



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

CARLA MORETTI MATTOS

**SUBSTRATOS À BASE DE BIODÉTRIGO E FIBRA DE COCO NA PRODUÇÃO DE
MUDAS DA ESPÉCIE FLORESTAL *Moquiniastrium polymorphum* (Less.) G. Sancho**

Prof. Dr. LUCAS AMARAL DE MELO
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
JUNHO – 2014



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

CARLA MORETTI MATTOS

SUBSTRATOS À BASE DE BIODÉTRIGO E FIBRA DE COCO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DA ESPÉCIE FLORESTAL *Moquiniastrium polymorphum* (Less.) G. Sancho

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheira Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. LUCAS AMARAL DE MELO
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
JUNHO – 2014

**SUBSTRATOS À BASE DE BIODÉTRÍCULO E FIBRA DE COCO NA PRODUÇÃO DE
MUDAS DA ESPÉCIE FLORESTAL *Moquiniastrium polymorphum* (Less.) G. Sancho**

CARLA MORETTI MATTOS

Monografia aprovada em 30 de junho de 2014.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Lucas Amaral de Melo – UFRRJ
Orientador

Prof. Dr. Tiago Böer Breier – UFRRJ
Membro

Prof. Dr. Eduardo Vinícius da Silva – UFRRJ
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à Deus,
à minha família,
e aos meus queridos amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado forças para concluir mais essa importante fase da minha vida.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por me proporcionar esses cinco anos de acolhimento e aprendizado, e por me capacitar para exercer essa profissão maravilhosa.

Ao professor Lucas Amaral de Melo por aceitar esse desafio de me orientar mesmo à distância, pela paciência e atenção, pelos ensinamentos científicos e principalmente pela confiança, possibilitando assim o desenvolvimento e conclusão dessa monografia.

Aos funcionários do Instituto de Florestas que me auxiliaram durante estes anos, Abdala e Zilar, e em especial ao Sebastião pelo apoio integral na condução do experimento, e os ensinamentos.

Aos membros da banca, professor Eduardo Vinícius da Silva, e professor Tiago Böer Breir, que me acompanha desde os primeiros períodos, pela contribuição valiosa nesse trabalho.

Aos meus pais e irmão, minha família, base de tudo, que me apoiou todos esses anos, proporcionando o meu ingresso nessa Universidade, toda a trajetória, e principalmente agora no momento de sua conclusão.

Aos amigos que fiz aqui na UFRRJ, e me acompanharam todos esses anos, aprendendo juntos em todos os momentos, dos mais desesperadores aos mais felizes. Amigos que se tornaram uma família e me estiveram comigo em todos os momentos, os inseparáveis, Allana Lima, Camila Caetano, Danielle Freitas, Maria Vanessa e Murillo, as amizades mais intensas que já tive e que vou levar para o resto da minha vida, por mais que a distância seja grande, pois as lembranças estarão sempre comigo.

Aos meus amigos queridos, que fizeram dos meus fins de semana e minhas noites na internet mais divertidos e agitados, que nunca me deixaram só mesmo distantes, os que proporcionaram as melhores viagens que já fiz e os roxos menos dolorosos que já tive, muito obrigada MMA FC.

Aos amigos de curso, meus queridos companheiros da turma 2009-I, que estiveram presentes nas aulas, nas saídas de campo, nas reuniões de turma, nas festas e aos que integraram o CAEF gestão Nativa ao meu lado, dividindo a vontade de fazer a nossa parte e deixar a nossa contribuição para o curso de Florestas; amigos esses que me trouxeram ensinamentos e experiências inesquecíveis e que me tornaram uma pessoa melhor.

E a todos aqueles que contribuíram para que este trabalho ficasse pronto, contribuindo na condução do experimento, na obtenção dos resultados e na sua escrita. Especialmente, Danielle Freitas minha auxiliar fiel, Tailan Moretti pelas companhia e auxílio a qualquer hora, Prof. Emanuel Araújo pela paciência e orientações em horas extras. Mas sem me esquecer de todos os outros que foram essenciais.

RESUMO

A produção de mudas para recomposição de áreas vem sendo cada vez mais requisitada, e isto faz com que o desenvolvimento de técnicas mais eficientes e com menores custos aumente. Tal fato requer, conseqüentemente, maiores estudos acerca de mudas de espécies nativas, e principalmente dos substratos mais adequados à sua produção, garantindo boa qualidade, e bom estabelecimento na fase de implantação. Uma boa alternativa são os substratos orgânicos, principalmente os provenientes de resíduos, como o bio-sólido e a fibra de coco, pois constituem substratos com boas qualidades químicas e físicas, baixo custo, grande disponibilidade, além do fator ambiental do reaproveitamento e da reciclagem destes materiais. O presente trabalho teve como objetivo verificar o crescimento de mudas de *Gochnatia polymorpha* em substratos com diferentes proporções de bio-sólido e fibra de coco, que compuseram quatro tipos de substratos, sendo eles T1(25% B; 75%FC), T2 (50%B; 50%FC), T3 (75%B; 25%FC), e T4(100%B). Tais tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), cada um com quatro repetições compostas de 12 mudas. Ao longo do experimento foram mensuradas, a altura da parte aérea (H), e o diâmetro do coleto (Dc). Verificou-se, por meio das avaliações que os substratos possuem um bom desempenho, e com exceção do tratamento um (T1), o qual mostrou-se um pouco menos eficiente, proporcionaram um bom crescimento das mudas, em ambas as variáveis e portanto os outros substratos avaliados (T2, T3 e T4) constituem uma alternativa totalmente sustentável e acessível, e proporcionando o crescimento ótimo das mudas de *Moquiniastrum polymorphum* à proporção de 70% de bio-sólido e 30% de fibra de coco.

Palavras-chave: cambará, bio-sólido, substrato, fibra de coco, *Gochnatia polymorpha*.

ABSTRACT

The production of seedlings for the recovery of areas is being increasingly required and this increases the need for the development of more efficient and lower cost techniques. This fact requires, consequently, more studies about the seedling of native species, and especially of more appropriated substratum for their production, because the substratum is a very important factor during the production phase, ensuring good quality and good establishment in the implementation phase of seedlings in the field. For the composition of the substratum, a good alternative are the organics substrata, especially the ones from residues, as biosolids and coconut fiber, they constitute a substratum of good physical and chemical quality, in addition to a low cost and large availability, depending where is the forest nursery, beyond the environmental factor of the reuse and the recycling of these materials. Therefore, this present study aimed to verify the growth of *Moquiniastrum polymorphum* in different volumetric proportions of biosolids (B) and coconut fiber (FC) that composed four types of substrates, and they are T1 (25% B; 75% FC), T2 (50% B; 50% FC), T3 (75% B; 25% FC) e T4 (100% B). Such treatments were arranged in a completely randomized design (CRD), each with four replications and 12 plants per plot. Along the experiment were measured, the shoot height (H) and stem diameter (Dc). It was found through the reviews that substrates allowed good growth of plants, and the substrate to be recommended for the production of seedlings of *Moquiniastrum polymorphum* should have 70% of biosolids and 30% of coconut fiber, because they are close to the values that made possible the greatest seedling growth, both in height and in diameter.

Key words: cambará, biosolids, substratum, coconut fiber, *Gochnatia polymorpha*.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	
2.1 Produção de mudas de espécies florestais nativa	2
2.2 Substratos na produção de mudas florestais.....	4
2.3. Biossólido na produção de mudas de espécies florestais.....	6
2.4. Fibra de coco como constituinte do substrato.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	12
5. CONCLUSÕES.....	20
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21

LISTA DE TABELAS

	Pag.
Tabela 1. Proporções volumétricas de biossólido e fibra de coco em cada um dos quatro substratos preparados para a produção de mudas de <i>M. polymorphum</i> .	10
Tabela 2. Estatísticas descritivas para a variável diâmetro do coleto das mudas de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> , ao longo do processo de produção, para os tratamentos 1, 2, 3 e 4.	14
Tabela 3. Estatísticas descritivas para a variável altura da parte aérea das mudas <i>Moquiniastrum polymorphum</i> , ao longo do processo de produção, para os tratamentos 1, 2, 3 e 4.	14
Tabela 4. Coeficientes da equação e valores do coeficiente de determinação ajustado para os modelos de Weibull e Logístico.	15
Tabela 5. Equações de crescimento em diâmetro para os quatro tratamentos.	16
Tabela 6. Equações de crescimento em altura para os quatro tratamentos.	17
Tabela 7. Valores da estatística qui-quadrado (χ^2) obtidos a partir do teste de identidade de modelos não-lineares para o agrupamento das equações dos tratamentos 1, 2, 3 e 4.	18
Tabela 8. Valores da estatística qui-quadrado (χ^2) obtidos a partir do teste de identidade de modelos não-lineares para o agrupamento das equações dos tratamentos 2, 3 e 4.	18

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1: Mudas de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> após desbaste e limpeza.	10
Figura 2: Irrigação por microaspersão (A) e adubação com MAP (B).	11
Figura 3: Mensuração das variáveis diâmetro do coleto (A) e altura da parte aérea (B).	11
Figura 4: Curva de crescimento estimada pelo modelo de Weibull para a variável diâmetro nos quatro tratamentos testados.	16
Figura 5: Curva de crescimento estimada pelo modelo Logístico para a variável altura nos quatro tratamentos testados.	17
Figura 6: Diâmetro do coleto de mudas de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> , aos 195 dias após a semeadura, em função da proporção volumétrica (%) de biossólido no substrato.	19
Figura 7: Altura da parte aérea de mudas de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> , aos 195 dias após a semeadura, em função da proporção volumétrica (%) de biossólido no substrato.	20

1. INTRODUÇÃO

O Brasil está em processo de crescimento econômico constante, o que ocasiona consequentemente, a intensificação do uso dos recursos ambientais. Tal fato faz com que novas áreas sejam solicitadas para produção de matéria prima, tanto para o setor industrial, como para comercialização direta, inclusive com outros países. Por isso a pressão sobre o meio ambiente está cada vez maior, e as leis mais rigorosas, para que os prejuízos e danos sejam mitigados.

Como forma de reduzir os danos causados pelo uso dos recursos naturais, são solicitadas medidas mitigadoras, que incluem compensação e recomposição ambiental, demandando mudas de espécies florestais nativas. Porém ainda existem poucos estudos referentes à produção e crescimento de mudas de uma série de espécies nativas.

Moquiniastrum polymorphum (Less.) G. Sancho, popularmente conhecida como candeia, cambará, cambará-de-folha-grande, cambará-do-mato, cambará-guaçu, é uma espécie nativa que tem maior ocorrência nos estados da Bahia, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul, principalmente nas áreas de cerrado. É uma planta pioneira adaptada a terrenos pobres e secos, característica que confere potencial uso na composição de reflorestamentos mistos de áreas degradadas, entre outros usos como obras civis, moirões, pontes e paisagismo (LORENZI, 2002). Para isso, é necessária a produção de mudas.

A produção de mudas é uma etapa primordial para que a recuperação de áreas seja eficiente, sendo que alguns fatores como a semente, o substrato, o volume do recipiente e o manejo das mudas no viveiro afetam a qualidade das mudas (FAVALESSA, 2011). De acordo com Gomes (2013), a adoção de padrões técnicos e procedimentos adequados nos viveiros propiciam a melhoraria da qualidade das mudas produzidas.

Dentre os fatores que interferem na produção e qualidade de mudas, a seleção do substrato destaca-se, devido a sua fundamental importância no crescimento das plantas (DUTRA *et al.*, 2012). Os substratos podem ser formados por um único material ou pela combinação de diferentes tipos e devem apresentar algumas características específicas, como o fácil manuseio, boa disponibilidade, adequadas características físicas, ausência de patógenos, riqueza em nutrientes e baixo custo (FAVALESSA, 2011).

Os substratos mais comuns nos viveiros florestais são os comerciais, que são produzidos, geralmente, a partir de casca de pinus decomposta. De acordo com Kratz e Wendling (2013) há um decréscimo na área plantada de pinus no Brasil nos últimos anos. Além disso, há a concorrência pela casca para uso como fonte de energia, resultando na redução de sua disponibilidade, o que tem ocasionado uma queda na produção destes substratos e consequente aumento de preço. Por tais motivos, torna-se cada vez mais necessário o aumento de estudos em relação a novas possibilidades de formulação de substratos, como a utilização de resíduos agroindustriais, industriais, florestais e urbanos, o que representa uma alternativa viável, pois grandes volumes destes produtos são gerados e representam um problema ambiental quando não possuem destino final adequado.

O lodo de esgoto é um resíduo de composição variável, rico em matéria orgânica e nutrientes, que após passar pelo processo de estabilização, torna-se produto com características desejáveis aos setores agrícola e florestal, e passa a ser denominado biossólido. Além disso, a utilização do biossólido como substrato de mudas pode ser considerada um destino final conveniente e adequado a este resíduo, protegendo o meio ambiente e a saúde da população, minimizando os gastos das empresas com a remoção e a deposição deste material em aterros sanitários (GOMES *et al.*, 2013).

Outro resíduo potencial de ser utilizado como substrato é a casca do coco, subproduto do uso e da industrialização da água de coco, que é depositada em lixões e às margens de estradas. Este resíduo possui processo lento de decomposição, mais de oito anos, sendo que o consumo da água de coco é crescente e significativo. Portanto, além da importância econômica e social, é também importante do ponto de vista ambiental. Por sua vez poderá se tornar matéria prima importante na produção de substratos de boa qualidade devido as suas características físicas, a facilidade de produção, o baixo custo e alta disponibilidade (CARRIJO *et al.*, 2002).

Devido à importância do substrato na produção de mudas e a crescente preocupação com o destino dos resíduos gerados atualmente, objetivou-se neste trabalho, avaliar o crescimento de mudas de *Moquiniastrum polymorphum* em substratos com diferentes proporções de biossólido e fibra de coco.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Produção de mudas de espécies florestais nativas

Com o desenvolvimento crescente do país na agricultura, os avanços do setor imobiliário e a realização dos grandes eventos, como a copa do mundo e as olimpíadas; a demanda por extensões territoriais também se mostra bastante crescente. Essa procura faz com que cada vez mais sejam solicitadas áreas antes florestais, gerando compensações obrigatórias determinadas por leis, como a Lei de Proteção a Vegetação Nativa 12.651 de 2012 (BRASIL, 2012). Esses fatores em conjunto levam a um grande número de reflorestamentos, visando a recuperação de áreas degradadas, o que explica o crescente aumento na demanda por mudas de espécies florestais nativas.

A produção das mudas é uma fase muito importante e que influencia no seu estabelecimento em campo, gerando reflexos em sua produtividade e qualidade. Por isso a necessidade de esforços para melhorar a qualidade e reduzir os custos de produção das mudas (WENDLING *et al.*, 2007). Desta forma, essa necessidade de melhoria na qualidade das mudas produzidas, pode ser feita por meio de estudos sobre recipientes, substratos, adubações, e a melhor maneira de fazê-los, pois o êxito de um reflorestamento depende

diretamente da qualidade das mudas utilizadas, e estas devem resistir às condições adversas do campo e desenvolver-se de maneira satisfatória (GOMES, 1991).

A produção de mudas em condições específicas e controladas é necessária devido à sua fragilidade, o que requer proteção inicial e manejos especiais, uniformizando o crescimento, tanto da parte aérea, quanto radicular, e permitindo que elas resistam às condições adversas encontradas no campo e depois cresçam satisfatoriamente. Entretanto, se cultivadas para suportar condições adversas, as mudas deverão estar endurecidas, de maneira que sobrevivam, evitando replantios e consequentes gastos desnecessários, proporcionando maior rendimento (GOMES *et al.*, 2002).

Mudas de qualidade, robustas e que apresentam maior porcentual de emissão de raízes são mais aptas a suportar condições de estresse ambiental, aumentando as taxas de sobrevivência no campo. Já mudas menores e com deformações radiculares, devido a restrições na fase de produção no viveiro, podem apresentar atraso ou redução no crescimento na sua implantação, acarretando maiores custos com o controle de plantas daninhas e o retardamento da produção esperada. Por isso uma boa produção no viveiro é essencial, pois com as condições adequadas ocorre uma ou mais podas do sistema radicular, favorecendo a ramificação mais intensa das raízes e, conseqüentemente, maior enraizamento após o plantio, o que é fundamental para o bom desempenho das mudas após o plantio em condições adversas (FREITAS *et al.*, 2005).

A qualidade do substrato constitui um importante fator na produção de mudas, podendo-se utilizar variados materiais em sua composição, dos quais deve-se levar em consideração suas disponibilidade, custo, e características físico-químicas (NICOLOSO, 2000). O substrato tem por finalidade garantir sua qualidade, principalmente por ser utilizado numa fase em que a planta é muito suscetível ao ataque por microrganismos e pouco tolerante ao déficit hídrico, e por isso devem reunir características que promovam a retenção de umidade e a disponibilidade de nutrientes (CUNHA, 2006).

Ultimamente alguns componentes de substrato tem sido utilizados com mais frequência na produção de mudas de espécies florestais, principalmente os renováveis, como cascas de árvores e grãos, compostos orgânicos, esterco e húmus. A utilização destes materiais para formulação de substratos é importante quando leva-se em consideração a demanda crescente pelos mesmos, e a necessidade de que sejam sustentáveis, ou seja, ecologicamente corretos, economicamente viáveis e socialmente justos. Por isso devem apresentar alternativas cada vez mais viáveis, como a utilização de resíduos agroindustriais, industriais florestais e urbanos, os quais representam um problema ambiental e, se utilizados na produção de mudas, podem ter destino final mais adequado do que simplesmente sua deposição em aterros sanitários (KRATZ, 2011).

A produção das muda é uma fase muito importante, e que influencia no seu estabelecimento, gerando reflexos em sua produtividade e qualidade. Por isso a necessidade de esforços para melhorar a qualidade e reduzir os custos de produção das mudas (WENDLING *et al.*, 2007). Desta forma, essa necessidade de melhoria na qualidade das

mudas produzidas, pode ser feita por meio de estudos sobre recipientes, substratos, adubações, e a melhor maneira de fazê-los, pois o êxito de um reflorestamento depende diretamente da qualidade das mudas utilizadas, e estas devem resistir às condições adversas do campo, e desenvolver-se de maneira satisfatória (GOMES, 1991).

2.2 Substratos na produção de mudas florestais

Uma das dificuldades enfrentadas por quem trabalha com a produção de mudas de espécies florestais nativas é o crescimento lento de muitas delas, sendo de fundamental importância a elaboração de protocolos e estratégias que favoreçam sua produção, com qualidade, em curto espaço de tempo e em condições acessíveis. Dessa forma é necessário o estudo de recipientes adequados e principalmente substratos alternativos para a produção de mudas florestais, com o intuito de baratear e tornar acessível a mais produtores rurais interessados em recompor suas áreas ou explorar alguma atividade silvicultural. (JESUS, 1997; STURION e ANTUNES, 2000 citados por CUNHA *et al.*, 2005).

Por isso deve-se aumentar os estudos em relação aos substratos a fim de apresentar novas possibilidades de formulação desse produto, como a utilização de resíduos agroindustriais, industriais florestais e urbanos, que na produção de mudas representa uma alternativa viável, já que grandes volumes destes resíduos são gerados, representando um problema ambiental se não houver um destino final adequado (KRATZ, 2011).

Substrato pode ser definido como o meio em que as raízes se proliferam, e por isso deve fornecer suporte estrutural à parte aérea, e as quantidades necessárias de água, oxigênio, e nutrientes para o desenvolvimento das mudas (CARNEIRO, 1995).

De acordo com Gonçalves e Poggiani (1996) as características inerentes a um substrato ideal são: boa estrutura e consistência, de forma a sustentar as sementes durante a germinação e o enraizamento; suficientemente poroso, permitindo uma boa drenagem do excesso de água, de chuvas e irrigação, e que mantenha uma boa aeração junto ao sistema radicular, boa capacidade de retenção da água, evitando excessivas irrigações; que não contraia, nem expanda excessivamente com as variações de umidade; esteja isento de substâncias tóxicas, inóculos de doenças, plantas invasoras, insetos e sais em exagero; deve ter disponibilidade e custo adequados; e uma boa homogeneidade de características físicas e químicas.

O substrato é composto por três fases: a sólida, a líquida e a gasosa. A fase sólida é mais estável, enquanto a gasosa e a líquida alteram-se constantemente (CARNEIRO, 1995). Por exemplo, quando os microporos são predominantes, o transporte de água, de nutrientes e de ar ocorrem de forma mais lenta e menos eficiente, limitando o crescimento radicular, principalmente o alongamento da raiz principal, o que ocasiona um aumento de raízes laterais (PADOVANI, 2006).

A matéria orgânica é um dos componentes fundamentais dos substratos, cuja finalidade básica é aumentar a capacidade de retenção de água e nutrientes para as mudas, porém ainda possui outras vantagens no desenvolvimento vegetal, tais como: redução na

densidade aparente e global e aumento da porosidade do meio, características que podem ter uma participação positiva dos materiais orgânicos (CALDEIRA, 2008).

Os substratos orgânicos devem estar bem decompostos, estáveis biologicamente, pois materiais com alta relação C/N, maior que 30, geralmente apresentam alta atividade de microorganismos, que competem com as mudas pelos nutrientes, podendo causar deficiência, principalmente de nitrogênio e enxofre (GONÇALVES; POGGIANI, 1996).

Uma maior ênfase tem sido dada à pesquisa de diferentes combinações de substratos, pois estes influenciam claramente algumas características como o vigor, o crescimento e a sanidade das mudas produzidas. A escolha do substrato, e dos materiais que o compõe deve considerar não só os aspectos técnicos, mas suas disponibilidades. Uma boa alternativa de componentes de substratos são os resíduos orgânicos, que reduzem os custos com a adubação química, além de serem mais acessíveis aos produtores rurais de baixa renda. Entre estes materiais encontram-se resíduos como o bagaço de cana, as tortas, o lixo e os esgotos urbanos, que em geral possuem rica composição química, sendo capazes de propiciar um bom desenvolvimento às plantas (CUNHA, 2005).

Novas alternativas de produtos a serem utilizados em substratos são necessárias, visto que os existentes atualmente podem não mais atender à demanda do mercado. A procura por tais materiais é crescente e, além disso, uma concorrência no mercado pelos mais recorrentes, como a casca de pinus, a qual faz parte de substratos comerciais amplamente utilizados, e vem sendo empregada para gerar energia, e a casca de arroz, componente muito comum em substratos de viveiros florestais, mas que possui outros fins como o energético, e uso na formação da cama de aviário e também na cobertura de canteiros de morangos. É de fundamental importância que sejam materiais renováveis, devido sua procura em grande escala, além de atender os preceitos da sustentabilidade, sendo ecologicamente corretos, economicamente viáveis e socialmente justos (KRATZ, 2011).

Segundo Gonçalves e Poggiani (1996) o sucesso de um determinado substrato dependerá de suas características físicas e químicas e do programa de manejo do viveiro. Numerosos tipos de substratos (simples ou misturas) podem ser efetivamente usados para a produção de mudas via sementes ou estacas e as características físicas mais importantes do substrato são capacidade de aeração, drenagem e retenção de água. Não se justifica o uso de mais de dois, no máximo três, componentes numa mistura de substratos para propagação de mudas florestais, pois o acréscimo de componentes desnecessários encarece a produção do substrato, sem nenhum efeito prático. Os substratos adequados para propagação de mudas via semente e estaca podem ser obtidos a partir da mistura de um componente principal (70 a 80% da mistura) com um componente secundário, usado para elevar a macroporosidade (20 a 30% da mistura).

Wendling *et al.*, (2007) em pesquisa com substratos, observaram que os substratos contendo compostos orgânicos (esterco bovino, serragem e palito de erva-mate) se mostraram adequados para a produção das mudas, sendo que as características químicas dos substratos não interferiram em suas características físicas, nem nas variáveis de sobrevivência e

crescimento. E o substrato composto por 40% de esterco bovino e 60% de serragem se destacou, em vista da boa relação custo-benefício apresentada e da sua facilidade de preparo, embora necessite de ajustes na nutrição para possibilitar maior crescimento das plantas.

Caldeira, *et al.* (2008) concluíram, em pesquisa sobre o uso de compostos orgânicos na produção de mudas florestais, que o uso de diferentes proporções de composto orgânico nos substratos influenciou significativamente nos parâmetros biométricos e índices de qualidade das mudas. Porém há uma proporção adequada à sua utilização, pois os melhores resultados obtidos foram em tratamento que utilizaram 30% de composto orgânico, mas o tratamento com 100% de composto orgânico obteve resultados não muito satisfatórios.

O que também foi observado em estudos realizados por Gomes (1991), no qual substratos com proporções de matéria orgânica (esterco bovino) e material inerte (moinha de carvão) a uma proporção volumétrica de 80:20 respectivamente indicaram a condição mais adequada à produção de mudas, pois matéria orgânica fornece os nutrientes necessários ao crescimento das plantas e o material inerte ajuda a conferir melhores condições físicas, proporcionando melhor desenvolvimento radicular e agregação do torrão.

2.3 Bio sólido na produção de mudas de espécies florestais

O lodo de esgoto é o último resíduo do ciclo urbano da água, um resíduo sólido de composição variável, rico em matéria orgânica que é separado da fase líquida nos processos de tratamento através da decantação ou da flotação. Quando este lodo é produzido no sistema de tratamento de esgotos sanitários é utilizado de forma útil, ele pode ser denominado “Bio sólido”. A compostagem é uma boa alternativa já que consiste em um meio natural de tratamento do lodo, que pelo efeito da elevação da temperatura promove a desinfecção do resíduo para não colocar em risco a saúde pública. Quando realizada dentro de critérios seguros, contribui para fechar o ciclo ecológico dos nutrientes retirados do solo pela agricultura, melhorar a resistência à erosão das terras agricultáveis e para a implantação de métodos sustentáveis de produção agrícola (FERNANDES; SILVA, 1999).

O destino dos resíduos sempre foi uma preocupação da sociedade, preocupando a administração pública, privada e a própria sociedade. O destino desses resíduos apresenta possíveis riscos ao meio ambiente e à população, e é bastante oneroso tanto em relação ao transporte quanto ao armazenamento. O bio sólido é uma boa alternativa de utilização dos resíduos produzido nas Estações de Tratamento de Esgoto (ROCHA *et al.*, 2004).

Os substratos orgânicos utilizados na fase de viveiro são geralmente pobres em elementos essenciais ao crescimento das mudas, e por isso a adubação é bastante utilizada e importante parte do processo. Uma das aplicações do bio sólido é o fornecimento de matéria orgânica na composição dos substratos para formação de mudas frutíferas e florestais, minimizando essa deficiência, o que se torna uma alternativa promissora, pois dá uma disposição final adequada ao lodo de esgoto gerado, aproveitando seu potencial como fertilizante e condicionador de solos para melhorar o desenvolvimento de mudas de arbóreas.

Além disso, suas características e qualidade vem sendo melhoradas por programas de pré-tratamento, motivo pelo qual passou a ser chamado de bio sólido, ao invés de lodo de esgoto, diferenciando este resíduo com grande potencial de uso benéfico em culturas agrícolas e florestais do resíduo doméstico bruto, já que este passa por transformações microbianas e a devida higienização (ASSENHEIMER, 2009).

A crescente demanda pelos produtos florestais, implica no aumento do consumo de fertilizantes minerais no setor florestal, o que, até certo ponto, pode ser suprido pelo utilização do bio sólido. Além disso, quando utilizado como substrato para mudas, torna-se uma boa alternativa devido à redução dos custos, à boa disponibilidade e à facilidade de aquisição (CALDEIRA, 2012).

Kratz (2011) concluiu que o bio sólido apesar de apresentar boa fertilidade, não apresentou boas características físicas, necessitando assim, ser misturado com outros componentes, com a finalidade de gerar equilíbrio entre o fornecimento de nutrientes e as condições físicas, como aeração e retenção de água.

Em pesquisa realizada por Nobrega *et al.* (2007), os teores de matéria orgânica aumentaram com a adição de bio sólido no substrato de produção de mudas, houve um incremento da capacidade de troca catiônica efetiva (t) e potencial (T), o que é importante para a retenção de nutrientes em forma disponível para as mudas. Além disso, os mesmos autores salientam que a biodegradação da matéria orgânica produz ácidos orgânicos que são importantes agentes complexadores de metais pesados nos substratos, o que diminui sua disponibilidade para as plantas.

Scheer *et al.* (2012) analisaram o crescimento e a nutrição de mudas de *Lafoensia pacari* (dedaleiro) com o lodo de esgoto e os resultados foram bastante satisfatórios para a espécie. Nesse estudo, os tratamentos que continham o lodo apresentam os maiores valores para o diâmetro do coleto, para a altura da parte aérea, para a biomassa aérea, e para o Índice de Qualidade de Dickson. Os autores verificaram que os substratos compostos à base de lodo por si só, possuem boas características físicas e nutricionais e que as quantidades de nitrogênio presente nos compostos à base de lodo são suficientes para suprir a demanda das mudas.

Caldeira *et al.* (2012) analisando substratos para produção de mudas de *Tectona grandis*, concluíram que todos os tratamentos que possuíam bio sólido em sua formulação proporcionaram melhor crescimento em altura, diâmetro de colo e melhor Índice de Qualidade de Dickson. Logo, o uso de bio sólido na composição do substrato para produção de mudas de *Tectona grandis* é uma alternativa viável, sendo uma disposição final para tais resíduos, trazendo benefício ambiental, além da economia de fertilizantes na produção das mudas.

Kratz (2011) em experimentos que avaliaram a viabilidade da utilização de materiais renováveis como substratos para mudas florestais, verificou que há diferenças entre espécies no que diz respeito ao uso do bio sólido como substrato. Em mudas de *Eucalyptus benthamii* os melhores resultados foram de tratamentos que utilizaram o bio sólido. Enquanto que em

mudas de *Mimosa scabrella*, os resultados dos tratamentos com biossólido não foram satisfatórios, indicando inviabilidade de utilização como substrato para tais mudas. Os resultados de Kratz (2011) comprovam a necessidade de se avaliar o substrato para cada espécie que será produzida.

Uma alternativa a partir do resíduo doméstico foi testada por Augusto *et al.* (2003). Estes autores realizaram estudo com fertirrigação, utilizando água residuária em mudas de viveiro florestal, e os estudos mostraram que todas as plantas estavam saudáveis, vigorosas, com bom desenvolvimento, boa sobrevivência, sem deficiência ou toxidez de nutrientes aparente, além de bom desenvolvimento radicular, que é uma característica bastante desejável. Entretanto houve menor crescimento geral das espécies, fazendo com que as mudas florestais produzidas com o uso da água residuária necessitem de maior tempo no viveiro.

2.4. Fibra de coco como constituinte do substrato

O agronegócio é bastante crescente e representativo no país, sendo responsável por 22,34% do PIB, 43% das exportações e 37% dos empregos. Implicando no aumento do consumo de insumos e geração de resíduos nas atividades agropecuárias (CEPEA, 2011; AGRONEGÓCIO BRASILEIRO, 2007 citados por MATTOS *et al.*, 2011). O consumo da água de coco no país também vem crescendo, sendo a maior parte do consumo pela extração da água do fruto in natura. Dados apresentados pelo Sindicato Nacional dos Produtores de Coco do Brasil (SINDCOCO) mostram que a área plantada com coqueiros no país já chegava a 271.633 ha em 2011, e que a produção vem crescendo, entre 2007 e 2011 houve um aumento de 75.098 mil frutos (SINDCOCO, 2014).

O uso do coco gera como resíduo a casca do coco verde, que muitas vezes é depositada em lixões e às margens das estradas, sendo de difícil decomposição, mais de oito anos. Devido a grande procura pela água de coco, a área de produção, somente do coqueiro anão, dobrou no país, garantindo a disponibilidade de matéria prima para a produção do substrato. Além do benefício ambiental pelo reaproveitamento de um resíduo, a utilização da fibra de coco possui também importância econômica e social (CARRIJO *et al.*, 2002).

Do fruto in natura, 80 a 85% do peso bruto são descartados, gerando volumes substanciais, principalmente nos grandes centros urbanos, onde é mais difícil o descarte, sendo enviado para lixões e aterros sanitários, o que fez com que algumas prefeituras aplicassem taxas de coleta diferenciada (ROSA *et al.*, 2002).

O aproveitamento da casca do coco verde para a produção de substratos é viável, pois suas fibras são quase inertes e tem alta porosidade, sendo por isso necessário que se forneça, de acordo com as necessidades da espécie, os nutrientes em forma de fertilizantes. Porém antes do seu aproveitamento como substrato, o resíduo deve passar por operações, tais como: corte, desfibramento, secagem, trituração, lavagem e compostagem (CARRIJO *et al.*, 2002).

A coleta é feita nos locais de venda da água de coco, porém apenas das que encontram-se verdes, por apresentarem menor dificuldade de processamento, e o armazenamento em local arejado, coberto e revestido de cimento (CARRIJO *et al.*, 2002). O substrato produzido a partir da fibra de coco possui grande durabilidade, sendo recomendável para cultivos de ciclo longo, por não sofrer o processo de degradação acelerado causado pela aplicação de água e fertilizantes. Apresenta alta estabilidade física, devido a sua lenta decomposição e alta molhabilidade, o que traz vantagens no manejo da irrigação, e tendência a fixar cálcio e magnésio e liberar potássio, fatores que devem ser levados em consideração quando feito o programa de nutrição das plantas (KRATZ, 2011).

Sendo um meio de cultivo totalmente natural, é indicado para germinação de sementes, produção de mudas em viveiros e no cultivo de flores e hortaliças. Sabe-se também que as propriedades químicas e físicas diferem de acordo com a fonte do resíduo e com o método utilizado para processar a fibra (ROSA *et al.*, 2002).

Sarzi *et al.* (2008) observaram em pesquisa realizada com ipê-amarelo cascudo (*T. chrysotricha*), que a fibra de coco quando utilizada de forma granulada, propicia melhores resultados de crescimento em altura, diâmetro do coleto e matéria seca total, em relação à fibra de coco fibrosa.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no período de novembro de 2013 a junho de 2014 no Viveiro Florestal Luiz Fernando Oliveira Capellão do Departamento de Silvicultura, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, localizada no município de Seropédica, RJ.

O clima da região de Seropédica, RJ, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw (BRASIL, 1992), tropical com chuvas de verão. A temperatura média anual é de 23,7 °C, sendo a temperatura média de fevereiro, mês mais quente, de 27,0 °C, a de julho, mês mais frio, de 20,6 °C. O tempo médio de insolação anual é de 2.527 horas, a média anual da evaporação é de 1.576 mm, a precipitação média anual 1.245 mm e a umidade relativa do ar é de 69%.

A espécie utilizada no estudo foi a *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho, popularmente conhecida como cambará, uma espécie nativa do cerrado, pioneira, adaptada à terrenos pouco férteis e secos, característica que confere potencial uso na composição de reflorestamentos mistos de áreas degradadas.

Para a produção de mudas foram utilizados tubetes de 280 cm³ de capacidade volumétrica. Na composição dos tratamentos foram utilizados diferentes proporções volumétricas de biossólido, proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto Alegria, pertencente à Companhia Estadual de Água e Esgoto do Rio de Janeiro (Nova-CEDAE) e fibra de coco, adquirida de uma empresa especializada localizada no estado do Pará (Tabela 1).

Tabela 1: Proporções volumétricas de biossólido e fibra de coco em cada um dos quatro substratos preparados para a produção de mudas de *M. polymorphum*.

Tratamento	Biossólido (%)	Fibra de coco (%)
T1	25	75
T2	50	50
T3	75	25
T4	100	0

As sementes de *Moquiniastrum polymorphum* foram adquiridas de uma empresa do Estado do Rio de Janeiro, especializada na comercialização de sementes florestais.

Os tubetes foram preenchidos manualmente, com substrato previamente umedecido, facilitando a compactação e acomodação no interior do recipiente. Depois de preparados os substratos e preenchidos os recipientes, foi realizada a semeadura direta nos tubetes. Em cada tubete foram colocadas cerca de sete sementes, que foram cobertas com uma camada de vermiculita fina.

Após a germinação e crescimento inicial das plântulas, foi feito o desbaste nos recipientes com mais de uma semente germinada, sendo selecionada a muda mais central e vigorosa possível (Figura 1).



Figura 1: Mudas de *Moquiniastrum polymorphum* após desbaste e limpeza.

Durante o processo de produção, a irrigação foi feita por sistema de microaspersão, três vezes ao dia, uma no início da manhã, outra ao meio dia e uma no final da tarde (Figura 2A). Além disso, foram realizadas duas adubações de cobertura com mono amônio fosfato

(MAP), 30 e 60 dias após a semeadura, utilizando uma concentração de 1000 g de MAP por 100 L de água, adicionando em cada muda cerca de 10 ml dessa solução (Figura 2B). Também foi feito o controle de plantas daninhas nos recipientes, por meio de arranquio manual.



Figura 2: Irrigação por microaspersão (A) e adubação com MAP (B).

Aos 75 dias após a semeadura, foram conduzidas avaliações da altura da parte aérea, com uso de régua graduada (cm), e do diâmetro do coleto, com uso de paquímetro digital (mm) (Figura 3). Essas avaliações foram realizadas, quinzenalmente, até os 195 dias após a semeadura.



Figura 3: Mensuração das variáveis diâmetro do coleto (A) e altura da parte aérea (B).

O experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, cada um com quatro repetições, sendo cada parcela composta por doze mudas.

Para cada variável mensurada, em cada tratamento, determinaram-se as estatísticas descritivas média, coeficiente de variação (CV) e intervalo de confiança, com 95% de probabilidade, em cada idade em que efetuou-se a mensuração.

Após a análise descritiva do diâmetro e da altura, em cada tratamento, observou-se a tendência de crescimento destas variáveis em função da idade. Na sequência, ajustaram-se os modelos de Weibull e Logístico, para retratar o crescimento em diâmetro e altura, respectivamente, em cada tratamento, utilizando-se o software Statistica 10. As estruturas matemáticas das funções utilizadas estão apresentadas a seguir:

Weibull:

$$Y = a - b * e^{(-c*x^d)} + \varepsilon$$

Logística:

$$Y = \frac{a}{(1 + b * e^{(-c*x)})} + \varepsilon$$

Para as equações obtidas a partir destes modelos foram aplicados testes de identidade. Este consiste na aplicação do teste do qui-quadrado (χ^2) com objetivo de comparar o ajuste do modelo contendo todos os tratamentos simultaneamente ou um ajuste separado para cada tratamento. São consideradas duas hipóteses, na qual H_0 consiste no possível agrupamento dos ajustes e H_1 é contrária a esta. Ele verifica a possibilidade de agrupar um ou mais tratamentos em um único banco de dados e ajustar uma única equação para representá-los. Neste trabalho o teste foi realizado com 5 % de probabilidade e a metodologia detalhada está descrita em Regazzi (1992).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O biossólido vem se destacando em relação ao substrato comercial puro, e apresentando satisfatórias características à produção de mudas, sendo observado por alguns autores como Guerrini e Trigueiro (2004), Caldeira *et al.* (2012), Trazzi *et al.* (2012), Padovani (2006), Scheer *et al.* (2012), assim como outras alternativas que vem sendo analisadas por pesquisas, como as realizadas por Zietemann e Roberto (2007), e Sampaio *et al.* (2008), sobre o uso da fibra de coco como potencial constituinte do substrato.

Com relação ao crescimento das mudas ao longo do processo de produção, pode-se notar que desde o início, mudas produzidas no substrato com menor proporção de biossólido (Tratamento 1, com 25% de B e 75% de FC) apresentaram menores valores, tanto para o diâmetro do coleto, quanto para a altura da parte aérea (Tabelas de 2 e 3). Resultados semelhantes foram obtidos por Sampaio *et al.* (2008), que corroboram tal informação mostrando que a fibra de coco, quando usada pura não foi um substrato ideal para a produção de mudas, porém quando adicionaram outros compostos a ela, as mudas apresentaram melhor crescimento.

Dentre os substratos testados, de forma geral, o tratamento com 75% de B e 25% de FC (Tratamento 3) foi o que apresentou mudas com as maiores médias de diâmetro ao longo de todo o experimento. O mesmo pode ser observado, até de forma mais pronunciada, para a altura da parte aérea (Tabelas de 2 e 3).

Resultados semelhantes foram observados nos trabalhos realizados por Caldeira *et al.* (2012) e Trazzi *et al.* (2012), nos quais ambos indicam percentagem superiores a 60% de biossólido para obtenção de melhor crescimento das mudas, e demonstram seus melhores resultados tanto em relação ao substrato comercial, quanto em relação ao esterco bovino, respectivamente.

Tabela 2. Estatísticas descritivas para a variável diâmetro do coleto das mudas de *Moquiniastrum polymorphum*, ao longo do processo de produção, para os tratamentos 1, 2, 3 e 4.

Idade	Tratamento 1			Tratamento 2			Tratamento 3			Tratamento 4		
	\bar{x}	CV	IC _{1-α} (μ)	\bar{x}	CV	IC _{1-α} (μ)	\bar{x}	CV	IC _{1-α} (μ)	\bar{x}	CV	IC _{1-α} (μ)
75	1,18	26,92	1,08 ≤ μ ≤ 1,27	1,30	33,40	1,17 ≤ μ ≤ 1,43	1,41	31,99	1,28 ≤ μ ≤ 1,54	1,37	32,64	1,24 ≤ μ ≤ 1,50
90	1,34	29,25	1,22 ≤ μ ≤ 1,45	1,41	33,94	1,27 ≤ μ ≤ 1,55	1,59	31,84	1,44 ≤ μ ≤ 1,73	1,58	36,63	1,41 ≤ μ ≤ 1,74
105	1,56	21,32	1,46 ≤ μ ≤ 1,65	1,85	36,08	1,66 ≤ μ ≤ 2,05	1,88	35,83	1,69 ≤ μ ≤ 2,08	2,05	33,47	1,84 ≤ μ ≤ 2,24
120	1,66	27,99	1,53 ≤ μ ≤ 1,80	2,32	31,45	2,11 ≤ μ ≤ 2,53	2,60	34,71	2,34 ≤ μ ≤ 2,86	2,52	30,59	2,30 ≤ μ ≤ 2,75
135	2,15	27,99	1,98 ≤ μ ≤ 2,33	2,90	31,39	2,64 ≤ μ ≤ 3,17	2,99	30,75	2,72 ≤ μ ≤ 3,25	2,99	27,94	2,75 ≤ μ ≤ 3,23
150	2,64	27,85	2,42 ≤ μ ≤ 2,85	3,44	26,36	3,18 ≤ μ ≤ 3,71	3,58	26,89	3,30 ≤ μ ≤ 3,86	3,50	25,30	3,24 ≤ μ ≤ 3,75
165	2,94	28,97	2,67 ≤ μ ≤ 3,18	3,78	25,70	3,50 ≤ μ ≤ 4,06	3,95	26,82	3,64 ≤ μ ≤ 4,25	3,89	24,41	3,62 ≤ μ ≤ 4,17
180	3,36	27,31	3,09 ≤ μ ≤ 3,62	4,27	25,20	3,96 ≤ μ ≤ 4,58	4,40	23,15	4,11 ≤ μ ≤ 4,70	4,34	23,33	4,04 ≤ μ ≤ 4,63
195	3,43	27,65	3,15 ≤ μ ≤ 3,69	4,38	22,01	4,10 ≤ μ ≤ 4,66	4,40	22,40	4,11 ≤ μ ≤ 4,69	4,27	23,57	3,98 ≤ μ ≤ 4,56

\bar{x} é o diâmetro médio (mm), CV é o coeficiente de variação (%) e IC é o intervalo de confiança para a média, com 95 % de probabilidade.

Tabela 3. Estatísticas descritivas para a variável altura da parte aérea das mudas *Moquiniastrum polymorphum*, ao longo do processo de produção, para os tratamentos 1, 2, 3 e 4.

Idade	Tratamento 1			Tratamento 2			Tratamento 3			Tratamento 4		
	\bar{x}	CV	IC _{1-α} (μ)	\bar{x}	CV	IC _{1-α} (μ)	\bar{x}	CV	IC _{1-α} (μ)	\bar{x}	CV	IC _{1-α} (μ)
75	2,01	24,20	1,87 ≤ μ ≤ 2,15	2,37	34,92	2,13 ≤ μ ≤ 2,61	2,39	39,70	2,12 ≤ μ ≤ 2,67	2,55	33,99	2,29 ≤ μ ≤ 2,80
90	2,27	38,53	2,02 ≤ μ ≤ 2,53	3,10	43,16	2,71 ≤ μ ≤ 3,48	3,23	49,45	2,76 ≤ μ ≤ 3,69	3,28	48,58	2,18 ≤ μ ≤ 3,75
105	3,22	41,02	2,83 ≤ μ ≤ 3,60	4,87	43,37	4,26 ≤ μ ≤ 5,49	5,81	54,73	4,88 ≤ μ ≤ 6,73	5,23	49,69	4,47 ≤ μ ≤ 5,98
120	6,37	50,84	2,43 ≤ μ ≤ 7,31	9,27	42,75	8,11 ≤ μ ≤ 10,42	10,28	55,35	8,63 ≤ μ ≤ 11,94	8,36	43,45	7,3 ≤ μ ≤ 9,41
135	9,23	50,50	7,88 ≤ μ ≤ 10,59	12,77	41,11	11,24 ≤ μ ≤ 14,30	13,78	50,25	11,77 ≤ μ ≤ 15,79	11,29	42,90	9,88 ≤ μ ≤ 12,70
150	10,99	49,34	9,42 ≤ μ ≤ 12,57	14,86	39,00	11,06 ≤ μ ≤ 16,55	16,11	45,46	13,98 ≤ μ ≤ 18,23	13,37	43,58	11,67 ≤ μ ≤ 15,06
165	11,49	49,29	9,85 ≤ μ ≤ 13,14	15,64	36,98	13,96 ≤ μ ≤ 17,32	16,74	45,25	14,54 ≤ μ ≤ 18,94	14,57	42,99	12,75 ≤ μ ≤ 16,39
180	12,49	46,15	10,82 ≤ μ ≤ 14,17	17,14	33,19	15,48 ≤ μ ≤ 18,78	18,25	42,18	16,02 ≤ μ ≤ 20,49	16,43	41,12	14,46 ≤ μ ≤ 18,39
195	13,66	43,52	11,93 ≤ μ ≤ 15,38	18,61	30,25	16,98 ≤ μ ≤ 20,25	19,42	40,32	17,15 ≤ μ ≤ 21,69	17,59	40,49	15,52 ≤ μ ≤ 19,66

\bar{x} é a altura média da parte aérea (cm), CV é o coeficiente de variação (%) e IC é o intervalo de confiança para a média, com 95 % de probabilidade.

As diferenças no crescimento das mudas de *Moquiniastrum polymorphum* começaram a serem notadas a partir dos 105 dias após a semeadura. Para o diâmetro do coleto, a partir desse momento, todos os tratamentos com exceção do tratamento 1 (25% de B; 75% de FC), apresentaram valores muito parecidos. Pode-se observar também que, para esta característica morfológica, o crescimento se estabilizou aos 180 dias após a semeadura (Figura 4). Com relação à altura da parte aérea, as mudas de todos os tratamentos também apresentaram valores parecidos. Além disso, a partir dos 105 dias após a semeadura, o tratamento 3 (75% de B e 25% de FC) começou a apresentar valores superiores aos demais tratamentos (Figura 5).

Com os dados obtidos, foi possível ajustar os modelos para explicar o crescimento em altura da parte aérea e diâmetro do coleto ao longo da idade (Tabela 4). Os coeficientes dos ajustes dos modelos foram significativos para ambas as variáveis, apresentando altos coeficientes de determinação. Logo, a variável diâmetro pode ser explicada pela idade utilizando-se a função Weibull (Figura 4), e a variável altura pode ser explicada pela idade quando utilizada a função logística (Figura 5).

Tabela 4: Coeficientes da equação e valores do coeficiente de determinação ajustado para os modelos de Weibull e Logístico.

Tratamentos	Weibull					Logístico			
	a	b	c	d	R ²	a	b	C	R ²
T1	3,48	2,30	0,00	5,37	0,99	13,67	353,09	0,04	0,98
T2	4,63	3,65	0,00	3,89	0,99	18,57	301,17	0,04	0,98
T3	4,59	3,40	0,00	4,40	0,99	19,67	460,34	0,05	0,99
T4	4,38	3,26	0,00	4,09	0,99	18,28	163,13	0,04	0,99

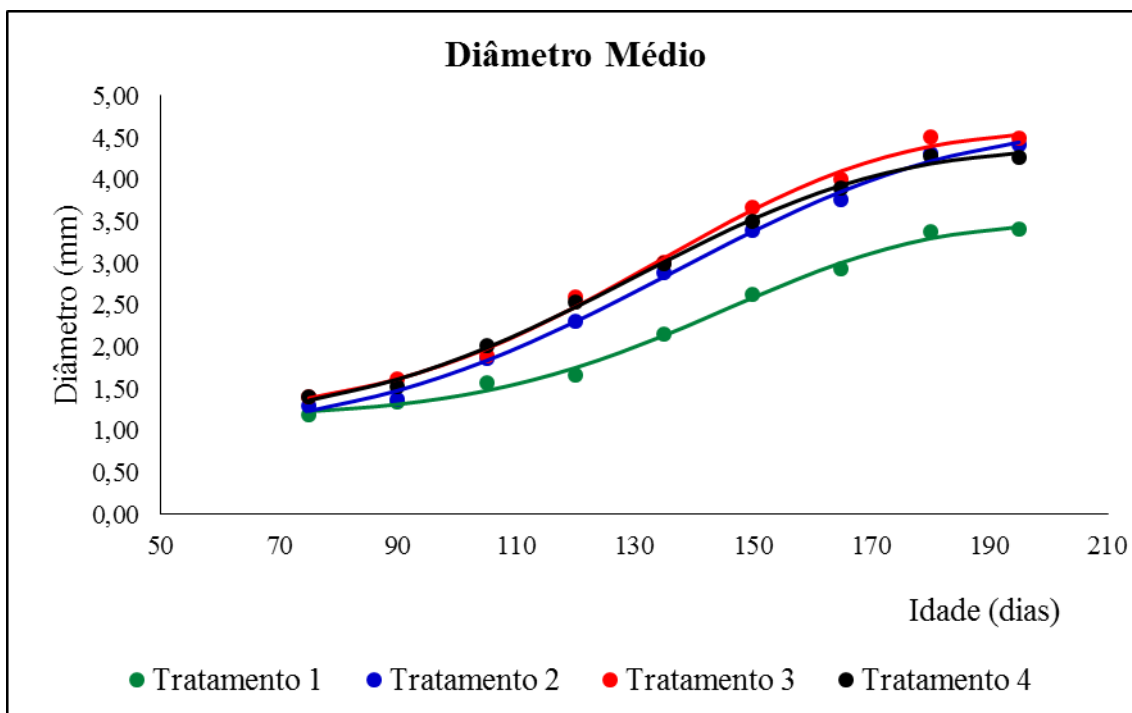


Figura 4: Curva de crescimento estimada pelo modelo de Weibull para a variável diâmetro nos quatro tratamentos testados.

Tabela 5: Equações de crescimento em diâmetro para os quatro tratamentos.

Tratamentos	Diâmetro- Weibull
T1	$Y = 3,4815 - 2,3056 e^{(-1,9494 \cdot 10^{-12} \cdot I^{5,3702})}$
T2	$Y = 4,6338 - 3,6543 e^{(-3,6420 \cdot 10^{-9} \cdot I^{2,8911})}$
T3	$Y = 4,5985 - 3,4088 e^{(-3,3144 \cdot 10^{-10} \cdot I^{4,4023})}$
T4	$Y = 4,3829 - 3,2688 e^{(-1,6573 \cdot 10^{-9} \cdot I^{4,0933})}$

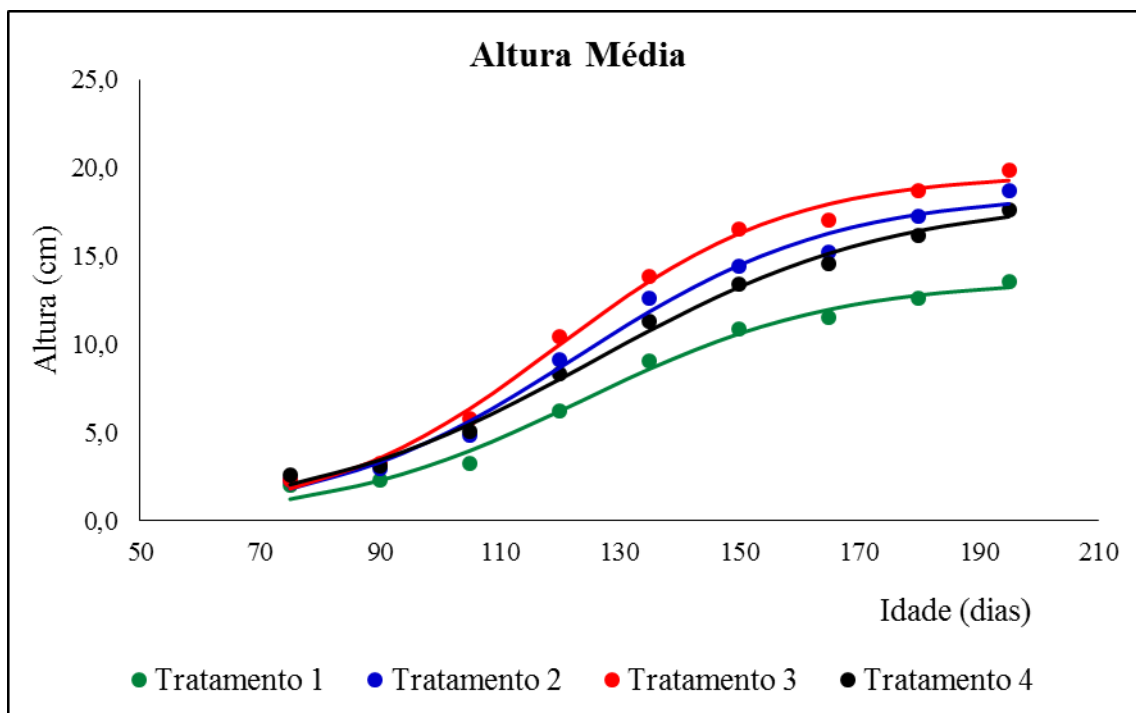


Figura 5: Curva de crescimento estimada pelo modelo Logístico para a variável altura nos quatro tratamentos testados.

Tabela 6: Equações de crescimento em altura para os quatro tratamentos.

Tratamentos	Altura- Logístico
T1	$Y = \frac{13,6751}{(1 + 353,0973 e^{(-0,0474 \cdot t)})}$
T2	$Y = \frac{18,5794}{(1 + 301,1784 e^{(-0,0465 \cdot t)})}$
T3	$Y = \frac{19,6738}{(1 + 460,3426 e^{(-0,0513 \cdot t)})}$
T4	$Y = \frac{18,2897}{(1 + 163,1394 e^{(-0,0404 \cdot t)})}$

O teste de identidade realizado para os modelos supracitados e aplicados para as variáveis diâmetro do coleto e altura da parte aérea demonstrou que existem diferenças significantes entre as equações dos quatro tratamentos (p -valor $<0,05$) quando faz-se o ajuste do modelo para os quatro tratamentos juntos. Sendo assim, foi necessário testar a possibilidade de outras combinações de agrupamento de tratamentos (Tabela 7).

Tabela 7: Valores da estatística qui-quadrado (χ^2) obtidos a partir do teste de identidade de modelos não-lineares para o agrupamento das equações dos tratamentos 1, 2, 3 e 4.

T1, T2, T3, T4			
	X²Tab	X²Calc	Resultados
Diâmetro	16,9189776	101,8380652	X ² calc > X ² tab; Rejeita-se H0
Altura	16,9189776	49,72125147	X ² calc > X ² tab; Rejeita-se H0

Em sequência, observou-se que não houve diferenças significantes (p-valor>0,05) quando avaliados juntos os tratamentos 2, 3 e 4, tanto para a altura da parte aérea, quanto para o diâmetro do coleto. Isso indica que equações destes três modelos têm o mesmo comportamento e não diferem estatisticamente entre si. Com esse resultado, uma vez que o primeiro teste de identidade foi significativo, pressupõem-se que o modelo estimado para o tratamento 1 difere-se estatisticamente dos modelos dos demais tratamentos, sendo estes iguais entre si (Tabela 8).

Tabela 8: Valores da estatística qui-quadrado (χ^2) obtidos a partir do teste de identidade de modelos não-lineares para o agrupamento das equações dos tratamentos 2, 3 e 4.

T2, T3, T4			
	X²Tab	X²Calc	Resultados
Diâmetro	12,59158724	6,481506622	X ² calc < X ² tab; Aceita-se H0
Altura	12,59158724	10,65068037	X ² calc < X ² tab; Aceita-se H0

Estes resultados corroboram com os expostos por Guerrini e Trigueiro (2004) que analisando os atributos físicos e químicos de substratos compostos por diferentes quantidades de bio sólido e casca de arroz carbonizada, verificaram que os mais adequados ao crescimento de espécies florestais seriam os substratos com 30 a 60% de bio sólido. Padovani (2006), testando diferentes substratos compostos por bio sólido com casca de arroz carbonizada, substrato comercial e esterco bovino, para quatro espécies distintas, obteve como resultado, valores que variavam entre 70 e 100% de bio sólido nos substratos mais propícios à produção de mudas dessas espécies.

Ao realizar uma análise estatística com os dados de diâmetro do coleto e altura da parte aérea, obtidos aos 195 dias após a semeadura, é possível constatar, mais uma vez, a influência positiva do acréscimo de biossólido na formulação do substrato. Com relação ao diâmetro do coleto, pode-se observar que a proporção de biossólido que propiciou o maior incremento foi 70% acrescidos de 30% de fibra de coco. Enquanto, para a altura da parte aérea, as mudas cresceram mais sob 72% de biossólido e 28% de fibra de coco (Figuras 6 e 7).

Estes resultados corroboram a necessidade de experimentos dos substratos de acordo com a espécie de interesse, já que Nóbrega *et al.* (2007), indicaram em estudo avaliando o crescimento de mudas de aroeira, que as proporções ideais de biossólido seriam de 37% para o melhor crescimento em diâmetro do coleto e de 35% para a altura da parte aérea.

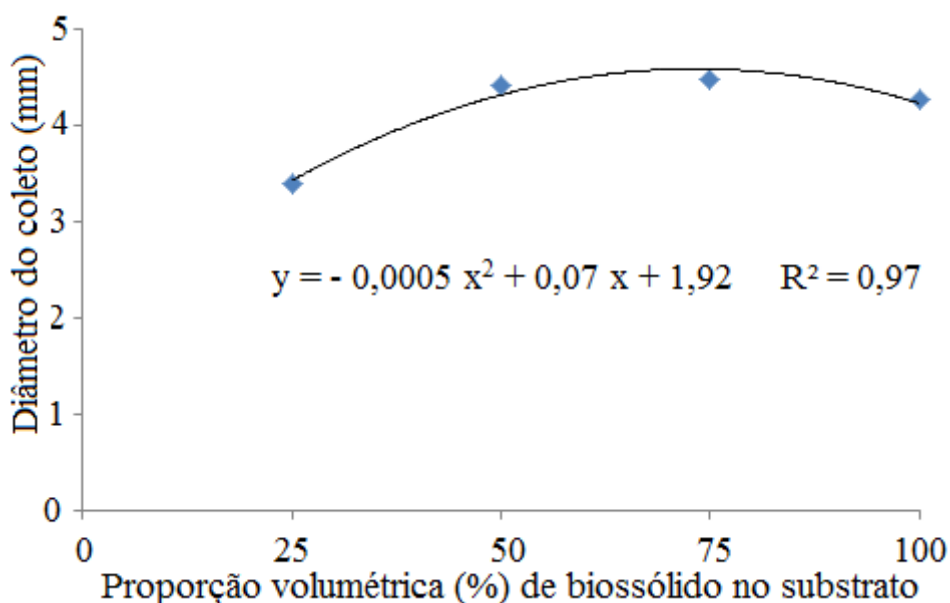


Figura 6: Diâmetro do coleto de mudas de *Moquiniastrum polymorphum*, aos 195 dias após a semeadura, em função da proporção volumétrica (%) de biossólido no substrato.

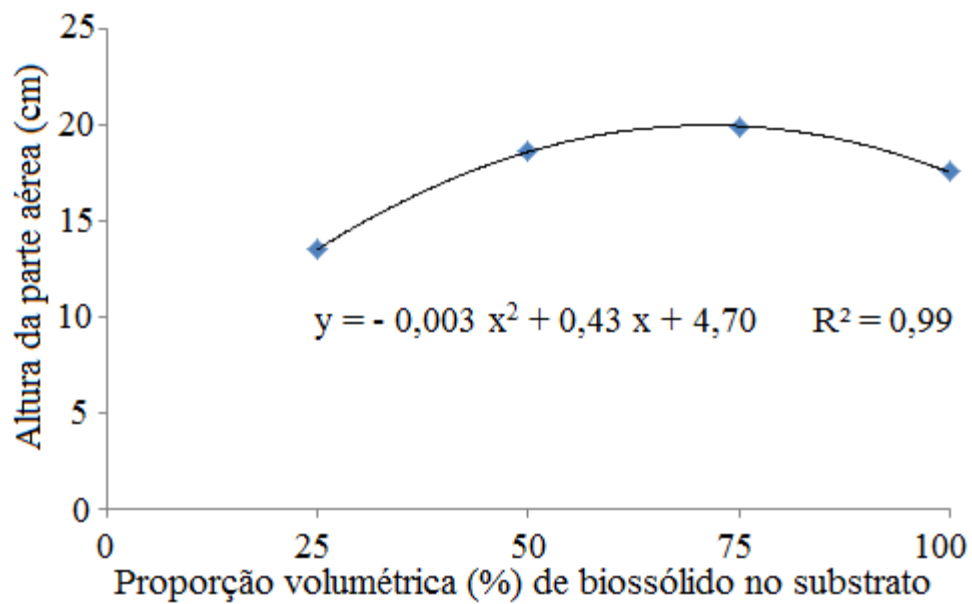


Figura 7: Altura da parte aérea de mudas de *Moquiniastrum polymorphum*, aos 195 dias após a semeadura, em função da proporção volumétrica (%) de bio-sólido no substrato.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados encontrados pode-se concluir que:

- Doses crescentes de bio-sólido na composição do substrato favorecem o crescimento das variáveis diâmetro do coleto e altura da parte aérea das mudas de camarã.
- A fibra de coco melhora as propriedades do substrato, porém numa proporção máxima de 50%.
- O substrato formado de 70% de bio-sólido, acrescido de 30% de fibra de coco proporciona crescimento ótimo às mudas de *Moquiniastrum polymorphum*.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSENHEIMER, A. Benefícios do uso de bioossólidos como substratos na produção de mudas de espécies florestais. **Revista Ambientia**, v.5, n.2, p.321-330, 2009.
- AUGUSTO, D. C. C. et al. Utilização de esgotos domésticos tratados através de um sistema biológico na produção de mudas de *Croton floribundus* Spreng. (capixingui) e *Copaifera langsdorffii* Desf. (copaíba). **Revista Árvore**, v.27, n.3, p.335-342, 2003.
- BRASIL. Lei 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 de maio de 2012.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Bioossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. **Revista Floresta**, v. 42, n. 1, p. 77-84, 2012.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, v.9, n.1, p.27-33, 2008.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.
- CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.4, p. 533-535, 2002.
- CUNHA, A. M. et al. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.207-214, 2006.
- CUNHA, A. O. et al. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, v.29, n.4, p.507-516, 2005.
- DELARMELINA, W. M. et al. Diferentes Substratos para a Produção de Mudas de *Sesbania virgata*. **Floresta e Ambiente**, v.21, n.2, p. 224-233, 2014.
- DUTRA, T. R. et al. Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.2, p. 321-329, 2012.
- FAVALESSA, M. **Substratos renováveis e não renováveis na produção de mudas de *Acacia mangium***. 2011. 50 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro.
- FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. **Manual prático para a compostagem de bioossólidos**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999. 84p.

- FREITAS, T. A. S. et al. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.853-861, 2005.
- GOMES, D. R. et al. Lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de *Tectona grandis* L. **Revista Cerne**, v.19, n.1, p. 123-131, 2013.
- GOMES, J. M. et al. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden, em “win-strip”. **Revista Árvore**, v.15, n.1, p.35-42, 1991.
- GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.26, n.6, p.655-664, 2002.
- GONÇALVES, J. L. M; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. **Resumos...** Piracicaba, Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, 1996, CD-ROM.
- GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 28, n. 6, p. 1069-1076, 2004.
- KRATZ, D. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage e *Mimosa scabrella* Benth.** 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- KRATZ, D.; WENDLING, I. Produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* em substratos renováveis. **Revista Floresta**, v. 43, n.1, p. 125-136, 2013.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e cultivos de plantas arbóreas do Brasil.** 2 ed. São Paulo: Nova Odessa, 2002. 199 p.
- MATTOS, A. L. A et al. **Beneficiamento da casca de coco verde.** Fortaleza: Embrapa agroindústria tropical, [2011?]. 37p. Disponível em: <http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_3830.pdf>. Acessado em: 16 jul. 2014.
- NICOLOSO, F. T. et al. Recipientes e substratos na produção de mudas de *Maytenus ilicifolia* e *Apuleia leiocarpa*. **Revista Ciência Rural**, v. 30, n. 6, p. 987-992, 2000.
- NÓBREGA, R. S. A. et al. Utilização de biossólido no crescimento inicial de mudas de aroeira (*Schinus terebynthifolius* Raddi). **Revista Árvore**, v.31, n.2, p.239-246, 2007.
- PADOVANI, V. C. R. Composto orgânico de lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de árvores nativas e exóticas. 2006. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- REGAZZI, A. J. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão e a igualdade de alguns parâmetros num modelo polinomial ortogonal. **Revista Ceres**, v.40, n.228, p.176-195, 1992.
- ROCHA, G. N.; GONÇALVES, J. L. M.; MOURA, I. M. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com biossólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.4, p.623-639, 2004.
- ROSA, M. F. et al. **Utilização da casca de coco como substrato agrícola**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 24p. (Documento, 52).
- SAMPAIO, R. A. et al. Produção de mudas de tomateiro em substratos contendo fibra de coco e pó de rocha. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.4, p. 499-503, 2008.
- SARZI, I.; VILLAS BÔAS, R. L.; SILVA, M. R. Desenvolvimento de mudas de *Tabebuia chrysotricha* em função de substratos e de soluções de fertirrigação. **Revista Cerne**, v.14, n.2, p.153-162, 2008.
- SCHEER, M. B. et al. Crescimento e nutrição de mudas de *Lafoensia pacari* com lodo de esgoto. **Floresta e Ambiente**, v.19, n.1, p.55-65, 2012.
- SILVEIRA, E. B. et al. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 211-216, 2002.
- Sindicato Nacional dos Produtores de Coco do Brasil
<<http://www.sindcoco.com.br/imgs/pdf/informativos/10.pdf>>. Acessado em: 16 jul. 2014.
- TRAZZI, P. A. et al. Qualidade de mudas de *Murraya paniculata* produzidas em diferentes substratos. **Revista Floresta**, v. 42, n. 3, p. 621-630, 2012.
- WENDLING, I.; GUASTALA, D; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St.-Hil. **Revista Árvore**, v.31, n.02, p.209-220, 2007.
- ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S.R. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.1, p.137-142, 2007.