

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

NAIARA BITTI VILELA

CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Cecropia pachystachya* Trécul EM
SUBSTRATOS A BASE DE RESÍDUOS SOB COMPOSTAGEM
PARCIAL

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2014

NAIARA BITTI VILELA

CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Cecropia pachystachya* Trécul EM
SUBSTRATOS A BASE DE RESÍDUOS SOB COMPOSTAGEM
PARCIAL

Monografia apresentada ao
Departamento de Ciências
Florestais e da Madeira da
Universidade Federal do Espírito
Santo, como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheira
Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2014

NAIARA BITTI VILELA

CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Cecropia pachystachya* Trécul EM
SUBSTRATOS A BASE DE RESÍDUOS SOB COMPOSTAGEM
PARCIAL

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da
Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do
título de Engenheiro Florestal.

Aprovada em 05 de NOVEMBRO de 2014.

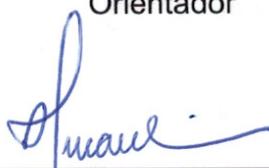
COMISSÃO EXAMINADORA



Elzimar de Oliveira Gonçalves

Prof^a. D. Sc., Universidade Federal do Espírito Santo

Orientador



Rodrigo Sobreira Alexandre

Prof. D. Sc., Universidade Federal do Espírito Santo



Marcilene Favalessa

M. Sc. em Ciência Florestal - UFES

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

Primeiramente a Deus, por me dar saúde e força para concluir o curso e poder me tornar uma Engenheira Florestal. Felicidade sem igual.

À minha mãe, Isabel, por sempre me apoiar e não me deixar desanimar diante das dificuldades. Pelo amor, carinho e paciência. Você é minha base, minha amiga e companheira, sem você nada disso seria possível. Obrigada por sempre acreditar em mim.

Ao meu irmão, Bonifacio, pelo amor e carinho. Obrigada por ser meu irmão, te admiro e me inspiro em você como pessoa e profissional que é.

Ao Rafael Ribeiro, obrigado por todo apoio nessa caminhada, você foi incrível e fundamental desde o início, obrigado pela paciência, pelos conselhos e companheirismo.

A minha tia Idê (*in memorian*), que sempre me estimulou e torceu pela minha vitória. Você me fará muita falta.

A toda minha família pelo apoio. Amo todos vocês.

À Kelly e ao Lomanto, que me ajudaram com o experimento.

A Professora Elzimar de Oliveira Gonçalves, pessoa que respeito e admiro. Uma honra em tê-la como orientadora. Obrigada por todos os ensinamentos, pelo apoio, dedicação, paciência e compromisso.

Enfim, agradeço a todos por terem acreditado em minhas capacidades e habilidades.

RESUMO

A exigência em se produzir mudas de qualidade tem sido cada dia maior, e o substrato é fator fundamental para se alcançar a qualidade desejada, pois contribui para melhor desenvolvimento e resistência das mudas em campo. Com o objetivo de avaliar a compostagem parcial de diferentes tipos de resíduos para produção de mudas de *Cecropia pachystachya* Trécul, que é uma espécie muito utilizada na recuperação de áreas degradadas, é fonte de alimento para fauna local e possui madeira que pode ser utilizada para produção de diferentes produtos, realizou-se um estudo que foi instalado na área experimental do Departamento de Ciências Florestais e Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo. Neste estudo, foi realizada uma compostagem parcial de 13 combinações (tratamentos) de resíduos como casca de arroz, casca de café, apara de grama e esterco bovino, com quatro repetições cada, que permaneceram em estufa, sendo umedecidos e revolvidos periodicamente durante dois meses. Ao final dos dois meses, os tubetes foram preenchidos com os substratos oriundos da compostagem e em seguida foi realizada a semeadura da espécie escolhida. Amostras de cada substrato foram separadas e enviadas para análise em laboratório para avaliação das suas propriedades físicas e químicas. Ao final foram avaliadas: altura, diâmetro do coleto, peso da massa seca da raiz, peso da massa seca da parte aérea das mudas da espécie em estudo. A qualidade das mudas foi avaliada pelo Índice de Qualidade de Dickson (IQD), comparando as médias pelo teste de Scott-knott a 5% de significância. Dessa forma, verificou-se que, de acordo com IQD, os substratos, oriundos da compostagem parcial de casca de café, casca de arroz, apara de grama e esterco bovino, são viáveis para produção mudas de qualidade de *Cecropia pachystachya* Trécul.,

Palavras chave: *Casca de arroz, Casca de café, Aparas de grama, Esterco bovino.*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivos.....	12
1.1.1 Objetivo geral.....	12
1.1.2 Objetivos específicos	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.....	13
2.2 Substratos.....	13
2.3 Compostagem	14
2.3.1 Casca de arroz " <i>in natura</i> "	15
2.3.2 Casca de café " <i>in natura</i> "	16
2.3.3 Esterco bovino	16
2.3.4 Apará de grama	17
3 METODOLOGIA.....	18
3.1 Local de estudo	18
3.2 Componentes do substrato.....	18
3.3 Preparo da compostagem, montagem e condução do experimento.....	19
3.4 Análises dos substratos	24
3.5 Delineamento experimental	28
3.6 Coleta de dados.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
4.1 Altura da parte aérea, diâmetro do coleto e relação altura/diâmetro	29
4.2. Massa seca de raiz, da parte aérea, total e relação massa seca da parte aérea / massa seca de raízes	33
4.3 Índice de Qualidade de Dickson (IQD).....	37
5. CONCLUSÕES	38
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

APÊNDICES.....	45
Apêndice A	46

LISTADE TABELAS

Tabela 1 - Substratos formulados com solo (S), casca de arroz <i>in natura</i> (CA), casca de café <i>in natura</i> (PC), aparas de grama (AG) e substrato comercial (SC))	19
Tabela 2 – Atributos químicos dos substratos estudados	26
Tabela 3 - Resultados das características físicas dos tratamentos avaliados.....	27
Tabela 4 - Altura (H), diâmetro do coleto (DC), relação altura/diâmetro do coleto (H/DC), de mudas de <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul, 176 dias após semeadura	30
Tabela 5 - Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e relação massa seca da parte aérea/massa seca de raiz (MSPA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul, 176 dias após semeadura.....	34
Tabela 6 - Tabela 4 - Resultado da análise de variância (ANOVA) para as variáveis altura, diâmetro, altura/diâmetro (H/D), massa seca de raiz (MSR), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), relação MSR/MSPA e índice de qualidade de dickson (IQD).....	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Local onde a compostagem foi preparada	20
Figura 2- Resíduos misturados em caixotes revestidos com lona para a compostagem.....	20
Figura 3- Material gerado da compostagem sendo peneirado	21
Figura 4- Arranjo dos tubetes na bandeja	22
Figura 5- Arranjo dos tubetes na bandeja representando uma repetição.....	22
Figura 6- Semeadura dos tubetes com sementes da espécie <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	23
Figura 7- Mudanças de <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul após o raleio.....	23
Figura 8- Mudanças de <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul a pleno sol.....	24

“Vitórias e derrotas são comuns, mas o empenho, ninguém pode julgar o empenho, porque o empenho é entre você e você [...]”.

(Autor desconhecido)

1 INTRODUÇÃO

A *Cecropia pachystachya* Trécul, é uma espécie que pertence à família Cecropiaceae e ao gênero *Cecropia*. As árvores desse gênero são consideradas de crescimento rápido, muito elegantes e ornamentais, sendo muito utilizadas no paisagismo. Essa espécie apresenta características de grande interesse para realização de estudos, pois é muito utilizada na recuperação de áreas degradadas, facilitando o crescimento de plantas mais exigentes, sendo também fonte de alimento para fauna local e sua madeira, por ser de baixa densidade, pode ser utilizada para produção de brinquedos, lápis, palitos de fósforo e etc (LORENZI, 2002; CARVALHO, 2006; ALVES, 2009;).

A escolha adequada de sementes, substratos e adubos deve ser realizada cuidadosamente, pois são esses fatores que contribuirão para o melhor desenvolvimento e a sanidade da muda (YAMANISHI et al., 2004). Dentre esses fatores o substrato tem grande importância, pois é onde a planta fixará suas raízes e onde será retido o líquido que disponibilizará os nutrientes às plantas. Um substrato ideal deve conter alta capacidade de retenção de água e ao mesmo tempo manter a aeração para que as raízes não sejam submetidas a baixos níveis de oxigênio, o que compromete o desenvolvimento da muda, possuir decomposição lenta, e ser de fácil disponibilidade (MELO et al., 2006).

Há grande diversidade de materiais orgânicos e inorgânicos que podem ser utilizados para a produção de mudas, sendo necessária a escolha correta dos mais apropriados para cada espécie a ser cultivada. Esses componentes devem atender a demanda de nutrientes e as propriedades físicas de um substrato com características apropriadas para receber a espécie escolhida e não conter organismos patogênicos (LIMA et al., 2006).

Dessa forma, resíduos oriundos da agricultura e da pecuária que seriam descartados de forma incorreta, como exemplo a casca de arroz que quando depositada diretamente no solo e a céu aberto libera metano (Walter & Rossato, 2010), podem causar prejuízos ao meio ambiente. Esses resíduos poderão ser

reaproveitados por agricultores como forma de substrato trazendo benefícios como redução dos custos com substratos comerciais, adubos, herbicidas e fungicidas, reduzindo assim o custo final da muda.

Resíduos como a casca de café, a casca de arroz, a aparas de grama e dejetos animais, podem ser utilizados, após uma compostagem, como componentes para formulação de substratos, devido principalmente ao baixo custo, facilidade de aquisição e disponibilidade em grande quantidade, em algumas regiões (CUNHA 2005).

A compostagem é uma técnica que acelera a decomposição do material orgânico, quando se encontra em condições favoráveis para o desenvolvimento microbiano, gerando assim o substrato que será utilizado na produção de mudas. Esse processo é demorado, gastando de 90 a 120 dias para que o material esteja adequado para uso. Os fatores que influenciam esse processo são: a temperatura, aeração, umidade, relação carbono: nitrogênio e nutrientes (COSTA, 2005). Para isso precisa-se de tempo, manejo adequado, como irrigação e revolvimento, e mão-de-obra. Já a compostagem parcial é um processo mais rápido, cerca de 60 dias, e de menor custo, pois necessita de menos tempo e conseqüentemente menos gasto com mão de obra.

A presente pesquisa busca a viabilidade do reaproveitamento de resíduos oriundos da agricultura e pecuária sob compostagem parcial, para formulação de substratos que sejam de baixo custo, para os agricultores, com redução nos custos de produção das mudas e do volume de material poluente que seria despejado no ambiente.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Esta pesquisa tem como objetivo geral avaliar a viabilidade da compostagem parcial de diferentes combinações de resíduos para produção de mudas de *Cecropia pachystachya* Trécul.

1.1.2 Objetivos específicos

- Analisar as propriedades físicas e químicas do substrato gerado pela compostagem parcial dos resíduos.
- Avaliar o crescimento das mudas nos diferentes substratos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Cecropia pachystachya* Trécul.

A espécie *Cecropia pachystachya* Trécul pertence à família Cecropiaceae conhecida popularmente como embaúba (nome vulgar de origem do tupi ambaíba que significa árvore oca), é uma espécie arbórea heliófila, perenifólia, podendo atingir até 25 metros de altura. Possui folhas simples, alternas e agrupadas nas extremidades dos ramos e seus frutos são múltiplos, de 4 a 6 espigas em forma de dedos. Sua madeira é leve (0,25 a 0,41g cm⁻³), de cor esbranquiçada, macia ao corte e de baixa durabilidade (RAMALHO, 2006).

É uma árvore ornamental, podendo ser utilizada no paisagismo. A madeira pode ser empregada como flutuadores em jangadas e embarcações em geral, para confecção de salto de calçados, brinquedos, lápis, palito-de-fósforo, forros e pasta celulósica (LORENZI, 2002; RAMALHO, 2006;).

Essa espécie também é de grande importância para a fauna local, pois os brotos de suas folhas são muito procurados por bicho-preguiça, e os frutos, produzidos anualmente e em grandes quantidades, servem de alimento para pássaros e morcegos, enquanto o tronco possui cavidades, em seu interior, que servem de abrigo para formigas (CARVALHO, 2006). É também muito utilizada na recuperação de áreas degradadas, e por ser uma espécie pioneira, facilitará no crescimento às plantas mais exigentes (ALVES, 2009).

2.2 Substratos

Substrato é o meio onde a planta se desenvolverá, onde deve haver estabilidade biológica, pois altas relações entre carbono e nitrogênio (C/N) podem levar à competição entre plantas e microrganismos por nutrientes. O substrato ideal deve ser uniforme em sua composição, ter baixa densidade, ser poroso, apresentar adequada capacidade de retenção de água e capacidade de troca catiônica (CTC) e

ser isento de pragas, de organismos patogênicos e de sementes de plantas daninhas (LOPES et al., 2007; DANTAS et al., 2009).

Geralmente eles são formados por mais de um componente, com o objetivo de se obter o equilíbrio físico e químico da mistura que será utilizada na produção de mudas, pois, normalmente, materiais utilizados isoladamente não atendem a todas as necessidades da planta (ARAÚJO, 2010). Além disso, os materiais escolhidos para a composição do substrato devem, preferencialmente, ser abundantes na região e de baixo custo para que o valor final da produção de mudas não seja elevado (LIMA et al., 2006).

Com o passar dos anos, o uso de substratos para produção de mudas de qualidade tem sido cada vez mais frequente, principalmente quando o mesmo está associado ao cultivo de mudas em bandejas. Essa combinação apresenta muitas vantagens como: melhor utilização e controle da água, diminuindo a umidade excessiva em torno das raízes das mudas, e maior controle das características químicas do material devido a possível utilização da fertirrigação e/ou enriquecimento de materiais inertes (ARAÚJO, 2010).

Existe um elevado volume de resíduos oriundos das atividades agrícolas e da pecuária, como dejetos de animais e restos de culturas, palhas, que descartados de maneira incorreta podem causar sérios problemas de poluição ao meio ambiente. (OLIVEIRA et al., 2004), e que podem servir de material para uso nas composições de substratos para produção de mudas.

2.3 Compostagem

A compostagem é uma técnica eficiente para o reaproveitamento de resíduos orgânicos e o produto gerado desse processo é classificado como adubo orgânico (OLIVEIRA et al., 2004). A utilização do material oriundo desse processo para produção de mudas é uma forma de se reduzir os custos com a compra de substratos, adubos, pesticidas e herbicidas.

O processo de compostagem é gerado pelo metabolismo dos organismos existentes no material orgânico, a partir desse primeiro momento, o material em

decomposição sofre alterações até que sua estrutura não possa ser mais reconhecida (FARIAS, 2001).

Essa técnica acelera a decomposição do material orgânico quando se encontra em condições favoráveis para o desenvolvimento microbiano. Os fatores que influenciam esse processo são: a temperatura, aeração, umidade, relação carbono:nitrogênio e nutrientes (COSTA, 2005).

Durante a compostagem, a matéria orgânica (folhas, estrume, restos de comida) é transformada em um material semelhante ao solo (LEMOS, 2012). Segundo Souza et al. (2013), esse adubo orgânico melhora a estrutura e aduba o solo, gerando redução do uso de herbicidas e pesticidas devido à presença de fungicidas naturais e microorganismos, além de aumentar a retenção de água pelo solo.

Existe uma variedade muito grande de materiais que podem ser utilizados na compostagem para produção de substrato, desde restos vegetais oriundos da agricultura como, casca de arroz, casca de café, até dejetos de animais que são de origem da pecuária. Outro material que, normalmente, é gerado em grande volume e é de difícil destinação é a aparas de grama.

2.3.1 Casca de arroz “*in natura*”

A casca de arroz tem sido muito utilizada como substrato para plantas, pois é um material de elevada disponibilidade e possui características favoráveis ao desenvolvimento vegetal, podendo ser utilizada como substrato na forma carbonizada ou “*in natura*” (STEFFEN, 2010).

A utilização da casca de arroz como substrato é interessante, pois a mesma apresenta baixa capacidade de retenção de água, drenagem rápida e eficiente, proporcionando boa oxigenação para as raízes, elevado espaço de aeração ao substrato, resistência à decomposição, relativa estabilidade de estrutura, baixa densidade e pH próximo à neutralidade (MELLO, 2006).

Este resíduo pode ser utilizado como condicionador do solo para melhorar a baixa retenção de água e reduzir pH's elevados (BELLÉ E KAMPF, 1994). Santos (2011), ainda afirma que o seu uso pode trazer benefícios ao solo atuando, como adubo orgânico e como fungicida.

2.3.2 Casca de café “*in natura*”

Em algumas regiões do país, tal como no sul do estado do Espírito Santo existe um alto número de plantações de café gerando um elevado volume de resíduos de casca de café, que é originário do beneficiamento do grão, onde o mesmo é separado da casca.

A casca de café proporciona proteção ao solo, alta relação carbono/nitrogênio e capacidade de devolver, à lavoura, nutrientes como nitrogênio e potássio, que foram extraídos pela produção, além de controlar as plantas daninhas por ação física (SANTOS, 2006).

2.3.3 Esterco bovino

O esterco bovino é um resíduo oriundo da pecuária que apresenta interações benéficas com microrganismos do solo, pois diminui a densidade aparente, melhora a estrutura e a estabilidade dos agregados, aumenta a capacidade de infiltração de água, a aeração e melhora a possibilidade de penetração radicular (ANDREOLA et al., 2000).

Este resíduo é um componente que traz importantes melhorias na qualidade dos substratos propiciando as melhores condições para o crescimento de mudas, aumentando a capacidade de retenção de água, a porosidade e a agregação do substrato, além de elevar os teores de matéria orgânica, potássio, fósforo, cálcio, magnésio, sódio, boro, ferro e zinco, e reduzir os teores de alumínio, cobre e manganês que são elementos essenciais às mudas (WENDLING & GATTO, 2002; GUIMARÃES et al. 2005; VITTI, 2006).

2.3.4 Aparas de grama

Existem diferentes espécies de grama e cada uma pode ser utilizada para diferentes propósitos como: ornamentação de jardins de residências e comércios e até mesmo campos de futebol e outros esportes. Dessa forma para manter a beleza dos jardins e dos campos esportivos é necessária a realização de podas com frequência. Em virtude disso o volume gerado desse resíduo é elevado, sendo interessante o estudo para a melhor escolha de seu descarte.

As aparas de grama, de acordo com Gabriel (2008), são matéria orgânica muito rica em nutrientes, que diminuem a velocidade da compostagem e são isolantes térmicos. São materiais de fácil aquisição e disponibilidade, podendo representar uma alternativa de substrato para produção de mudas.

3 METODOLOGIA

3.1 Local de estudo

O experimento foi conduzido de agosto de 2013 a maio de 2014, na área experimental do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, na cidade de Jerônimo Monteiro, situada a 20°47'8" de Latitude Sul e 41°23'52" de Longitude Oeste, a uma altitude de 109 metros.

3.2 Componentes do substrato

Para a montagem do experimento utilizou-se o solo da própria área em que foi realizado. Além do solo, para compor o substrato, foram utilizados diferentes materiais orgânicos, tais como a casca de arroz "*in natura*", a casca de café "*in natura*", as aparas de grama e o esterco bovino, que foram adquiridos nas proximidades do município de Jerônimo Monteiro – ES com produtores rurais da região, com exceção das aparas de grama que foram provenientes de podas de gramados de jardins residenciais do município.

Como testemunha utilizou-se substrato comercial a base de casca de pinus, esterco, serragem, fibra de coco, casca de arroz, cinza, gesso agrícola carbonato de cálcio, magnésio, termofosfato magnésiano (Yoorin) e aditivos (fertilizantes).

Os substratos foram preparados com diferentes percentuais desses materiais, consistindo em 14 tratamentos, os quais são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Substratos formulados com casca de café (CC), casca de arroz “*in natura*” (CA), apara de grama (AG), esterco bovino (E), solo (S), e substrato comercial (SC).

Tratamentos	CC (%)	CA (%)	AG (%)	E (%)	S (%)	SC (%)
T1	10	20	20	10	40	-
T2	20	10	20	10	40	-
T3	20	20	10	10	40	-
T4	25	25	-	10	40	-
T5	25	-	25	10	40	-
T6	-	25	25	10	40	-
T7	16,7	16,7	16,7	10	40	-
T8	20	30	-	10	40	-
T9	20	-	30	10	40	-
T10	-	20	30	10	40	-
T11	-	30	20	10	40	-
T12	30	20	-	10	40	-
T13	30	-	20	10	40	-
T14	-	-	-	-	-	100

3.3 Preparo da compostagem, montagem e condução do experimento

Para a montagem do local onde foi realizada a compostagem utilizou-se caixotes de madeira, com volume aproximado de 25 litros, revestidos com lona de polietileno preta, para que não houvesse perdas do material (Figura 1 e 2).

Os caixotes contendo as misturas dos resíduos foram alocados em local coberto com plástico incolor (estufa), para que a água da chuva não os molhassem.



Figura 1- Local onde a compostagem foi preparada.



Figura 2- Resíduos misturados em caixotes revestidos com lona para a compostagem.

Os resíduos, casca de arroz, casca de café e apara de grama, estavam secos para facilitar a homogeneização do material. O esterco bovino estava curtido para que fossem eliminadas todas as ervas espontâneas e possíveis patógenos e parasitas que pudessem contaminar o experimento. Esses materiais foram colocados nos caixotes, cada um com concentrações diferentes de cada resíduo, misturados e devidamente identificados.

Os tratamentos foram umedecidos e revolvidos duas vezes por semana durante dois meses para que ocorresse a homogeneização do material durante a compostagem parcial dos resíduos.

Ao final de dois meses, o substrato gerado da compostagem parcial dos resíduos foram secos e peneirados (Figura 3).



Figura 3- Material gerado da compostagem sendo peneirado.

Adicionou-se 2 kg de fertilizante NPK 4-14-8 por metro cúbico de substrato gerado (2kg m^{-3}), que e em seguida foram umedecidos, para que ao preencher os tubetes o substrato não fosse perdido. Na sequência realizou-se o preenchimento dos tubetes, de forma manual. Estes foram dispostos em arranjos de quatro por quatro, totalizando 16 tubetes por repetição, conforme a Figura 4 e 5.



Figura 4- Arranjo dos tubetes na bandeja.



Figura 5- Arranjo dos tubetes na bandeja, representando uma repetição.

Após o enchimento dos tubetes, estes foram alocados em bandejas suspensas em canteiros a 0,9 m do solo em casa de sombra com 50% de sombreamento. Os tubetes utilizados eram de polipropileno com volume de 180 cm^3 , com diâmetro superior de 5 cm, diâmetro inferior de 1 cm e altura de 13,5 cm.

Após o enchimento e alocação dos tubetes foi realizada a semeadura de forma manual (Figura 6), alocando-se superficialmente de cinco a dez sementes por tubete, sendo mantidos na casa de vegetação por 30 dias.



Figura 6- Semeadura dos tubetes com sementes da espécie *Cecropia pachystachya* Trécul.

Após 30 dias da sementeira foi realizado um raleio das mudas (Figura 7) com o objetivo de deixar apenas uma muda por tubete, escolhendo a mais vigorosa.



Figura 7- Mudas de *Cecropia pachystachya* Trécul após o raleio.

Aos 67 dias após a sementeira, os tubetes foram espaçados na bandeja ocupando apenas 50% dela, alternando células vazias e células com tubete, e assim foram transferidas a pleno sol (Figura 8), onde permaneceram por 109 dias.



Figura 8- Mudas de *Cecropia pachystachya* Trécul a pleno sol.

A adubação de cobertura começou a ser realizada assim que as mudas foram transferidas para pleno sol. De acordo com o recomendado por Gonçalves & Poggiani (1996) utilizou-ser 1 kg de sulfato de amônio e 300 g de cloreto de potássio em 100 L de água. Com base nessa recomendação, foi utilizado 89,6g de N e 26,88g de K dos respectivos fertilizantes que foram dissolvidos em 4480mL de água, em seguida foi adicionado a cada tubete 5mL da solução, repetindo esse procedimento semanalmente até a desmontagem do experimento.

Durante o experimento, as mudas foram irrigadas automaticamente pelo sistema de irrigação por microaspersão do viveiro, quatro vezes ao dia sendo duas no período da manhã e duas à tarde.

3.4 Análises dos substratos

Após a compostagem parcial dos tratamentos, foram retirados aproximadamente 2,5 litros de amostra de cada tratamento para a realização das análises físicas no Laboratório de Substratos do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e 1L de

amostra para a realização das análises químicas dos substratos no Laboratório de Recursos Hídricos/DCFM/CCA-UFES, Jerônimo Monteiro - ES.

As características químicas analisadas foram: pH, fósforo, potássio, sódio, magnésio, alumínio, carbono, H+Al, matéria orgânica, CTC efetiva, CTC total, saturação por base, saturação por Alumínio e índice de saturação de sódio (Tabela 2).

As características físicas analisadas foram: densidade úmida, densidade seca, umidade atual, pH, condutividade elétrica, porosidade total, espaço de aeração, água facilmente disponível, água tamponante, água remanescente, capacidade de retenção de água e água disponível (Tabela 3).

Tabela 2 – Atributos químicos dos substratos estudados.

TRATAMENTO	pH H ₂ O	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	C	M.O.	CTC(t)	CTC(T)	S.B.	V	M
		mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³				g kg ⁻¹		cmol _c dm ⁻³			%	
T1(10% CC + 20% CA + 20% AG)	5,8	176	1355	53	3,7	2,2	0,2	3,9	17,9	30,9	9,80	13,50	9,60	71,1	2,0
T2 (20% CC + 10% CA + 20% AG)	5,9	160	1270	41	3,7	2,1	0,1	3,7	17,4	30,0	9,33	12,93	9,23	71,4	1,1
T3 (20% CC + 20% CA + 10% AG)	6,3	143	965	34	3,5	2,0	0,0	3,6	20,9	36,0	8,12	11,72	8,12	69,3	0,0
T4 (25% CC + 25% CA)	6,5	83	935	31	3,3	1,9	0,0	2,7	18,2	31,4	7,73	10,43	7,73	74,1	0,0
T5 (25% CC + 25% AG)	6,8	133	2470	51	3,1	2,0	0,0	2,5	19,7	34,0	11,66	14,16	11,66	82,3	0,0
T6 (25% CA + 25% AG)	7,0	136	1285	44	2,6	2,0	0,0	1,9	18,4	31,7	8,09	9,99	8,09	81,0	0,0
T7(16,7% CC + 16,7% CA + 16,7% AG)	7,3	131	2885	50	2,9	2,0	0,0	2,1	19,9	34,3	12,51	14,61	12,51	85,6	0,0
T8 (20% CC + 30% CA)	6,7	124	2455	41	3,2	2,0	0,0	2,6	19,1	32,9	11,67	14,27	11,67	81,8	0,0
T9 (20% CC + 30% AG)	7,9	132	3330	58	2,5	1,8	0,0	1,1	19,4	33,4	13,09	14,19	13,09	92,2	0,0
T10 (20% CA + 30% AG)	6,3	158	1565	59	3,4	2,1	0,0	2,2	17,6	30,3	9,77	11,97	9,77	81,6	0,0
T11 (30% CA + 20% AG)	6,7	157	1030	44	3,1	2,0	0,0	1,9	17,6	30,3	7,93	9,83	7,93	80,7	0,0
T12 (30% CC + 20% CA)	7,9	117	3345	44	2,6	1,8	0,0	1,4	23,3	40,2	13,17	14,57	13,17	90,4	0,0
T13 (30% CC + 20% AG)	8,4	93	3735	40	2,3	1,5	0,0	0,7	23,0	39,7	13,55	14,25	13,55	95,1	0,0
T14 (100% SC)	5,83	129,2	601	41	8,25	5,8	0,0	3,8	20,4	35,2	14,14	15,9	14,05	88,7	0,6

CC: casca de café; CA: casca de arroz; AG: apra de grama. Em todos os tratamentos usou-se 10% de esterco bovino (E) e 40% de solo (S); pH= determinado em água; P= fósforo; K= potássio; Na= sódio; Mg= magnésio; Al= alumínio; H+Al: acidez potencial; C= carbono; M.O.= matéria orgânica; CTC (t)= capacidade de troca de cátion efetiva; CTC (T)= capacidade de troca de cátion total; V= saturação por base; M= saturação por Alumínio.

Tabela 3 - Resultados das características físicas dos tratamentos avaliados.

TRATAMENTO	pH H ₂ O	CE $\mu\text{S m}^{-1}$	DU kg m^{-3}	DS kg m^{-3}	UA kg m^{-3}	PT %	EA %	AFD %	AT %	AR %	CRA %	CRA %	CRA %
T1(10% CC + 20% CA + 20% AG)	5,89	1,11	945,65	831,56	12,06	69,08	29,37	13,39	2,08	24,24	39,71	26,32	24,24
T2 (20% CC + 10% CA + 20% AG)	6,15	0,81	893,6	761,51	14,78	60,33	27,72	8,79	1,15	22,67	32,61	23,82	22,67
T3 (20% CC + 20% CA + 10% AG)	6,22	0,78	835,69	710,07	15,03	61,31	29,95	8,10	1,18	22,08	31,35	23,26	22,08
T4 (25% CC + 25% CA)	6,6	0,49	770,91	637,21	17,37	63,51	30,55	10,4	1,27	21,3	32,96	22,57	21,3
T5 (25% CC + 25% AG)	6,75	1,26	1036,23	925,03	10,73	65,68	27,43	10,62	2,41	25,21	38,24	27,63	25,21
T6 (25% CA + 25% AG)	6,91	0,77	930,83	871,42	6,38	64,76	18,47	15,28	3,53	27,48	46,29	31,01	27,48
T7(16,7% CC + 16,7% CA + 16,7% AG)	7,3	1,09	1011,52	910,56	9,98	65,84	16,48	16,52	3,12	29,72	49,36	32,84	29,72
T8 (20% CC + 30% CA)	6,31	1,35	917,86	812,11	11,52	67,11	28,01	12,15	2,21	24,73	39,1	26,94	24,73
T9 (20% CC + 30% AG)	7,7	1,4	1132,12	1024,69	9,48	65,12	15,44	13,9	3,16	32,62	49,68	35,79	32,62
T10 (20% CA + 30% AG)	6,26	1,07	983,31	872,37	11,28	63,31	20,93	14,99	2,82	24,57	42,38	27,4	24,57
T11 (30% CA + 20% AG)	6,73	0,8	874,37	810,71	7,28	65,75	25,65	12,84	3,1	24,16	40,11	27,26	24,16
T12 (30% CC + 20% CA)	7,75	1,05	906,82	838	7,59	67,5	22,45	14,43	2,9	27,72	45,05	30,61	27,72
T13 (30% CC + 20% AG)	8,24	1,13	1025,92	717,35	31,33	62,4	13,48	14,39	3,19	31,34	48,92	34,52	31,34
T14 (100% SC)	5,64	0,79	512,36	285,97	44,19	82,04	42,46	9,49	1,91	28,18	39,57	30,09	28,18

CC: casca de café; CA: casca de arroz; AG: apara de grama. Em todos os tratamentos usou-se 10% de esterco bovino (E) e 40% de solo (S); pH = determinado em água, diluição 1:5 (v/v); CE = condutividade elétrica obtida em solução 1:5 (v/v); DU = densidade úmida; DS = densidade seca; UA = umidade atual; PT = porosidade total; EA = espaço de aeração; AFD = água facilmente disponível; AT = água tamponante; AR = água remanescente; CRA10,50 e 100 = capacidade de retenção de água sob sucção de 10, 50 e 100 cm de coluna de água determinado em base volumétrica – v/v.

3.5 Delineamento experimental

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizado (DBC), formado por 14 tratamentos com quatro repetições cada e com 16 mudas por repetição, dessa forma cada tratamento foi composto por 64 mudas, totalizando 896 plantas, sendo que somente as quatro mudas centrais de cada repetição foram avaliadas ao final.

3.6 Coleta de dados

Aos 176 dias após semeadura, foram selecionadas apenas as quatro mudas centrais de cada repetição, para evitar o efeito de borda, que foram colhidas para a determinação dos dados.

Para a coleta dos dados foi medida a altura das mudas com auxílio de régua milimetrada e o diâmetro do coleto com paquímetro digital. Em seguida, as mudas foram divididas, com auxílio de uma tesoura de poda, em sistema radicular e parte aérea.

Após a lavagem dos sistemas radiculares, das plantas, o material (parte aérea e raízes) foi posto em embalagens de papel do tipo Kraft para secar em estufa, a 70°C, com circulação forçada de ar até atingir massa constante, aproximadamente quatro dias. O material foi pesado em balança analítica de precisão para determinação da massa seca do sistema radicular, massa seca da parte aérea e pelo somatório dessas obteve-se a massa seca total do material pesado, dados em gramas.

Após coleta destes dados foi possível calcular a relação entre eles, como a relação entre altura/diâmetro (H/DC), relação massa seca da parte aérea e massa seca de raiz (MSPA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD).

As médias das características morfológicas foram submetidas ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, à análise de variância (ANOVA) e quando significativas, foram comparadas pelo teste Scott-Knott no nível de 5% de significância, por meio do software SISVAR®.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos resultados da análise química dos substratos (Tabela 2), foi possível verificar que, de acordo com as recomendações de Prezzoti et al. (2007), em todos os tratamentos, os teores de fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg), matéria orgânica (M.O.), CTC efetiva (t), CTC total (T), soma de bases (SB) e saturação por base (V) são classificados como altos, enquanto os teores de alumínio (Al) e a saturação por alumínio (V) podem ser classificados como baixo. Pode-se verificar ainda pela Tabela 2 que quanto menor a acidez do solo menor é o teor de alumínio, maior os teores de bases, maior as somas de bases e menor a percentagem de saturação de alumínio, o que corrobora com as afirmações de Braga (2009).

Os altos teores de M.O. contribui para o armazenamento de carbono (C), aumento da CTC, melhoria da estrutura, aumento da infiltração e retenção de água do solo (ROCHA et al., 2004), essas características contribuem para o aumento da capacidade produtiva do solo.

Diante dos resultados da análise química dos substratos, todos os tratamentos encontram-se nas mesmas condições químicas, de acordo com Prezzoti et al. (2007), que infere-se que as características químicas do mesmo não tenha influenciando nos parâmetros avaliados no presente estudos.

Por outro lado, as diferenças apontadas pela análise física do substrato podem ter influenciado no crescimento das mudas. Pois, nos resultados da análise de variância (ANOVA) as características altura, diâmetro, massa seca da raiz, massa seca da parte aérea, massa seca total, as relações altura/diâmetro, massa seca da raiz/massa seca da parte aérea e o índice de qualidade de Dickson apresentaram efeitos significativos em razão da composição diferente dos substratos (Tabela 6, Apendice A).

4.1 Altura da parte aérea, diâmetro do coleto e relação altura/diâmetro

Na Tabela 4, é possível verificar que, para a altura (H), as médias dos tratamentos variaram entre 10,47 e 30,59 cm. As maiores médias foram observadas nos tratamentos T3, T4 e T12, sendo estatisticamente iguais entre elas. Para o diâmetro do coleto (DC), apenas o T14 difere-se estatisticamente dos demais, em que o tratamento formulado a base de substrato comercial possui a menor média (3,92 mm). Para a relação altura/diâmetro (H/DC), os tratamentos T1, T2, T3, T4, T6 e T12 apresentaramas maiores médias, diferindo-se estatisticamente dos demais tratamentos.

Tabela 4 - Altura (H), diâmetro do coleto (DC), relação altura/diâmetro do coleto (H/DC), de mudas de *Cecropia pachystachya* Trécul, 176 dias após semeadura.

TRATAMENTO	H (cm)	DC (mm)	H/DC
T1 (10% CC + 20% CA + 20% AG)	25,25 B	5,67 A	4,48 A
T2 (20% CC + 10% CA + 20% AG)	24,34 B	5,22 A	4,68 A
T3 (20% CC + 20% CA + 10% AG)	28,25 A	5,79 A	4,88 A
T4 (25% CC + 25% CA)	30,03 A	5,88 A	5,11 A
T5 (25% CC + 25% AG)	20,87 C	5,06 A	4,14 B
T6 (25% CA + 25% AG)	25,12 B	5,30 A	4,70 A
T7 (16,7% CC + 16,7% CA + 16,7% AG)	20,75 C	5,33 A	3,92 B
T8 (20% CC + 30% CA)	20,63 C	5,57 A	3,72 B
T9 (20% CC + 30% AG)	18,41 C	5,44 A	3,40 B
T10 (20% CA + 30% AG)	19,19 C	5,21 A	3,67 B
T11 (30% CA + 20% AG)	21,87 C	5,22 A	4,18 B
T12 (30% CC + 20% CA)	30,59 A	5,88 A	5,21 A
T13 (30% CC + 20% AG)	22,78 C	5,71 A	3,99 B
T14 (100% SC)	10,47 D	3,92 B	2,66
CV%	12,62	8,75	10,90

CC: casca de café; CA: casca de arroz; AG: apara de grama. Em todos os tratamentos utilizou-se 10% de esterco bovino (E) e 40% de solo (S). *As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de significância.

Em seu estudo, Miranda (2013) faz uma relação da altura com a densidade seca, onde o autor afirma que os melhores crescimentos em altura estão relacionados com as menores densidades secas. Diante dos dados expostos no presente trabalho, não é possível afirmar o mesmo, pois apenas os tratamentos T3 e

T4 apresentam as menores densidades, sendo assim o tratamento T12 ficaria excluído da relação sugerida pelo autor supracitado.

De acordo com a escala de valores de interpretação de propriedades físicas e químicas de substratos usados para produção de mudas florestais, determinado por Gonçalves et al. (2000), os tratamentos de 1 a 13 encontram-se no nível médio de porosidade total (PT) (55-75%) e apenas o tratamento a base de substrato comercial encontra-se no nível adequado (75-85%) . Porém, dos tratamentos que obtiveram as melhores médias em altura o que mais aproximou-se do nível adequado de PT foi o T12 com 67,5% (Tabela 3).

Os teores de matéria orgânica (M.O) são fundamentais para que seja possível obter bons níveis de PT e espaço de aeração (EA) que são de fundamental importância para o bom desenvolvimento das plantas, pois proporciona aeração e drenagem adequada, tornando o substrato estruturado e com maior capacidade de retenção de água (DINIZ et al., 2006). No experimento em estudo os níveis de M.O, de acordo com as classes de interpretação para cátions, enxofre e matéria orgânica de Prezzoti et al., 2007), foram considerados altos em todos os tratamentos. O elevado teor de matéria orgânica contribui no aumento da CTC, na melhoria da estrutura, da infiltração e da retenção da água no solo (ROCHA et al., 2004).

No presente estudo, não se pode afirmar que a casca de arroz em diferentes teores proporcionou alterações nas propriedades físicas do substrato gerado. Porém, segundo Silva et al. (2011), em seu experimento observou que o aumento das proporções de casca de arroz carbonizada adicionados a turfa proporcionou elevação dos teores de carbono orgânico do substrato, da água facilmente disponível, do espaço de aeração, da porosidade total e da água disponível.

Por serem métodos de medição não destrutivos a altura e o diâmetro das mudas têm sido utilizados como parâmetros de avaliação da qualidade das mesmas. Para Gonçalves et al. (2000), mudas de espécie florestal de qualidade são aquelas que alcançam altura entre 20 e 35 cm, o diâmetro do coleto deve ser aproximadamente 2 mm (GOMES & PAIVA, 2004). A combinação dessas duas variáveis é uma das melhores características morfológicas utilizadas como padrão de qualidade de mudas.

Sendo assim, avaliando o parâmetro altura, com exceção do T14, formulado a base de substrato comercial, é possível produzir mudas de qualidade com qualquer substrato estudado neste experimento. Para o diâmetro do coleto verificou-se que todos os tratamentos possuem médias acima do valor considerado ideal pelo autor (Tabela 4), o que indica que as mudas apresentaram qualidade adequada, qualquer que seja o substrato utilizado, sendo que os tratamentos com os resíduos compostados parcialmente foram superiores ao substrato comercial.

Apesar da altura das mudas cultivadas no tratamento T14, formulado a base de substrato comercial, estar acima do valor mínimo considerado adequado por Gomes & Paiva (2004), verificou-se que, este tratamento, foi o que apresentou as menores médias, não só em altura como em diâmetro. Faria et al. (2013) sugere que esse fato pode estar relacionado aos baixos níveis de N e P do substrato comercial, pois no presente experimento não houve adição de fertilizantes nesse tratamento.

Esses resultados indicam que os adubos orgânicos (advindos da compostagem parcial dos resíduos) atuaram como condicionantes do solo além de fornecerem nutrientes, e dessa forma proporcionam melhorias das propriedades físicas e físico-químicas do solo ou substrato (PREZOTTI, 2007), favorecendo o melhor crescimento das mudas.

Nesse experimento é possível observar na Tabela 5 que, apesar de T1, T2, T3, T4, T6 e T12 não se diferirem estatisticamente quanto a relação H/DC, porém apenas o tratamento T12, formulado com 30% de casca de café e 20% de casca arroz, encontra-se na faixa de 5,4 a 8,1 (Tabela 4), considerada ideal por Carneiro (1995), nesse caso, as demais mudas deveriam ficar mais tempo no viveiro para aumentar essa relação.

A relação H/DC é utilizada para avaliar a qualidade das mudas florestais, pois reflete o acúmulo de reservas, fornece maior resistência e melhor fixação no solo (ARTHUR et al., 2007). Mudas com diâmetro do coleto pequeno e alturas elevadas, são consideradas de menor qualidade quando comparadas às que possuem alturas menores e com maior diâmetro do coleto (REIS et al., 2008).

Para Petri (2012), que utilizou para produção de mudas *Ateleia glazioviana*, lodo de esgoto, esterco bovino, solo e substrato comercial em diferentes proporções,

os resultados de H/D variaram entre 4,83 e 8,33 para 120 dias, acima do encontrados nesse trabalho.

Para Rodrigues (2013), na relação H/D as médias da espécie *Ceiba boliviana* Britton & Baker f. variaram entre 16,02 e 20,85. Em seu experimento, o tratamento formulado a base de casca de arroz e casca de café e o formulado com casca de arroz, casca de café e apara de grama, apresentaram as maiores médias. Os tratamentos com apenas um resíduo e os tratamentos com valor maior ou igual a 25% de apara de grama apresentaram as menores médias para esse parâmetro. No presente estudo, foi possível verificar que, com exceção do T7 (que possui porcentagens iguais de todos os resíduos), como o autor supracitado, os tratamentos formulados a base de casca de café, casca de arroz e apara de grama apresentaram as maiores médias. Porém, o tratamento que apresentou a menor média foi o T14, formulado a base de substrato comercial (Tabela 4).

Segundo Delarmelina (2012), para produção de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers., para a relação H/DC as médias variaram de 3,05 a 6,21 aos 150 dias de idade, onde o tratamento com 80% de casca de arroz foi o que se verificou a menor média, podendo assim concluir que a lenta biodegradação da casca de arroz pode prejudicar o desenvolvimento da muda.

De acordo com Carneiro (1995), os valores ideais para essa relação devem estar entre 5,4 e 8,1, exprimindo o equilíbrio de crescimento das mudas no viveiro, podendo assim concluir, com os estudos citados acima, que essa relação varia de acordo com a espécie e com a idade da muda.

4.2. Massa seca de raiz, da parte aérea, total e relação massa seca da parte aérea / massa seca de raízes

Para a variável massa seca da raiz (MSR) (Tabela 5), os valores variaram entre 2,99 e 18,71g, com as maiores médias observadas nos tratamentos T3, T4, T5, T6 e T12, sendo estatisticamente iguais entre eles.

A variável massa seca parte aérea (MSPA), apresentou médias variando de 0,99 a 2,85g, sendo as maiores médias encontrados nos tratamentos T1, T2, T3, T4, T6, T12 e T13 (Tabela 5).

Tabela 5 - Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e relação massa seca da parte aérea/massa seca de raiz (MSPA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de *Cecropia pachystachya* Trécul, 176 dias após semeadura.

TRATAMENTO	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	MSPA/ MSR	IQD
T1 (10% CC + 20% CA + 20% AG)	2,46 A	8,03 B	10,48 B	0,33 C	2,17 B
T2 (20% CC + 10% CA + 20% AG)	2,27 A	10,25 B	12,52 B	0,23 C	2,57 B
T3 (20% CC + 20% CA + 10% AG)	2,85 A	14,31 A	17,16 A	0,20 C	3,39 A
T4 (25% CC + 25% CA)	2,61 A	18,71 A	21,31 A	0,18 C	3,98 A
T5 (25% CC + 25% AG)	1,76 B	18,05 A	19,82 A	0,10 C	4,74 A
T6 (25% CA + 25% AG)	2,22 A	12,98 A	15,20 A	0,17 C	3,12 A
T7 (16,7% CC + 16,7% CA + 16,7% AG)	2,09 B	6,99 B	9,081 B	0,33 C	2,20 B
T8 (20% CC + 30% CA)	2,02 B	4,26 B	6,28 B	0,49 B	1,52 B
T9 (20% CC + 30% AG)	1,89 B	2,99 B	4,89 B	0,82 A	1,22 B
T10 (20% CA + 30% AG)	1,94 B	6,04 B	7,97 B	0,34 C	1,97 B
T11 (30% CA + 20% AG)	1,91 B	4,73 B	6,64 B	0,44 B	1,44 B
T12 (30% CC + 20% CA)	2,48 A	16,53 A	19,01 A	0,16 C	3,53 A
T13 (30% CC + 20% AG)	2,36 A	6,92 B	9,28 B	0,53 B	2,12 B
T14 (100% SC)	0,99 C	3,42 B	4,41 B	0,30 C	1,53 B
CV%	21,60	48,56	41,63	45,29	38,56

CC: casca de café; CA: casca de arroz; AG: apara de grama. Em todos os tratamentos utilizou-se 10% de esterco bovino (E) e 40% de solo (S). *As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de significância.

No presente estudo, os tratamentos que apresentaram as melhores médias possuíam, em sua formulação, dois tipos de resíduos, exceto o T3 composto com casca de arroz casca de café e apara de grama. Esse fato pode estar relacionado com a pré compostagem que pode ter favorecido o crescimento de raízes, não havendo necessidade de maior variedade de resíduos para produção de mudas de qualidade. Da mesma forma, Rodrigues (2013), que em seu trabalho utilizou casca de arroz, palha de café e apara de grama para formulação de substratos para produção de mudas de *Ceiba boliviana* Britton & Baker f., verificou que os tratamentos com apenas um resíduo em sua formulação não é adequado para

garantir propriedades físicas ideais para o crescimento da raiz. O autor também nota que em seu estudo as maiores diversidades de resíduos apresentaram as melhores médias de crescimento da raiz.

Delarmelina (2014), observou em seu experimento que o peso da massa seca da parte aérea para mudas de *Sesbania virgata* variou entre 0,27 e 2,11g para 150 dias, inferior ao encontrado no presente trabalho.

Trigueiro & Guerrini (2003) verificaram que a produção de massa seca da parte aérea em mudas de *Eucalyptus grandis* foi superior com o uso de substrato comercial, apresentando 1,23 g planta⁻¹ aos 120 dias, sendo um resultado diferente ao encontrado no presente trabalho, uma vez que as mudas produzidas utilizando substrato comercial apresentaram a menor média de massa seca da parte aérea, com 0,99 g planta⁻¹ diferindo-se estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 5).

O espaço de aeração dos tratamentos variaram entre 13,48 e 42,46% (Tabela 3). Segundo Carrijo et al. (2002), os valores referencias para espaço aeração que indicam um substrato ideal variam entre 10 e 30%. O tratamento a base de substrato comercial foi o único que ficou acima dos parâmetros determinados como ideal, em virtude disso obteve baixo peso da MSR (Tabela 5) e conseqüentemente menor desenvolvimento das mudas. Segundo Delarmelina et al. (2014), o oxigênio é essencial para o processo respiratório de plantas mais jovens, que é retirado do substrato em que ela se encontra. Com isso, conclui-se que é de extrema importância os substratos apresentarem boa aeração para maior crescimento das raízes.

Carrijo et al. (2002), também sugere que a água facilmente disponível do substrato deve enquadrar-se entre 20 e 30%, o que não foi observado em nenhum dos tratamentos (Tabela 3). O tratamento em que havia as mesmas concentrações de todos os resíduos alternativos (T7), foi o que mais se aproximou do valor considerado adequado pelo autor supracitado, mesmo assim essa condição não favoreceu o crescimento das raízes e dessa forma o T7 não se diferiu estatisticamente dos tratamentos que apresentam as piores medias (Tabela 5).

Para a característica massa seca total (MST), que variou de 4,41 a 21,31g, as maiores médias ocorreram nas mudas dos tratamentos T1, T2, T3, T4, T6, T12 e

T13. Essa variável sofreu grande influência da MSR, pois as raízes estavam mais desenvolvidas do que a parte aérea. Segundo Cruz (2010), quanto maior for o valor de MST, melhor será a qualidade das mudas produzidas. Gomes e Paiva (2004) afirmam que essa característica deve sempre ser avaliada, pois indica a rusticidade de uma muda, que quanto maior, mais rustificada será, e certamente mais endurecidas no momento do plantio, ou seja, possuirá maior biomassa, sendo assim mais resistente às condições do campo, ocorrendo maior sobrevivência, diminuindo os gastos com replantios.

Para a relação MSR/MSPA (Tabela 5), os menores valores ocorreram nos tratamentos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12 e 14, porém não diferindo-se estatisticamente entre eles. O menor valor foi 0,1 (T5) e o maior foi 0,82 (T9). Esta variável é considerada segura para definir o padrão de qualidade das mudas, porém não significa, obrigatoriamente, que haverá um bom desenvolvimento no campo (GOMES & PAIVA, 2004). Para Barbosa et al. (1997), valores baixos para essa relação indicam que existe uma proporção entre o desenvolvimento da raiz e o da parte aérea das mudas, sendo esta uma característica para a escolha de mudas de boa qualidade.

Segundo Caldeira et al. (2008), na produção de mudas de aroeira-vermelha (*Schinus terebintnifolius* Raddi) em diferentes substratos, foi observado que essa relação de massa seca da parte aérea e massa seca de raiz nas mudas deve ser de 2:1. Segundo o mesmo autor a relação MSPA/MSR tem grande importância, pois a quantidade de raízes deve ser suficiente para suprir a demanda de água da parte aérea. Dessa forma a massa da parte aérea das mudas não deve ser muito superior à massa de raízes.

No presente estudo não foi observado nenhum tratamento que obtivesse a relação de 2 MSPA:1 MSR. A maior média encontrada foi no tratamento T9, sendo estatisticamente diferente dos demais tratamentos, com 0,82 (Tabela 5). Esse valor é significativamente alto quando comparado aos demais tratamentos, e pode estar relacionado ao tamanho do tubete, 180cm³, dificultando o desenvolvimento da raiz para melhores análises.

4.3 Índice de qualidade de Dickson (IQD)

Como é possível verificar na Tabela 5, o melhor índice foi o do tratamento T5, combinado 25% casca de café e 25% de apara de grama, porém não se diferiu estatisticamente dos tratamentos T3, T4, T5, T6 e T12.

De acordo com a literatura quanto maior for os valores de IQD melhor será a qualidade das mudas. Seguindo esse critério pode-se considerar que as mudas produzidas nos substratos supracitados apresentaram melhor qualidade e que possivelmente melhor se adaptarão ao plantio no campo.

O IQD é um importante indicador da qualidade de mudas, pois para seu cálculo são consideradas a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de várias características importantes empregadas para avaliação da qualidade das mudas (FONSECA et al., 2002).

Gomes e Paiva (2004) afirmam que em mudas de *Pseudotsuga menziesii* e *Picea abies* o valor mínimo de 0,20 é um bom indicador de mudas de qualidade. Observa-se que, no presente trabalho, os valores estão acima do mínimo do valor considerado ideal pelos autores acima, entre 1,22 e 4,74 (Tabela 5).

Para Caldeira et al. (2012), em seu trabalho com *Ateleia glazioviana* em diferentes proporções de bio-sólido, durante 90 dias o IQD variou entre 0,59 a 2,05, sendo valores também considerado ideal por Gomes e Paiva (2004). Peroni (2012) com estudo em diferentes proporções de bio-sólido para *Eucalyptus sp.* em um período de 90 dias, os valores variaram de 0,011 a 0,306, valores inferiores aos encontrados nesse trabalho e alguns valores não recomendáveis por Gomes e Paiva (2004).

O IQD, diâmetro, peso seco total e peso seco da parte aérea mostraram-se relacionados com o peso seco de raiz, de acordo com as afirmações de Hermann (1964).

5. CONCLUSÕES

A compostagem parcial dos resíduos casca de café, casca de arroz, apra de grama e esterco bovino, proporcionaram benefícios aos substratos produzidos como: melhoria da estrutura do substrato, elevação da CTC, melhoria da infiltração e da retenção de água no solo, entre outras características.

Sendo assim, de acordo com o Índice de Qualidade de Dickson, é possível produzir mudas de qualidade de *Cecropia pachystachya* Trécul. com todos os substratos avaliados no presente estudo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, S. da S. **A importância da espécie *Cecropia pachystachya* na recomposição florestal da mata atlântica.** IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Nordeste de Educação Tecnológica. Belém, 2009.
2. ANDREOLA, F. et al. A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou, mineral influenciando a sucessão feijão/milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 24, n. 4, p. 867-874, 2000.
3. ARAÚJO D. B. **Produção de mudas de espécies ornamentais em substratos a base de resíduos agroindustriais e agropecuários.** 2010 60f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
4. BARBOSA, Z.; CARVALHO. J. G.; MORAIS A. R. Fósforo e zinco na nutrição e crescimento da aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) I. Características de crescimento das plantas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 21, n. 2, p.196-204,1997.
5. BRAGA, G. N. M. **Acidez do solo.** Agronomia com gismonti. 2009. Disponível em:<<http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2009/04/acidez-do-solo.html>>. Acesso: 20 out. 2014.
6. CALDEIRA, M. V. W., et al. Diferentes proporções de biossólido na composição de substratos para a produção de mudas de timbó (*Ateleia glazioveana* Baill). **Scientia Florestais**, Piracicaba, v. 40, n. 93, 2012.
7. CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N. da; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 27-33, 2008.
8. CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais.** Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.
9. CARRIJO, A. O; LIZ R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra de coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 533-535, 2002.
10. CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras.** Embrapa Informação Tecnológica & Embrapa Florestas, Brasília/Colombo, Brasil, v. 2, p 628. 2006.

11. CORRADINI, L.; ALVARENGA, S. F.; LUCIANO, N. D. **O semeador múltiplo para Eucalyptus**. IPEF. Circular Técnica, Piracicaba, n. 167, p. 1-5, 1989. 5 p. (IPEF. Circular técnica, 167).
12. COSTA, M. S. S. de M. **Caracterização dos dejetos de novilhos superprecoces: reciclagem energética e de nutrientes**. 2005. 98f. Tese (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrônômicas. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Botucatu.
13. CRUZ C. A. F. et al. Resposta de mudas de *Senna macranthera* (DC. EX COOLLAD.) H. S. IRMIN & BARNABY (fedegoso) cultivadas em Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico a macronutrientes. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.34, n.1, p.13- 24, 2010.
14. CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, J. A. L.; SOUZA, V. C. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 507-516, 2005.
15. DANTAS, B. F.; LOPES, A. P.; SILVA, F. F. S.; LÚCIO, A. A.; BATISTA, P. F.; PIRES, M. M. M. L.; ARAGÃO, C. A. Taxas de crescimento de mudas de catingueira submetidas a diferentes substratos e sombreamentos. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33(3), p.413-423, 2009.
16. DELARMELINA, W. M. **Resíduos na formulação de substrato para produção de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.** 2012. 49f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo.
17. DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M. V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E. O.; ROCHA, R. L. F. Diferentes Substratos para a Produção de Mudas de *Sesbania virgata*. **Floresta e Ambiente**, v. 21, p. 224-233, 2014.
18. DINIZ, K. A., S. T. M. R. GUIMARÃES & Luz, J. M. Q. Húmus como substrato para a produção de mudas de tomate, pimentão e alface. **Bioscience Journal**. V.22, p. 63–70, 2006.
19. Faria, J. C. T.; Caldeira, M. V. W.; Delarmelina, W. M.; Gonçalves, E. O. Uso de resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Mimosa setosa*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 76, p. 409-418, out./dez. 2013.

20. FARIAS, C. A. **Resíduos orgânicos alternativos nos processos de compostagem e vermicompostagem**. 2001. 119f. Tese (Pós Graduação Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
21. FONSECA, E. de n.. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micranta* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.
22. GABRIEL, E. S. **Resíduos sólidos urbanos: coleta, disposição e tratamento**. 2008. 50 f. Tese (Pós Graduação em Educação Ambiental) - Escola Superior Aberta do Brasil, Vila Velha, 2008.
23. GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros Florestais (propagação sexuada)**. Viçosa: UFV, 2004, 116p.
24. GONÇALVES, E. O.; PETRI, G. M.; CALDEIRA, M. V. W.; DALMASO, T. T.; SILVA, A. G. Crescimento de mudas de *Ateleia glazioviana* em substratos contendo diferentes materiais orgânicos. **Floresta e Ambiente**. v. 21, p. 339-348, 2014.
25. GONÇALVES, J. L. de M. **Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica**. Documentos Florestais, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.
26. GONÇALVES, J. L. M.; SANTERELLI, E.G.; NETO, S. P. M.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.) Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: ESALQ/USP, p.309-350, 2000.
27. GONÇALVES, J.L.M.; POGGIANI, F. **Substratos para produção de mudas florestais**. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, Águas de Lindóia, 1996. Resumos. Piracicaba, Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, 1996. CD-ROM.
28. GUIMARÃES, M. M. B.; GUIMARÃES, M. M. B.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E.; COSTA, F. X.; XAVIER, J. F.; LUCENA, A. M. A. Produção de muda de mamoneira em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos e fertilizante mineral. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 2, 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju: EMBRAPA, 2006.
29. HERMANN, R. K. Importance of top-ratios for survival of Douglas-fir seedling. **Tree Planters' Notes**, v. 64, p. 7-11. 1964.

30. JOHNSON, G.E.; CRAWFORD, S.L. Evaluating compost quality. **Resource Recycling**, p.50-54, 1993.
31. LEMOS, H. **Estudando o solo na construção de uma Horta Orgânica. Dia a dia educação**. Produção didático pedagógico. 2012. v.2. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2012/2012_unioeste_gestao_pdp_hildebrando_lemos.pdf>. Acesso em: 20 out. 2014.
32. LIA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; SILVA, M. I. L.; JERÔNIMO, J. F.; VALE, L. S.; BELTRÃO, N. E. M. Substratos para produção de mudas de mamoneira compostos por misturas de cinco fontes de matéria orgânica. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 474-479, 2006.
33. LOPES, J.L.W.; GUERRINI, I.A.; SAAD, J.C.C.; SILVA, M.R. Nutrição mineral de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e substratos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, ago. 2007.
34. LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivos de plantas arbóreas do Brasil. 5ª Ed. Nova Odessa: Plantarum, 2002. v.1, 359p.
35. MELO, W. B.; BORTOLOZZO A. R.; VARGAS L. **Produção de morangos no sistema semi-hidropônico**. EMBRAPA. 2006. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MorangoSemiHidroponico/substratos.htm>>. Acesso em: 27 jan. 2014.
36. MIRANDA, M. R. **Resíduos alternativos na formulação de mudas de *Ceiba boliviana* Britton & Baker f.** 2013. 30f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo.
37. OLIVEIRA, A. M. G. et al. **Compostagem caseira de lixo orgânico doméstico**. EMBRAPA. Circular 76. Cruz das Almas, 2005.
38. OLIVEIRA, F. N. S.; LIMA, H. J. M.; CAJAZEIRA, J. P. **Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos**. Embrapa, 2004. ISSN 1677- 1915. Disponível em:<<http://www.pessoal.utfpr.edu.br/tatianebosco/residuossolidos/artigos/compostagem%20embrapa.pdf>>. Acesso: 29 dez., 2013.

39. PERONI, L. **Substratos renováveis na produção de mudas de Eucalipto**. 2012. 84f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2012.
40. PETRI, G. M. **Crescimento de mudas de timbó, *Ateleia glazioviana* baill, em substratos contendo diferentes materiais orgânicos**. 2012. 31f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo.
41. PREZZOTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo – 5ª aproximação**. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305 p.
42. REIS, E. R.; LÚCIO, A. D. C.; FORTES, F. O.; LOPES, S. J.; SILVEIRA, B. D. Período de permanência de mudas de *Eucalyptus grandis* em viveiro baseado em parâmetros morfológicos. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.32, n.5, 2008.
43. ROCHA, G.N.; GONÇALVES, J. L. M.; MOURA, I. M. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com biossólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 623-639, 2004.
44. SANTOS JUNIOR, C. E. F. dos. **Adubação nitrogenada e calagem na produção de gramas esmeralda e bermuda**. 2011. 98 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2011.
45. SANTOS, J. C. F. **Cobertura morta na lavoura de café**. Agro line. 2006. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=345>>. Acesso: 22 out. 2014.
46. Silva, E. A. da; Oliveira, G. C. de; Silva, B. M.; Cogo, F. D.; Oliveira, L. M. de. Avaliação da disponibilidade de água e ar em substratos agrícolas à base de turfa e casca de arroz carbonizada. **Tecnologia & Ciências Agropecuária**, João Pessoa, v.5, n.4, p.19-23, dez. 2011.
47. SOUZA, F. X. Casca de arroz carbonizada: um substrato para a propagação de plantas. **Revista Lavoura Arrozeira**. v. 46. n. 406, p. 11, 1993.
48. SOUZA, M. dos S. P. et al. A valorização do lixo orgânico no setor de Agroecologia no Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre. in:

- Congresso Brasileiro de Agroecologia, VIII, 2013, Porto Alegre. **Cadernos de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, 2013.
49. STEFFEN, G. P. K. et al. Casca de arroz e esterco bovino como substratos para a multiplicação de minhocas e produção de mudas de tomate e alface. **Acta Zoológica Mexicana**, Número Especial, 2, p. 333-343, 2010.
50. TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Revista Scientia Forestalis**, n. 64, p. 150-162, 2003.
51. VITTI, M. R. **Impacto do vermicomposto bovino em atributos biológicos do solo e características físicas e químicas das frutas em pomar de pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch)**. 2006. 169 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
52. Walter, J. P.; Rossato, M. V. **Destino do resíduo casca de arroz na microrregião de restinga seca - RS: um enfoque à responsabilidade sócioambiental**. Congresso Nacional de Excelência em gestão. Niterói, 2010.
53. Wendling I, Gatto A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Aprenda Fácil; 2002.
54. YAMANISHI, O. K.; FAGUNDES, G. R.; MACHADO FILHO, J. A.; VALONE, G. V. Efeito de diferentes substratos e duas formas de adubação na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 276-279, 2004.

APÊNDICES

Apêndice A

Tabela 6 - Resultado da análise de variância (ANOVA) para as variáveis altura, diâmetro, altura/diâmetro (H/D), massa seca de raiz (MSR), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), relação MSR/MSPA e índice de qualidade de dickson (IQD).

	FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
ALTURA (cm)	TRAT	13	1417,525368	109,040413	12,786	0,0000*
	BLOCO	3	13,756730	4,585577	0,538	0,6592 ^{ns}
DIAM (mm)	TRAT	13	12,818701	0,986054	4,329	0,0002*
	BLOCO	3	0,392321	0,130774	0,574	0,6355 ^{ns}
MSR (g)	TRAT	13	1598,797711	122,984439	5,660	0,0000*
	BLOCO	3	62,900350	20,966783	0,965	0,4190 ^{ns}
MSPA (g)	TRAT	13	10,570945	0,813150	3,852	0,0005*
	BLOCO	3	0,674598	0,224866	1,065	0,3749 ^{ns}
MST (g)	TRAT	13	1747,964262	134,458789	5,604	0,0000*
	BLOCO	3	64,071706	21,357235	0,890	0,4547 ^{ns}
H/DC	TRAT	13	26,102603	2,007893	9,440	0,0000*
	BLOCO	3	0,491950	0,163983	0,771	0,5173 ^{ns}
PA/RAIZ	TRAT	13	1,897218	0,145940	6,565	0,0000*
	BLOCO	3	0,098047	0,032682	1,470	0,2376 ^{ns}
IQD	TRAT	13	58,966499	4,535885	4,744	0,0001*
	BLOCO	3	2,110468	0,703489	0,736	0,5370 ^{ns}

ns = não significativo ($P > 0,05$); * significativo ($P < 0,05$).