

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

DANIELE RODRIGUES GOMES

USO DE BIOSSÓLIDO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Tectona*
grandis

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2010

DANIELE RODRIGUES GOMES

USO DE BIOSSÓLIDO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Tectona grandis*

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2010

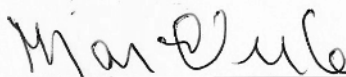
DANIELE RODRIGUES GOMES

USO DE BIODSÓLIDO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Tectona grandis* (TECA)

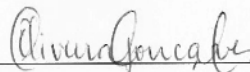
Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal

Aprovada em 17 de junho de 2010

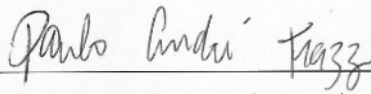
COMISSÃO EXAMINADORA



D.Sc. Marcos Vinicius Winckler Caldeira
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



D.Sc. Elzimar de Oliveira Gonçalves
Universidade Federal do Espírito Santo



Eng. Florestal Paulo André Trazzi
Universidade Federal do Espírito Santo

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, por ter me guiado em minha trajetória, fazendo com que eu conseguisse percorrê-la, me protegendo, dando forças e discernimento para tomar minhas decisões.

Aos meus pais João David e Neuza que renunciaram aos seus sonhos, para que eu e meus irmãos realizássemos os nossos, pela confiança e pelo amor que sempre tivemos. E aos meus irmãos Danilo e Diogo.

Ao professor Marcos Vinícius pelos ensinamentos, e ao Paulo André pelos conselhos compartilhados que foram fundamentais para a elaboração deste trabalho .

Aos amigos Huezer, Brunela, Wesley e Douglas, denominados cariosamente de 4 M's (Migo, Miga, Monge e Mexicano, respectivamente) pela amizade, companheirismo e convivência durante esses anos.

A meu grande amigo Huezer, em especial, agradeço pela paciência, dedicação, persistência, pelas noites em claro estudando, pela ajuda dada na elaboração deste trabalho e pelo “empréstimo” dos ouvidos nas horas de desabafo.

Ao meu namorado Pompeu, pelo amor dedicado, compreensão, a todo carinho e respeito dado, ao apoio que necessitava nos momentos difíceis, e por acrescentar razão e beleza aos meus dias.

A toda a turma de Engenharia Florestal 2006/1, pelos cinco anos de convivência e alegria. Espero que pelos caminhos desta vida, possamos nos encontrar sempre!

A empresa Floresteca S/A pela disponibilidade em doar as sementes de *Tectona grandis*, de excelentes qualidades, as quais foram fundamentais para o sucesso desse trabalho de conclusão de curso.

RESUMO

Visando diminuir os efeitos danosos ao meio ambiente, esta pesquisa teve como objetivo principal o uso de biossólido em diferentes doses para avaliar o crescimento de mudas de *Tectona grandis* em tubetes com capacidade para 120 cm³ de substrato. O biossólido utilizado foi procedente da Estação de Tratamento de Esgoto de Pacotuba, Cachoeiro de Itapemirim/ES. As mudas foram produzidas no Viveiro Florestal/CCA/UFES. O delineamento estatístico utilizado para montar o experimento montado foi o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com seis tratamentos e cinco repetições, sendo cada repetição composta por seis mudas. Os tratamentos foram compostos por biossólido: substrato comercial: solo (v:v:v); onde correspondia a 20:70:10 (T1); 40:50:10 (T2); 60:30:10(T3); 80:10:10 (T4); 90:0:10 (T5) e o tratamento testemunha com 0:90:10 (T6). Os parâmetros morfológicos diâmetro do coleto e altura da planta foram avaliados ainda em campo, com auxílio de um paquímetro e de uma régua graduada, respectivamente. Os outros parâmetros de biomassa (matéria seca da parte aérea, do sistema radicular e produção de matéria seca total) e índices de qualidade (relação entre: altura e diâmetro, matéria seca da parte aérea por matéria seca da raiz e o índice de qualidade de Dickson) foram determinados no laboratório. Todos os parâmetros morfológicos avaliados foram significativos a nível de 5% de probabilidade. Dentre os tratamentos nos quais foi empregado o biossólido, a concentração de 60% (T3) foi a que apresentou o melhor desenvolvimento das mudas, seguida daqueles com 80% (T4) e 40% (T2) de biossólido. A testemunha (T6) apresentou resultados iguais ou estatisticamente inferiores aos demais tratamentos. Conclui-se, então, que o uso do lodo de esgoto para produção de mudas é viável e promissor, no entanto, utilizado em uma proporção adequada.

Palavras chave: Lodo de esgoto, Substrato, Parâmetros Morfológicos, Qualidade de mudas.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 O problema e sua importância	1
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo geral	3
1.2.2 Objetivos específicos	3
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 <i>Tectona grandis</i> L. f.	4
2.2 Produção de mudas	5
2.3 Qualidade das mudas.....	6
2.4 Substrato	7
3 Material e métodos	9
3.1 Caracterização da área.....	9
3.2 Sementes	9
3.3 Semeadura.....	9
3.4 Repicagem	9
3.5 Origem e Características do Biossólido Utilizado no Experimento	10
3.6 Tratamentos	14
3.7 Controle de ácaros	14
3.8 Adubação de cobertura	14
3.9 Quantificação dos parâmetros morfológicos	15
3.10 Análise estatística.....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1 Altura da parte aérea	19
4.2 Diâmetro do coleto	21
4.3 Matéria Seca da Parte Aérea	22
4.4 Matéria Seca da Raiz	23
4.5 Matéria Seca Total	24

4.6	Relação Altura e Diâmetro	25
4.7	Relação Matéria Seca da Parte Aérea por Matéria Seca da Raiz	26
4.8	Índice de Qualidade Dickson (IQD)	28
	CONCLUSÕES	30
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
	ANEXO	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise química do biossólido utilizado no experimento proveniente da ETE/Pacotuba, ES, 2009.	11
Tabela 2 – Concentração de metais pesados do biossólido oriundo da ETE/Pacotuba, ES, 2009.....	12
Tabela 3 – Resultado das características químicas do composto orgânico para os diferentes substratos avaliados.	13

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Médias da variável altura de <i>Tectona grandis</i> após 120 dias da repicagem. .	20
Figura 2 Médias da variável diâmetro do coleto de <i>Tectona grandis</i> após 120 dias da repicagem.	21
Figura 3 Análise das médias da variável matéria seca da parte aérea de <i>Tectona grandis</i> após 120 dias da repicagem.	22
Figura 4 Média da variável matéria seca das raízes de <i>Tectona grandis</i> após 120 dias da repicagem.	23
Figura 5 Médias da matéria seca total (biomassa) de <i>Tectona grandis</i> após 120 dias da repicagem.	24
Figura 6 Análise da relação altura e diâmetro do coleto de <i>Tectona grandis</i> após 120 dias da repicagem.	25
Figura 7 Análise da relação matéria seca da parte aérea por matéria seca das raízes de <i>Tectona grandis</i> após 120 dias da repicagem.	27
Figura 8 Análise do Índice de Qualidade de Dickson de <i>Tectona grandis</i> após 120 dias da repicagem.	29

1 INTRODUÇÃO

O lodo de esgoto, subproduto oriundo de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's), é um resíduo de composição variável, rico em matéria orgânica e nutrientes. Após passar pelo processo de estabilização, geralmente a compostagem, denominado biossólido, torna-se um produto de características desejáveis para o setor agrícola.

A composição química do lodo de esgoto varia em função do local de origem, ou seja, se de uma área tipicamente residencial ou tipicamente industrial, da época do ano, do nível social da comunidade bem como, do processo de tratamento do esgoto.

1.1 O problema e sua importância

Grande parte do lodo de esgoto, atualmente gerado nos sistemas de tratamento do país, tem como destino final os aterros sanitários, o que limita a reciclagem e reaproveitamento do resíduo. São portanto, uma fonte potencial de riscos à saúde pública e ao ambiente e potencializam a proliferação de vetores e organismos nocivos; pela possibilidade apresentar em sua constituição metais pesados, compostos orgânicos persistentes e patógenos em concentrações nocivas à saúde e ao meio ambiente (BRASIL, 2006).

O destino final do lodo, todavia, tem sido preocupação secundária em relação à complexidade do problema que ele representa no processo operacional, por gerar gastos à empresa com a remoção desse material para locais adequados.

Desta forma, há necessidade de dispor os lodos de esgoto provenientes das Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário de forma adequada à proteção do meio ambiente e da saúde da população.

Em agosto de 2006, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através da Resolução nº 375, determinou uma metodologia que: define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências (BRASIL, 2006).

O lodo de esgoto, após passar pelo processo de tratamento, alguns requisitos são analisados quanto a sua qualidade, para efeito de controle a aplicação desse resíduo deve obedecer aos critérios estabelecidos pelo **CONAMA**, com a medida apresentada pela Resolução nº 375. A resolução determina as concentrações-limite de metais, as cargas cumulativas máximas permitidas para aplicação em solos agrícolas, presença de patógenos e as espécies que são recomendadas o seu uso (Anexo 1).

No entanto, este é fonte de matéria orgânica e de nutrientes para as plantas, e sua aplicação no solo pode trazer benefícios à agricultura e área florestal, logo é uma opção que apresenta benefícios ambientais. Nesse sentido, pesquisas relacionadas com o uso de biossólido são importantes para que o mesmo não seja descartado de forma inadequada no ambiente.

Dentre os estudos já realizados com o biossólido destacam-se o seu uso como fertilizante orgânico de áreas degradadas em plantações florestais, e também como componentes de substratos destinados ao cultivo de mudas, uma vez que estes produtos, em sua maior parte, não são destinados à alimentação humana ou animal.

A utilização de um substrato que promova um rápido crescimento inicial das mudas é fundamental para melhorar a tecnologia de produção na fase de viveiro, com uma expectativa de atender a demanda de mudas para um mercado em franca expansão (MORAIS et al., 1996 citado por ASSENHEIMER, 2009).

O substrato é o fator que exerce influência significativa no desenvolvimento das mudas e vários são os materiais que podem ser usados na sua composição original ou combinados. Na escolha de um substrato, devem-se observar, principalmente, suas características físicas e químicas, a espécie a ser plantada, além dos aspectos econômicos, que são: baixo custo e grande disponibilidade (FONSECA, 2001).

A adoção de padrões técnicos e procedimentos adequados na composição dos substratos poderá melhorar a qualidade das mudas produzidas pelos produtores de mudas. Portanto, o conhecimento gerado por esta pesquisa possibilitará conhecer melhor a dinâmica da utilização do biossólido na produção de mudas florestais e obter subsídios para um melhor entendimento sobre a qualidade dos substratos e redução nos custos de produção de mudas, além de um destino final mais adequado para o resíduo oriundo das ETE's.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Apresentar resultados sobre as alternativas de uso de biofóssido em viveiros florestais, visando contribuir para o melhor aproveitamento do mesmo, bem como fornecer um meio de crescimento adequado para o desenvolvimento de mudas de espécies florestais.

1.2.2 Objetivos específicos

Analisar a viabilidade da utilização de biofóssido como componente no substrato para produção de mudas de teca (*Tectona grandis* L. f.)

Verificar a influência das doses crescentes de biofóssido no crescimento e desenvolvimento de mudas de *Tectona grandis*.

Avaliar os atributos químicos de substratos com diferentes doses de biofóssido visando indicar a melhor proporção entre esses componentes para a formação de um meio de crescimento adequado para o desenvolvimento de mudas de espécies florestais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Tectona grandis* L. f.

Espécie exótica, oriunda das zonas úmidas do subcontinente Índico e do Sudeste Asiático, foi introduzida no Brasil há 80 anos, entretanto as plantações florestais com esta espécie são ainda inexpressivas (EMBRAPA, 2004).

Tectona grandis pertence à família Verbenaceae. As folhas podem ter disposição oposta a verticilar em grupos de três, são coriáceas e medem de 30 a 60 cm de comprimento por 20 a 35 cm de largura. As flores são pequenas, de coloração branco-amarelada e se dispõem em panículas de até 40 x 35 cm. Quando adulta, a árvore atinge entre 25 a 35m (raramente acima de 45m) de altura e diâmetro (DAP) de 100cm ou mais. Seu tronco é reto e revestido por uma casca espessa, resistente ao fogo. Perde as folhas durante a estação seca, pois trata -se de uma essência caducifólia (IPEF, 2003).

A espécie apresenta melhor crescimento em áreas que registrem precipitações médias anuais de 1.200 a 2.500 mm, e que tenham uma estação seca bem definida de três a cinco meses de duração.

As melhores temperaturas para seu desenvolvimento são as encontradas nos trópicos com temperaturas diurnas que variam entre 27° a 36°C e noturnas entre 22° a 31°C., enquanto a altitude máxima adequada é de 700 metros. Prefere solos aluviais profundos e bem drenados, férteis, com alto teor de cálcio e pH entre 6.5 a 7.5. Sendo pioneira, requer alta intensidade luminosa para seu desenvolvimento (FLORESTECA, 2010).

Sua madeira apresenta alta resistência e durabilidade natural quando sujeita ao ataque de fungos e insetos, e intempéries, respectivamente.

O alburno é estreito e claro, bem distinto do cerne, cuja cor é marrom viva e brilhante. A madeira é estável; praticamente não empena e se contrai muito pouco durante a secagem indicando resistência a variação de umidade. A densidade média que é 0,65g/cm³, apesar de ser leve, apresenta boa resistência a peso, tração e flexão,

semelhante ao mogno brasileiro. A estabilidade permite que a *Tectona grandis* (madeira) resista à variação de umidade no ambiente.

Tais características, tornam a madeira valiosa e de grande importância na construção naval, o que tem despertado o seu cultivo nas regiões tropicais do Brasil.

Adequada para composição de parques e grandes jardins, destacando-se como ornamental pelo florescimento exuberante. Planta rústica e de rápido crescimento (LORENZI, 2003).

2.2 Produção de mudas

Sabe-se que a produção de mudas florestais, em quantidade e qualidade, é uma das fases mais importantes para a implantação de povoamentos florestais, com grande repercussão sobre o desenvolvimento e, ou a produtividade final.

A produção de mudas em larga escala para plantios comerciais, recuperação de áreas degradadas e recomposição de florestas, faz com que haja grande procura por alternativas que visam à redução de custos de produção no viveiro.

Muitos trabalhos têm sido realizados no sentido de melhorar a qualidade e reduzir os custos de produção de mudas (GONÇALVES; POGGIANI, 1996 citado s por SCHUMACHER et al., 2001). Entre os fatores que influenciam na produção de mudas de espécies florestais destaca-se o recipiente utilizado, o qual irá refletir diretamente na qualidade da muda final.

De acordo com Hoppe (2004) a produção de mudas por meio de sementes utilizando tubetes apresenta algumas vantagens como: proteção do sistema radicular em toda a fase de desenvolvimento, a quantidade de substrato a ser utilizada é relativamente menor; o enchimento torna-se mais simples e possui um alto rendimento em relação ao melhor aproveitamento do viveiro (layout) quanto à quantidade produzida por espaço.

A produção torna-se mais uniforme, com menor variação nos parâmetros morfológicos, além de facilitar a mecanização em qualquer estágio, desde as operações de viveiro até plantio (CARNEIRO, 1995).

Por isso é necessária uma busca constante para melhorar o tamanho, o tipo de recipiente e o substrato, adequando-se à produção de mudas de qualidade desejável (SANTOS et al., 2000).

2.3 Qualidade das mudas

Fator de grande relevância para manter a unidade produtora de mudas (viveiro) com credibilidade no seu produto. A qualidade inicia-se com a escolha da semente, uma vez que a percentagem de sementes germinadas determinará a quantidade de mudas produzidas.

As sementes podem ser coletadas pelo próprio produtor ou adquiridas de firmas idôneas. A escolha equivocada acarretará prejuízos na produção, pois o erro nessa operação terá repercussão com o passar do tempo, causando o insucesso do mesmo e desestímulo ao empreendimento.

Os principais critérios adotados pelas empresas florestais para classificação e seleção de mudas no viveiro ou mesmo sua compra por terceiros variam de acordo com a espécie utilizada e a finalidade a que se destina a muda (arborização urbana, plantio de pomar, jardim, formação de povoamentos). Para isso a muda deve apresentar um sistema radicular bem desenvolvido e agregado ao substrato, rigidez da haste, número de pares de folhas, aspecto nutricional (sem sintomas de deficiência) e boa sanidade (ausência de pragas e doenças). Em viveiros comerciais, a seleção das mudas em diferentes classes de altura tem sido muito utilizada, facilitando o manejo da adubação e irrigação, específicos para acelerar o crescimento das mudas menores para que possam atingir alturas similares às maiores (WENDLING et al., 2005).

Carneiro (1995) descreveu que as mudas com padrão de qualidade são fundamentais para o desempenho do povoamento após o plantio.

Conforme Gomes et al. (2002), os parâmetros morfológicos são os mais utilizados na determinação do padrão de qualidade das mudas, tendo uma compreensão mais intuitiva por parte dos viveiristas.

Os parâmetros morfológicos são atributos determinados por medições ou visualmente, sendo que algumas pesquisas têm sido realizadas visando mostrar que os

critérios que adotam essas características são importantes para o sucesso do desempenho das mudas após o plantio no campo (FONSECA, 2000), porém eles podem não permitir conclusões definitivas a respeito do estágio de desenvolvimento do processo de produção de mudas, além do que essas características podem ser mensuráveis até em mudas mortas (CARNEIRO, 1995).

Dentre esses parâmetros citam-se altura, diâmetro do coleto, matéria seca da parte aérea e radicular, matéria seca total, Índice de Qualidade de Dickson, entre outros.

O índice de qualidade de Dickson é importante, sendo considerado como promissora medida morfológica ponderada (JOHNSON; CLINE, 1991 citado por GOMES; PAIVA, 2004), além de bom indicador da qualidade das mudas, leva em conta para o seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda, ponderando vários parâmetros considerados importantes.

Os parâmetros morfológicos e os índices, resultantes das relações destes, poderão ser utilizados, isoladamente ou em conjunto, para a classificação das mudas segundo padrão de qualidade estabelecido desde que essas sejam produzidas em condições ambientais semelhantes (GOMES; PAIVA, 2006).

2.4 Substrato

Os substratos para produção de mudas podem ser definidos como sendo o meio adequado para a sustentação, retenção das quantidades suficientes e necessárias de água, oxigênio e nutrientes fornecendo consistência, boa estrutura, alta capacidade de retenção de água e alta porosidade.

Um substrato, geralmente, é o resultado da mistura de dois ou mais materiais formulados e manipulados para atingir propriedades físicas e químicas desejáveis. Não havendo um substrato ótimo para todas as plantas cultivadas em recipientes, as proporções da mistura são as mais diversas. Existem referências em literatura ao uso de diversos materiais componentes como esterco, casca de árvores, fibras naturais, lixo urbano, solo, poliuretano entre outros (FERMINO, 2003).

Outra alternativa ao substrato orgânico é o bio sólido, fornecedor de matéria orgânica para formação de mudas frutíferas, florestais e ornamentais. A utilização de bio sólidos como substrato pode propiciar um melhor aproveitamento de nutrientes pela planta, em relação à adubação mineral, visto que os mesmos estão na forma orgânica e são liberados gradativamente, suprimindo de modo mais adequado as exigências nutricionais no decorrer do ciclo biológico (CARVALHO; BARRAL, 1981 citado por MALDONADO, 2005).

Segundo Raij (1998) os benefícios da aplicação do bio sólido podem se equiparar ou superar os alcançados com a adubação mineral, principalmente em relação à produtividade e economia com fertilizantes, sobretudo, nitrogenados.

Diversos trabalhos têm demonstrado o seu potencial como fertilizante, fornecendo nutrientes e elevando a produção de massa seca de várias culturas agrícolas (BETTIOL et al., 1983; BERTON et al., 1989; MOLIN A, 2004; MALDONADO, 2005). A eficiência do bio sólido para fornecer N, P, Ca, S, e Zn para várias espécies foi reconhecida por vários autores (BERTON et al., 2000; SILVA et al., 1998).

Gonçalves et al. (2000) relataram que substratos adequados para a propagação de mudas via semente e estaca podem ser obtidos a partir da mistura de 70 a 80% de um componente orgânico (esterco de bovinos, casca de eucalipto ou pínus, bagaço de cana e lixo urbano), com 20 a 30% de um componente usado para elevar a macroporosidade (casca de arroz carbonizada, cinza de caldeira de biomassa, bagaço de cana carbonizado).

Em trabalho realizado por Morais et al. (1996), comparando esterco bovino, bio sólido e acículas de pínus, ficou comprovado que o melhor crescimento em diâmetro do colo e altura total para mudas de cedro na fase de viveiro, foi obtido em mudas desenvolvidas no substrato de 70% de solo sem adubação + 30% bio sólido, seguido pelo tratamento 70% solo sem adubação + 30% esterco bovino.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área

O projeto foi instalado 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 -ES.

3.2 Sementes

As sementes utilizadas foram da espécie *Tectona grandis*, as quais foram obtidas a partir de doação da empresa Floresteca S/A.

3.3 Semeadura

Fez-se a quebra de dormência das sementes, deixando-as 12 horas em água corrente no período noturno e 12 horas exposta ao ar e no sol durante três dias consecutivos. Após o tratamento de quebra de dormência foi realizada a semeadura. As sementes foram distribuídas em sementeiras, constituídas de uma camada de brita e outra, em maior proporção, de areia (substrato), e cobertas com uma camada fina do mesmo substrato (areia), sendo irrigadas por aspersão três vezes ao dia, conforme horários pré-estabelecidos do viveiro.

3.4 Repicagem

As plântulas permaneceram por um mês nas sementeiras, após atingirem 5 cm de altura e apresentarem, no mínimo, dois pares de folhas, estas foram retiradas da sementeira, colocadas em bandeja com água, para evitar desidratação, para posterior repicagem. As plântulas foram repicadas para tubetes com capacidade de 120 cm³ de substrato.

A repicagem seguiu alguns procedimentos padrões, para diminuir perdas como:

- a) Umedecimento da sementeira, para facilitar a retirada da plântula;
- b) Remoção das plântulas com auxílio de uma lâmina (pá de jardinagem), para evitar danos ao sistema radicular;
- c) Em seguida, foram colocadas em bandeja com água, para evitar sua desidratação, enquanto não ocorria o transplante para o tubete;
- d) Com o auxílio de um tarugo cônico, realizaram-se movimentos circulares nos tubetes, formando um orifício para acomodar a muda;
- e) As raízes tiveram que ser podadas para reduzir o volume radicular, e facilitar a acomodação da muda no recipiente, fazendo com que a mesma tenha um direcionamento de suas raízes laterais para baixo. A ferramenta empregada foi uma tesoura;
- f) E por fim, colocou uma muda, por recipiente, na abertura feita no substrato do tubete, sendo palpado cuidadosamente para evitar a formação de bolsas de ar.

3.5 Origem e Características do Biossólido Utilizado no Experimento

O biossólido utilizado para a produção das mudas foi proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto de Pacotuba/ES pertencente à Empresa de Saneamento, Foz do Brasil, prestadora de serviços para o município de Cachoeiro de Itapemirim/ES .

Os resultados sobre a análise química do biossólido encontram-se na Tabela 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 – Análise química do biossólido utilizado no experimento proveniente da ETE/Pacotuba, ES, 2009.

Amostra		Resultados	
		Analíticos	
Parâmetro	Unidade		LQ⁽¹⁾
Percentagem de Sólidos	%	84,7	0,05
Mercúrio	mg/Kg	0,45	0,027
Fósforo Total	mg/Kg	4128	41,3
pH (Suspensão a 5%)		5,2	0-14
Enxofre	%	1,30	0,05
Umidade	%	15,3	0,05
Sólidos Totais	%	84,7	0,05
Sólidos Voláteis	%	36,2	0,05
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/Kg	5646	3
Nitrogênio Amoniacal	mg/Kg	60	0,2
Carbono Orgânico Total	%	16	0,05

⁽¹⁾LQ- Limite de Quantificação

Fonte: Foz do Brasil, 2009

Tabela 2 – Concentração de metais pesados do biossólido oriundo da ETE/Pacotuba, ES, 2009.

Amostra		Resultados Analíticos	
Parâmetro	Unidade (mg/Kg)		LQ⁽¹⁾
Arsênio		<0,5	0,5
Bário		156	0,5
Cádmio		<0,053	0,053
Chumbo		29	0,5
Cobre		98	0,5
Cromo		26	0,5
Molibdênio		3,5	0,5
Níquel		11	0,5
Selênio		<0,5	0,5
Zinco		409	0,5
Potássio		1623	27
Sódio		399	27
Cálcio		12005	27
Magnésio		2050	27

⁽¹⁾LQ- Limite de Quantificação

Fonte: Foz do Brasil, 2009

Após preparo dos substratos que constituíram os tratamentos, retirou-se amostras dos mesmos para proceder as análises químicas de macronutrientes, pH, matéria orgânica, micronutrientes, segundo a metodologia descrita por Tedesco (1995). Os resultados encontram-se descritos na Tabela 3.

As análises foram realizadas no Laboratório de Análises de Fertilizantes, Águas, Minérios, Resíduos, Solos e Plantas (LAFARSOL) do Centro de Ciências Agrárias (CCA)/Núcleo de Estudos e de Difusão de Tecnologia em Floresta, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável (NEDTEC/Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)).

Tabela 3 – Resultado das características químicas do composto orgânico para os diferentes substratos avaliados.

Substrato	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	C	M.O	Zn	Fe	Mn	Cu
	H ₂ O	dag/Kg (%)						mg/Kg					
T 1	5,4	0,70	0,77	0,19	3,75	1,88	0,14	5	8	114	17360	161	22
T 2	5,6	0,81	0,74	0,24	2,32	0,88	0,26	5	8	185	22360	191	39
T 3	5,3	0,95	0,92	0,25	2,61	0,61	0,21	5	8	219	19560	184	44
T 4	4,4	0,88	0,67	0,23	1,88	0,32	0,20	4	7	226	20360	161	46
T 5	5,1	1,02	0,74	0,18	1,66	0,17	0,21	4	8	193	17960	147	37
T 6	5,4	0,70	0,76	0,34	3,85	2,05	0,11	5	8	56	15800	198	14

T1= 20% biossólido: 70% substrato comercial: 10% solo

T2= 40% biossólido: 50% substrato comercial: 10% solo

T3= 60% biossólido: 30% substrato comercial: 10% solo

T4= 80% biossólido: 10% substrato comercial: 10% solo

T5= 90% biossólido: 10% substrato comercial: 10% solo

T6= 0:90% substrato comercial: 10% solo

Fonte: Dados da pesquisa

3.6 Tratamentos

Para verificar o efeito da adição de biossólido na produção de mudas da espécie *Tectona grandis*, foram avaliados 6 tratamentos com 5 repetições, no Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). Os tratamentos analisados foram compostos por biossólido: substrato comercial: solo (v: v: v), na proporção de:

T1- 20% biossólido + 70% substrato comercial + 10% solo

T2- 40 % biossólido + 50% substrato comercial + 10% solo

T3- 60% biossólido + 30% substrato comercial + 10% solo

T4- 80% biossólido + 10% substrato comercial + 10% solo

T5- 90% biossólido + 10% solo

T6 (testemunha)- 90% substrato comercial + 10% solo

O substrato comercial utilizado no experimento foi o da marca Mecplant®, produzido a partir da casca de Pinus bio-estabilizada.

3.7 Controle de ácaros

Devido à incidência de ácaro nas folhas das mudas, aos 85 dias após a repicagem, houve a necessidade de aplicar produto químico Orthene 750-BR. O acaricida-inseticida foi dissolvido utilizando-se um recipiente, graduado de 5 em 5 litros, sendo 10 gramas do produto diluídos em 10 litros de água, sendo aspergidos com o auxílio de um borrifador costal.

3.8 Adubação de cobertura

O adubo utilizado para a adubação de cobertura foi o sulfato de amônio. A adubação realizou-se após 100 dias da repicagem. Em uma balança analítica de 3 casas foram pesados 300g do fertilizante. Utilizou-se 20L de água para diluir o mesmo. Para realizar a pulverização das mudas, utilizou-se uma bomba costal, de capacidade para 20 litros.

3.9 Quantificação dos parâmetros morfológicos

Para obtenção das informações sobre a qualidade das mudas, optou-se por realizar o método destrutivo da muda, realizado no final do desenvolvimento das mudas de *Tectona grandis*, 120 dias após a sementeira.

As variáveis analisadas foram: altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR), a produção de biomassa total e as relações entre H e DC; MSPA e MSR, a partir destes dados, foi calculado o índice de qualidade de D

ickson (IQD) segundo Binotto (2007).

$$IQD = \frac{MST_{(g)}}{\frac{ALT_{(cm)}}{DIAM_{(mm)}} + \frac{MSPA_{(g)}}{MSR_{(g)}}}$$

Fonte: DICKSON et al., (1960).

Em que: $MST_{(g)}$ é a matéria seca total ($MSPA_{(g)} + MSR_{(g)}$).

Visando determinar os valores dos parâmetros morfológicos foram efetuadas medições de altura da parte aérea e do diâmetro de colo, utilizando -se régua graduada e paquímetro digital, respectivamente. Em seguida, procedeu-se a separação da parte aérea do sistema radicular, utilizando uma tesoura.

As mudas foram separadas em embalagens de papel, conforme cada tratamento, uma contendo a parte aérea e outra a raiz, a qual foi lavada em água corrente para separar o sistema radicular do substrato. Após devidamente distinguidas, foram colocadas em estufa previamente aquecida a 70°C. Na estufa as embalagens foram abertas para facilitar a perda de umidade e o material permaneceu por um período de 72 horas, quando atingiu peso constante. As pesagens foram efetuadas após o seu esfriamento, em balança semi-analítica com três casas. A determinação de massa seca aérea, de raízes foi obtida muda por muda, e seus valores quando somados resultou na

produção de biomassa total (MST) e para a determinação de um dos índices de qualidade utilizou a relação MSPA/MSR.

3.10 Análise estatística

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As respostas para os diferentes parâmetros morfológicos e índices de qualidade de mudas avaliados neste experimento apresentaram respostas distintas entre si. Pela análise de variância observou-se efeito significativo dos substratos em todas as variáveis analisadas e uma variação das mudas em resposta aos tratamentos aos quais foram submetidas. Na Tabela 4 encontram-se as médias obtidas para cada parâmetro morfológico e os índices de qualidade de mudas avaliados.

Tabela 4 – Altura (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), relação altura/diâmetro (RHD), relação massa seca da parte aérea/raiz (RPAR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Tectona grandis* aos 102 dias de idade.

Tratamentos	Variáveis analisadas							
	H(cm)	DC(mm)	MSPA(g)	MSR(g)	MST(g)	RHD	RPAR	DIC
T1	9,45c	5,52d	0,9d	1,54c	2,44c	1,75bc	0,59b	0,93b
T2	16,10b	9,41a	2,08b	2,40b	4,49b	1,76bc	0,93a	1,68a
T3	19,87a	8,61ab	2,87a	3,21a	6,10a	2,33a	0,91a	1,88a
T4	16,53b	8,79ab	2,22b	2,62b	4,84b	1,93b	0,90a	1,71a
T5	10,57c	7,23c	1,61c	2,57b	4,19b	1,50c	0,62b	1,97a
T6	15,26b	8,26b	2,11b	2,79ab	4,91b	1,87b	0,80ab	1,84a
F	**	**	**	**	**	**	**	**
CV%	8,50	6,06	12,19	11,93	10,64	8,69	13,61	16,71

** = significativo (P<0,01)

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

Fonte: Dados da pesquisa

Contudo, ressalta-se que concentrações de biossólido acima de 60% associado com substrato comercial, testados neste estudo, apresentaram resultado inibidor do desenvolvimento das mudas de *Tectona grandis* a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, uma vez proporcionado desenvolvimento inferior a testemunha (tratamento 6).

Resultado semelhante do presente estudo foi encontrado por Cunha (2006) avaliando dois tipos de substratos orgânicos (esterco bovino e biossólido) na proporção de um terço destes substratos, misturados com dois terços de terra de subsolo, o substrato contendo biossólido proporcionou resultados inferiores estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade no desenvolvimento às mudas de *Acacia mangium* e *Acacia auriculiformis*.

4.1 Altura da parte aérea

Segundo Mexal e Lands (1990) citado por Saidelles et al. (2009), altura da parte aérea das mudas fornece uma excelente estimativa da predição do crescimento inicial da mudas no campo, sendo tecnicamente aceita como uma boa medida do potencial de desempenho das mudas. Também Gomes et al. (2002) citam que a altura da parte aérea, quando avaliada isoladamente, é um parâmetro para expressar a qualidade das mudas,

A variável altura apresentou maior crescimento no tratamento T3 com 60% de biossólido associado ao substrato comercial, diferencando significativamente do tratamento testemunha, enquanto os tratamentos com 20% (T1) e 90% (T5) de biossólido com obtiveram os menores desenvolvimentos (Figura 1). O que contrasta aos resultados encontrados por NOBREGA (2007) que afirmou tendência de aumento nos valores desse parâmetro para a espécie *Schinus terebynthifolius* a partir da primeira dose de biossólido (20%) adicionada ao substrato de solo.

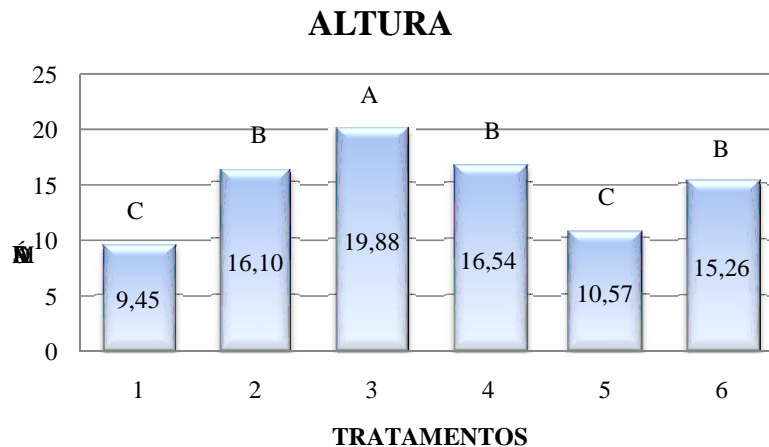


Figura 1 Médias da variável altura de *Tectona grandis* após 120 dias da repicagem.

Colunas seguidas pela mesma letra não mostram diferença significativas entre os substratos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados do autor

As mudas do tratamento com biossólido revelaram um crescimento em altura superior às mudas da testemunha, provavelmente pelo fato desses substratos apresentarem maiores teores de N e P em relação à testemunha. Novais et al. (1980) e Novais et al. (1982), em seu experimento com mudas de eucalipto, verificaram que os nutrientes N e P são altamente requeridos nos estádios iniciais de desenvolvimento das mudas, sendo então importantes de estarem presentes no substrato.

O efeito significativamente positivo do substrato enriquecido com composto orgânico no crescimento em altura de mudas pode estar relacionado com a maior disponibilidade de P, Ca, Mg e K e com o pH, situado em níveis adequados ao desenvolvimento das plantas (Tabela 3). Cunha et al. (2005) em suas pesquisas têm comprovado que a adição de composto orgânico aos substratos usados para produção de mudas resulta em benefícios como o fornecimento de macro e micronutrientes.

4.2 Diâmetro do coleto

O diâmetro do coleto é facilmente mensurável, não sendo um método destrutivo, e considerado por muitos pesquisadores como sendo um dos mais importantes parâmetros para estimar a sobrevivência, logo após o plantio, de mudas de diferentes espécies florestais (GOMES, (2001); DANIEL et al. (1997) e CARNEIRO (1995)), tal característica, o torna muito utilizado para auxiliar na definição das doses de fertilizantes a serem aplicados na produção de mudas.

Neste trabalho verificou-se que, o substrato mais indicado seria o T2 com 40% de bio-sólido que obteve um incremento máximo de 9,4 mm de diâmetro, seguidos dos tratamentos com 60 e 80% de bio-sólido, T3 e T4 respectivamente. Os quais não se diferenciaram estatisticamente do tratamento testemunha (T6), só com o substrato comercial e 10% de solo (Figura 2). Isso indica que o bio-sólido pode ser usado na substituição do substrato comercial, sem prejuízos no crescimento do diâmetro, nas condições que foram feitas o experimento.

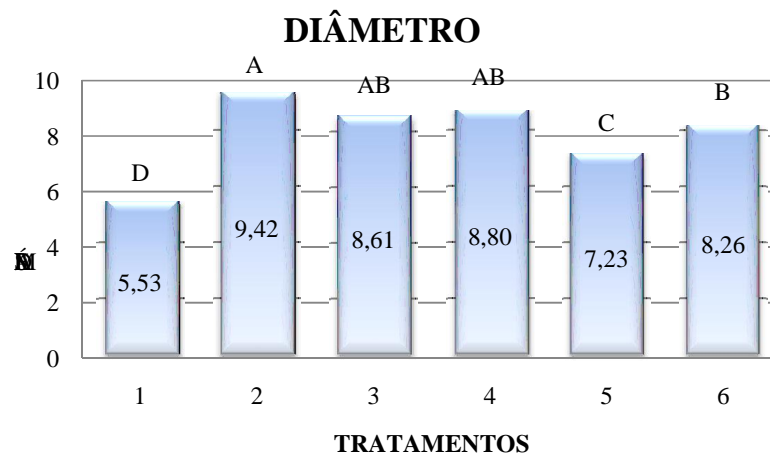


Figura 2 Médias da variável diâmetro do coleto de *Tectona grandis* após 120 dias da repicagem.

Colunas seguidas pela mesma letra não mostram diferença significativa entre os substratos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados do autor

4.3 Matéria Seca da Parte Aérea

A matéria seca da parte aérea, apesar de ser um método destrutivo, deve ser considerada, pois indica a rusticidade das mudas (GOMES; PAIVA, 2006).

No experimento em estudo, a matéria seca da parte aérea do T3 com 60% de biossólido diferiu significativamente dos demais tratamentos, conforme se pode verificar no gráfico da Figura 3, obtido para esse parâmetro, com uma produção de 2,87g., mostrando superioridade neste parâmetro e correlacionando os resultados obtidos em altura no mesmo tratamento. Confirmando, desde modo, a análise realizada por Gomes e Paiva (2006), em sua pesquisa em relação aos fatores que influenciam no crescimento em altura da parte aérea das mudas são também os responsáveis pelos pesos de matéria seca

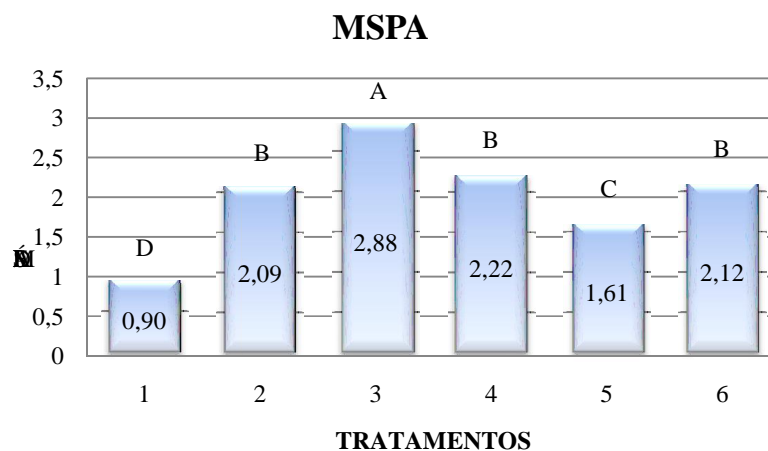


Figura 3 Análise das médias da variável matéria seca da parte aérea de *Tectona grandis* após 120 dias da repicagem.

Colunas seguidas pela mesma letra não mostram diferença significativas entre os substratos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados do autor

4.4 Matéria Seca da Raiz

A matéria seca das raízes tem sido reconhecida por diferentes autores como um dos mais importantes e melhores parâmetros para se estimar a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo (GOMES, 2001).

De maneira geral, o aumento das doses de biofósforo aplicadas ao solo, exerceu efeitos significativos no sentido de aumentar a produção de matéria seca, conforme se verifica na Figura 4.

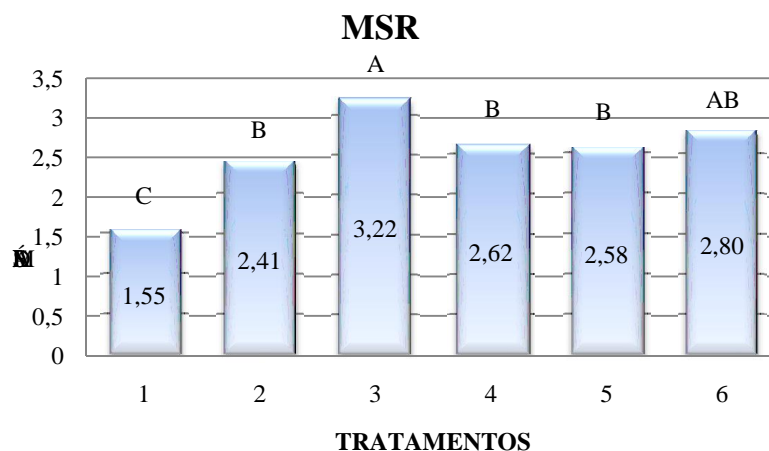


Figura 4 Média da variável matéria seca das raízes de *Tectona grandis* após 120 dias da repicagem.

Colunas seguidas pela mesma letra não mostram diferença significativas entre os substratos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados do autor

O tratamento T1 com 20% de biofósforo apresentou a menor média de massa radicular diferenciando-se estatisticamente dos demais tratamentos.

Observa-se, também, que à medida que se aumentou a dose de biofósforo no substrato, produziu-se um efeito positivo no acúmulo de matéria seca de raiz até a proporção 60:30:10 (biofósforo:substrato comercial:solo), proporção a qual obteve-se um maior incremento para o parâmetro avaliado, resultado semelhante ao da testemunha, obtendo-se, desta maneira, uma muda com maior possibilidade de sobrevivência no campo.

Em doses superiores a 60% de biossólido (T3), a matéria seca das raízes não obteve um incremento significativo, contudo, não diferiu estatisticamente da testemunha (T6)

4.5 Matéria Seca Total

A produção de biomassa total (MSPA + MSR), o tratamento T3 foi superior em relação aos demais tratamentos. Neste trabalho, foi obtido um valor de matéria seca total de 6,10g para uma proporção de 60% de biossólido associado com o substrato comercial e solo, com suas proporções 30:10, respectivamente. E menor valor de incremento para a variável analisada, foi o tratamento T1 (20:80:10), com uma produção de massa seca de 2,44g.

A Figura 5 apresenta os valores médios para a biomassa obtidos na avaliação das mudas de *Tectona grandis*, em função dos tratamentos.

Deve-se considerar que, quanto maior for esse valor, melhor será a qualidade das mudas produzidas para o experimento com sete-cascas (CRUZ, 2006), logo o tratamento T3 teve o melhor resultado para o parâmetro analisado em questão.

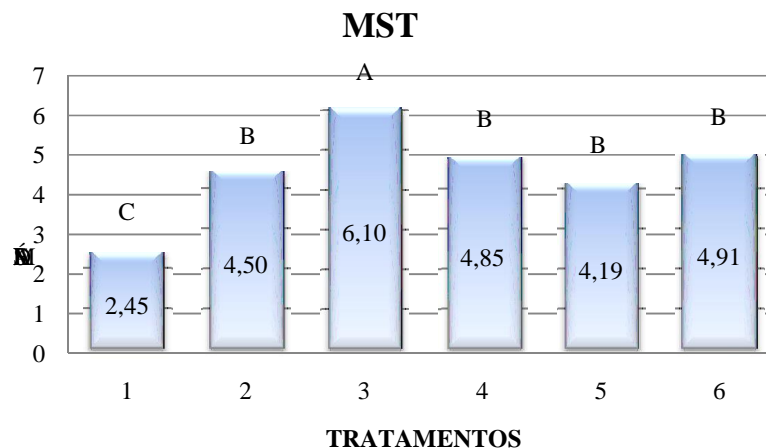


Figura 5 Médias da matéria seca total (biomassa) de *Tectona grandis* após 120 dias da repicagem.

Colunas seguidas pela mesma letra não mostram diferença significativas entre os substratos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados do autor

4.6 Relação Altura e Diâmetro

O valor resultante da divisão da altura da parte aérea pelo seu respectivo diâmetro do coleto exprime o equilíbrio de crescimento, relacionando esses dois importantes parâmetros morfológicos em apenas um índice (CARNEIRO, 1995), também denominado de quociente de robustez, sendo considerado um dos mais precisos, pois fornece informações de quanto delgada está a muda (JOHNSON; CLINE, 1991 citado GOMES et al., 2002).

Em trabalhos de pesquisa com espécies florestais, constatou-se que mudas com maior altura e maior diâmetro do coleto apresentaram maior potencial de crescimento inicial no campo.

Nesse sentido, o tratamento 3 (60% de biossólido) obteve o melhor resultado, sendo significativo estatisticamente em relação a testemunha e aos demais tratamentos. Entretanto, durante o período de avaliação, as mudas do T6 90:00:10 (biossólido:substrato comercial:solo) mostraram-se inferiores aos demais tratamentos (Figura 6). O que pode estar relacionado com as propriedades físicas do substrato.

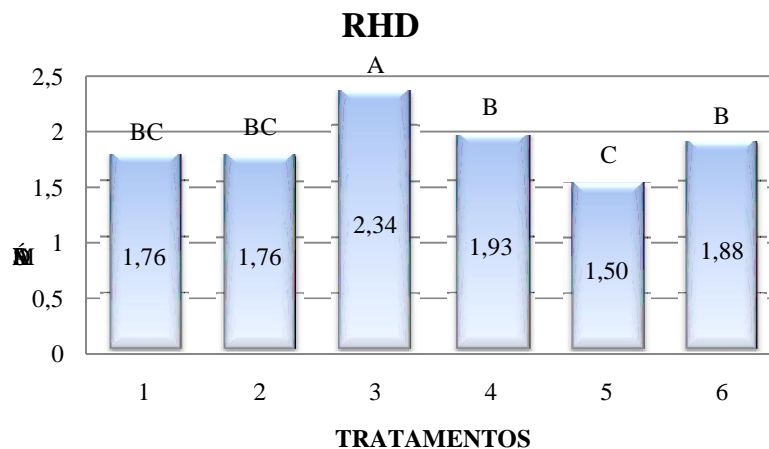


Figura 6 Análise da relação altura e diâmetro do coleto de *Tectona grandis* após 120 dias da repicagem.

Colunas seguidas pela mesma letra não mostram diferença significativas entre os substratos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados do autor

Nota-se que para a espécie estudada *Tectona grandis* o índice de qualidade RHD foi menor que 10, padrão recomendado por Caldeira et al. (2008). Esta constatação também foi verificada no estudo de Oliveira et al. (2008) com *Schinus terebinthifolius*. É evidente que quanto menor for a média dos diâmetros de coleto, maior é o resultado do índice de qualidade RHD. Carneiro (1995) comenta quando o índice de qualidade RHD for igual a 10 indica má qualidade das mudas pelo desequilíbrio entre a média de altura da parte aérea e a do seu diâmetro do coleto.

Segundo esse autor, a relação H/D, parâmetro que exprime qualidade em qualquer fase do período de produção de mudas, deve situar-se entre os limites de 5,4 a 8,1.

4.7 Relação Matéria Seca da Parte Aérea por Matéria Seca da Raiz

O índice calculado da razão entre peso de matéria seca da parte aérea e o peso do sistema radicular das mudas é considerado como eficiente e seguro para expressar o padrão de qualidade dessas, embora essa relação poderá não ter significado para o crescimento no campo (GOMES; PAIVA, 2006).

No presente experimento, o aumento da dose de bio sólido do T1 (20% de bio sólido) para o T3(60% de bio sólido) foi significativo, pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade (Figura 7), contudo em relação ao tratamento da testemunha (90% substrato comercial:10% de solo) esse não diferiu estatisticamente mesmo com o uso doses crescentes de bio sólido associado com substrato comercial e solo.

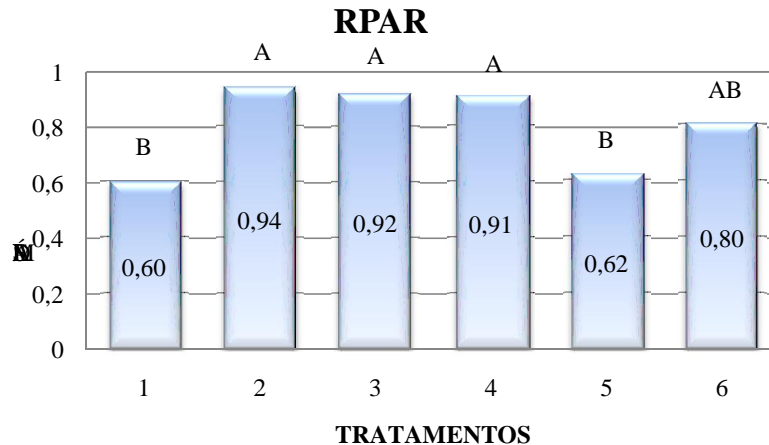


Figura 7 Análise da relação matéria seca da parte aérea por matéria seca das raízes de *Tectona grandis* após 120 dias da repicagem.

Colunas seguidas pela mesma letra não mostram diferença significativas entre os substratos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados do autor

A relação entre a matéria seca da parte aérea e do sistema radicular diminuiu conforme a porcentagem aplicada de biossólido no substrato, sendo os tratamentos 2, 3 e 4 se diferenciou estatisticamente em relação aos tratamentos 1 e 5, contudo estes equivalem-se o resultado encontrado no tratamento com a testemunha, demonstrando uma melhor distribuição dos pesos entre a parte aérea e o sistema radicular.

Para as mudas de *Tectona grandis*, espécie adotada no presente trabalho, os valores obtidos para este índice de qualidade variaram entre 0,6 e 0,8. Contrapondo com o encontrado por Caldeira et al. (2008), com mudas de *Schinus terebinthifolius*, cuja relação parte aérea e raiz foi de 2:1 e a relação raiz e parte aérea 1:2.

É importante analisar essa relação quando as mudas vão para o campo, pois a parte aérea das mudas não dever ser muito superior que a da raiz em função dos possíveis problemas no que se refere à absorção de água para a parte aérea.

Para a pesquisa em questão, com a espécie *Tectona grandis*, a relação de matéria seca da parte aérea /matéria seca de raiz, mostrou valores abaixo do

considerado ideal em todos os tratamentos, incluindo a testemunha, revelando um maior desenvolvimento do sistema radicular em relação à parte aérea em todos os substratos testados.

O tempo em que foi executado o experimento (120 dias, após a repicagem) pode não ter sido suficiente, para o melhor desenvolvimento da parte aérea, ou ainda, elementos tóxicos mesmo que em pequenas quantidades e dentro dos limites estabelecidos pelo CONAMA, poderia ter estimulado o maior desenvolvimento de raízes, como defesa.

4.8 Índice de Qualidade Dickson (IQD)

O IQD é apontado como bom indicador de qualidade de mudas por que são utilizados para seu cálculo a robustez (relação H/DC) e o equilíbrio da distribuição da biomassa (relação MSPA/ MSR) (FONSECA, 2000) , ponderando os resultados de vários parâmetros importantes empregados para avaliação da qualidade. Quanto maior o IQD, melhor é a qualidade da muda produzida (GOMES, 2001).

Os resultados encontrados no trabalho para mudas de *Tectona grandis* obtiveram valores acima de 0,5 conforme evidenciado na Figura 7, bem inferiores aos encontrados em *Tabebuia impetiginosa*, cujos valores médios variaram de 6,21 a 7,25 (CRUZ et al., 2004) , entretanto valores acima do proposto por Gomes e Paiva (2006), com índice de qualidade um valor de no mínimo 0,2 para mudas de *Pseudotsuga menziesii* e *Picea abies*.

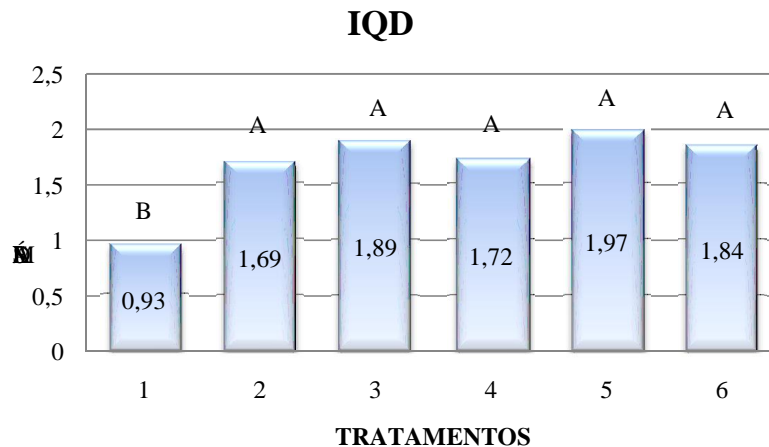


Figura 8 Análise do Índice de Qualidade de Dickson de *Tectona grandis* após 120 dias da repicagem.

Colunas seguidas pela mesma letra não mostram diferença significativas entre os substratos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados do autor

Os tratamentos 2, 3, 4 e 5 não apresentaram valores médios de IQD estatisticamente diferentes ao do tratamento testemunha (T6). No entanto, o tratamento 1 obteve resultado diferente aos demais tratamentos, apresentando um menor índice, mas não o suficiente para classificá-lo como mudas de baixa qualidade, uma vez que seu resultado foi superior do índice recomendado por Gomes e Paiva (2006). Confirmado também, quando comparado com o experimento realizado por Vidal et al. (2006) em mudas de *Mikania glomerata*, as quais apresentaram valor de IQD próximo de 0,17 atingido aos 90 a 100 dias após a montagem do experimento.

5 CONCLUSÕES

O uso de biossólido, como componente de substratos, é uma alternativa viável para a disposição final deste resíduo, tendo em vista a economia de fertilizantes que esse material pode proporcionar, além do benefício ambiental. Todavia, ressalta-se que as proporções aplicadas devem ser adequadas, para cada espécie.

O uso do biossólido na composição de substrato pode ser utilizado para a produção de mudas de *Tectona grandis*. Os substratos contendo 40%, 60%, 80% do biossólido proporcionaram um desenvolvimento maior ou igual para os parâmetros altura e diâmetro de coleto em relação ao tratamento testemunha.

Para a produção de *Tectona grandis* a melhor porcentagem do biossólido no substrato comercial foi o de 60%, o qual proporcionou maior desenvolvimento dos parâmetros altura, biomassa (matéria seca da parte aérea e do sistema radicular) e as relações RHD e RPAR.

Doses iguais ou superiores a 80% de biossólidos na composição do substrato foram prejudiciais ao desenvolvimento de mudas de *Tectona grandis*, recomendando-se uma proporção entre 40 a 60% desse material para formulação dos substratos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTON, R. S. Riscos de contaminação do agroecos sistema com metais pesados. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. (Ed). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. p. 259-268.

BERTON, R. S.; CAMARGO, O. A.; VALADARES, J. M. A. S. Absorção de nutrientes pelo milho em resposta à adição de lodo de esgoto em cinco solos paulistas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 13, p. 187-192, 1989.

BETTIOL, W.; CARVALHO, P. C. T.; FRANCO, B. J. D. C. Utilização do lodo de esgoto como fertilizante. **O Solo**, v. 75, p. 44-54, Piracicaba, 1983.

BINOTTO, A. F. **O ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON EM MUDAS DE *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maid e *Pinus elliottii* var. elliottii – Engelm.** Santa Maria, RS: UFSM, 2007. 56p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2007.

BRASIL. Resolução (no. 375, de 29 de agosto de 2006). **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 167, 30 ago. 2006. Seção 1, p. 141-146.

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.

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

CRUZ, C. A. F. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). **Rev. Árvore**, v. 30, n. 4, Viçosa, jun/ago, 2006.

CUNHA, A. O et al. Efeitos de Substratos e das Dimensões dos Recipientes na Qualidade das Mudanças de *Tabebuia Impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 4, p. 507-516, 2005.

CUNHA, A. M.; CUNHA, G. M.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, G. M.; AMARAL, J. F. T.. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **R. Árvore**, v. 30, n.2 Viçosa mar./abr. 2006.

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

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA FLORESTAS. Teca (*Tectona grandis*). Disponível em: <http://www.cnpf.embrapa.br/publica/folders/Teca_2004.pdf>. Acesso em 07 de maio 2010.

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

FLORESTECA. Floresteca: gerando valor para as futuras gerações. Disponível em: <<http://www.floresteca.com.br/contents.asp?pid=1&cid=6>>. Acesso em 08 de maio 2010.

FLORESTECA. Aspectos Ecológicos: Requisitos Ambientais. Disponível em: <<http://www.floresteca.com.br/contents.asp?pid=2>>. Acesso em 08 de maio 2010.

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

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cedrela fissilis* Vell. E *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. 2000. 113f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

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

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*. **Ver. Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. Viveiros Florestais: **propagação sexuada**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2004.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V.; Ed. *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: IPEF, 2000, p.309-350.

HOPPE, J. M. Produção de Sementes e Mudanças Florestais. **Caderno didático**, Santa Maria, 2004. 125p.

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS – IPEF. Identificação de Espécies Florestais: *Tectona grandis* (teca). Piracicaba, SP. 2003. Disponível em: < <http://www.ipef.br/identificacao/tectona.grandis.asp>>. Acesso em 08 de maio 2010.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. S.; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2003. 392p.

MALDONADO, C. A. B. **Biossólido na Implantação da Cultura da Pupunheira: Efeitos na Precocidade, na Produção e nos Teores de Nutrientes e Metais Pesados do Palmito**. Campinas, SP: IAC, 2005. 90p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola.) - Instituto Agrônomo, Campinas, São Paulo, 2005.

MECPREC. Condicionador do solo. Disponível em <http://www.mecprec.com.br/mp_br.htm>. Acesso em 21 de abr. 2010.

MOLINA, M.V. **Nitrogênio e metais pesados em latossolo e eucalipto cinqüenta e cinco meses após a aplicação de biossólido**. 2004. Dissertação (Mestrado)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo.

NÓBREGA, R. S. A.; VILAS BOAS, R. C.; NÓBREGA, J. C. A.; PAULA, A. M.; MOREIRA, F. M. S. Utilização de biossólido no crescimento inicial de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius*/Raddi) **R. Árvore**, v. 31, n. 2. Viçosa, mar./abr. 2007.

NOVAIS, R. F.; RÊGO, A. K.; GOMES, J. M. Nível crítico de potássio no solo e na planta para o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden e de *Eucalyptus cloëziana* F.Muell. **R. Árvore**, v.4, n.1, p.14-23, 1980.

NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C.; COUTO, C. Níveis críticos de fósforo no solo para o eucalipto. **R. Árvore**, v.6, n.1, p.29-37, 1982.

OLIVEIRA, R. B.; LIMA, J. S. S.; SOUZA, C. A. M.; SILVA, S. A.; MARTINS FILHO, S. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 122-128, 2008.

RAIJ, B. van. **Uso agrícola de biossólidos**. In: SEMINÁRIO SOBRE GERENCIAMENTO DE BIOSSÓLIDOS NO MERCOSUL, 1., 1998, Curitiba. Curitiba: Sanepar; ABES, 1998. p.147-151.

SAIDELLES, F. L. F et al. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, suplemento 1, p. 1173-1186, 2009.

SANTOS, J. A. **Avaliação do Desenvolvimento Morfológico Inicial de Quatro Espécies de Leguminosas Arbóreas Sob Diferentes Substratos**. Inconfidentes, MG: IFECT, 2009. 50p. Monografia (Monografia de conclusão do Curso de Tecnólogo em Gestão Ambiental)- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Federal, Inconfidentes, MG, 2009.

SCHUMACHER, M. V et al. INFLUÊNCIA DO VERMICOMPOSTO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 121-130, 2001.

SILVA, F. C.; BOARETTO, A. E.; BERTON, R. S.; ZOTELLI, H. B.; PEIXE, C. A.; MENDONÇA, E. Cana-de-açúcar cultivada em solo adubado com lodo de esgoto: nutrientes, 82 metais pesados e produtividade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 5, p.1-8, 1998.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solos, plantas e outros materiais**. 2. ed., Porto Alegre: UFRGS, 1995. (Boletim Técnico, 5).

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. Uso de Biossólido como substrato para a produção de mudas de eucalipto. **Scientia Florestalis**. n. 64, p. 150-162, dez. 2003.

VIDAL LHI; SOUZA JRP; FONSECA EP; BORDIN I. 2006. Qualidade de mudas de guaco produzidas por estaquia em casca de arroz carbonizada com vermicomposto. **Hortic. bras.**, v. 24, n. 1, jan.-mar. 2006.

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

ANEXO

Anexo1. Requisitos Mínimos de Qualidade do Lodo de Esgoto ou Produto Derivado Destinado a Agricultura

Art. 11. Os lotes de lodo de esgoto e de produtos derivados, para o uso agrícola, devem respeitar os limites máximos de concentração das Tabelas 5 e 6, a seguir especificadas:

Tabela 5 - Substâncias inorgânicas

Substâncias Inorgânicas	Concentração Máxima permitida no lodo de esgoto ou produto derivado (mg/kg, base seca)
Arsênio	41
Bário	1300
Cádmio	39
Chumbo	300
Cobre	1500
Cromo	1000
Mercúrio	17
Molibdênio	50
Níquel	420
Selênio	100
Zinco	2800

Fonte: Resolução nº375, Conama (2006)

Tabela 6. Agentes patogênicos

Tipo de lodo de esgoto ou produto derivado	Concentração de patógenos
A	Coliformes Termotolerantes $<10^3$ NMP / g de ST
	Ovos viáveis de helmintos $< 0,25$ ovo / g de ST
	<i>Salmonella</i> ausência em 10 g de ST
	Vírus $< 0,25$ UFP ou UFF / g de ST
B	Coliformes Termotolerantes $<10^6$ NMP / g de ST
	Ovos viáveis de helmintos < 10 ovos / g de ST

ST: Sólidos Totais

UFF: Unidade Formadora de Foco

Fonte: Resolução nº375, Conama (2006)

NMP: Número Mais Provável

UFP: Unidade Formadora de Placa

Culturas Aptas a Receberem Lodo de Esgoto ou Produto Derivado

É proibida a utilização de qualquer classe de lodo de esgoto ou produto derivado em pastagens e cultivo de olerícolas, tubérculos e raízes, e culturas inundadas, bem como as demais culturas cuja parte comestível entre em contato com o solo.

Em solos onde for aplicado lodo de esgoto ou produto derivado, as pastagens poderão ser implantadas após um período mínimo de 24 meses da última aplicação.

Em solos onde for aplicado lodo de esgoto ou produto derivado, somente poderão ser cultivadas olerícolas, tubérculos, raízes e demais culturas cuja parte comestível entre em contato com o solo bem como cultivos inundáveis, após um período mínimo de 48 meses da última aplicação.

Lodos de esgoto ou produto derivado enquadrados como classe A poderão ser utilizados para quaisquer culturas, respeitadas as restrições previstas nos arts. 12 e 15 desta Resolução.

A utilização de lodo de esgoto ou produto derivado enquadrado como classe B é restrita ao cultivo de café, silvicultura, culturas para produção de fibras e óleos, com a aplicação mecanizada, em sulcos ou covas, seguida de incorporação, respeitadas as restrições previstas no art. 15 e no inciso XI, do art. 18 desta Resolução.