. Aos 120 dias, também foi avaliada a sobrevivência, determinada com base na contagem de plantas vivas, estabelecida de forma proporcional ao número total de plantas da parcela, obtendo-se a porcentagem de sobrevivência e o peso seco (da parte aérea e radicial).

Para determinação do peso seco, em cada parcela, foram selecionadas quatro mudas com altura semelhante à média da parcela. Para isso, as mudas foram retiradas do tubete, tendo sido lavadas em água corrente para retirada do substrato e separadas com auxílio de uma tesoura em duas partes: a parte aérea (da gema apical até o coleto) e parte da raiz, conforme Figura 1, sendo colocadas em sacos de papel e identificadas. Os sacos de papel foram colocados em estufa de circulação forçada com temperatura controlada de 75° C, até terem peso constante. Posteriormente, as amostras foram pesadas em balança com precisão de 0,001g, obtendo-se o peso seco da parte aérea e peso seco da raiz.

Figura 1 – Retirada do tubete e separação da parte aérea e sistema radicular para mudas de *Acrocarpus fraxinifolius*.



Fonte: Do autor (2020).

Foram determinados o Coeficiente de Robustez (BIRCHER et al., 1998) e o Índice de Qualidade desenvolvido por Dickson, Leaf e Hosner (1960), IQD, de acordo com as equações 1 e 2, respectivamente.

$$CR = H/DC \quad (1)$$

$$IQD = MST/[(H/DC)] + (MSPA/MSR) \quad (2)$$

Em que:

CR - coeficiente de robustez, em cm/mm;

H - altura da parte área, em cm;

DC - diâmetro do coleto, em mm;

IQD - Índice de Qualidade de Dickson;

MST - massa seca total, em g;

MSPA - massa seca da parte aérea, em g;

MSR - massa seca da parte radicial, em g.

### 3.5 Análise estatística

De posse de todos os dados, primeiramente foi feito o teste de normalidade de Shapiro-Wilk para verificar se havia normalidade na distribuição dos conjuntos de dados das características mensuradas. Foi estabelecido o nível de significância do teste ( $\alpha$ ) = 0,05, e após verificação da distribuição normal dos dados, foi feita a análise de variância (ANAVA).

Os valores das características avaliadas foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Para característica porcentagem de sobrevivência, os dados foram transformados segundo a Fórmula 1, sendo x a porcentagem de plantas vivas.

$$\text{arc sen } \sqrt{\frac{x}{100}} \quad (1)$$

Para os testes F que se mostraram significativo a 0,05 de probabilidade de erro, foram realizadas comparações de médias pelo teste Tukey, também a 5% de probabilidade de erro. Toda estatística foi calculada pelo software Sisvar (FERREIRA, 2011). As tabelas foram geradas pelo programa Microsoft EXCEL 2007.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Altura da parte aérea (H), diâmetro de coleto (DC) e relação altura/diâmetro de coleto (H/DC), avaliados aos 60, 90 e 120 dias.

Para as características altura da parte aérea (H), diâmetro de coleto (DC) e relação H/DC a análise de variância mostrou-se não significativa para os tratamentos testados nos diferentes períodos avaliados, para as duas espécies em estudo (TABELA 2).

Tabela 2 – Resumo da ANAVA (Quadrado médio) para três características avaliadas aos 60, 90 e 120 dias.

FV	GL	<i>Eremanthus erythropappus</i>			<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>		
		60 dias	90 dias	120 dias	60 dias	90 dias	120 dias
.....Altura da parte aérea (cm).....							
Tratamentos	4	22,13 <sup>ns</sup>	38,58 <sup>ns</sup>	69,74 <sup>ns</sup>	8,39 <sup>ns</sup>	6,46 <sup>ns</sup>	12,65 <sup>ns</sup>
Blocos	4	69,61 <sup>ns</sup>	225,18 <sup>ns</sup>	426,30 <sup>ns</sup>	15,92 <sup>ns</sup>	56,84 <sup>ns</sup>	60,70 <sup>ns</sup>
Resíduo	16	57,84 <sup>ns</sup>	134,66 <sup>ns</sup>	209,94 <sup>ns</sup>	7,75 <sup>ns</sup>	16,03 <sup>ns</sup>	29,57 <sup>ns</sup>
CV (%)		57,76	54,11	51,35	16,12	16,47	17,79
Média		13,17	21,44	28,22	17,27	24,31	30,57
.....Diâmetro de coleto (mm).....							
Tratamentos	4	0,57 <sup>ns</sup>	4,42 <sup>ns</sup>	1,31 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>
Blocos	4	0,44 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	4,54 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>
Resíduo	16	1,77 <sup>ns</sup>	3,69 <sup>ns</sup>	6,17 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>
CV (%)		51,26	45,87	53,63	7,02	10,18	7,98
Média		2,60	4,19	4,64	3,23	4,42	4,81
.....H/DC.....							
Tratamentos	4	3,17 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>	1,67 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>
Blocos	4	3,73 <sup>ns</sup>	7,56 <sup>ns</sup>	12,53 <sup>ns</sup>	1,34 <sup>ns</sup>	1,76 <sup>ns</sup>	0,72 <sup>ns</sup>
Resíduo	16	6,20 <sup>ns</sup>	5,80 <sup>ns</sup>	6,72 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	0,66 <sup>ns</sup>	0,95 <sup>ns</sup>
CV (%)		56,68	54,25	51,92	13,58	14,69	15,26
Média		4,39	4,44	4,99	5,38	5,53	6,38

ns = não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Do autor (2020).

Com o decorrer do tempo, os valores médios de altura se apresentaram de forma crescente para todos os tratamentos. Aos 60, 90 e 120 dias todos os tratamentos tiveram o mesmo comportamento para esta variável, não diferindo estatisticamente (TABELA 3).

Tabela 3 - Valores médios de altura de mudas de *Eremanthus erythropappus* e *Acrocarpus fraxinifolius* ao longo do processo de produção.

Tratamentos	<i>Eremanthus erythropappus</i>			<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>		
	60 dias	90 dias	120 dias	60 dias	90 dias	120 dias
T1	14,80 a	24,12 a	30,44 a	18,89 a	25,16 a	31,34 a
T2	11,30 a	20,58 a	27,01 a	16,75 a	24,42 a	30,96 a
T3	15,03 a	20,24 a	28,31 a	18,30 a	24,62 a	32,22 a
T4	14,10 a	24,33 a	32,61 a	15,72 a	22,35 a	28,00 a
T5	10,53 a	17,87 a	22,73 a	16,67 a	25,02 a	30,33 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. T1 (100%SC); T2 (90%CCC + 10%V); T3 (30%FC + 60%CCC + 10%V); T4 (60%FC + 30%CCC + 10%V); T5 (90%FC + 10%V). SC (substrato comercial), CCC (cavaco carbonizado de candeia), FC (fibra de coco), V (vermiculita).

Do autor (2020).

Segundo Carneiro (1995) e Wendling e Dutra (2010), o valor mínimo de altura utilizado como referência para qualidade de mudas é 20 centímetros, o que pode ser observado em todos os tratamentos para ambas as espécies em estudo, aos 120 dias, após a semeadura. Isso representa uma boa medida do potencial desempenho das mudas, no entanto, é necessário que esses valores sejam analisados e comparados com outras variáveis.

Assim como ocorreu com a altura, os valores médios de diâmetro de coleto se apresentaram de forma crescente ao longo do tempo. Todos os tratamentos causaram efeito semelhante para essa característica em ambas as espécies, não diferindo estatisticamente (TABELA 4).

Tabela 4 - Valores médios de diâmetro de coleto de mudas de *Eremanthus erythropappus* e *Acrocarpus fraxinifolius* ao longo do processo de produção.

Tratamentos	<i>Eremanthus Erythropappus</i>			<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>		
	60 dias	90 dias	120 dias	60 dias	90 dias	120 dias
T1	2,77 a	4,17 a	4,99 a	3,25 a	4,41 a	4,81 a
T2	2,31 a	3,64 a	4,63 a	3,28 a	4,62 a	4,89 a
T3	3,02 a	3,96 a	4,71 a	3,20 a	4,22 a	4,66 a
T4	2,41 a	4,33 a	5,06 a	3,14 a	4,24 a	4,76 a
T5	2,34 a	3,28 a	3,78 a	3,26 a	4,60 a	4,93 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. T1 (100%SC); T2 (90%CCC + 10%V); T3 (30%FC + 60%CCC + 10%V); T4 (60%FC + 30%CCC + 10%V); T5 (90%FC + 10%V). SC (substrato comercial), CCC (cavaco carbonizado de candeia), FC (fibra de coco), V (vermiculita).

Do autor (2020).

Segundo Daniel et al. (1997) e Souza et al. (2006), o diâmetro de coleto é uma variável fundamental para indicar o potencial de sobrevivência de mudas florestais no campo pós-plantio e para auxiliar na definição das doses de fertilização a serem aplicadas na produção das mudas, sendo que um valor maior que 2 mm representa uma boa qualidade para o plantio de mudas florestais em campo (Wendling; Dutra, 2010). Conforme Tabela 4, todos os tratamentos proporcionaram mudas com a mesma qualidade e potencial de sobrevivência para as duas espécies.

Para a relação H/DC os valores médios se apresentaram de forma crescente ao longo dos períodos avaliados, sendo que não houve diferenças significativas entre os tratamentos utilizados para as duas espécies (TABELA 5).

Tabela 5 - Valores médios da relação entre H/DC de mudas de *Eremanthus erythropappus* e *Acrocarpus fraxinifolius* ao longo do processo de produção

Tratamentos	<i>Eremanthus erythropappus</i>			<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>		
	60 dias	90 dias	120 dias	60 dias	90 dias	120 dias
T1	4,94 a	4,17 a	4,93 a	5,87 a	5,68 a	6,48 a
T2	3,67 a	4,51 a	4,72 a	5,14 a	5,32 a	6,45 a
T3	5,18 a	4,47 a	5,35 a	5,71 a	5,87 a	6,92 a
T4	4,73 a	4,75 a	5,73 a	5,09 a	5,33 a	5,89 a
T5	3,43 a	3,79 a	4,23 a	5,10 a	5,47 a	6,19 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. T1 (100%SC); T2 (90%CCC + 10%V); T3 (30%FC + 60%CCC + 10%V); T4 (60%FC + 30%CCC + 10%V); T5 (90%FC + 10%V). SC (substrato comercial), CCC (cavaco carbonizado de candeia), FC (fibra de coco), V (vermiculita).

Do autor (2020).

A relação H/DC, também chamada de índice de robustez é relatada como um dos melhores índices de padrão de qualidade de mudas e avalia o quanto delgado a muda se encontra, sendo indicado para estimar a capacidade de sobrevivência no campo (MOREIRA; MOREIRA, 1996). Segundo Birchler et al. (1998), esse índice deve ser menor que 10 para que a muda seja considerada de qualidade.

De acordo com os valores médios de H/DC na Tabela 5, todos os tratamentos apresentaram mudas com o mesmo padrão de qualidade, indicando um bom equilíbrio de crescimento.

#### 4.2 Sobrevivência, peso seco da parte aérea, radicular e total, avaliados aos 120 dias

Para as duas espécies estudadas, de acordo com a análise de variância, não houve diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) nos valores médios de sobrevivência, peso seco da parte aérea, peso seco radicular, peso seco total e índice de qualidade de Dickson (TABELA 6).

Tabela 6 – Resumo da ANOVA para Sobrevivência, Peso seco da parte aérea, radicular e total, Índice de Qualidade de Dickson, de mudas de *Eremanthus erythropappus* e *Acrocarpus fraxinifolius* aos 120 dias após sementeira.

QUADRADO MÉDIO						
<i>Eremanthus erythropappus</i>						
FV	GL	SOB (%)	PSPA (g)	PSR (g)	PST (g)	IQD
Blocos	4	187,50 <sup>ns</sup>	1,22 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	2,53 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>
Tratamentos	4	812,50 <sup>ns</sup>	5,44 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	5,59 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
Resíduo	16	1781,25 <sup>ns</sup>	2,80 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>	4,94 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>
CV (%)		52,76	50,43	55,44	49,51	56,27
Média		80	3,32	1,25	4,57	0,52
<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>						
FV	GL	SOB (%)	PSPA (g)	PSR (g)	PST (g)	IQD
Blocos	4	0,00E+00 <sup>ns</sup>	1,01 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	1,21 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
Tratamentos	4	0,00E+00 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
Residuo	16	0,00E+00 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	1,18 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>
CV (%)		0,00	34,72	16,98	25,74	19,21
Média		100	2,58	1,65	4,23	0,53

ns = não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Do autor (2020).

Na Tabela 7 estão apresentados os valores médios de todos os tratamentos para as características avaliadas aos 120 dias após a sementeira, juntamente com o resultado do teste Tukey.

Tabela 7 - Médias da sobrevivência (SOB), peso seco da parte aérea (PSPA), peso seco radicular (PSR), peso seco total (PST), índice de qualidade de Dickson (IQD), de mudas de *Eremanthus erythropappus* e *Acrocarpus fraxinifolius* aos 120 dias.

<i>Eremanthus erythropappus</i>					
Tratamento	SOB (%)	PSPA (g)	PSR (g)	PST (g)	IQD
T1	80,00 a	3,25 a	1,38 a	4,25 a	0,55 a
T2	80,00 a	3,44 a	1,32 a	4,76 a	0,55 a
T3	85,00 a	3,06 a	1,08 a	4,14 a	0,46 a
T4	85,00 a	4,08 a	1,49 a	5,57 a	0,60 a
T5	70,00 a	2,76 a	0,95 a	3,71 a	0,42 a
<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>					
Tratamento	SOB (%)	PSPA (g)	PSR (g)	PST (g)	IQD
T1	100,00 a	2,22 a	1,55 a	3,78 a	0,48 a
T2	100,00 a	2,46 a	1,59 a	4,05 a	0,51 a
T3	100,00 a	2,31 a	1,67 a	3,98 a	0,48 a
T4	100,00 a	2,53 a	1,73 a	4,26 a	0,58 a
T5	100,00 a	3,35 a	1,69 a	5,05 a	0,61 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma espécie, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. T1 (100%SC); T2 (90%CCC + 10%V); T3 (30%FC + 60%CCC + 10%V); T4 (60%FC + 30%CCC + 10%V); T5 (90%FC + 10%V). SC (substrato comercial), CCC (cavaco carbonizado de candeia), FC (fibra de coco), V (vermiculita).

Do autor (2020)

Tanto para as mudas de candeia, quanto para as mudas de cedro, as cinco formulações de substratos não causaram diferença significativa em relação à sobrevivência aos 120 dias, sendo que o percentual de sobrevivência nas mudas de candeia variou de 70 a 85%, enquanto para as mudas de cedro, o percentual foi de 100% (TABELA 7).

É possível observar, de acordo com os dados médios de sobrevivência na Tabela 7, que tanto para a candeia, quanto para o cedro, principalmente, é viável o uso do cavaco carbonizado de candeia nas diferentes proporções como componente de substrato, já que os tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre si.

Conforme observado por Melo et al. (2014), a fibra de coco quando presente em maiores proporções na composição do substrato, contribuiu com uma taxa de sobrevivência próxima de 100% e maiores crescimento em altura e diâmetro de coleto para a candeia. No presente estudo, os substratos formulados com cavaco carbonizado de candeia proporcionaram estatisticamente o mesmo efeito que o substrato à base de fibra de coco (T5), indicando que o componente apresenta potencial para substituir a casca de arroz carbonizada e também a fibra de coco.

Quanto ao peso seco da parte aérea e peso seco radicular, todos os tratamentos apresentaram comportamento semelhante (Tabela 7), indicando que os substratos testados são viáveis tecnicamente e possibilitaram a produção de mudas com a mesma qualidade.

Segundo Azevedo et al. (2010), maiores valores de peso seco radicular indicam um maior número de raízes aptas à exploração do solo/substrato para aquisição de nutrientes, resultando em uma maior resistência e porcentagem de sobrevivência no campo. Sendo assim, todas as mudas apresentaram a mesma aptidão e resistência, já que os valores da característica em questão são semelhantes estatisticamente.

Para o peso de matéria seca total, os resultados foram semelhantes do peso seco da parte aérea e radicular, sendo que os tratamentos não proporcionaram diferenças estatísticas entre si, indicando que os tratamentos resultaram mudas com o mesmo nível de rusticidade.

Dentre os parâmetros utilizados para avaliar a qualidade de mudas, o índice de qualidade de Dickson é um bom indicador que leva em conta para seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes empregados na avaliação da qualidade das mudas (FONSECA et al., 2002).

Segundo os dados expressos na Tabela 7, os valores médios de IQD estão situados entre 0,42 e 0,60 para as mudas de *Eremanthus erythropappus* e entre 0,48 e 0,61 para as mudas de *Acrocarpus fraxinifolius*, não sendo encontradas diferenças significativas entre os substratos utilizados. Sendo assim, todos os substratos formulados produziram mudas com a mesma qualidade, viabilizando o uso do cavaco carbonizado de candeia na composição de substratos.

O cavaco carbonizado de candeia apresentou grande potencial como substituto para a fibra de coco e também para casca de arroz carbonizada comparando com estudo realizado por Melo et al. (2014), sendo uma alternativa para a redução de custos relacionados à produção de mudas, pois a fibra de coco e a casca de arroz são insumos considerados caros para a região sul de Minas Gerais devido à distância das regiões produtoras e beneficiadoras destes produtos.

## 5 CONCLUSÃO

Os substratos formulados com o cavaco carbonizado de candeia proporcionaram o mesmo crescimento comparado aos demais, independente da sua proporção, mostrando-se tecnicamente viável para produção de mudas de *Eremanthus erythropappus* e *Acrocarpus fraxinifolius*, para as condições testadas.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. S. **Avaliação morfológica de mudas de *Allophylus edulis* (A. St. Hill., A. Juss. e Cambess.) Radl. (Vacum) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira) produzidas em diferentes substratos.** 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2005.

AZEVEDO, I. M. G. et al. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) em viveiro. **Acta Amazonica**, Amazonas, v. 40, n. 1, 2010.

BIRCHLER, T. et al. La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementacion practica. **Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales**, Madrid, v. 7, n. 1/2, p. 109-121, 1998.

BRAGA, E. A. **Substratos e fertilização na produção de mudas de candeia *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeisch, em tubetes.** 2006. 77 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa N° 17, de 21 de maio de 2007. **Aprova os Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos e Condicionadores de Solos, na forma do Anexo à presente Instrução Normativa.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 maio 2007. Seção 1, p. 8.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa N.º 31, de 23 de outubro de 2008. **Altera os subitens 3.1.2, 4.1 e 4.1.2, do Anexo à Instrução Normativa SDA n.º 17, de 21 de maio de 2007.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 out. 2008. Seção 1, p. 20.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 27-33, jan./abr. 2008.

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; TEDESCO, N. Crescimento de mudas de *Acacia mearnsii* em função de diferentes doses de vermicomposto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 57, p. 161-170, 2000.

CARDOSO, A. F. et al. Caracterização física do substrato reutilizado da fibra da casca de coco. **Horticultura Brasileira**, Jaboticabal, v. 28, p. 385-392, 2010.

CARNEIRO, J. G. A. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995.

CARVALHO, P. E. Espécies introduzidas alternativas às do gênero *Pinus* e *Eucalyptus* para reflorestamento no Centro-sul do Brasil. In: GALVÃO, A. P. M. (Coord.) **Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais**, Colombo; Embrapa Florestas, 1998, p. 75-99.

CUNHA, A. O. et al. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.4, p.507-516, 2005.

DANIEL, O. et al. Aplicação de fósforo em mudas de *Acácia mangium* Willd. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 163-168, 1997.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Comunicação, classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez., 2007.

DAVIDE, A. C. et al. Produção e tecnologia de sementes de candeia. In: SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D.; DAVIDE, A. C. **O manejo sustentável da candeia: O caminhar de uma nova experiência florestal em Minas Gerais**. Lavras: Editora UFLA, 2012. p. 29-42.

DAVIDE, A. C.; MELO, L. A. Produção de mudas de candeia. In: SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D.; DAVIDE, A. C. **O manejo sustentável da candeia: O caminhar de uma nova experiência florestal em Minas Gerais**. Lavras: Editora UFLA, 2012. p. 43-60.

DELARMELINA, W.M. **Resíduos na formulação de substrato para produção de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.** 2012. 49 p. Monografia (Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2012.

DIAS, G. P. et al. Características morfológicas, anatômicas e fisiológicas de mudas de *Acrocarpus fraxinifolius* WIGHT & ARN de acordo com recipientes e fertilização. **Cerne**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 430-438, dezembro de 2018.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of White spruce and White pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

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, p. 63-70, 2006.

ELOY, E. et al. Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 3, p. 373-384, jul./set. 2013.

EMBRAPA FLORESTAS. **Embrapa Florestas: Dedicção à Pesquisa Florestal**. Colombo, 2003, 54 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 81).

FAVALESSA, M. **Substratos renováveis e não renováveis na produção de mudas de *Acacia mangium***. 2011. 50 p. Monografia (Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2011.

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

FERMINO, M.H. Caracterização do um substrato. **Substratos: composição, caracterização e métodos de análise**. Guaíba: Agrolivros, 2014, p.31-46.

FERMINO, M.H. Utilização de substrato – um brevíssimo histórico. **Substratos: composição, caracterização e métodos de análise**. Guaíba: Agrolivros, 2014, p.17.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FIRMINO, A. C.; MORAES, W. B.; FURTADO, E. L. Primeiro relato de *Ceratocystis fimbriata* causando seca em *Acrocarpus fraxinifolius* no Brasil. **Summa phytopathologica**, Botucatu, v. 41, n. 2, p. 160, June 2015.

FONSECA, É. P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515- 523, 2002.

FONSÊCA, T.G. **Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO<sub>2</sub> na água de irrigação**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Piracicaba, 2001.

GOMES et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.6, p. 665-664, 2002.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação na qualidade de mudas de Eucalyptus grandis, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K**. 2001. 126 p. Tese (Pós-Graduação em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2001.

HARGITAI, L. The preparation of artificial soils based on peat materials for growing under glass and plastics. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 50, p. 143-145, 1975.

HIGA, A. R; PRADO, C. A. *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. In: GALVÃO. A. P. M. (Coord.). **Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais**. Colombo: Embrapa Florestas, 1998, p. 57-60.

HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200. 1990. Roseburg: **Proceedings...** Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, p.218-222.

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

KRATZ, D. **Substratos renováveis para produção de mudas de Eucalyptus benthamii maiden et cambage e Mimosa scabrella benth.** 118 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias). Universidade Federal do Paraná, PR, 2011.

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

LACERDA, M. R. B. et al. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 163-170, 2006.

LOPES, J. L. W. et al. Influência dos fatores bióticos e abióticos na sobrevivência de eucalipto em função do solo e do manejo de viveiro. **Biotemas**, Santa Catarina, v. 22, n. 2, p. 29-38, 2013.

LUDWIG, F. **Características dos substratos no desenvolvimento, nutrição e produção de Gérbera (*Gerbera jamesonii*) em vaso** 132 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Estadual de São Paulo- Botucatu, 2010.

MEDRADO, R. D. et al. Influência de diferentes substratos no desenvolvimento de mudas de *Pinus taeda*. **Embrapa Florestas: I Evento de iniciação científica**. Colombo, 2002.

MELO, L. A. de. et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eremanthus erythropappus* sob diferentes formulações de substrato. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 21, n. 2, p. 234-242, June 2014.

MOREIRA, F. M. S.; MOREIRA, F. W. Característica de germinação de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia, em condições de viveiro. **Acta Amazônica**, Manaus, AM, v. 26, p. 3-16, 1996.

MOURÃO, I. M. **Manual de horticultura no modo de produção biológico**. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima/IPVC, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, 2007.

NOGUERA, P.; ABAD, M.; NOGUERA, V.; PUCHADES, R.; MAQUIEIRA, A. Coconut coirwaste, a new and viable ecologically-friendly peat substitute. **Acta Horticultural**, Valencia, v. 517, p. 279-286, 2000.

OLIVEIRA JÚNIOR, O. A.; CAIRO, P. A. R.; NOVAES, A. B. Características morfofisiológicas associadas à qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em diferentes substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 1173-1180, 2011.

PEZZUTTI, R. V.; SCHUMACHER, V.; HOPPE, J. M. Crescimento de mudas de *Eucalyptus globulus* em resposta à fertilização NPK. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 117-125. 1999.

ROSA, L. S. et al. Emergência, crescimento e padrão de qualidade de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke sob diferentes níveis de sombreamento e profundidades de semeadura. **Revista Ciências Agrárias**, Belém, n. 52, n. 1, p. 87-98, jul./dez. 2009.

ROSA, M.F.; SANTOS, F.J.S.; MONTENEGRO, A.A.T.; ABREU, F.A.P.; CORREIA, D.; ARAÚJO, F. B. S.; NORÕES, E. R. V.; **Caracterização do pó da casca de coco verde usado como substrato agrícola**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 6p. (Comunicado Técnico, 54).

SANTOS, F. E. V. et al. Características químicas de substratos formulados com lodo de esgoto para produção de mudas florestais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 18, n. 9, p. 971–979, 2014.

SANTOS, L. W.; COELHO, M. F. B.; AZEVEDO, R. A. B. de. Qualidade de mudas de pau-ferro produzidas em diferentes substratos e condições de luz. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 74, p. 151-158, 2013.

SCHORN, L.A; FORMENTO, S. **Silvicultura II: Produção de mudas florestais**. FURB: Blumenau, SC. 55p, 2003.

SCHUMACHER, M. V. et al. Biomassa e comprimento de raízes finas (<2mm) em uma floresta de *Pinus elliottii* Engelm., em Santa Maria, RS. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 8; 2003, São Paulo-SP. **Relação de trabalhos**. São Paulo: SBEF/SBS, 2003. n. 51. 1 CD-ROM.

SCOLFORO, J. R. S.; LOEUILLE, B. F. P.; ALTOÉ, T. F. Caracterização da candeia. In: SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D.; DAVIDE, A. C. **O manejo sustentável da candeia: O caminhar de uma nova experiência florestal em Minas Gerais**. Lavras: Editora UFLA, 2012. p. 19-27.

SILVA, E. A. et al. Avaliação da disponibilidade de água e ar em substratos agrícolas à base de turfa e casca de arroz carbonizada. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**., João Pessoa, v.5, n.4, p.19-23, dez. 2011.

SILVA, R. F. da. et al . Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em substratos orgânicos alternativos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 609-619, Sept. 2014.

SILVA, W. M. et al. Utilização da vermiculita reaproveitada associada à germinação e vigor de sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum*) submetidas. **XXVI Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa**, Poços de Caldas, MG, 2015.

SONNEVELD, C. **Effects of salinity on substrate grown vegetables and ornamentals in greenhouse horticulture**. 2000. 149 p. Tese (Doutorado). Wageningen Universitiet, 2000.

SOUZA, C. A. M. et al. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.

SPERANDIO, H. V. et al. Qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis* produzidas em diferentes substratos. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 4, p. 214-221, 2011.

SUGUINO, E. **Influência dos substratos no desenvolvimento de mudas de plantas frutíferas**. 2006, 82 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2006.

TAVARES JÚNIOR, J. E. . **Volume e granulometria do substrato na formação de mudas de café**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004.

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.

TRIANOSKI, R.; IWAKIR, S.; MATOS, JLM; PRATA, JG. Viabilidade da utilização de *Acrocarpus fraxinifolius* em diferentes proporções com *Pinus* spp. para produção de painéis aglomerados. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 91, p. 343-350, 2011b.

Wendling, I.; Dutra, L. F. Produção de mudas de eucalipto por sementes. In: Wendling, I.; Dutra, L. F. **Produção de mudas de eucalipto**. 2. ed. Colombo, Embrapa Florestas. p.13-47, 2010.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. **Produção de mudas de espécies lenhosas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 1 CD-ROM. (Embrapa Florestas. Documentos, 130).

ZORZETO, T. Q. et al. Caracterização física de substratos para plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 3, p. 300-311, 2014.