

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

WILLIAM MACEDO DELARMELINA

RESÍDUOS NA FORMULAÇÃO DE SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO  
DE MUDAS DE *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO

2012

WILLIAM MACEDO DELARMELENA

RESÍDUOS NA FORMULAÇÃO DE SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO  
DE MUDAS DE *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.

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.

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO

2012

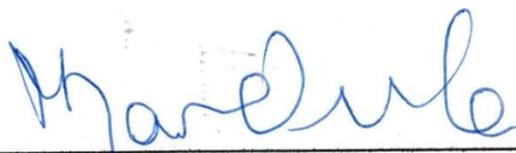
WILLIAM MACEDO DELARMELENA

RESÍDUOS NA FORMULAÇÃO DE SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO  
DE MUDAS DE *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.

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 11 de outubro de 2012

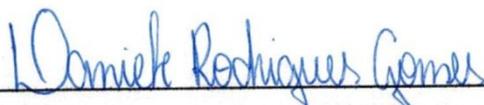
COMISSÃO EXAMINADORA



---

Marcos Vinicius Winckler Caldeira

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



---

Daniele Rodrigues Gomes

Eng<sup>a</sup> Florestal, mestranda em Ciências Florestais - UFES



---

Fernando Elair Vieira Santos

Tecnólogo em Silvicultura, mestrando em Ciências Florestais - UFES

Aos meus pais, Marilza e Vicente, e irmã, Juliana, por toda paciência e suporte a mim dedicado.

A toda minha família pelo exemplo de humildade e união.

A minha namorada Luara, por todo carinho, afeto, presença e dedicação nos momentos mais decisivos da minha vida.

“Peçam, e lhes será dado! Procurem, e encontrarão!  
Batam, e abrirão a porta pra vocês! Pois todo aquele  
que pede, recebe; Quem procura, acha; e a quem  
bate, a porta será aberta.”

*Lucas 11, 9-10*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela a oportunidade, persistência, paciência e autocontrole, nesses cinco anos dessa importante etapa de minha vida.

Aos meus pais e irmã que sempre me apoiaram e me guiaram. Obrigado por acreditarem em mim e por tudo que fizeram para me proporcionar um futuro melhor.

A minha namorada pela paciência e cumplicidade nos momentos tristes e decisivos, e pela alegria e amor nos momentos felizes e de descontração.

A toda minha família pelo exemplo de perseverança, educação e humildade que me ensinaram a ter caráter, honestidade e retidão.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcos Vinicius Winckler Caldeira, pela paciência e confiança, pelas oportunidades oferecidas e pela contribuição em minha vida profissional.

Aos meus amigos de infância, por todos os momentos e alegrias compartilhadas. A todas as amizades conquistadas em Alegre pelos momentos de companheirismo.

À Universidade Federal do Espírito Santo e professores pelo trabalho realizado durante a graduação.

E finalmente, agradeço a todos que me ajudaram de forma direta ou indireta para o meu desenvolvimento social e profissional. Muito obrigado a todos!

## RESUMO

Na fase de produção de mudas, o substrato exerce influência significativa no crescimento das plantas, e podem ser utilizados de forma original ou combinados. Este trabalho teve por objetivo avaliar a utilização de resíduos como substrato no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. Os tratamentos foram formulados utilizando diferentes compostos de origem orgânica e inorgânica tais como: lodo de esgoto (LE), fibra de coco (FC), vermiculita (VERM), casca de arroz *in natura* (CA), palha de café *in natura* (PC), composto orgânico (CO) constituído com iguais proporções de (1:1) de esterco bovino e palha de café *in natura*, além do substrato comercial (SC). As mudas foram produzidas em tubetes com capacidade volumétrica de 120 cm<sup>3</sup> de substrato. O experimento foi disposto em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), constituído de vinte e dois tratamentos, com cinco repetições de oito mudas cada. Após 150 dias da semeadura foram mensuradas as seguintes características: altura (H), diâmetro do coleto (DC), relação entre a altura da parte aérea e diâmetro do coleto (H/DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca total (MST), relação entre a massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular (MSPA/MSR), relação entre a altura e massa seca da parte (H/MSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD). Com base nas características morfológicas, constatou-se que os substratos formulados com lodo de esgoto associado ao composto orgânico proporcionaram melhores resultados das características morfológicas avaliadas, sendo que a utilização de 40% de lodo de esgoto com 60% de composto orgânico foi o que mais se destacou em todas as características avaliadas para produção de mudas de *Sesbania virgata*. Por outro lado, os tratamentos em que foram utilizados a casca de arroz *in natura* e o tratamento testemunha com apenas substrato comercial proporcionaram os piores resultados para a produção da referida espécie.

**Palavras - chave:** características morfológicas, qualidade de mudas, lodo de esgoto

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
1 INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Objetivos .....	2
1.1.1 Objetivo geral.....	2
1.1.2 Objetivos específicos .....	2
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 <i>Sesbania virgata</i> (Cav.) Pers. ....	3
2.2 Substratos.....	4
2.2.1 Propriedades físicas .....	5
2.2.2 Propriedades químicas .....	6
2.2.3 Tipos de substratos.....	8
2.2.3.1 Lodo de esgoto (LE) .....	8
2.2.3.2 Fibra de coco (FC).....	9
2.2.3.3 Vermiculita (VERM) .....	10
2.2.3.4 Casca de arroz <i>in natura</i> (CA) .....	10
2.2.3.5 Palha de café <i>in natura</i> (PC).....	11
2.2.3.6 Composto orgânico (CO).....	11
2.3 Características morfológicas das mudas .....	12
3 METODOLOGIA.....	15
3.1 Localização .....	15
3.2 Componentes e preparo dos substratos .....	15
3.3 Sementes e condução das mudas.....	17
3.4 Delineamento experimental e tratamentos.....	17
3.5 Análise dos substratos .....	18
3.5.1 Análise química.....	18
3.5.2 Análise física.....	20
3.6 Características morfológicas .....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	24
4.1 Altura.....	26
4.2 Diâmetro do coleto .....	27

4.3 Massa seca da parte aérea.....	29
4.4 Massa seca da raiz .....	31
4.5 Massa seca total .....	32
4.6 Relação altura/diâmetro do coleto.....	34
4.7 Relação massa seca da parte aérea/massa seca de raízes .....	35
4.8 Relação altura/massa seca da parte aérea.....	37
4.9 Índice de qualidade de Dickson .....	38
5 CONCLUSÕES .....	41
6 REFERÊNCIAS.....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Escala de valores para interpretação de propriedades físicas e químicas de substratos usados para produção de mudas florestais. ....	8
Tabela 2 - Teores de metais pesados no lodo de esgoto doado pela Foz do Brasil S.A. na estação de tratamento de esgoto de Cachoeiro de Itapemirim-ES. ....	16
Tabela 3 - Composição dos tratamentos para produção de <i>Sesbania virgata</i> (v:v). .	18
Tabela 4 - Resultado das características químicas dos diferentes substratos avaliados. ....	19
Tabela 5 – Resultado das características físicas dos diferentes substratos avaliados. ....	21
Tabela 6 – Altura (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), massa seca total (MST), relação altura/diâmetro do coleto (H/DC), relação massa seca da parte aérea/raiz (MSPA/MSR), relação altura/massa seca da parte aérea (H/MSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de <i>Sesbania virgata</i> .....	25

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - (A) Determinação da altura e (B) diâmetro do coleto das mudas de <i>Sesbania virgata</i> .....	22
Figura 2 - (A) Parte aérea e (B) sistema radicular das mudas de <i>Sesbania virgata</i> ..	23
Figura 3 - Valores médios de altura (H), de mudas de <i>Sesbania virgata</i> produzidas em diferentes substratos, aos 150 dias de idade. ....	26
Figura 4 - Valores médios de Diâmetro do Coleto (DC), de mudas de <i>Sesbania virgata</i> produzidas em diferentes substratos, aos 150 dias de idade. ....	28
Figura 5 - Valores médios massa seca da parte aérea (MSPA), de mudas de <i>Sesbania virgata</i> produzidas em diferentes substratos, aos 150 dias de idade.....	30
Figura 6 - Valores médios de massa seca da raiz (MSR), de mudas de <i>Sesbania virgata</i> produzidas em diferentes substratos, aos 150 dias de idade. ....	31
Figura 7 - Valores médios da massa seca total (MST), de mudas de <i>Sesbania virgata</i> produzidas em diferentes substratos, aos 150 dias de idade. ....	33
Figura 8 - Valores médios de Relação altura/Diâmetro do coleto (H/DC), de mudas de <i>Sesbania virgata</i> produzidas em diferentes substratos, aos 150 dias de idade.....	35
Figura 9 - Valores médios da relação massa seca da parte aérea/massa seca de raízes (MSPA/MSR), de mudas de <i>Sesbania virgata</i> produzidas em diferentes substratos, aos 150 dias de idade. ....	36
Figura 10 - Valores médios da relação altura/massa seca da parte aérea (H/MSPA), de mudas de <i>Sesbania virgata</i> produzidas em diferentes substratos, aos 150 dias de idade. ....	38
Figura 11 - Valores médios do índice de qualidade de Dickson (IQD), de mudas de <i>Sesbania virgata</i> produzidas em diferentes substratos, aos 150 dias de idade.....	39

## 1 INTRODUÇÃO

A grande exploração das florestas nativas, seja pela expansão agrícola ou pela pecuária extensiva, acarreta a uma grande redução da cobertura florestal ocasionando a degradação e o desequilíbrio ambiental. O aumento da preocupação referente a essas perdas, assim como o maior rigor dos órgãos ambientais com fiscalizações mais severas e exigências de medidas compensatórias, fez com que a procura por mudas nativas aumentasse, uma vez que a produção de mudas é fundamental para que o programa de recuperação de áreas degradadas seja bem sucedido.

Para a produção de mudas em geral, alguns fatores são de grande importância, como o substrato, semente, volume do recipiente, e o manejo das mudas. Dentre esses fatores destaca-se a composição dos substratos, uma vez que a germinação de sementes, iniciação radicular e enraizamento de estacas estão diretamente ligados às características químicas, físicas e biológicas do substrato (CALDEIRA et al., 2000).

Os substratos para a produção de mudas, de uma maneira geral, podem ser compostos por um único material ou pela formulação de diferentes tipos de materiais, contudo devem apresentar características físicas, químicas e biológicas adequadas, além de disponibilidade de aquisição, fácil manuseio e transporte.

Com base nisso tem-se a necessidade de realizar novos estudos com o objetivo de obter novas formulações de substratos que propiciem a redução de custos sem perder a qualidade das mudas.

Neste contexto, o lodo de esgoto surge como uma alternativa para a produção de mudas de qualidade e de baixo custo, pois pode ser usado como condicionador das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, considerando seu elevado teor de matéria orgânica e nutrientes (MELO et al., 1994), além de promover o benefício ambiental pela reutilização deste resíduo.

Além do lodo de esgoto, uma grande variedade de materiais como a fibra de coco, o esterco bovino, a palha de café e a casca de arroz têm sido utilizados como componentes alternativos para a formulação de substratos, devido à facilidade de aquisição, baixo custo e disponibilidade.

Dessa forma, estudos que venham contribuir com informações acerca das proporções e das implicações de diferentes substratos na produção de mudas florestais são de grande importância, pois permitirá a obtenção de mudas florestais com melhor padrão de qualidade e conseqüentemente maior sobrevivência quando levadas a campo.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Este trabalho teve por objetivo avaliar a utilização de resíduos como substrato no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

Determinar as características físicas e químicas dos substratos formulados com diferentes proporções de resíduos orgânicos e inorgânicos.

Avaliar a influência dos diferentes substratos sobre as características morfológicas das mudas de *Sesbania virgata*.

Definir o melhor substrato para produção de mudas de *Sesbania virgata*.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.

Para recuperação de áreas degradadas muitos pesquisadores sugerem o emprego de espécies que possuem crescimento acelerado, que sejam capazes de adicionar nitrogênio (N) e carbono (C) ao solo e aumentar a disponibilidade dos demais nutrientes, acarretando na melhora das características físico-químicas do solo pela deposição de matéria orgânica e reciclagem de nutrientes (FRANCO et al., 1994; NAU; SEVEGNANI, 1997). Destaca-se nesse contexto as espécies da família Leguminosae (PIAGENTINI et al., 2002), que, em grande parte, possuem a capacidade de fixar biologicamente o N. Essa associação com bactérias podem fornecer à planta de 60 a 100% de suas necessidades de N (COSTA JÚNIOR, 1997).

A *Sesbania virgata*, conhecida popularmente por Guando Silvestre, pertence à família Leguminosae, é uma espécie pioneira, arbustiva e semiperene que forma simbiose radicular com *Azorhizobium* spp. (SANTOS et al., 1997). Atinge cerca de 6 m de altura, 25 cm de diâmetro a altura do peito e 5 m de diâmetro de copa, apresentando alta plasticidade. A espécie apresenta vida curta, que dura cerca de 8 a 9 anos, com competência moderada de competir com espécies de gramíneas e de rebrotar da cepa após corte ou fogo. Santos et al. (1997) a citam como uma espécie que ocorre naturalmente no Brasil, apesar de que a maior ocorrência deste gênero se dá na África. São encontradas, principalmente, em margens de estradas, terrenos baldios, cavas de extração de argila e em locais próximos ao mar (SAMÔR, 1999).

Segundo estudo sobre a caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Sesbania virgata*, realizada por Araújo et al., (2004), o fruto desta espécie é considerado um legume indeiscente com comprimento médio de 5,8 cm e contendo de 2 a 6 sementes por fruto. A semente é avaliada como reniforme, endospermica, desprovida de tegma. A germinação da semente é do tipo epígea e a plântula jovem apresenta protófilos compostos com 4 a 9 pares de folíolos pequenos opostos e glabros com pecíolo e pulvino, tendo no ápice uma pequena expansão laminar glabra. A radícula é sublenhosa, de cor branca ou marrom castanho.

Segundo Samôr (1999), a *Sesbania virgata* apresenta grande potencial para a revegetação de cavas de extração de argila. Carpanezzi e Fowler (1997) também

citam que esta espécie apresenta grande potencial para utilização em programas de recuperação de áreas degradadas, haja vista sua agressividade, no que se refere às altas taxas de crescimento e cobertura que é capaz de promover no solo.

## 2.2 Substratos

Substrato pode ser definido como o meio em que as raízes crescem e fornece a quantidade de água, oxigênio e nutrientes necessários para a planta (CARNEIRO, 1995). De um modo geral, os substratos têm como principal função dar sustentação às mudas, fornecendo adequadas características físicas e químicas e, são constituídos por três frações, a física, a química e a biológica. As frações físico-químicas são formadas por partículas minerais e orgânicas, contendo poros que podem ser ocupados por ar e/ou água e a fração biológica pela matéria orgânica (AGUIAR et al., 1993). Na composição do substrato para o crescimento de mudas, a fonte orgânica é responsável pela retenção de umidade e pelo fornecimento de parte dos nutrientes.

É considerado um fator de grande importância para produção de mudas, devendo possuir características como consistência, boa estrutura, alta capacidade de retenção de água e adequada porosidade. Além disso, o substrato não deve se expandir, contrair ou apresentar substâncias tóxicas, devendo ser disponível e padronizado (KÄMPF, 2000; WENDLING; GATTO 2002).

O substrato para a produção de mudas tem por finalidade garantir o desenvolvimento de uma planta com qualidade, em curto período de tempo, e baixo custo. A qualidade física do substrato é importante, por ser utilizado num estágio de desenvolvimento em que a planta é muito suscetível ao ataque por microrganismos e pouco tolerante ao déficit hídrico. Assim, o substrato deve reunir características físicas e químicas que promovam, respectivamente, a retenção de umidade e disponibilidade de nutrientes, de modo que atendam às necessidades da planta (CUNHA et al., 2006).

A escolha por um determinado substrato vai depender de seu custo e sua disponibilidade, associado com suas propriedades que devem atender o máximo das condições para o bom crescimento e desenvolvimento das plantas (SOUZA et al., 1995; CALDEIRA et al., 2012). As características físicas, químicas e biológicas

devem oferecer condições para que haja uma boa germinação e ainda favoreça o crescimento e desenvolvimento das mudas (MINAMI; PUCHALA, 2000; SCHORN; FORMENTO, 2003). O uso de um substrato inadequado pode ocasionar até mesmo a perda de germinação, determinando que a escolha do substrato se constitui num dos fatores mais importantes na produção de mudas.

Os substratos afetam diretamente a qualidade de uma muda, pois influenciam na germinação das sementes, iniciação e formação do sistema radicular, enraizamento de estacas e formação da parte aérea, através de suas características de aeração, drenagem, retenção de água e disponibilidade de nutrientes, juntamente com o manejo e condução em viveiro (CALDEIRA et al., 2000; GONÇALVES et al., 2000).

### **2.2.1 Propriedades físicas**

Gonçalves e Poggiani (1996) determinam que a eficiência dos substratos seja influenciada por propriedades físicas como a aeração, drenagem e retenção de água que por sua vez estão diretamente relacionadas com a formação de mudas de qualidade. Um substrato adequado deve ter boa capacidade de aeração para o crescimento do sistema radicular das plantas, sendo que o substrato formulado deve facilitar a passagem de água e permitir a entrada de oxigênio pela superfície da raiz e a saída de água e gás carbônico (SCREMIN-DIAS, 2006).

A densidade aparente pode ser definida pela massa do substrato por unidade de volume ocupado por ele. O valor da densidade é determinado a fim de auxiliar na interpretação de outras características, como porosidade, espaço de aeração, disponibilidade de água, além da salinidade e teor de nutrientes (FERMINO, 2003). O ideal é que a densidade dos substratos não apresente valores nem muito baixos nem muito altos, pois dificulta o cultivo em recipientes, uma vez que limitam o crescimento das plantas e dificultam o seu transporte (KÄMPF, 2005). Segundo recomendação feita por Kämpf (2000) devem-se utilizar substratos com densidade de 0,1 a 0,3 g.cm<sup>-3</sup> para tubetes.

De acordo com Ferrari (2003) e Fermino (2003), a porosidade é o grau de agregação e estruturação das partículas que compõem o substrato, devendo apresentar um bom equilíbrio entre os microporos que aumentam a capacidade de

retenção de água e diminui o espaço de aeração, e os macroporos que aumentam o espaço de aeração do substrato.

Considerações feitas por Scivittaro et al. (2007) avalia que o volume total de poros não pode ser avaliado isoladamente, devendo ser interpretada de maneira fracionada em macro e microporosidade, por não ser capaz de traduzir de forma isolada a qualidade física de um substrato.

O espaço de aeração é caracterizado como volume de macroporos preenchidos com ar, em condições de saturação hídrica e após livre drenagem. A falta da aeração pode provocar danos e inclusive a morte das raízes (BALLARIN, 2004). Os valores sugeridos por Bunt (1973) para um adequado espaço de aeração situam-se entre 0,10 a 0,15 m<sup>3</sup>.m<sup>-3</sup>.

A retenção de água subdivide-se entre água facilmente disponível (volume de água liberado entre 10 hPa e 50 hPa de tensão), água tamponante (volume de água liberado entre 50 hPa e 100 hPa de tensão), água remanescente (volume de água que permanece no substrato depois de aplicada a tensão de 100 hPa), sendo que o volume de água retido no substrato na faixa de tensão entre 10 e 100 hPa compreende a água disponível (AD) às plantas (DE BOODT; VERDONCK, 1972). Para Martínez (2002) a capacidade de retenção considerada ótima deve situar-se entre 20 e 30%.

### **2.2.2 Propriedades químicas**

Segundo Carneiro (1995), as propriedades químicas mais importantes em um substrato são os colóides, os minerais de argila, a capacidade de troca catiônica (CTC), o pH, a matéria orgânica e a relação C/N. Porém, segundo Kämpf (2000) as principais propriedades químicas dos substratos são o pH, a capacidade de troca de cátions (CTC) e a salinidade.

O pH é a reação de alcalinidade ou acidez do meio de cultivo, que varia em uma escala de 1 a 14. Esta propriedade possui considerada importância por estar relacionada com a disponibilidade de nutrientes bem como no efeito sobre processos fisiológicos da planta (KÄMPF, 2005). Valores inadequados de pH podem afetar o desenvolvimento das plantas, principalmente sob acidez excessiva. Plantas cultivadas em ambientes ácidos têm quantidades menores de nutrientes à sua disposição, além de ficarem sujeitas a uma maior absorção de elementos tóxicos como alumínio e manganês. No entanto, a sensibilidade ao pH varia em função das

diferenças genéticas o que lhes conferem graus de sensibilidade diferentes para o mesmo valor de pH (FERMINO, 1996).

De acordo com Carneiro (1995) substratos mais fortemente tamponados proporcionam um meio com menor variação de pH para as mudas, em comparação com os fracamente tamponados, sendo, portanto melhores para a produção de mudas.

A CTC pode ser definida como a quantidade total de cátions que pode ser adsorvido por um material ativo, ou como a propriedade que suas partículas sólidas têm de adsorver e trocar cátions. Considerando que muitos cátions presentes no substrato são também nutrientes para as plantas, pode correlacionar que a capacidade de troca de cátions é um indicativo de capacidade de manutenção destes nutrientes e também valiosa informação do potencial de fertilidade do substrato (ALMEIDA, 2005).

Os nutrientes que estão retidos nos pontos de troca estão protegidos contra a rápida lixiviação e conseqüente perda da fertilidade do substrato. O tamanho das partículas do substrato é um outro fator que afeta a CTC, pois quanto menor a partícula, maior será a superfície específica com pontos de troca. Aumento significativo da CTC é frequentemente relatado após a incorporação de lodo de esgoto a solos e substratos (CORRÊA et al., 2005; GUEDES et al., 2006; BOVI et al., 2007).

A condutividade elétrica (CE) é um indicativo da concentração de sais ionizados na solução e fornece uma estimativa da salinidade do substrato (KÄMPF, 2005). Os valores adequados da condutividade elétrica do substrato variam entre espécies, cultivares e clones. Em geral, para as espécies florestais, ela deve estar entre 1,5 a 3,0 mS cm<sup>-1</sup>. Segundo Rodrigues (2002) altos valores de CE (>3,0 mS cm<sup>-1</sup>), podem danificar as raízes e os pelos radiculares, impedindo a absorção de água e nutrientes, afetando a atividade fisiológica e favorecendo a incidência e a severidade de alguns patógenos.

O teor de íons seja nutrientes ou não nutrientes presentes no substrato que são capazes de se dissolver em água denomina-se salinidade. A sensibilidade à salinidade varia de acordo com as espécies e a idade da planta, sendo que quanto menor a idade maior a sensibilidade (KÄMPF, 2005).

A salinidade de um substrato pode afetar negativamente o cultivo, sendo que a condutividade elétrica acima de 3,5 dS m<sup>-1</sup> é considerada excessiva para a maior

parte das plantas (MARTINEZ, 2002). Faz-se necessário o conhecimento da salinidade, visto que a mesma pode causar perdas na produção, sendo que seu valor é facilmente obtido através da leitura da condutividade elétrica. Segundo Kämpf (2005) a salinidade é um dos itens a ser levado em consideração na escolha do material, onde se busca obter materiais com salinidade abaixo de  $1,0 \text{ g L}^{-1}$ .

Gonçalves e Poggiani (1996) propuseram algumas faixas de valores adequados para algumas características físicas e químicas de substratos utilizados para produção de mudas de espécies florestais (Tabela 1).

Tabela 1 - Escala de valores para interpretação de propriedades físicas e químicas de substratos usados para produção de mudas florestais.

Propriedades	Nível			
	Baixo	Médio	Alto	Adequado
<b>Físicas</b>				
Densidade global ( $\text{g cm}^{-3}$ )	< 0,25	0,25 - 0,50	> 0,50	0,45 - 0,55
Porosidade total (%)	< 55	55 - 75	> 75	75 - 85
macroporosidade (%)	< 20	20 - 40	> 40	35 - 45
microporosidade (%)	< 25	25 - 50	> 50	45 - 55
Capacidade máx. de retenção de água ( $\text{mL } 50 \text{ cm}^{-3}$ )	< 15	15 - 25	> 25	20 - 30
<b>Químicas</b>				
Relação C total/N total	8 a 12/1	12 a 18/1	> 18/1	8 a 12/1
pH em $\text{CaCl}_2$ 0,01 M	< 5,0	5,0 - 6,0	> 6,0	5,5 - 6,5
P resina ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	< 200	200 - 400	> 400	400 - 800
K trocável ( $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	< 15	15 - 30	> 30	30 - 100
Ca trocável ( $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	< 100	100 - 150	> 150	100 - 200
Mg total ( $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	< 50	50 - 100	> 100	50 - 100
CTC efetiva ( $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	< 100	100 - 200	> 200	> 200

Fonte: Gonçalves e Poggiani (1996).

## 2.2.3 Tipos de substratos

### 2.2.3.1 Lodo de esgoto (LE)

O lodo de esgoto é originado das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), após passar por processo de estabilização. Trata-se de um resíduo semissólido, de caráter orgânico, com variáveis teores de componentes inorgânicos (CASSINI et al., 2003). Este resíduo pode ser usado como condicionador das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, considerando seu teor de matéria orgânica e nutrientes (MELO et al., 1994).

O lodo de esgoto é rico em fósforo e nitrogênio, além de outros nutrientes presentes em menores quantidades (SILVA et al., 1998), podendo ser benéficamente reciclado dentro de ambientes florestais (HENRY et al., 1994). A

matéria orgânica fornecida às mudas por meio da utilização do lodo de esgoto, atua como um dos principais componentes dos substratos, aumentando a capacidade de retenção de água e a quantidade de nutrientes para a formação das mudas (TRAZZI, 2011; KRATZ, 2011; CALDEIRA et al. 2012).

De acordo com Guerrini e Trigueiro (2003), o uso do lodo de esgoto como componente de substratos pode ser uma alternativa para acondicionar este resíduo, tendo em vista a economia de fertilizantes e o benefício ambiental que esse material pode proporcionar.

Resultados promissores do uso de lodo de esgoto foram encontrados por Cunha et al. (2006) trabalhando com lodo de esgoto como substrato para mudas de *Acacia sp.*, no qual o substrato composto de 100% desse resíduo com sementes inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio proporcionou maior desenvolvimento às mudas de *Acacia mangium* e *Acacia auriculiformes*. Faustino et al. (2005) testaram diferentes combinações de lodo de esgoto e solo, lodo de esgoto com fibra de coco e solo puro como substrato para produção de mudas de *Senna siamea* encontrando como melhor resultado a combinação de 50% de lodo de esgoto com 50% de fibra de coco, seguido do tratamento composto de 25% de lodo de esgoto, 25% de fibra de coco e 50% de solo.

### **2.2.3.2 Fibra de coco (FC)**

A fibra de coco origina-se do desfibramento industrial da casca de coco, gerando um material leve, de estrutura granular e homogênea, intercalada por fibrilas de altíssima porosidade total (94 - 98%) e elevada capacidade de aeração (24 - 89%) (NOGUERA et al., 2000).

Segundo Wendling e Gatto (2002) a fibra de coco possui ótima aeração e uma boa capacidade de retenção de água. Este substrato se decompõe muito lentamente e não repele a água quando está seco, possuindo alta estabilidade física beneficiando o manejo da irrigação para o produtor.

A fibra de coco possui a tendência de liberar potássio no substrato e de fixar cálcio e magnésio, apresentando pH entre 6,3 e 6,5 e a sua salinidade média é elevada (ALMEIDA, 2005). Porém, é preciso considerar que a fibra de coco, assim como a vermiculita é quase inerte, entretanto, em misturas equilibradas ajuda a formar um substrato coeso e ao mesmo tempo naturalmente poroso, muito propício ao crescimento do sistema radicial (TAVEIRA, 2008).

Trazzi (2011) comprovou em seu estudo que a utilização de lodo de esgoto com fibra de coco triturada contribuiu para a melhoria das propriedades físicas do substrato, aumentando o crescimento de mudas de *Tectona grandis*.

### **2.2.3.3 Vermiculita (VERM)**

A vermiculita é um mineral praticamente inerte, de estrutura variável, muito leve. É uma forma de mica expandida, obtida através do aquecimento desta rocha à temperaturas superiores a 1000 °C, de modo que sua grade cristalina (2:1) se expande, resultando num produto leve, macio, estéril, com boa disponibilidade de Mg e K, pH em água  $\geq 6,5$ , CTC média de 109  $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$  e 0,16  $\text{g.cm}^{-3}$  de densidade (GONÇALVES; POGGIANI, 1996).

A sua capacidade de troca iônica é estimada em valores na faixa entre 100 e 130  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ . Possui baixa elasticidade, baixa densidade e elevadas capacidades de adsorção e absorção o que permite sua utilização para produção de mudas (UGARTE et al., 2005).

Este material pode ser usado de forma pura ou em misturas para promover maior aeração e porosidade a outros materiais menos porosos. Entretanto, seu uso de forma pura eleva o custo e a necessidade de adubações frequentes, principalmente de micronutrientes, além de não permitir a formação de um sistema radicial bem agregado a muda, ou a capacidade de formar torrão, dificultando desta forma o transporte das mudas até o local de plantio (ROBER, 2000; NEVES et al., 1990).

### **2.2.3.4 Casca de arroz *in natura* (CA)**

A casca de arroz têm baixa densidade e peso específico, além de lenta biodegradação, permanecendo em sua forma original por longos períodos de tempo. Tanto nas cascas de arroz como em suas cinzas, não existem compostos tóxicos, podendo ser utilizada como substrato, em canteiros ou recipientes, na germinação de sementes e formação de mudas de vegetais superiores (SOUSA, 1993).

A casca de arroz é caracterizada por sua alta dureza, fibrosidade, natureza abrasiva e resistência à degradação, constituindo, portanto, um subproduto agrícola de baixo valor nutritivo. Atualmente, a casca de arroz é utilizada como fonte energética em fornos pra secagem de grãos, olarias, produção de blocos e painéis na construção civil através de suas cinzas e nas vidrarias (DELLA et al., 2001).

Esse resíduo tem sido muito pouco utilizado na forma *in natura*, assim torna-se necessária a realização de estudos da casca de arroz sem a carbonização, a fim de avaliar sua utilização tornando mais prática ao dispensar a fase de carbonização, reduzindo custos e contribuindo com a sua destinação.

### **2.2.3.5 Palha de café *in natura* (PC)**

A palha de café é proveniente do processo de beneficiamento do café, produto este de extrema importância para a economia brasileira. Este resíduo por ser de natureza orgânica, pode ser utilizado na agricultura como fertilizante em lavouras e pelos viveiristas na produção de mudas.

Após a colheita e separação das impurezas, o café pode ser processado por via úmida ou seca. No Brasil, o processo mais empregado é o via seca, no qual os grãos são secos em terreiros ou pré-secadores e secadores mecânicos sem tratamento prévio, sendo então beneficiado e obtido a casca de café (SILVA, 1999).

Martins Filho et al. (2007), testando vários substratos (solo, esterco bovino, areia, cama de frango, palha de café, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e substrato comercial com osmocote) para o crescimento de pupunheira (*Bactris gasipaes* H. B. K.) e palmeira-real-australiana (*Archontophoenix alexandrae* Wendl & Drud.), obtiveram resultados em que o substrato formado com palha de café proporcionou resultados inferiores, sendo que as diferentes diluições de terra, areia e esterco (65%, 10% e 25%, respectivamente), foram eficientes para formação inicial de mudas destas espécies.

### **2.2.3.6 Composto orgânico (CO)**

Composto orgânico é resultante da compostagem de materiais orgânicos, seja de origem animal ou vegetal. Entre eles pode-se citar: lixo doméstico, lodo de esgoto, serragem, folhas, estercos, casca de árvores, resíduos de agroindústrias, entre outros. A compostagem permite um melhor aproveitamento desses materiais, que usualmente são descartados, virando resíduos. Origina-se do processo de transformação de matéria orgânica facilmente degradável, que permite a reciclagem do material putrescível de origem vegetal e animal, como por exemplo, restos de comida, folhas, fezes de animais (SILVA et al., 2002).

Tradicionalmente, o esterco bovino é utilizado como fonte orgânica na composição de composto orgânico para viveiros de mudas de café, de plantas hortícolas e de plantas arbóreas (ANDRADE NETO et al., 1999). Outro resíduo que

pode ser utilizado na compostagem é a palha de café *in natura* por se tratar de um resíduo orgânico. A utilização desses materiais para fins agrícolas e florestais, como por exemplo, a produção de compostagens e utilização como substrato para a produção de mudas contribuem para o desenvolvimento sustentável, reduzindo as pressões sobre recursos naturais e gerando compostos orgânicos capazes de fornecer quantidades significativas de nutrientes necessários ao crescimento vegetal.

### **2.3 Características morfológicas das mudas**

Conforme Gomes et al. (2002), as características morfológicas são frequentemente empregadas na determinação do padrão de qualidade das mudas no viveiro, sendo de fácil compreensão por parte dos viveiristas. No mesmo sentido Fonseca (2002) considera que as características morfológicas são atributos determinados física ou visualmente e que se deve levar em conta a importância dessas características para o sucesso do desempenho das mudas após o plantio no campo. No entanto, ainda são necessárias definições mais concretas para responder às exigências, quanto à sobrevivência e ao crescimento, diante das adversidades encontradas no campo após o plantio (GOMES et al., 2002).

Carneiro (1995) descreveu que as mudas com padrão de qualidade são fundamentais para o desempenho do povoamento após o plantio mencionando que características morfológicas como altura, diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea e radicular, massa seca total, índice de qualidade de Dickson, entre outros, são de importante avaliação para determinação da qualidade das mudas.

A altura das mudas fornece uma excelente avaliação do crescimento inicial das plantas no campo, sendo tecnicamente aceita como uma boa medida do potencial de desempenho das mudas. Também Gomes et al. (2002) citam que a altura, deve ser analisada combinada com outras características tais como: diâmetro do coleto e a relação massa seca da parte aérea/raízes (MEXAL; LANDS, 1990; GOMES; PAIVA, 2006)

O diâmetro do coleto é uma característica de fácil mensuração, não sendo um método destrutivo, considerado por muitos pesquisadores uma das mais importantes características para aferir a sobrevivência em campo de mudas de diferentes

espécies florestais (GOMES et al., 2002). Daniel et al. (1997) ressaltam que o diâmetro do coleto é o mais observado para indicar a capacidade de sobrevivência das mudas no campo, e pode auxiliar na definição das doses de fertilizantes a serem aplicadas na produção de mudas.

A massa seca da parte aérea possui grande relevância de determinação pelo fato das folhas constituírem-se numa das principais fontes de fotoassimilados e nutrientes necessários para a o suprimento das necessidades da planta no primeiro mês de plantio (BELLOTE; SILVA, 2000).

Gomes e Paiva (2006) reconhecem a massa seca de raízes como uma das melhores características para avaliar a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas em campo. Os autores consideram que a sobrevivência é maior quanto mais abundante o sistema radicial, independentemente da altura da parte aérea, havendo uma correlação entre o peso de matéria seca das raízes e a altura da parte aérea.

O índice de robustez é derivado da divisão da altura da parte aérea pelo diâmetro do coleto e exprime um equilíbrio de crescimento, relacionando essas duas importantes características morfológicas em apenas um índice (CARNEIRO, 1995), sendo considerado um dos mais precisos por fornecer informações de quanto a muda está delgada (JOHNSON; CLINE, 1991). Segundo Carneiro (1995), este índice revela o equilíbrio no desenvolvimento, devendo situar-se entre os limites de 5,4 a 8,1, onde quanto menor for o seu valor, maior será a capacidade das mudas sobreviverem e se estabelecerem na área do plantio definitivo.

O índice de qualidade de Dickson, segundo Fonseca et al. (2002) é considerado um indicador da qualidade das mudas, pois no seu cálculo são consideradas a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, avaliando os resultados de várias características importantes empregadas para avaliação da qualidade.

A relação entre massa seca da parte aérea e massa seca radicular embora seja considerada um índice eficiente e seguro para expressar o padrão de qualidade das mudas, poderá não ter significado para o crescimento no campo (GOMES; PAIVA, 2006).

Os autores Gomes et al. (2002) observaram que a relação entre a altura e a massa seca da parte aérea de mudas de *Eucalyptus grandis* apresentou a maior contribuição relativa, mostrando a sua importância, apesar de levar em consideração uma característica destrutiva do peso de matéria seca.

Em geral, Segundo Gomes e Paiva (2006) as características morfológicas são as mais utilizadas na determinação da qualidade de mudas, mas estas, porém têm algumas desvantagens, pois não permitem conclusões definitivas a respeito do estágio de crescimento do processo de produção de mudas, sendo preferencialmente utilizados de forma conjunta com outras características.

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 Localização

As mudas de *Sesbania virgata* foram produzidas no Viveiro Florestal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, localizado na Rodovia Cachoeiro-Alegre, km 06 (Área Experimental I) no município de Alegre no sul do Estado do Espírito Santo, localizado na latitude 20°45' S e longitude 41°31' W, com a altitude média de 120 m.

O clima da região enquadra-se no tipo Cwa (inverno seco e verão chuvoso), de acordo com a classificação de Köppen, sendo a temperatura média anual de 24,1°C, com máximas diárias de 31°C e mínimas de 20,2°C e precipitação anual média de 1104 mm (MAIA et al., 2007).

### 3.2 Componentes e preparo dos substratos

Os tratamentos foram formulados utilizando lodo de esgoto (LE), fibra de coco (FC), vermiculita (VERM), casca de arroz *in natura* (CA), palha de café *in natura* (PC), composto orgânico (CO) com proporções em volume de (1:1) de esterco bovino e palha de café *in natura*, e o tratamento testemunha formado pelo substrato comercial (SC) composto de 60% de composto de casca de pinus, 15% de vermiculita e 25% de húmus.

O lodo de esgoto foi adquirido na Empresa de Saneamento Foz do Brasil, produzidos na Estação de Tratamento de Esgoto de Pacotuba, localizada no município de Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo. O resultado da análise química do lodo de esgoto pode ser conferido na Tabela 2, que com base na resolução CONAMA – 375/2006 está apto para uso em ambientes agrícolas, exceto para culturas alimentícias. O material ficou exposto à pleno sol em ambiente aberto por 30 dias, e foi posteriormente passado por uma peneira de aço com malha de 2 mm para homogeneização das partículas.

Tabela 2 - Teores de metais pesados no lodo de esgoto doado pela Foz do Brasil S.A. na estação de tratamento de esgoto de Cachoeiro de Itapemirim-ES.

Análises	Unidades	Resultados Analíticos <sup>1</sup>	CONAMA 375/2006
Arsênio		< 0,5	41
Bário		156	1300
Cádmio		< 0,053	39
Chumbo		29	300
Cobre		98	1500
Cromo		26	1000
Molibdênio		3,5	50
Níquel	mg dm-3	11	420
Selênio		< 0,5	100
Zinco		409	2800
Fósforo Total		4128	-
pH (Suspensão a 5%)		5,2	-
Nitrogênio Total Kjeldahl		5646	-
Nitrogênio Amoniacal		60	-
Potássio		1623	-
Sódio		399	-
Enxofre	%	1,30	-
Carbono Orgânico Total		16,00	-

<sup>1</sup>Resultados fornecidos pela Foz do Brasil S.A.

O esterco bovino utilizado foi proveniente das atividades pecuárias da área experimental I/CCA-UFES. A palha de café *in natura* foi adquirida de doações de produtores agrícolas do município de Muniz Freire - ES. Para a preparação do composto orgânico, o esterco bovino *in natura* foi misturado em igual proporção com a palha de café *in natura* (1:1 volume) até atingir homogeneidade. Em seguida o composto permaneceu exposto a pleno sol em ambiente aberto por cerca de 60 dias para estabilização. A vermiculita, fibra de coco e o substrato comercial utilizados no experimento foram adquiridos na Fibria S.A. (unidade Aracruz).

Os tratamentos foram formulados (Tabela 3) misturando-se manualmente o lodo de esgoto com os demais componentes (fibra de coco, palha de café *in natura*, composto orgânico, casca de arroz *in natura* e vermiculita). Para medir os volumes necessários dos componentes que foram misturados, foi utilizada uma proveta graduada com capacidade para 1000 mL e, após a homogeneização dos mesmos, foram separadas amostras de cada tratamento para a posterior realização das análises químicas e físicas.

Para garantir um bom suprimento de nutrientes nas mudas, todos os tratamentos receberam fertilização de base: 750g de sulfato de amônio; 1667g de superfosfato simples e 172g de cloreto de potássio por metro cúbico de substrato (GONÇALVES et al., 2000).

Os substratos correspondentes aos tratamentos foram alocados em tubetes com capacidade para 120 cm<sup>3</sup> de substrato os quais foram acondicionadas em bandejas de polipropileno com capacidade de 54 tubetes espaçados, sendo estas bandejas dispostas em canteiro suspensos a 80 cm do solo dentro da casa de sombra, coberta com tela que permite a passagem de 75% da luminosidade.

### **3.3 Sementes e condução das mudas**

As sementes de *Sesbania virgata* foram adquiridas na Reserva Natural Vale (RNV) e passaram por um processo de quebra de dormência em água a temperatura ambiente por embebição durante 15 minutos. Posteriormente realizou-se a semeadura de três sementes por tubete. Após a emergência ( $\pm 20$  dias) foi realizado o raleio, deixando uma muda por recipiente com o objetivo de aumentar a disponibilidade de nutrientes para as mudas remanescentes.

A irrigação foi realizada com micro-aspersores quatro vezes ao dia, por um sistema automático de irrigação, sendo realizadas duas irrigações na parte da manhã e duas na parte da tarde.

### **3.4 Delineamento experimental e tratamentos**

O experimento foi instalado em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), constituído de vinte e dois tratamentos, com cinco repetições de oito mudas cada. As composições de todos os tratamentos podem ser conferidas na Tabela 3.

Tabela 3 - Composição dos tratamentos para produção de *Sesbania virgata* (v:v).

	Tratamentos																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
LE	100	80	60	40	20	80	60	40	20	80	60	40	20	80	60	40	20	80	60	40	20	
FC		20	40	60	80																	
VERM						20	40	60	80													
CA										20	40	60	80									
PC														20	40	60	80					
CO																		20	40	60	80	
SC																						100

LE – Lodo de Esgoto; FC- Fibra de Coco; PC - Palha de Café *in natura*; CO - Composto Orgânico; CA - Casca de Arroz *in natura*; VERM - Vermiculita; SC - Substrato Comercial.

As características analisadas foram submetidos à análise estatística através de comparação de médias pelo teste Scott-Knott no nível de 5% de significância, por meio do software SISVAR®.

### 3.5 Análise dos substratos

#### 3.5.1 Análise química

Para a análise química utilizou-se o método da Embrapa (2009) para a determinação dos teores disponíveis nos substratos utilizados. As análises foram realizadas no laboratório de Recursos Hídricos/DCF/CCA-UFES, Jerônimo Monteiro - ES, entretanto as análises da condutividade elétrica (CE) e do teor total de sais solúveis (TTSS) foram realizadas no Laboratório de Substratos do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Os resultados das análises químicas dos substratos encontram-se descritos na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultado das características químicas dos diferentes substratos avaliados.

Tratamentos	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC	SB	V	m	CE	TTSS
	H <sub>2</sub> O	mgdm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					%		mS cm <sup>-1</sup>	g L <sup>-1</sup>	
T1 (100% LE)	4,0	204	144	71	12,5	4,8	0,9	23,0	41,03	18,04	44,0	4,8	1,42	6,22
T2 (80% LE+20% FC)	4,0	176	247	63	12,3	4,6	1,0	18,5	36,23	17,74	49,0	5,3	0,89	2,76
T3 (60% LE+40% FC)	4,1	167	526	56	10,1	3,8	0,6	21,0	36,43	15,43	42,4	3,7	0,75	1,85
T4 (40% LE+60% FC)	4,4	137	699	40	6,1	2,9	0,4	24,2	35,09	10,93	31,2	3,5	0,66	1,20
T5 (20% LE+80% FC)	4,7	145	1105	44	4,7	2,0	0,3	21,7	31,30	9,65	30,8	2,5	0,49	0,61
T6 (80% LE+20% VERM)	4,0	154	132	87	17,7	5,8	0,9	19,3	43,56	24,24	55,6	3,6	0,90	3,32
T7 (60% LE+40% VERM)	4,1	132	125	133	12,5	4,7	0,9	19,7	37,83	18,17	48,0	4,7	0,60	2,01
T8 (40% LE+60% VERM)	4,0	123	92	151	10,0	4,6	0,7	15,2	30,63	15,47	50,5	4,3	0,54	1,47
T9 (20% LE+80% VERM)	4,4	62	72	191	5,7	4,3	0,7	11,3	22,37	11,05	49,4	6,0	0,26	0,57
T10 (80% LE+20% CA)	4,3	182	470	25	13,1	3,2	0,5	23,5	41,03	17,54	42,7	2,8	1,34	5,26
T11 (60% LE+40% CA)	4,6	200	834	25	10,2	2,8	0,5	18,5	33,72	15,23	45,2	3,2	1,14	3,60
T12 (40% LE+60% CA)	4,9	180	896	20	7,5	2,1	0,3	15,5	27,47	11,97	43,6	2,4	0,94	2,34
T13 (20% LE+80% CA)	5,7	204	1170	20	3,9	1,9	0,4	10,2	19,01	8,85	46,6	4,3	0,55	0,93
T14 (80% LE + 20% PC)	4,4	198	3230	30	14,2	3,6	0,9	24,7	50,88	26,23	51,5	3,3	0,91	3,05
T15 (60% LE + 40% PC)	4,7	217	5640	29	8,7	3,2	1,5	24,0	50,44	26,45	52,4	5,4	0,87	2,45
T16 (40% LE + 60% PC)	5,0	257	7860	29	6,2	3,3	1,5	24,7	54,50	29,84	54,8	4,8	0,80	1,80
T17 (20% LE + 80% PC)	5,3	291	10160	30	3,4	3,2	1,9	23,3	56,02	32,69	58,4	5,5	0,98	1,65
T18 (80% LE + 20% CO)	4,4	195	266	57	13,0	5,4	0,5	17,5	36,87	19,37	52,6	2,5	0,50	2,09
T19 (60% LE + 40% CO)	4,7	211	384	26	16,5	5,7	0,3	17,3	40,60	23,27	57,3	1,3	0,78	3,49
T20 (40% LE + 60% CO)	5,3	226	631	23	11,6	6,7	0,1	11,5	31,50	20,01	63,5	0,5	0,55	2,57
T21 (20% LE + 80% CO)	5,9	206	625	16	10,4	7,6	0,1	7,5	27,18	19,68	72,4	0,3	0,54	2,77
T22 (100% SC)	6,6	189	470	20	13,1	13,9	0,0	7,0	35,27	28,28	80,2	0,0	0,94	3,17

LE- Lodo de Esgoto; FC- Fibra de Coco; VERM-Vermiculita; CA-Casca de Arroz *in natura* PC- Palha de Café *in natura*; CO- Composto Orgânico à base de palha de café *in natura* e esterco bovino; SC- Substrato Comercial.

### **3.5.2 Análise física**

A caracterização física dos substratos foi realizada no Laboratório de Substratos do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), conforme metodologia constante na Instrução Normativa nº 17 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2007). Foi determinada a densidade (DENS), macroporosidade (Macrop), microporosidade (Microp), volume total de poros (VTP), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD), água tamponante (AT) e água disponível (AD). Os resultados das análises físicas dos substratos encontram-se descritos na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultado das características físicas dos diferentes substratos avaliados.

Trat.	DENS g cm <sup>-3</sup>	Macrop	Microp	VTP	EA %	AFD	AT	AD
T1 (100% LE)	0,21	23	52	75	17	25	5	30
T2 (80% LE+20% FC)	0,23	22	54	76	17	26	6	31
T3 (60% LE+40% FC)	0,17	20	52	72	12	28	6	34
T4 (40% LE+60% FC)	0,11	19	46	65	9	25	6	31
T5 (20% LE+80% FC)	0,07	17	30	47	9	15	3	18
T6 (80% LE+20% VERM)	0,26	27	52	79	21	20	5	26
T7 (60% LE+40% VERM)	0,19	32	49	81	22	17	6	22
T8 (40% LE+60% VERM)	0,11	38	44	82	21	12	6	17
T9 (20% LE+80% VERM)	0,05	40	41	81	19	11	5	16
T10 (80% LE+20% CA)	0,18	20	53	73	25	20	4	24
T11 (60% LE+40% CA)	0,13	17	48	65	28	14	3	17
T12 (40% LE+60% CA)	0,11	16	53	69	41	9	1	10
T13 (20% LE+80% CA)	0,05	15	48	63	43	5	0	5
T14 (80% LE + 20% PC)	0,19	28	47	75	24	18	2	21
T15 (60% LE + 40% PC)	0,17	26	47	73	31	11	2	14
T16 (40% LE + 60% PC)	0,11	29	44	73	35	7	1	8
T17 (20% LE + 80% PC)	0,05	31	41	72	38	2	0	2
T18 (80% LE + 20% CO)	0,18	26	49	75	14	27	4	31
T19 (60% LE + 40% CO)	0,15	26	50	76	18	25	4	29
T20 (40% LE + 60% CO)	0,12	25	48	73	16	25	4	29
T21 (20% LE + 80% CO)	0,11	25	50	75	20	24	3	27
T22 (100% SC)	0,32	33	52	85	26	19	3	23

LE- Lodo de Esgoto; FC- Fibra de Coco; VERM-Vermiculita; CA-Casca de Arroz *in natura* PC- Palha de Café *in natura*; CO- Composto Orgânico à base de palha de café *in natura* e esterco bovino; SC- Substrato Comercial.

### 3.6 Características morfológicas

Após 150 dias da semeadura foram mensuradas as seguintes características: altura (H), diâmetro do coleto (DC), relação entre a altura da parte aérea e diâmetro do coleto (H/DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca total (MST), relação entre a massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular (MSPA/MSR), relação entre a altura e massa seca da parte (H/MSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD).

A altura foi obtida com régua milimetrada tomando-se como padrão a gema terminal (meristema apical) e o diâmetro do coleto com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01 milímetros, conforme figura 1.



Figura 1 - (A) Determinação da altura e (B) diâmetro do coleto das mudas de *Sesbania virgata*.

A quantificação da massa seca da parte aérea e do sistema radicular (Figura 2) foi realizada através da pesagem das partes vegetais, após a secagem em estufa de circulação de ar forçada a 70 °C, por um período de aproximadamente 72 h.



Figura 2 - (A) Parte aérea e (B) sistema radicular das mudas de *Sesbania virgata*.

O índice de qualidade de Dickson foi obtido pela Equação (1) de Dickson et al. (1960):

$$IQD = \frac{MST_{(g)}}{H_{(cm)}/DC_{(mm)} + MSPA_{(g)}/MSR_{(g)}} \quad (1)$$

Em que:

MST(g) = Massa seca total

H(cm) = Altura

DC(mm) = Diâmetro do coleto

MSPA(g) = Massa seca da parte aérea

MSR(g) = Massa seca da raiz

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A comparação de médias feita pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de significância, mostrou diferença estatística para todas as características analisadas. Na Tabela 6 estão apresentados os valores médios de todos os tratamentos, assim como os resultados do teste de média por Scott-Knott.

Tabela 6 – Altura (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), massa seca total (MST), relação altura/diâmetro do coleto (H/DC), relação massa seca da parte aérea/raiz (MSPA/MSR), relação altura/massa seca da parte aérea (H/MSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Sesbania virgata*.

Tratamento	H (cm)	DC (mm)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	H/DC	MSPA/MSR	H/MSPA	IQD
T1 (100% LE)	18,86 d*	4,06 b	1,197 d	0,911 b	2,108 e	4,78 c	1,314 c	15,75 c	0,350 c
T2 (80% LE+20% FC)	18,99 d	4,26 b	1,528 c	0,778 c	2,306 d	4,50 c	1,964 b	12,42 d	0,362 b
T3 (60% LE+40% FC)	16,61 e	3,30 c	0,882 e	0,427 d	1,299 f	5,21 b	2,066 b	18,85 b	0,188 d
T4 (40% LE+60% FC)	14,72 e	3,65 c	0,881 e	0,463 d	1,344 f	4,07 d	1,903 b	16,71 c	0,225 c
T5 (20% LE+80% FC)	10,62 g	3,12 d	0,370 f	0,231 d	0,601 g	3,43 e	1,602 b	28,97 a	0,117 d
T6 (80% LE+20% VERM)	20,07 c	4,43 b	1,708 c	1,184 b	2,892 c	4,56 b	1,443 c	11,75 d	0,484 b
T7 (60% LE+40% VERM)	23,57 b	4,59 a	2,110 b	1,203 b	3,313 b	5,18 b	1,754 b	11,17 d	0,484 b
T8 (40% LE+60% VERM)	18,27 d	3,96 b	1,347 d	1,007 b	2,354 d	4,65 c	1,338 c	13,56 d	0,395 b
T9 (20% LE+80% VERM)	15,21 e	3,37 c	0,795 e	0,631 c	1,426 f	4,62 c	1,260 c	19,13 b	0,246 c
T10 (80% LE+20% CA)	16,34 e	4,06 b	1,327 d	1,032 b	2,359 d	4,03 d	1,286 c	12,31 d	0,432 b
T11 (60% LE+40% CA)	12,23 f	3,05 d	0,883 e	0,709 c	1,591 f	4,07 d	1,245 c	13,85 d	0,299 c
T12 (40% LE+60% CA)	12,83 f	2,90 d	0,623 e	0,642 c	1,269 f	4,45 c	0,970 d	20,59 b	0,239 c
T13 (20% LE+80% CA)	7,30 h	2,41 e	0,266 f	0,338 d	0,604 g	3,05 e	0,787 d	27,44 a	0,156 d
T14 (80% LE + 20% PC)	21,11 c	4,14 b	1,843 c	1,140 b	2,983 c	5,01 b	1,617 b	11,45 d	0,441 b
T15 (60% LE + 40% PC)	18,51 d	3,57 c	1,003 d	0,740 c	1,743 e	5,18 b	1,355 c	18,45 b	0,274 c
T16 (40% LE + 60% PC)	17,87 d	3,53 c	1,099 d	0,784 c	1,883 e	5,06 b	1,402 c	16,26 c	0,290 c
T17 (20% LE + 80% PC)	21,99 b	3,54 c	1,279 d	1,474 a	2,753 c	6,21 a	0,868 d	17,19 c	0,387 b
T18 (80% LE + 20% CO)	22,44 b	4,79 a	2,225 b	1,263 b	3,488 b	4,68 c	1,762 b	10,08 d	0,570 a
T19 (60% LE + 40% CO)	27,09 a	4,86 a	2,505 a	0,695 c	3,200 b	5,57 a	3,604 a	10,81 d	0,341 c
T20 (40% LE + 60% CO)	26,06 a	5,07 a	2,477 a	1,485 a	3,962 a	5,14 b	1,668 b	10,52 d	0,591 a
T21 (20% LE + 80% CO)	21,89 b	3,83 c	1,273 d	0,751 c	2,024 e	5,72 a	1,743 b	17,19 c	0,269 c
T22 (100% SC)	12,96 f	3,34 c	0,795 e	0,543 d	1,338 f	3,88 d	1,464 b	16,30 c	0,261 c
F	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV%	5,72	5,53	12,24	19,89	12,81	8,19	20,01	13,34	18,14

LE- Lodo de Esgoto; FC- Fibra de Coco; VERM-Vermiculita; CA-Casca de Arroz *in natura* PC- Palha de Café *in natura*; CO- Composto Orgânico à base de palha de café *in natura* e esterco bovino; SC- Substrato Comercial.

\*Médias seguidas de uma mesma letra não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott, a nível de 5% de significância.

#### 4.1 Altura

Para a característica de crescimento altura (Figura 3), verificou-se que os valores médios dos tratamentos variaram entre 7,30 e 27,09 cm. O limite inferior foi verificado no substrato contendo 20% de lodo de esgoto e 80% de casca de arroz *in natura*, já o máximo crescimento em altura foi verificado no substrato contendo composto orgânico em sua constituição, contudo a utilização de 40% e 60% de composto orgânico associado à capacidade equivalente de lodo de esgoto (T19 e T20, respectivamente) não resultou em diferença estatística.

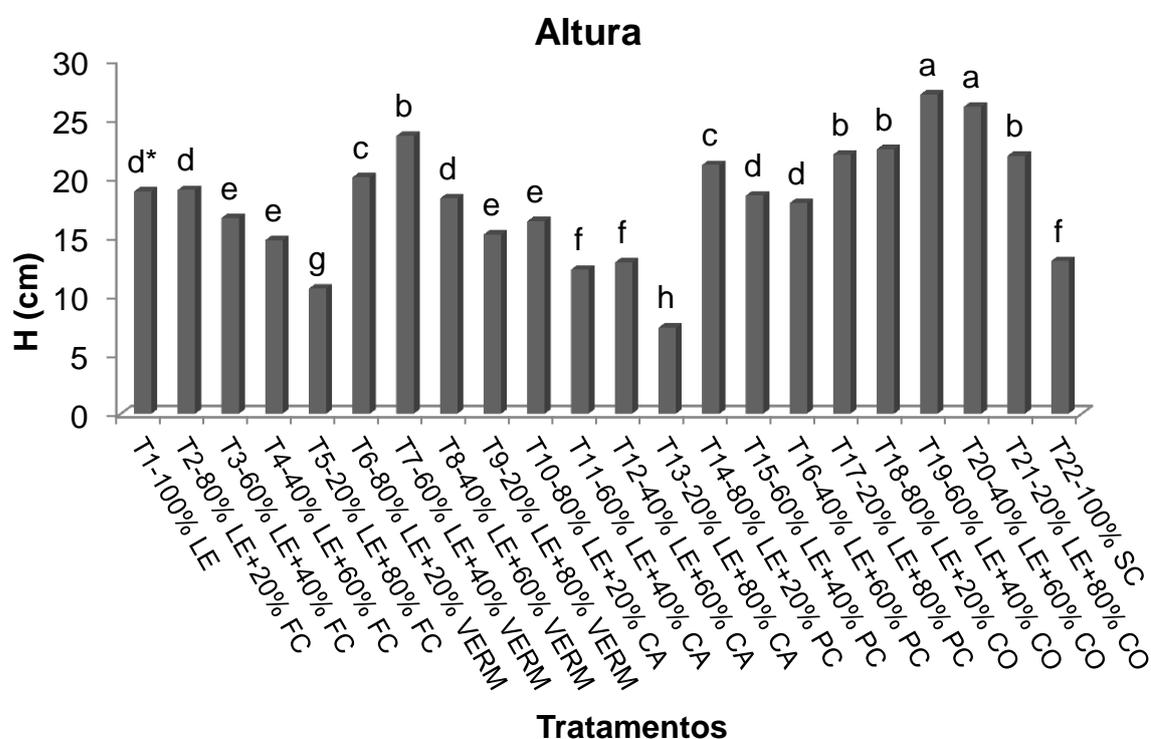


Figura 3 - Valores médios de altura (H), de mudas de *Sesbania virgata* produzidas em diferentes substratos, aos 150 dias de idade.

\*Colunas seguidas pela mesma letra não apresentam diferença significativas entre os substratos pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Assim o melhor crescimento em altura foi verificado nos tratamentos T19 e T20, possivelmente devido à utilização de materiais orgânicos como o esterco bovino na produção do composto orgânico, somados ao material orgânico adicionado à mistura através da utilização do lodo de esgoto. Esses tratamentos

apresentaram bons teores de nutrientes como K, Ca e Mg, além de características físicas favoráveis, como densidade aparente, porosidade total e água disponível (GONÇALVES; POGGIANI, 1996).

Para se alcançar mudas de espécies florestais de boa qualidade, Gonçalves et al. (2000), recomendam altura variando entre 20 e 35 cm. Seguindo a variação de qualidade mencionada, os tratamentos T6 (80% LE + 20% VERM), T7 (60% LE + 40% VERM), T14 (80% LE + 20% PC), T17 (20% LE + 80% PC), T18 (80% LE + 20% CO), T19 (60% LE + 40% CO), T20 (40% LE + 60% CO) e T21 (20% LE + 80% CO) se situaram no padrão de qualidade indicado.

Resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo foi avaliado por Peroni (2012) no qual verificou que todos os tratamentos formulados utilizando lodo de esgoto juntamente com o composto orgânico (com proporções de 1:1 de esterco bovino e palha de café *in natura*) resultaram em melhores médias de crescimento em altura para *Eucalyptus grandis*, situando também dentro dos limites propostos por Gonçalves et al. (2000). De maneira semelhante, Vieira et al. (2009) com o objetivo de avaliar o crescimento de mudas de Crindiúva (*Trema micrantha* L. Blume) em diferentes composições de substratos orgânicos, verificaram que os substratos que continham esterco bovino foram os melhores para produção de mudas da espécie para a maioria das características testadas incluindo a altura.

A altura da parte aérea pode ser utilizada como uma predição do crescimento inicial das mudas no campo, apesar de ser facilmente influenciada por algumas práticas de manejo adotadas nos viveiros (MEXAL; LANDS, 1990; GOMES; PAIVA, 2006). Contudo, sua facilidade de medição e pelo fato de se tratar de uma medição não destrutiva, faz com que esta característica seja bastante utilizada na avaliação da qualidade das mudas (GOMES et al., 2002).

#### **4.2 Diâmetro do coleto**

De acordo com Daniel et al. (1997), o diâmetro do coleto é avaliado para indicar a capacidade de sobrevivência da muda no campo, sendo considerado por Gomes et al. (2002) como uma das mais importantes características para aferir sobre a sobrevivência das mudas logo após o plantio. Para essa característica, os maiores valores foram verificados nos tratamentos T7 (60% LE + 40% VERM), T18

(80% LE + 20% CO), T19 (60% LE + 40% CO) e T20 (40% LE + 60% CO). Assim como ocorreu para altura, os substratos formulados com o composto orgânico proporcionaram maiores médias de diâmetro do coleto, que por sua vez não diferiram estatisticamente com o tratamento T7 formulado com vermiculita (Figura 4).

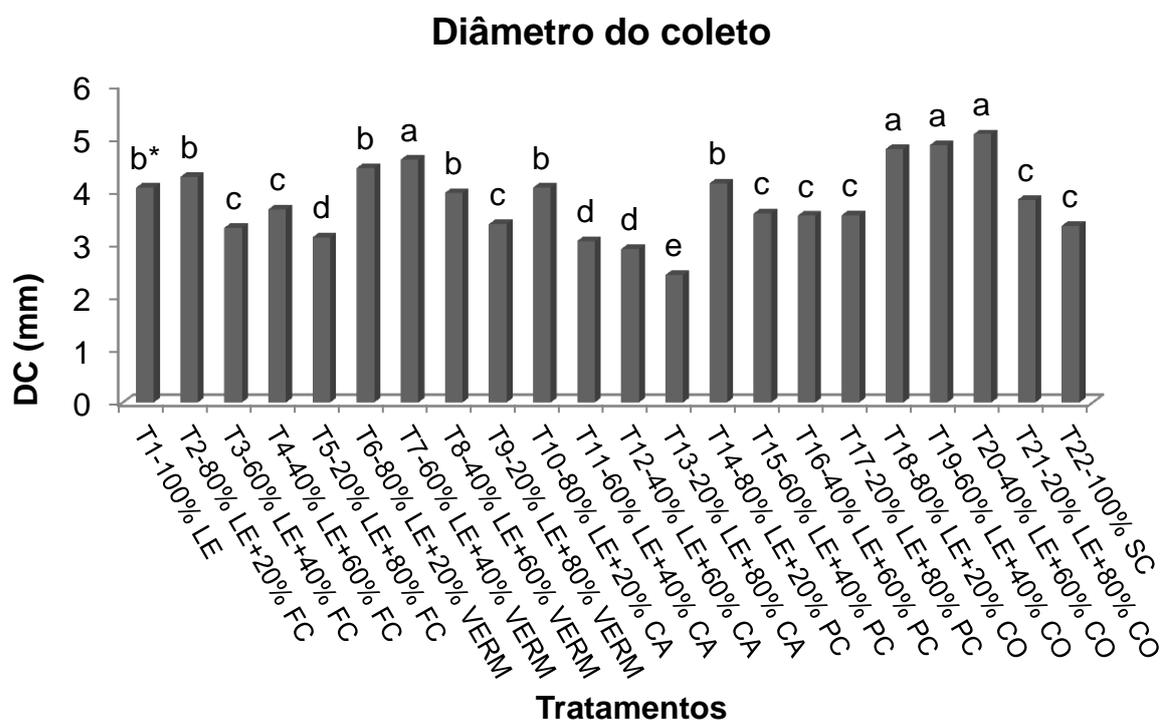


Figura 4 - Valores médios de diâmetro do coleto (DC), de mudas de *Sesbania virgata* produzidas em diferentes substratos, aos 150 dias de idade.

\*Colunas seguidas pela mesma letra não apresentam diferença significativas entre os substratos pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Corroborando com estes resultados, Souza et al. (2006), obtiveram maiores valores médios para o diâmetro do coleto nas mudas de espécies florestais, *Cedrela odorata* (cedro-rosa), *Schinus terebinthifolius* (aroeira) e *Acacia holosericea* (acácia) com os resíduos orgânicos esterco bovino, esterco de galinha e com a utilização da adubação mineral. Costa et al. (2005) verificaram incremento superior das mudas de jenipapo (*Genipa americana*) para todas as características (H, DC, H/DC) nos substratos com esterco bovino, indicando a necessidade desse componente no substrato, para a produção de mudas de melhor qualidade.

Valeri e Corradini (2005) evidenciaram que o potássio regula a abertura estomática e promoveu engrossamento do caule das mudas, porém no presente

estudo esta associação não ficou evidente já que as maiores médias de diâmetro de coleto foram verificadas nos tratamentos T7, T18, T19 e T20 cujos índices de potássio (Tabela 1) são considerados baixos, de acordo com a classificação Gonçalves e Poggiani (1996), sendo avaliado adequado apenas o tratamento T14 que obteve média de 4,14 para o DC.

Em estudo feito por Gonçalves et al. (2000) consideram que o diâmetro do coleto adequado a mudas de espécies florestais de qualidade está situado entre 5 e 10 mm. No presente trabalho apenas o tratamento com 40% de lodo de esgoto e 60% de composto orgânico atingiu o diâmetro adequado segundo o autor supracitado.

### **4.3 Massa seca da parte aérea**

Para a característica massa seca da parte aérea (Figura 5) verificou-se que a menor quantidade de lodo de esgoto levou também a diminuição das médias desta característica. Esta provável relação está evidente quando se analisa as menores proporções de lodo de esgoto juntamente com as maiores proporções de fibra de coco, vermiculita, casca de arroz *in natura*, e palha de café. Além disso, observou-se que os melhores tratamentos (T19 e T20) para massa seca da parte aérea possuem maiores fornecimentos de Ca e Mg quando comparadas com os demais tratamentos com desempenho inferior, sendo considerados adequados pela classificação fornecida por Gonçalves e Poggiani (1996).

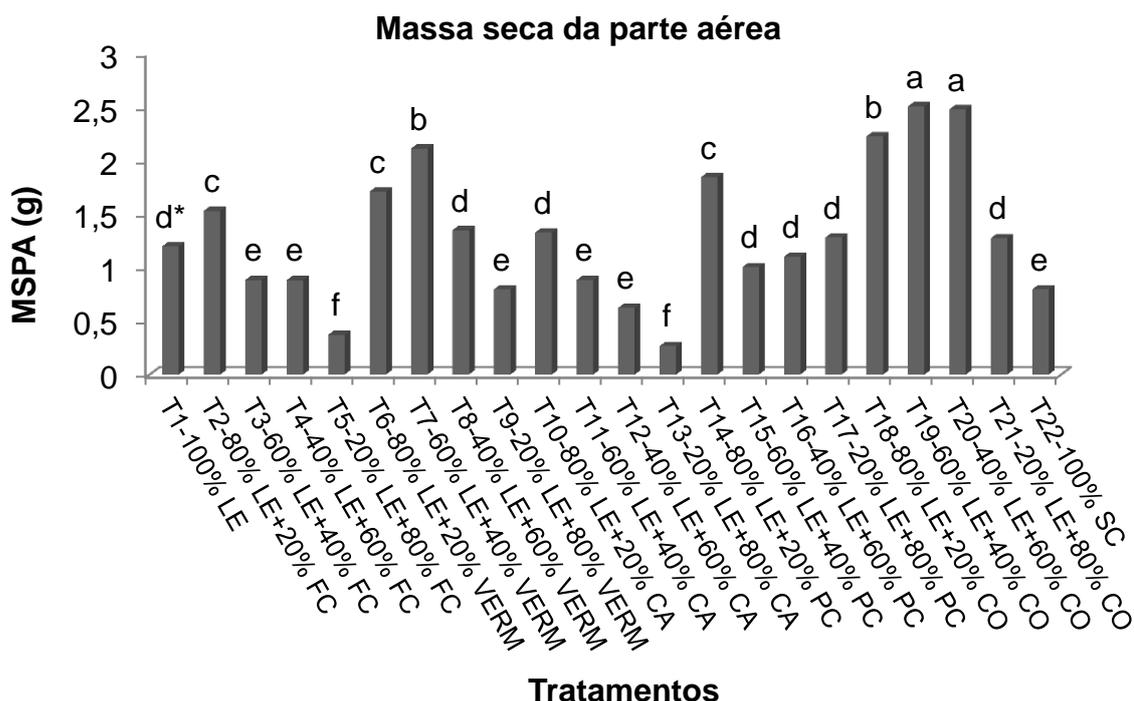


Figura 5 - Valores médios massa seca da parte aérea (MSPA), de mudas de *Sesbania virgata* produzidas em diferentes substratos, aos 150 dias de idade.

\*Colunas seguidas pela mesma letra não apresentam diferença significativas entre os substratos pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Favalessa (2011) testando lodo de esgoto, fibra de coco, vermiculita, casca de arroz *in natura*, palha de café *in natura* e o composto orgânico (com proporções de 1:1 de esterco bovino e palha de café *in natura*) na produção de mudas de *Acacia mangium* verificou que a utilização de 40% de lodo de esgoto associado a 60% de composto orgânico proporcionou a maior produção de massa seca da parte aérea e em contrapartida as menores médias de MSPA foram avaliadas nos substratos que continham casca de arroz *in natura*, corroborando com os resultados encontrados no presente estudo.

Outros resultados semelhantes foram encontrados por Peroni (2012) que verificou-se a utilização de substrato comercial e proporções menores de 40% de lodo de esgoto na composição do substrato são prejudiciais para o desenvolvimento da parte aérea das mudas de *Eucalyptus grandis*, sendo melhor a formulação de lodo de esgoto com o composto orgânico para esta característica.

#### 4.4 Massa seca da raiz

Em análise feita por Gomes (2001) a massa seca de raízes é uma importante característica para se estimar a taxa de sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo. Carneiro (1995) afirma que a presença de raízes fibrosas permite maior capacidade de as mesmas manterem-se em crescimento e de formação de raízes novas, mais ativas, possibilitando maior resistência em condições adversas no campo.

Com relação à massa seca de raízes (Figura 6) os melhores tratamentos não diferindo estatisticamente, foram os T17 (20% LE + 80% PC) e T20 (40% LE + 60% CO). Por outro lado as piores médias foram verificadas nos tratamentos T3 (60% LE + 40% FC), T4 (40% LE + 60% FC), T5 (20% LE + 80% FC), T13 (20% LE + 80% CA) e T22 (100% SC).

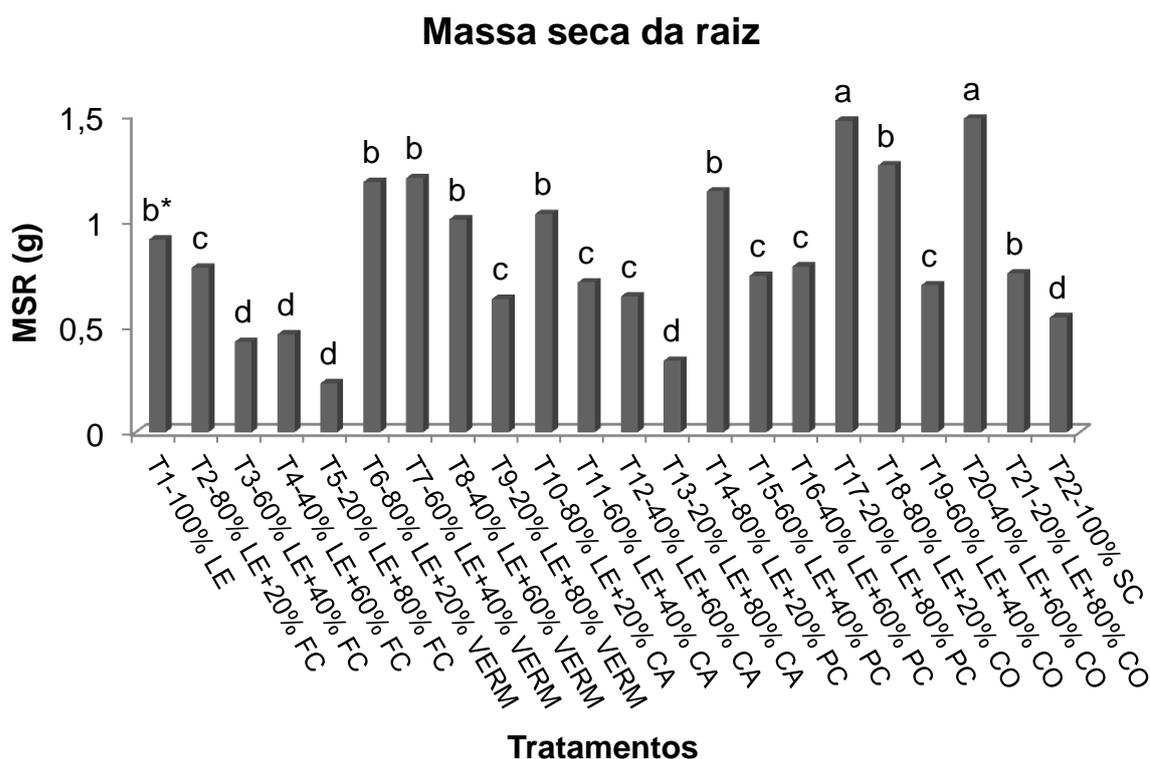


Figura 6 - Valores médios de massa seca da raiz (MSR), de mudas de *Sesbania virgata* produzidas em diferentes substratos, aos 150 dias de idade.

\*Colunas seguidas pela mesma letra não apresentam diferença significativas entre os substratos pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

De acordo com Buckeridge et al. (2004), as raízes de mudas respiram muito intensamente e o oxigênio necessário para o processo respiratório, advém do próprio substrato. Com isso infere-se que há a necessidade dos substratos apresentarem boa aeração para maior crescimento das raízes. Os substratos que apresentaram maior massa seca radicular (T17 e T20) forneceram densidade oferecendo pouca resistência ao crescimento radicular.

Oliveira et al. (2004), ao avaliarem o crescimento de quatro espécies florestais, em diversas combinações de materiais de origem orgânica (húmus de minhoca, esterco de gado curtido, esterco de galinha, turfa, casca de amendoim processada, casca de arroz carbonizada e palha de café) constataram que o substrato contendo esterco bovino apresentou maiores médias de massa seca de raízes para produção de mudas de *Schinus terebinthefolius*, *Eucalyptus urophylla* e *Toona ciliata*.

Resultados encontrados Prestes (2007) com mudas de angico (*Anadenanthera macrocarpa*), onde observou maior desenvolvimento radicular em proporções crescentes até 50% de esterco bovino, e a partir dessa proporção, ocorreu um decréscimo na produção de massa seca radicular das mudas. Resultados semelhantes ao presente estudo foram encontrados por Trazzi (2011), testando diferentes substratos (lodo de esgoto, casca de arroz carbonizada, fibra de coco e substrato comercial), onde verificou crescimento radicular inferior de mudas de *Tectona grandis* no tratamento composto por substrato comercial e Favalessa (2011) que constatou que a combinação entre esterco bovino e palha de café formando um composto orgânico, promoveu a formação de mudas com médias estatisticamente superiores às demais.

#### **4.5 Massa seca total**

Como a massa seca total compreende a soma entre a massa seca da parte aérea e massa seca das raízes, a maior média obtida para a massa seca total também foi alcançada com os substratos formulados contendo o composto orgânico. Valores intermediários foram avaliados com a utilização de vermiculita e palha de café *in natura* e valores estatisticamente inferiores foram verificados com a utilização de fibra de coco e casca de arroz *in natura* (Figura 7). Deve-se considerar o

resultado não satisfatório que o tratamento testemunha (T22) uma vez que não proporcionou a produção de biomassa seca de mudas de *Sesbania virgata*, sendo, portanto não recomendado para produção de mudas da referida espécie.

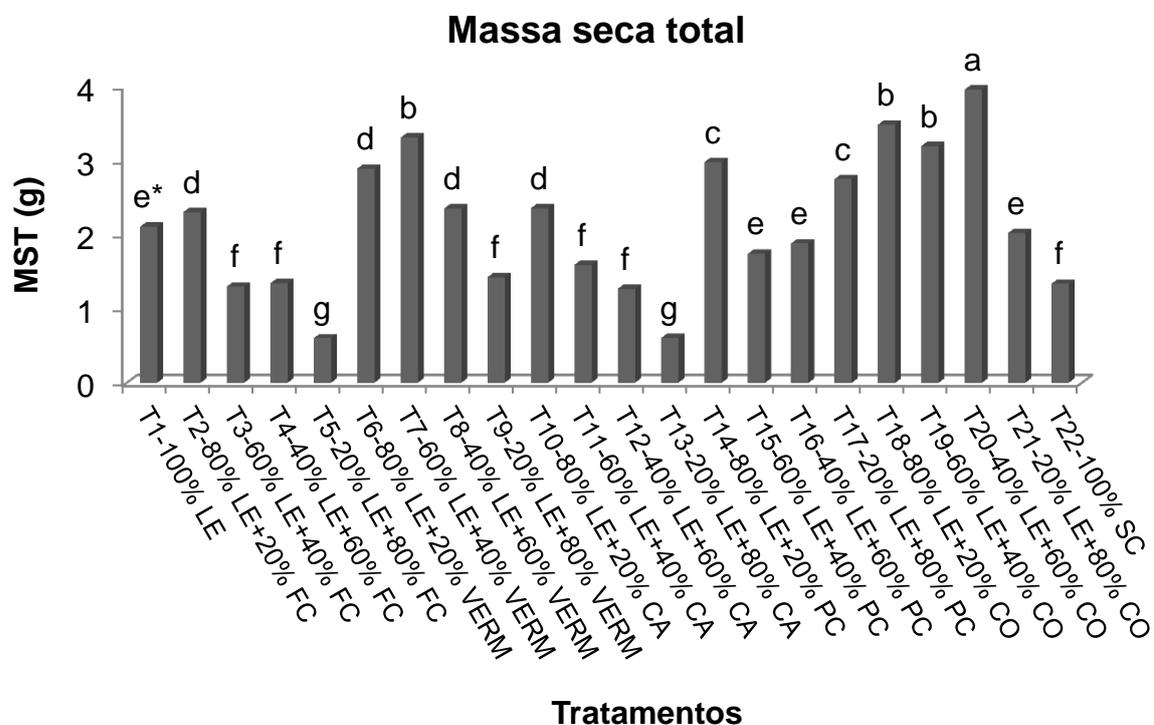


Figura 7 - Valores médios da massa seca total (MST), de mudas de *Sesbania virgata* produzidas em diferentes substratos, aos 150 dias de idade.

\*Colunas seguidas pela mesma letra não apresentam diferença significativas entre os substratos pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

As médias da MST variaram de 0,601 g no tratamento T5 com 80% de fibra de coco a 3,962 g no tratamento T20 com 60% de composto orgânico. Este resultado deve-se possivelmente à utilização do esterco bovino como componente do composto orgânico utilizado, concordando com Cunha et al. (2006), que observaram melhor desempenho de massa seca total em mudas de *Acacia sp* crescidas em substratos que continham esterco bovino em sua composição.

A massa seca em geral, segundo Gomes e Paiva (2006) deve sempre ser considerada para avaliar as condições das mudas para serem levadas a campo, visto que indica a rusticidade de uma muda, sendo que quanto maior, mais rusticidade a muda será. Gomes et al. (2002) complementa mencionando que as

mudas devem estar endurecidas no momento do plantio, ou seja com maior biomassa, apresentando desta forma maior resistência as condições adversas do campo, promovendo maior sobrevivência, evitando gastos com replantios.

#### 4.6 Relação altura/diâmetro do coleto

Relacionando duas importantes características morfológicas, a altura e o diâmetro do coleto, há a avaliação de um importante índice que demonstra o crescimento equilibrado das mudas (CARNEIRO, 1995), que também é denominado índice de robustez, sendo sua avaliação de grande importância para determinar o quanto delgada a muda está, sendo reconhecida como um dos melhores indicadores do padrão de qualidade de mudas determinando a capacidade de sobrevivência das mudas em campo (MOREIRA; MOREIRA, 1996).

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. Birchler et al. (1998) defendem que este índice deve ser menor que 10 para considerar mudas com qualidade.

As médias da relação Altura/Diâmetro do Coleto variaram de 3,05 no tratamento T13 a 6,21 no tratamento T17 (Figura 8), o que demonstra ser índices muito abaixo dos obtidos por Trigueiro e Guerrini (2003) e Peroni (2012) com *E. grandis* e superiores aos obtidos por Caldeira et al. (2012) com mudas de Teca (*Tectona grandis*), mostrando ser um índice que varia de acordo com a espécie estudada. Pode-se ainda considerar que todos os tratamentos estiveram abaixo do limite superior recomendado por Birchler et al. (1998), contudo quando se analisa os valores propostos por Carneiro (1995) apenas os tratamentos T17 (20% LE + 80% PC), T19 (60% LE + 40% CO) e T21 (20% LE + 80% CO) se enquadram como mudas com equilíbrio entre a altura e o diâmetro do coleto. Porém, a faixa recomendada, pode não ser a mais adequada para determinação de *S. virgata*, pois as mudas produzidas nos substratos com adequada relação H/DC não são as que possuem melhores condições de serem levada ao campo, pois não possui médias adequadas das características morfológicas avaliadas.

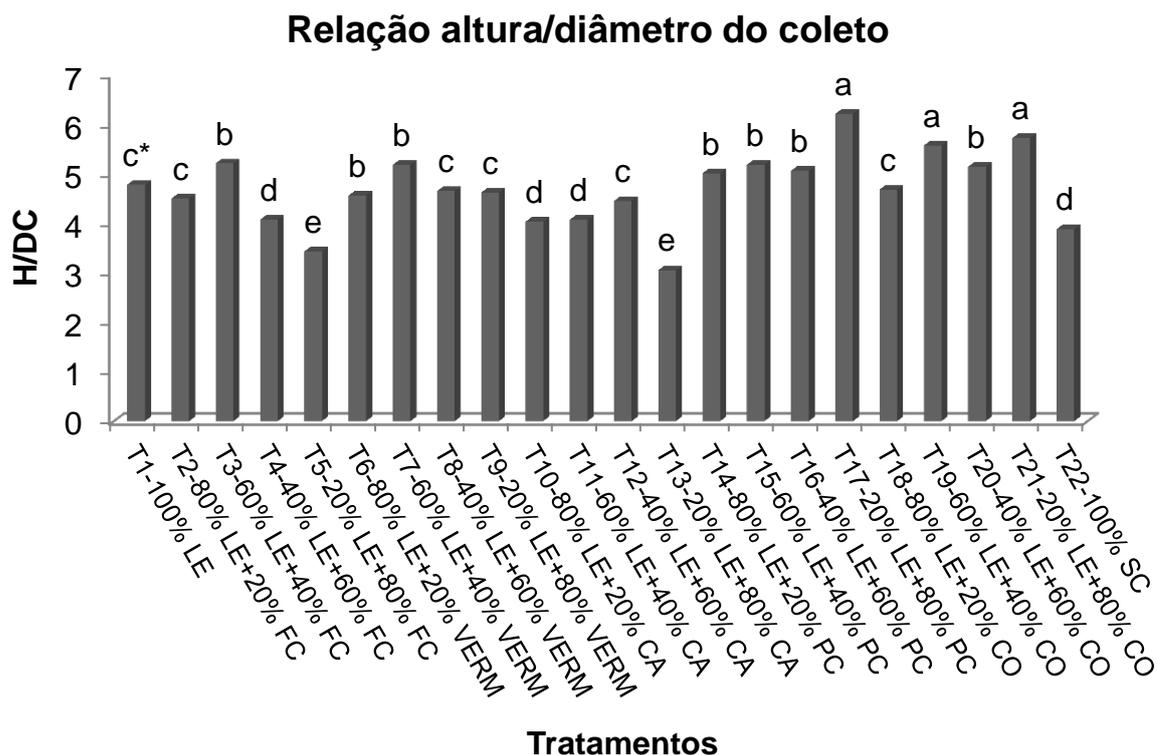


Figura 8 - Valores médios da relação altura/diâmetro do coleto (H/DC), de mudas de *Sesbania virgata* produzidas em diferentes substratos, aos 150 dias de idade.

\*Colunas seguidas pela mesma letra não apresentam diferença significativas entre os substratos pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

De um modo geral, mudas com diâmetro do coleto pequeno e alturas elevadas são consideradas de qualidade inferior em relação às menores em altura e com maior diâmetro do coleto, pois podem apresentar dificuldades para se manterem eretas após o plantio podendo resultar em morte ou deformações, que comprometem a qualidade da planta. (STURION; ANTUNES, 2000).

#### 4.7 Relação massa seca da parte aérea/massa seca de raízes

Caldeira et al. (2008) avaliando a produção de mudas de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) em diferentes substratos concluíram que a relação massa seca da parte aérea e raiz nas mudas deve ser de 2:1. Os autores ainda complementam que é importante analisar essa relação quando as mudas vão para o campo, pois a massa seca da parte aérea das mudas não deve ser muito superior

que a da raiz em função dos possíveis problemas no que se refere a absorção de água para a parte aérea. No mesmo estudo as mudas produzidas com 40% do composto orgânico (casca de arroz não carbonizada + resíduo de abate de aviário + 60% de terra de subsolo) foram superiores estatisticamente aos demais tratamentos.

Para o índice de qualidade massa seca da parte aérea/massa seca de raízes tem-se a variação de médias situando entre 0,787 a 3,604 (Figura 9). Considerando as proporções indicadas por Caldeira et al. (2008) pode-se concluir que os valores próximo a 2 para MSPA/MSR são os mais indicados, sendo consideradas mudas de melhor qualidade para serem levadas a campo tendo um bom equilíbrio entre a parte aérea e as raízes. Com base nisso, os tratamentos formulados com fibra de coco apresentam a melhor relação entre as partes, além dos tratamentos T7 (60% LE + 40% VERM), T14 (80% LE + 20% PC), T18 (80% LE + 20% CO), T20 (40% LE + 60% CO) e T21 (20% LE + 80% CO) que não diferiram estatisticamente entre si.

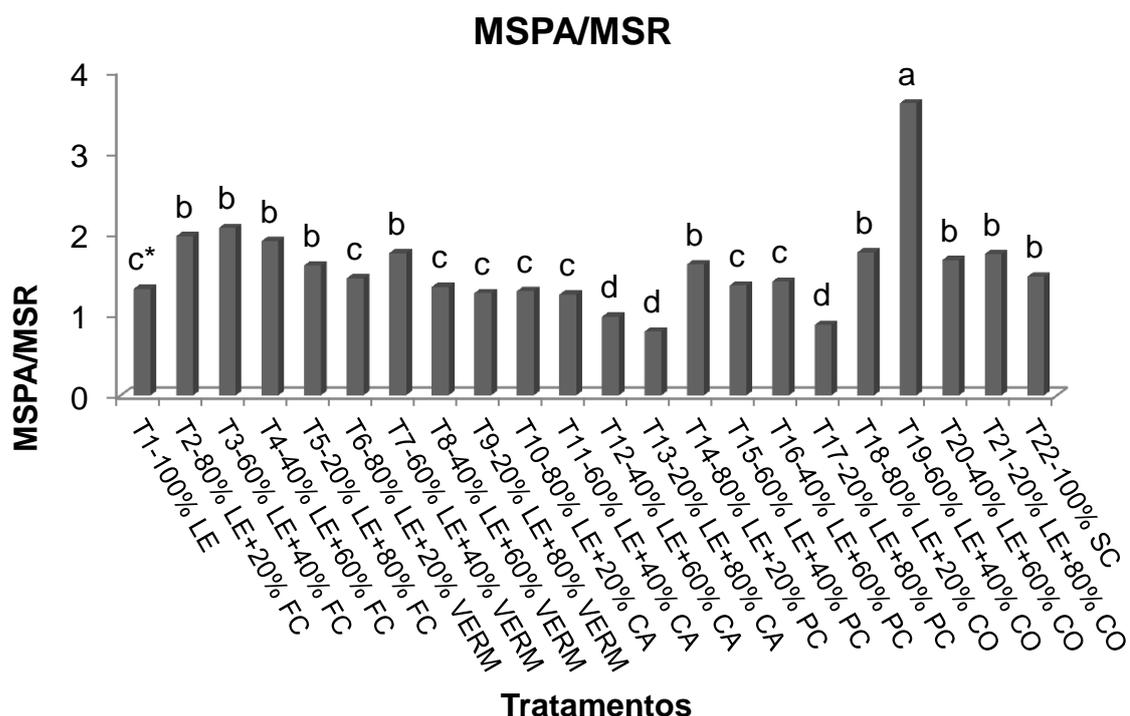


Figura 9 - Valores médios da relação massa seca da parte aérea/massa seca de raízes (MSPA/MSR), de mudas de *Sesbania virgata* produzidas em diferentes substratos, aos 150 dias de idade.

\*Colunas seguidas pela mesma letra não apresentam diferença significativa entre os substratos pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Vários autores mencionam que essa razão é comumente menor em ambiente de baixa fertilidade, podendo ser considerada uma estratégia da planta para retirar o máximo de nutrientes naquela condição (TEDESCO et al., 1999; CALDEIRA et al., 2000). No presente estudo pode-se observar a relação entre o declínio da fertilidade do substrato e a diminuição da razão entre a massa seca da parte aérea e da massa seca da raiz.

#### **4.8 Relação altura/massa seca da parte aérea**

Gomes et al. (2002) observaram que a relação altura/massa seca da parte aérea de mudas (*Eucalyptus grandis*) apresentou a maior contribuição relativa ao padrão de qualidade das mudas, mostrando a sua importância, apesar de na sua determinação ser preciso levar em consideração uma característica destrutiva, que é o peso de matéria seca.

Para a relação altura/massa seca da parte aérea os valores mais elevados foram observados nos tratamentos T5 (20% LE + 80% FC) e T13 (20% LE + 80% CA), devido ao baixo ganho de massa seca da parte aérea em consequência do menor crescimento em altura (Figura 10). Gomes (2001) avalia que quanto maior os valores da altura/massa seca da parte, menos lignificada será a muda e conseqüentemente menor deverá ser a capacidade de sobrevivência da muda no campo.

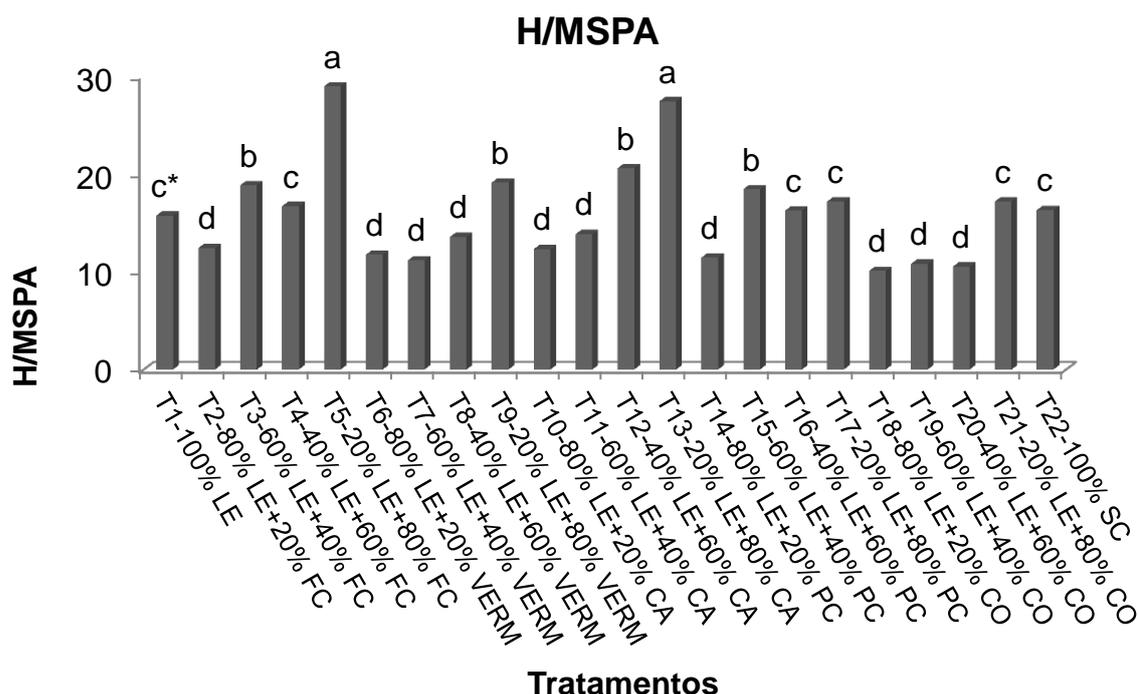


Figura 10 - Valores médios da relação altura/massa seca da parte aérea (H/MSPA), de mudas de *Sesbania virgata* produzidas em diferentes substratos, aos 150 dias de idade.

\*Colunas seguidas pela mesma letra não apresentam diferença significativas entre os substratos pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Com base no parecer dado por Gomes (2001) os valores da H/MSPA devem ser baixos, sendo então os melhores tratamentos consistem no T2 (80% LE + 20% FC), T6 (80% LE + 20% VERM), T7 (60% LE + 40% VERM), T8 (40% LE + 60% VERM), T10 (80% LE + 20% CA), T11 (60% LE + 40% CA), T14 (80% LE + 20% PC), T18 (80% LE + 20% CO), T19 (60% LE + 40% CO) e T20 (40% LE + 60% CO), sendo consideradas mais lignificas e, portanto com maior capacidade de sobrevivência em campo.

#### 4.9 Índice de qualidade de Dickson

O índice de qualidade de Dickson, segundo Fonseca et al. (2002) pode ser considerado um importante indicador da qualidade das mudas, pois para seu cálculo é considerado 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.

Gomes e Paiva (2006) salientam que o IQD deve ter o valor mínimo de 0,20, entretanto, o autor fez essa análise baseado na qualidade de mudas das espécies *Pseudotsuga menziessi* e *Picea abies*, podendo talvez não ser o mais indicado para a espécie do presente estudo. Corroborando com este valor Hunt (1990) também defende que o valor mínimo do IQD para avaliação da qualidade das mudas deve ser de 0,20.

Apenas três tratamentos obtiveram IQD abaixo do limite proposto pelos autores acima. O valor mínimo encontrado para o IQD foi de 0,117 no tratamento utilizando 20% de lodo de esgoto + 80% de fibra de coco (T5), além deste os tratamentos T13 (20% LE + 80% CA) e T3 (60% LE + 40% FC) não atingiram o mínimo proposto. Os máximos valores foram obtidos nos tratamentos T18 (80% LE + 20% CO) e T20 (40% LE + 60% CO), sendo de 0,570 e 0,591, respectivamente, inferindo novamente a tendência dos tratamentos com composto orgânico obterem melhor qualidade (Figura 11).

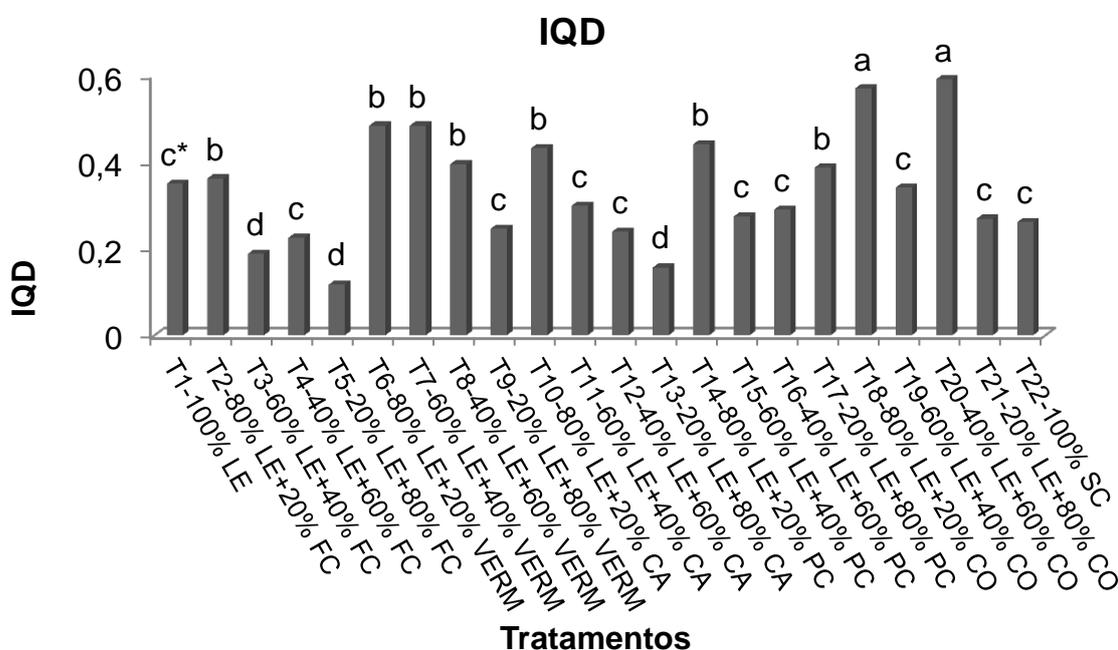


Figura 11 - Valores médios do índice de qualidade de Dickson (IQD), de mudas de *Sesbania virgata* produzidas em diferentes substratos, aos 150 dias de idade.

\*Colunas seguidas pela mesma letra não apresentam diferença significativas entre os substratos pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Pereira et al. (2010), produzindo mudas de tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) com diferentes substratos constituídos com esterco de gado, cama-de-frango, húmus de minhoca, substrato comercial numa relação composto orgânico/terra de subsolo de 2/10 na sua composição, encontraram melhor qualidade nos substratos compostos de esterco de gado, cama-de-frango e composto com húmus de minhoca, em relação ao substrato comercial. Os mesmos autores encontraram valores de IQD maiores que 0,46, sendo a maior média encontrada no tratamento com cama de frango e esterco bovino.

De um modo geral, o lodo de esgoto adicionado ao composto orgânico proporcionou aumento significativo na maioria das características avaliadas, sendo superior aos tratamentos utilizando, fibra de coco (FC), vermiculita (VERM), casca de arroz *in natura* (CA), palha de café *in natura* (PC) e ao tratamento testemunha. Resultados observado por Nóbrega et al. (2008) com o objetivo de avaliar o efeito do lodo de esgoto misturado em terra de subsolo de Neossolo Quartzarênico ou de Latossolo Vermelho-Amarelo comprovou que a utilização do lodo de esgoto é viável para produção de mudas de *Sesbania virgata*. Esses autores verificaram que a adição do lodo de esgoto ao substrato proporcionou aumento na altura da parte aérea, diâmetro do coleto, massa seca de raiz, da parte aérea e total, razão entre massa seca da parte aérea por massa seca de raiz, IQD e número de nódulos, sendo indicada a proporção de 57:43 de lodo de esgoto:terra de subsolo para a produção de mudas da referida espécie.

## 5 CONCLUSÕES

Os tratamentos formulados com composto orgânico (com proporções de 1:1 de esterco bovino e palha de café *in natura*) associado ao lodo de esgoto proporcionaram maior crescimento das mudas de *Sesbania virgata*.

A fibra de coco, a casca de arroz *in natura* e a palha de café *in natura*, com base nas características morfológicas avaliadas no presente estudo, são inadequadas para a produção da referida espécie.

O substrato comercial de forma pura mostrou-se pouco viável para a produção das mudas.

Para produção de mudas de *Sesbania virgata* com adequado padrão de qualidade é recomendado utilizar 40% de lodo de esgoto com 60% de composto orgânico.

## 6 REFERÊNCIAS

AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. 350p.

ALMEIDA, L. S. **Avaliação morfológica de mudas de *Allophylusedulis* (A. St. - Hil., A. Juss. & Cambess.) Radl. (vacum) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira) produzidas em diferentes substratos**. Curitiba, UFPR: 2005. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

ANDRADE NETO, A.; MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, P. T. G. Avaliação de substratos alternativos e tipo de adubação para a produção de mudas de cafeeiro em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**: v. 23, n. 2, p. 270-280, 1999.

ARAÚJO, E. C. de; MENDONÇA, A. V. R.; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, K. R.; SILVA, R. F. da. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Sesbania virgata* ( cav. ) pers. **Revista Brasileira de Sementes**: v. 26, n. 1, p. 105-110, 2004.

BALLARIN, M. C. C., Nutricion mineral y abonado para cultivo em substratos de baja actividad química, Departamento de ornamentales y horticultura, Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, Laguna, Tenerife, Espanã, p. 92-105, In BARBOSA, J. et al. **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substratos**. – Viçosa: UFV, 2004. 434p.

BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus spp.* In: GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e Fertilização Florestal**, Piracicaba: IPEF, 2000, p. 106-129.

BIRCHLER, T.; ROSE, R. W.; ROYO, A.; PARDOS, M. La planta ideal: revision del concepto, parametros definitorios e implementacion practica. **Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales**, Madrid: v. 7, n. 1/2, p. 109-121, 1998.

BOVI, M. L. A.; GODOY JÚNIOR, G.; COSTA, E. A. D.; BERTON; R. S.; SPIERING, S. H.; VEJA, F. V. A.; AGUIAR, M.; CEMBRANELLI, R.; MALDONADO, C. A. B. Lodo de esgoto e produção de palmito em pupunheira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**: v. 31, n. 1, p. 153-166, 2007.

BUCKERIDGE, M.S.; TINÉ, M. A. S.; MINHOTO, M. J.; LIMA, D. U. Respiração. In: KERBAUY, G. B. (Ed.). **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p.198-216.

BUNT, A. C. Some physical and chemical characteristics of leomless Pat-plant substrates and their relation to plant growth. **Plant and soil**. The Hague: v. 38, p. 1954, 1973.

CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; LUBE, S. G.; GOMES, D. R.; GONÇALVES, E. O.; ALVES, A. F. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. **Floresta (Online)**, Curitiba: v. 42, p. 77-84, 2012.

CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N.; 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.

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; BARICHELLO, L. R.; VOGET, H. L. M.; OLIVEIRA, L. S. Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. **Revista Floresta**, Curitiba: v. 28, n. 1/2, p. 19-30, 2000.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF/Campos: UENF, 1995. 451p.

CARPANEZZI, A. A.; FOWLER, J. P. A. **Quebra da dormência tegumentar de sementes de *Sesbania virgata* (Cav.)Pers.** Colombo: Embrapa, 1997. p. 1-2. (Comunicado Técnico, 14).

CASSINI, S. T.; VAZOLLER, R. F.; PINTO, M. T. Introdução. In: CASSINI S. T. (Coord). **Digestão de resíduos sólidos orgânicos e aproveitamento do biogás**. Rio de Janeiro: Prosab, RIMA ABES, p. 1-9, 2003.

CORRÊA, R. S.; WHITE, R. E.; WEATHERLEY, A. J. Biosolids effectiveness to yield ryegrass based on their nitrogen content. **Scientia Agrícola**: v. 62, n. 3, p. 274-280, 2005.

COSTA, M. C.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; ALBRECHT, J. M. F.; COELHO, M. F. B. Substratos para produção de mudas de genipapo (*Genipa americana* L). **Pesquisa Agropecuária Tropical**: v. 35, n. 1, p. 19-24, 2005.

COSTA JÚNIOR, P. F. **Comportamento de leguminosas arbóreas inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares e rizóbio em estéril de argila**. Campos dos Goytacazes, UENF: 1997. 64 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 1997.

CUNHA, A. M.; CUNHA, G. M.; SAMENTO, R. A.; CUNHA, G. M.; AMARAL, J. F. T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, Viçosa: v. 30, p. 207-214, 2006.

DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; ALOISI, A. A.; MAZZOCHIN, L. TOKURA, A. M.; PINHEIRO, E. R.; SOUZA, E. F. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium*. **Revista Árvore**, Viçosa: v. 21, n. 2, p. 163-168, 1997.

DE BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in: De BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulturae**, Wageningen: n. 26, p. 37-44, 1972.

DELLA, V. P.; KÜHN, I.; HOTZA, D. Caracterização da cinza de casca de arroz para uso como matéria-prima na fabricação de refratários de sílica. **Química Nova**: v. 24, p. 778-782, 2001.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Canada: v. 36, p. 11-13, 1960.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Embrapa informação Tecnológica. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, 2009. 627p.

FAUSTINO, R.; KATO, M.T.; FLORÊNCIO, L.; GAVAZZA, S. Lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de *Senna siamea* Lam. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande: v. 9, p. 278-282, 2005.

FAVALESSA, M. **Substratos renováveis e não renováveis na produção de mudas de *Acacia mangium* Willd.** Alegre, UFES: 2011. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2011.

FERMINO, M. H. **Aproveitamento de resíduos industriais e agrícolas como alternativas de substratos hortícolas**. Porto Alegre, UFRGS: 1996. 90 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

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

FERRARI, M. P. **Cultivo do Eucalipto: Produção de Mudanças. Sistemas de Produção 4. Versão Eletrônica. 2003. Disponível em:** <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivodoEucalipto/03\\_producao\\_de\\_mudas.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivodoEucalipto/03_producao_de_mudas.htm)>. Acesso em: 08 dez. 2011.

FONSECA, É. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. 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.

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F.; DIAS, L. E.; FARIA, S. M. de. Revegetação de áreas de mineração em Porto Trombetas - PA com leguminosas arbóreas noduladas e micorrizadas. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO E II SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1. 1994, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1994. p. 145-153.

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

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa, MG: v. 27, n. 2, p. 113-127, 2003.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais (propagação sexuada)**. Viçosa: UFV, 2006.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa: v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

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.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substrato para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO. Águas de Lindóia, 1996. **Resumos...** Piracicaba. Sociedade Latino Americano de Ciência do Solo, 1996. 1 CD-ROM.

GUEDES, M. C.; ANDRADE, C. A.; POGGIANI, F.; MATTIAZZO, M. E. Propriedades químicas do solo e nutrição do eucalipto em função da aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**: v. 30, n. 2, p. 267-280, 2006.

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M.; Uso de bio-sólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba: n. 64, p. 150-162, 2003.

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, 1990. p. 218-222.

JOHNSON, J. D.; CLINE, P. M. Seedling quality of southern pines. In: DUREYA, M. L.; DOUGHERTY, P. M. (Ed.). **Forest regeneration manual**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991. p. 143-16.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. 2. ed. Guaíba: Agrolivros, 2005. p. 45-72.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254p.

KRATZ, D. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage e *Mimosa scabrella* Benth.** Curitiba, UFPR: 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

MAIA, A. R.; LOPES, J. C.; TEIXEIRA, C. O. Efeito do envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras: v. 31, n. 3, p. 678-684, 2007.

MARTÍNEZ, P. F. Manejo de substratos para horticultura. IN: FURLANI, A. M. C. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas. 2002. p. 53-76.

MARTINS FILHO, S. S.; FERREIRA, A.; ANDRADE, B. S.; RANGEL, R. M.; SILVA, M. F. Diferentes substratos afetando o desenvolvimento de mudas de palmeiras. **Revista Ceres**, Viçosa: v. 54, n. 1, p. 80-86, 2007.

MEXAL, J. L.; LANDS, T. D. Target seedling concepts: height and diameter. 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, 1990. p. 17-35.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; SANTIAGO, G.; CHELI, R. A.; LEITE, S. A. S. Efeito de doses crescentes de lodo de esgoto sobre frações da matéria orgânica e CTC de um latossolo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa: v. 18, p. 449-455, 1994.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Instrução Normativa SDA Nº 17**. Diário Oficial da União - Seção 1, nº 99, 24 de maio de 2007. Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos para Plantas e Condicionadores de Solo. Brasília, 2007.

MINAMI, K.; PUCHALA, B. Produção de mudas de hortaliças de alta qualidade. **Horticultura Brasileira**: v.18, p. 162-163, 2000. Suplemento.

MORAIS, S. M. J.; ATAIDES, P. R. V.; GARCIA, D. C.; KURTZ, F. C.; OLIVEIRA, O. S.; WATZLAWICK, L. F. Uso do lodo de esgoto da Corsan – Santa Maria (RS), comparado com outros substratos orgânicos. **Sanare (SANEPAR)**, Curitiba: v. 6, n. 6, p. 44-49, 1996.

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.

NAU, S. R.; SEVEGNANI, L. Vegetação recolonizadora em mina de argila e propostas para recuperação ambiental. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3., 1997, Ouro Preto, MG, **Anais...** Ouro Preto: SOBRADE-SIF, 1997. p.54-66.

NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; NOVAIS, R. F. de. Fertilização mineral de mudas de eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Ed.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p. 99-126.

NÓBREGA, R. S. A.; PAULA, A. M. de; VILAS BOA, R. C. et al . Parâmetros morfológicos de mudas de *Sesbania virgata* (Caz.) Pers e de *Anadenanthera peregrina* (L.) cultivadas em substrato fertilizado com composto de lixo urbano. **Revista Árvore**, Viçosa: v. 32, n. 3, p. 597-607, 2008.

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

OLIVEIRA, R. B.; SOUZA, C. A. M.; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J. S. S. Desenvolvimento de essências florestais em diferentes substratos. In: VII Encontro

Latino Americano de Iniciação Científica, 2004, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento, 2004.

PERONI, L. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden.** Jerônimo Monteiro, UFES: 2012. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2012.

PEREIRA, P. C.; MELO, B.; FREITAS, R. S.; TOMAZ, M. A.; FREITAS, C. J. P. Mudas de tamarindeiro produzidas em diferentes níveis de matéria orgânica adicionada ao substrato. **Revista Verde**, Mossoró: v. 5, n. 3, p. 152-159, 2010.

PIAGENTINI, P. M.; DIAS, L. E.; CAMPELLO, E. F. C.; RIBEIRO JR, E. S. Crescimento de diferentes espécies arbóreas e arbustivas em depósito de beneficiamento de minérios de zinco em Vazante, MG. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS "ÁGUA E BIODIVERSIDADE", 5., Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte: SOBRAD, 2002. p.413-415.

PRESTES, M. T. **Efeitos de diferentes doses de esterco de gado, no desenvolvimento e no balanço nutricional de mudas do angico (*Anadenanthera macrocarpa*).** 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

ROBER, R. Substratos Hortícolas: Possibilidades e limites de sua composição e uso; exemplos de pesquisa, da indústria e consumo: In KÄMPF, A. N. e FERMINO, M. H. **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes.** Porto Alegre: Genesis, 2000. p.123-138.

RODRIGUES, L. R. F. **Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido.** Jaboticabal: FUNEP, 2002.

SAMÔR, O. J. M. **Comportamento de mudas de *Sesbania virgata* e *Anadenanthera macrocarpa*, produzidas em diferentes recipientes e substratos, destinadas à recuperação de áreas degradadas pela extração de argila.** 70 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Campos dos Goytacazes, RJ, 1999.

SANTOS, D. R.; MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Fósforo, fungo micorrízico e rizóbio no crescimento, nodulação e fixação biológica do nitrogênio em *Sesbania virgata* (Cav.) e *Sesbania rostrata* (Bram). In: FERT'BIO. **Anais...** Caxambu, 1997. p. 772

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

SCIVITTARO, W. B.; SANTOS, K. F.; CASTILHOS, D. D.; CASTILHOS, R. M. V. **Caracterização física de substratos elaborados a partir de resíduos agroindustriais.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 26p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 58).

SCREMIN-DIAS, E.; KALIFE, C.; MENEGUCCI, Z. R. H.; SOUZA, P. R. **Produção de mudas de espécies florestais nativas: Manual**, Ed: UFMS, Campos grande, MS, Rede de Sementes do Pantanal, 56p. 2006

SILVA, F. C. da; BERTON, R. S.; CHITOLINA, J. C.; BALESTEIRO, S. D. **Uso agrícola do composto de lixo no Estado de São Paulo: recomendações técnicas**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2002. (Circular Técnica)

SILVA, J. S. Colheita, secagem e armazenagem do café. In: ENCONTRO SOBRE PRODUÇÃO DE CAFÉ COM QUALIDADE, 1., 1999, Viçosa. **Livro de palestras...** Viçosa: Laércio Zambolim, 1999. p. 39-62.

SILVA, F. C.; BOARETTO, A. E.; BERTON, R. S.; ZOTELLI, H. B.; PEXE, C. A.; MENDONÇA, E. Cana-de-açúcar cultivada solo adubado com lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**: v. 33, n. 1, p. 1-8, 1998.

SOUSA, F. X. Casca de arroz carbonizada: um substrato para a propagação de plantas, CNPAI/EMBRAPA, **Revista Lavoura Arrozeira**: v. 46, n. 406, 11p. 1993.

SOUZA, C. A.; OLIVEIRA, R. B. de; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J. S. S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS: v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.

SOUZA, M. M.; LOPES, L. C.; FONTES, L. E. F. Avaliação de substratos para o cultivo de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat., Compositae) 'White Polaris' em vasos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**: v. 1, n. 2, p. 71-77, 1995.

STURION, J.A.; ANTUNES, J.B.M. Produção de mudas de espécies florestais. In: **GALVÃO, A. P. M. (Ed.). Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**. Colombo: Embrapa Florestas, p. 125-150, 2000.

TEDESCO, N.; CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V. Influência do vermicomposto na produção de mudas de caroba (*Jacaranda micranta* Chamisso). **Revista Árvore**, Viçosa: v. 23, p. 1-8, 1999.

TRAZZI, P. A. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Tectona grandis* Linn F.** Jerônimo Monteiro, UFES: 2011. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2011.

TRIGUEIRO, R. de M.; GUERRINI, I. A. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba: v. 64, p. 150-162, 2003.

UGARTE, J. F. O.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. Vermiculita. In. **Rochas & Minerais Industriais: Usos e Especificações**. Rio de Janeiro. 2005. p. 677-698.

VALERI, S. V.; CORRADINI, L. Fertilização em viveiros para a produção de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2005. p. 167-190.

VIEIRA, A. R.; PEREIRA, A. J.; GONCALVES, E. O. **Crescimento de mudas de *Trema micrantha* L. Blume em diferentes substratos orgânicos.** In: VI Congresso Brasileiro de Agroecologia e II Congresso Latino americano de Agroecologia, 2009, Curitiba. Revista Brasileira de Agroecologia, 2009. v. 4. p. 597-600.

WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas.** Viçosa, Minas Gerais: Aprenda fácil, 2002.