



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

JÉSSICA FEITOSA PEREIRA DE SOUZA

**FERTILIZAÇÃO MINERAL E RECIPIENTES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
JACARANDÁ-A-BAHIA TENDO O BISSÓLIDO COMO SUBSTRATO**

Prof. Dr. JOSÉ CARLOS ARTHUR JUNIOR
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
DEZEMBRO – 2017



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

JÉSSICA FEITOSA PEREIRA DE SOUZA

**FERTILIZAÇÃO MINERAL E RECIPIENTES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
JACARANDÁ-DA-BAHIA TENDO O BIOSÓLIDO COMO SUBSTRATO**

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. JOSÉ CARLOS ARTHUR JUNIOR
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
DEZEMBO – 2017

**FERTILIZAÇÃO MINERAL E RECIPIENTES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
JACARANDÁ-DA-BAHIA TENDO O BIODISSÓLIDO COMO SUBSTRATO**

JÉSSICA FEITOSA PEREIRA DE SOUZA

Monografia aprovada em 01 de dezembro de 2017.

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. José Carlos Arthur Junior
UFRRJ/ IF/ DS
Orientador

Eng. Florestal João Elves da Silva Santana
Mestrando PPGCAF/ IF
Membro

Eng. Florestal MSc. Jorge Makhoulta Alonso
Doutorando PPGCAF/ IF
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus
e a meus pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por estar presente em todos os momentos da minha vida, me concedendo força e sabedoria e guiando meus passos e minhas conquistas.

A meus pais Merinalva e Moises, pelo amor incondicional, total apoio, dedicação e confiança investidos, por acreditarem na minha capacidade sempre e por serem os melhores pais que eu poderia ter.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela experiência fantástica que tive durante a graduação e por proporcionar um ensino público e de qualidade.

Ao meu professor José Carlos Arthur Junior, por ter sido o idealizador desse trabalho, pela oportunidade, pela confiança, pela paciência, pela orientação e ensinamentos.

Aos membros da banca João Elves da Silva Santana e Jorge Makhlouta Alonso, pela disponibilidade de participar e pelas contribuições feitas nesse trabalho.

Aos funcionários do Viveiro da UFRRJ, em especial Tião e Cacá por todas as risadas e conversas nos momentos difíceis, pela ajuda e companheirismo.

Ao NIDFLOR, Núcleo de Informação e Documentação Florestal, pelo espaço, bom humor e convivência, principalmente nesse último semestre.

Ao LAPER por estar de portas abertas e seus estagiários sempre dispostos a ajudar.

A CEDAE, pelo fornecimento do biossólido permitindo a execução desse trabalho e de muitos outros que virão pela frente.

As meninas Aline Miranda, Fernanda Aguiar e Gabriela Carvalho, pelas conversas e ajuda durante as medições do experimento.

Ao Henrique Rodrigues por me ajudar sempre que possível, pela paciência e mostrar o lado positivo da vida.

A Daiana Lourenço pela trajetória de vida nesses últimos anos, com muito companheirismo e amizade.

Aos amigos, Heron Casati, Jucilene Reis, Luiz Fernando, Renata Araújo, Renata Knupp, Suellen Feitosa e Theo Cavalcanti, por suas contribuições mais diversas durante a graduação, por me concederem bons momentos que sentirei muita falta, por toda a amizade, incentivo e companheirismo.

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da suplementação mineral de nutrientes via fertilização utilizando o biossólido de lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de jacarandá-da-bahia, em dois volumes de tubetes. O experimento foi realizado no viveiro florestal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. O delineamento experimental foi o fatorial 2 x 5, sendo dois volumes de tubetes, 110 e 280 cm³ e cinco manejos de substrato + fertilização: (BIO) biossólido sem fertilização; (BIO_BC) biossólido + fertilização de base e de cobertura; (BIO_B) biossólido + fertilização de base; (BIO_C) biossólido + fertilização de cobertura; (SC) substrato comercial a base de casca de pinus e vermiculita+ fertilização de cobertura. Casualizaram-se quatro repetições de dez mudas para cada tratamento. Os parâmetros morfológicos mensurados foram a altura da parte aérea (H) de 60 a 120 dias, e aos 120 dias o diâmetro do coleto (DC), a massa de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular. Para estimar a qualidade das mudas, foi calculado o índice de Dickson. As mudas produzidas nos tubetes de 280 cm³ apresentam maior desenvolvimento e qualidade do que as mudas dos tubetes de 110 cm³. Não houve efeito da suplementação de nutrientes via fertilização de base e de cobertura no desenvolvimento e na qualidade das mudas produzidas no substrato biossólido. Recomenda-se a utilização do biossólido do presente estudo em detrimento do substrato comercial. Esse deve ser trabalhado com outro tipo de manejo ou outras composições para melhorar os atributos físico-químicos e suprir as necessidades das mudas.

Palavras chaves: *Dalbergia nigra*, resíduo orgânico, reciclagem

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of mineral fertilization for the production of *Dalbergia nigra* seedlings, in two volumes of plastic tubes using sewage sludge biosolids as substrate. The study was conducted in the Forest Nursery of the Federal Rural University of Rio de Janeiro. The experimental was a 2x5 factorial design, with two volumes of plastic tubes, 110 and 280 cm³, and five different substrate + fertilization: (BIO) biosolid without fertilization; (BIO_BC) biosolid + base and cover fertilization; (BIO_B) biosolid + base fertilization; (BIO_C) biosolid + cover fertilization; (SC) commercial substrate composed of pine bark and vermiculite + cover fertilization. Four replications of ten seedlings were randomized for each treatment. The measured morphological parameters were the shoot height (H), from 60 to 120 days, and, at 120 days, the root collar diameter (DC), the shoot and root dry weight. The Dickson's index was calculated to estimate the quality of the seedlings. The seedlings produced in the 280 cm³ tubes showed higher growth and quality than the seedlings produced in the 110 cm³ tubes. There was no effect of nutrient supplementation via base and cover fertilization on the growth and quality of the seedlings produced on biosolid substrate. It is recommended the use of the biosolids of the present study instead of the commercial substrate. This should be used with other types of management or other compositions to improve the physical-chemical attributes and supply the seedlings needs.

Keywords: *Dalbergia nigra*, organic residue, recycling

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1. Produção de mudas	2
2.2. Substrato	2
2.3. Biossólido	3
2.4. Recipiente	4
2.4.1. Tamanho do recipiente	5
2.5. Fertilização.....	5
2.6. Jacarandá-da-bahia.....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	7
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
5. CONCLUSÕES.....	17
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Teores de metais pesados potencialmente tóxicos e concentração de patógenos presentes no biossólido de lodo de esgoto da ETE Ilha do Governador	8
Tabela 2 - Análise química (teores totais) do biossólido de lodo de esgoto (amostra de base seca) utilizado para produção de mudas, fornecido pela CEDAE.....	9
Tabela 3 – Análise física dos componentes utilizados como substrato para produção de mudas	9
Tabela 4 – Média da altura da parte aérea (H), do diâmetro de coleto (DC) e da relação altura x diâmetro do coleto (H:DC) de mudas de jacarandá-da-bahia, aos 120 dias após a semeadura nos diferentes substratos em tubetes de 110 cm ³ e 280 cm ³	12
Tabela 5 – Média da massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR), e total (MST); e o índice da qualidade de Dickson (IQD) de mudas de jacarandá-da-bahia, aos 120 dias após a semeadura nos diferentes substratos em tubetes de 110 cm ³ e 280 cm ³	15

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Altura média da parte aérea (H) de mudas de jacarandá-da-bahia aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura nos diferentes substratos em tubetes de 110 cm ³ (A) e de 280 cm ³ (B)	11
Figura 2 – Mudas de jacarandá-da-bahia aos 120 dias após a semeadura nos diferentes substratos em tubetes de 110 cm ³ (A) e de 280 cm ³ (B).....	13
Figura 3 – Mudas de jacarandá-da-bahia aos 120 dias após a semeadura nos diferentes substratos em tubetes de 110 cm ³ (A) e 280 cm ³ (B)	16

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica segundo o artigo nº 255 da Constituição Federal de 1988 é considerada Patrimônio Nacional (BRASIL, 1988). É um dos biomas mais ricos em biodiversidade do mundo, e apesar da diversidade florística e fisionômica é o mais ameaçado do país (COSTA; GUASSELLI, 2017). Segundo a SOS Mata Atlântica (2017), o bioma ocupava uma área equivalente a 1,3 milhões de km² e estendia-se originalmente ao longo de 17 estados do território brasileiro. Restam aproximadamente 8,5% de fragmentos acima de 100 hectares em bom estado de conservação, que abrigam diversidade de espécies de fauna e flora, onde muitas são endêmicas e ameaçadas de extinção (BRASIL, 2017).

A Mata Atlântica foi o que mais sofreu interferências das atividades antrópicas desde o processo de colonização portuguesa, devido ao processo de ocupação que se concentrou na faixa litorânea brasileira (ALMEIDA, 2016), assim como pelo desmatamento para implantação da agricultura, pecuária e industrialização (CARVALHO et al., 2010). Segundo dados do IBGE (2014) aproximadamente 72% da população brasileira vive em áreas do bioma que foram desmatadas por conta da expansão das áreas urbanas. Perante esse cenário é importante restaurar as áreas desmatadas por meio de plantio de mudas, conservar e criar corredores ecológicos para junção de fragmentos, condução da regeneração natural (quando possível), núcleos de vegetação, dentre outras estratégias de conservação.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2017) existem no bioma Mata Atlântica cerca de 20 mil espécies vegetais sendo que 276 encontram-se na lista oficial das espécies ameaçadas de extinção, como por exemplo, a *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth (jacarandá-da-bahia). A espécie é muito apreciada no comércio mundial, devido ao uso na construção de pianos e mobiliário de luxo, além de ter madeira muito resistente e de longa durabilidade natural (LORENZI, 2014).

A crescente concentração populacional no território urbano produz grandes quantidades de resíduos domésticos e industriais, gerando problemas ambientais devido à disposição incorreta (ELIS; ZUQUETTE, 2002). É fundamental buscar alternativas para reciclagem e reutilização desses resíduos. Um exemplo, é o lodo de esgoto, resíduo sólido do tratamento de águas residuais nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) (CASSINI et al., 2003). O lodo de esgoto possui como destino mais comum o aterro sanitário (ABREU, 2014).

Quando tratado e estabilizado, esse material passa a ser denominado de bio sólido, o qual vem sendo estudado como componente de substrato pra produção de muda, pois é rico em macronutrientes (nitrogênio e fósforo) e micronutrientes (ferro, zinco, cobre, manganês) (LOBO et al, 2013) e por possuir alta concentração de matéria orgânica, que irá influenciar na porosidade e na capacidade de retenção e infiltração de água. Com a reciclagem desse material na produção de mudas é possível obter uma destinação final mais adequada, que não gera impactos ao ambiente (ABREU et al, 2017).

Segundo Abreu Junior et al. (2005) o uso do bio sólido como substrato apresenta vantagens econômicas como a redução ou a eliminação da aplicação de fertilizantes minerais, dependendo da necessidade da cultura; além do material ter baixo custo de aquisição e de evitar gastos com transporte e disposição em aterros sanitários (TOLEDO; VENTURIN; DIAS, 2012). Apesar dessas características Berton e Nogueira (2010) concluíram que os bio sólidos são relativamente pobres em potássio, já que esse elemento permanece dissolvido na água durante o seu processo do tratamento de esgoto, ou seja, a sua concentração pode ser baixa suprir as necessidades das plantas (LAMBAIS; SOUZA, 2000; MARTINS et al., 2015).

Neste contexto o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da suplementação de nutrientes via fertilização de base e de cobertura utilizando o biossólido como substrato para a produção de mudas de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr.All. ex Benth (jacarandá-da-bahia) em tubetes de diferentes volumes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Produção de mudas

A redução das áreas de florestas nativas é consequência principalmente da expansão urbana e das fronteiras agropecuárias (DELARMELINA et al., 2014), sendo um dos maiores desafios à conservação da biodiversidade. As principais consequências dessas ações é a fragmentação dos remanescentes florestais (VIANA; PINHEIRO, 1998), a degradação do solo, e a extinção de espécies da fauna e da flora. Dessa forma, a restauração de áreas degradadas é cada vez mais necessária para diminuir os efeitos negativos nos ambientes naturais (KAGEYAMA; GANDARA; OLIVEIRA, 2003).

A técnica mais utilizada restauração de ecossistemas florestais da Mata Atlântica é o plantio de mudas de espécies arbóreas nativas. Esse método tem como objetivo principal acelerar o processo de sucessão natural, proteger rapidamente o solo contra erosão e garantir o sucesso da recuperação (ALMEIDA, 2016).

De acordo com o Pacto pela Restauração da Mata Atlântica (2011), estima-se a existência aproximadamente 900 mil hectares de áreas consideradas prioritárias para restauração florestal no estado do Rio de Janeiro, o que considerando uma densidade média de plantio de 2.000 mudas ha⁻¹ geraria uma demanda por aproximadamente 1.9 bilhões demudas florestais para restaurar todas essas áreas (ALONSO et al., 2014).

Essa crescente demanda de mudas de espécies arbóreas nativas tem estimulado o desenvolvimento de novas técnicas, a fim de tornar o processo de produção mais eficiente técnica e economicamente, e melhorar a qualidade das mudas (MORAES et al., 2013).

A produção de mudas florestais de qualidade está relacionada, dentre outros fatores com a qualidade dos substratos utilizados, onde a germinação de sementes, o crescimento inicial radicular e da parte aérea estão associados à boa capacidade de aeração, drenagem, retenção e disponibilidade de água, bem como os teores de macro e micronutrientes apresentados pelos substratos (GONÇALVES; POGGIANI, 1996; CARDOSO, 2017).

2.2. Substrato

O substrato serve como suporte para fixação das plantas, regulando também a disponibilidade de nutrientes para as raízes (MELO, 2006). Pode ser composto de solo mineral ou orgânico de um ou de diversos materiais em misturas (KAMPF, 2005; PICOLOTTO, 2013).

Nos substratos para a produção de mudas florestais devem ser consideradas características como retenção de quantidade suficiente de água, oxigênio e nutrientes, além de oferecer pH compatível, ausência de elementos químicos em níveis tóxicos e condutividade

elétrica adequada (GUERRINI; TRIGUEIRO, 2014). Estudos do arranjo percentual dos diferentes componentes são importantes, já que eles poderão ser fonte de nutrientes e atuarão diretamente sobre o sistema radicular (GUERRINI; TRIGUEIRO, 2014). Portanto, em função do arranjo quantitativo e qualitativo dos materiais minerais e orgânicos empregados, as mudas serão afetadas quanto ao suprimento de nutrientes, de água disponível e de oxigênio. (ROSA JÚNIOR et al., 1998; TRIGUEIRO, 2003).

Diversos materiais podem ser utilizados na composição dos substratos para a produção de mudas, porém a falta de testes e de informações desses materiais, pode limitar o seu uso (BRACKES; KÄMPF, 1991). Por exemplo, o composto com casca de pinus semidecomposta, que atualmente é utilizado em larga escala para a produção de mudas florestais e em diversas atividades agrícolas, tem obtido resultados inferiores quando comparado a outros materiais e composições de substrato para diferentes espécies florestais (CALDEIRA et al., 2012; PERONI, 2012; DELARMEINA, 2014).

Difícilmente um material atende a todas as exigências para um bom substrato, por essa razão, são misturados diferentes componentes ou materiais, visando uma mútua melhora das características químicas e físicas, equilibrado a mistura do substrato resultante (SANTOS et al., 2000).

Estudos sobre a composição de substrato continuam sendo necessários, visando o fornecimento de novos produtos e alternativas de formulação, como o uso de resíduos agroindustriais, industriais florestais e urbanos para a produção de mudas, pois grande parte desses materiais representa um problema ambiental, quando não possuem uma destinação final adequada (KRATZ et al., 2013).

2.3. Biossólido

No Brasil estima-se que foi gerado no ano de 2015 aproximadamente 80 milhões de t ano⁻¹ de resíduos sólidos (LOURENÇO, 2016), incluindo o lodo de esgoto e os materiais comumente denominados de lixo. É crescente a preocupação devido aos impactos e os riscos ambientais que estes resíduos representam em suas diversas fases, da coleta até a disposição final (BETTIOL; CARMAGO, 2000).

O lodo de esgoto é o resíduo sólido obtido a partir do tratamento de águas residuárias, com a finalidade de recuperar a sua qualidade, de modo a permitir o seu retorno ao ambiente, sem causar poluição (CASSINI et al., 2003). Devido o volume de águas residuárias tratadas nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), grande quantidade de lodo pode ser acumulada em seus pátios, tornando a sua disposição final um importante problema ambiental (CASSINI et al., 2003).

A resolução nº375/2006 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) regulamenta e define critérios e procedimentos para o uso agrícola e floresta de lodos de esgotos gerados em ETES e seus produtos derivados (BRASIL, 2006). O produto derivado e estabilizado, denominado de biossólido, devem possuir redução significativa de patógeno, não apresenta atração de vetores, nem de odores e de acordo com as características estabelecidas pela legislação (MAGELA et al., 2012).

Uma alternativa que vem sendo amplamente estudada para o biossólido é sua reutilização como componente de substrato para produção de mudas (CALDEIRA et al.,

2012). Resultados de pesquisas indicam que tal material é rico em nitrogênio, fósforo e micronutrientes apresentando teores de umidade variáveis e alta concentração de matéria orgânica (M.O.). Um dos principais efeitos da M.O. sobre os atributos físicos do substrato, está associado a densidade, porosidade, areação e a capacidade de retenção e infiltração de água (GUERRINI; TRIGUEIRO, 2014).

A composição do biossólido depende da origem do esgoto, processo de tratamento e do seu caráter sazonal (SANTOS, 2009). Um biossólido característico apresenta em torno de 40% de matéria orgânica, 4% de nitrogênio, 2% de fósforo e os demais macros e micronutrientes, além de elementos potencialmente tóxicos (BETTIOL; CAMARGO, 2000)

A principal vantagem econômica do uso do biossólido é a redução/eliminação da necessidade da aplicação de corretivos e fertilizantes minerais, como N, P e Zn (ABREU JUNIOR et al., 2005). Entretanto a substituição vai depender da composição e da dose do resíduo empregado, bem como da necessidade da cultura e da sua composição (ABREU JUNIOR et al., 2005), podendo haver necessidade de adicionar potássio devido à baixa quantidade deste elemento no lodo (BETTIOL; CAMARGO, 2000).

Faustino et al. (2005) observaram que o uso de substrato contendo 50% de biossólido obteve melhor crescimento para as mudas de *Senna siamea*, apresentando contribuição significativa no teor de nutrientes e matéria orgânica a um custo de aquisição reduzido.

2.4. Recipiente

O recipiente é a estrutura física para o acondicionamento de qualquer substrato para o cultivo intensivo de plantas, podendo englobar desde a germinação de sementes, crescimento de mudas até a comercialização final da muda pronta (OLIVEIRA et al., 2016). Confere sustentação da planta e um espaço no qual ela consegue adquirir por meio da absorção pelas raízes água e nutrientes para o seu desenvolvimento (PIERIN NETO, 2015). Deve-se considerar para escolha do recipiente o tamanho inicial e final da muda, durabilidade, facilidade de manuseio, custo de aquisição e armazenamento (OLIVEIRA et al., 2016).

O uso de recipientes na produção de mudas vem sendo usado na maioria dos viveiros, trazendo vantagens como: bom controle de condicionamento nutricional; aumento do número de plantas por área; controle de fungos e nematóides; e a obtenção de mudas com sistema radicular bem desenvolvido (NICOLOSO et al., 2000). A escolha do recipiente é importante de acordo com a espécie que será produzida (BRACHTVOGEL; MALAVASI, 2010), pois seu tipo e dimensões exercem influências sobre a qualidade e os custos de produção (ANTONIAZZI, 2013), bem como a disponibilidade de nutrientes e de água (TEIXEIRA, 2008).

Os recipientes mais utilizados para produção de mudas florestais são os sacos plásticos de polietileno e tubetes de polipropileno reutilizáveis, disponíveis no mercado em diversos tamanhos. Atualmente podem ser encontrados recipientes biodegradáveis confeccionados com fibras celulósicas recicladas, os quais tem um custo mais elevado (OLIVEIRA et al., 2016). Os tubetes têm a desvantagem de requerer investimento maior, porém apresentam custo operacional menor, tanto na produção de mudas quanto no transporte, podendo proporcionar substancial redução no custo final do produto (MACEDO, 1993). Além disso, possui menor diâmetro e peso, ocupa menor área no viveiro, facilita operações de produção e a distribuição e plantio nas covas (GOMES et al., 1990; SANTOS et al., 2000.). Porém um aspecto que

determina a preferência pelas mudas em sacos plásticos e que para sobrevivência das mudas em tubetes na fase pós-plantio é necessária de maior (OLIVEIRA, 2016).

O uso do sistema de tubetes possibilita a boa formação do sistema radicular, com maior proporção de raízes finas (GONÇALVES et al., 2000; FERRAZ; ENGEL, 2011) sem provocar o enovelamento; crescimento inicial mais rápido logo após o plantio; facilidades operacionais como trabalhar em qualquer condição climática, permitindo um cronograma de produção de mudas (OLIVEIRA et al., 2016).

2.4.1. Tamanho do recipiente

Segundo Cunha et al. (2005) recipientes de volumes maiores oferecem melhores condições para o crescimento das mudas, mas só devem ser utilizados para espécies de desenvolvimento lento, que necessitam permanecer no viveiro por bastante tempo, ou para utilização em vias públicas, onde as mudas precisam ser bem desenvolvidas.

Os tamanhos dos recipientes têm influência direta no custo final de produção das mudas, devido à quantidade de substrato a ser utilizado, o espaço ocupado no viveiro, a mão de obra para o transporte, a remoção das mudas para aclimação e a retirada para entrega, além de influenciar na quantidade de insumos (QUEIROZ; MELÉM JÚNIOR, 2001).

A utilização dos tubetes em viveiros grandes ocorre devido a menor área em relação aos viveiros com produção em sacos plásticos, onde a diferença do tamanho vai diminuir também o consumo de água, defensivos e o suprimento complementar de nutrientes que pode ser feito por meio de pulverização foliar, fertirrigação ou adubos granulares (OLIVEIRA, 2013).

No estudo de Malavasi e Malavasi (2006) compararam-se os efeitos dos tubetes de 55, 120, 180 e 300 cm³ em mudas de *Cordia trichotoma* e *Jacaranda micrantha*, obtendo como resultado nos tubetes de 120, 180 e 300 cm³ o maior crescimento das mudas em altura e diâmetro do coleto após 180 dias do plantio em campo. Já Alaja et al. (2012) verificou que as mudas de *Jatropha curcas* em tubetes de 120 cm³ obtiveram crescimento equivalente as mudas produzidas em tubetes de 180 cm³ e no saco plástico com volume de 1.178 cm³.

2.5. Fertilização

Quando o fornecimento dos nutrientes do solo ou do substrato for menor que a exigência da cultura é necessária à fertilização. Esse assunto é muito discutido quando tratamos a produção de mudas, pois persistem as questões de quanto, quando e como adubar. Alguns fatores são determinantes para determinar a necessidade ou não de fertilização: fertilidade do substrato, exigência da espécie, tipo e tamanho de recipiente, condições ecológicas e ambientais.

O excesso de irrigação pode influenciar negativamente a quantidade de nutrientes no substrato, podendo vir acarretar em alta da taxa de lixiviação, dificultando então a manutenção dos nutrientes em níveis adequados (WEDLING; GATTO, 2002).

Em geral é adicionado ao substrato fertilizantes na fertilização de base com os elementos essenciais, principalmente fósforo na forma sólida, e no decorrer do crescimento das mudas são feitas fertilizações de cobertura na forma líquida com nitrogênio e potássio (MORAES NETO; GONÇALVES; ARTHUR JUNIOR, 2003). A fertilização de base é

destinada para estimular o crescimento inicial das mudas, geralmente constituídas de fertilizantes de NPK onde apresenta maiores concentrações de P e menores de N e K (GONÇALVES; BENEDETTI, 2000). A fertilização de cobertura tem como objetivo suplementar o substrato para a expansão da área foliar e do sistema radicular (GONÇALVES; BENEDETTI, 2000), visando repor os nutrientes absorvidos e os perdidos por lixiviação.

Os tipos de recipiente, o substrato e a intensidade e frequência de irrigação irão influenciar o tempo de permanência dos nutrientes disponíveis para as mudas e a necessidade de complementação por meio de novas fertilizações de cobertura (SILVA; PEREIRA; SILVA, 2015).

2.6. Jacarandá-da-bahia

A *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. Ex Benth é conhecida popularmente como jacarandá-da-bahia. Pertence à família Leguminosae, sub-família - Papilionoidea, ocorrendo naturalmente nos estados da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, na floresta pluvial atlântica (LORENZI, 2014). É uma árvore perenifólia a semicaducifólia, podendo ser encontrada com 15 a 25 m de altura (RÊGO; POSSAMAI, 2003) e de 40 a 80 cm de diâmetro (LORENZI, 2014). Possui folhas compostas, alternadas, paripenadas, com 10 – 20 folíolos glabrescentes; tronco tortuoso e irregular (RÊGO; POSSAMAI, 2003). É classificada como secundária tardia na escala sucessional (CARVALHO, 2003), sendo que a árvore adulta é usada em arborização de parques e ruas, assim como também recomendada para a recuperação do solo, por depositar razoável camada de folhas (CARVALHO, 1994).

O jacarandá-da-bahia ocorre principalmente nas encostas bem drenadas, sendo encontrada tanto no interior da mata primária densa como nas formações secundárias; apresenta caráter pioneiro, ocorrendo inclusive em cortes de barrancos (LORENZI, 2014); terrenos ondulados e montanhosos; solos argilosos e argilo-arenosos e profundos (RÊGO; POSSAMAI, 2003).

As condições ambientais para o melhor desenvolvimento e crescimento da espécie são em temperaturas médias entre 19° a 25°C e precipitação acima de 2000 mm anuais, podendo ocorrer em solos profundos de baixa fertilidade natural e topografias acidentadas, onde a floresta é menos densa (RÊGO; POSSAMAI, 2003). A velocidade de crescimento é considerada moderada a rápida, apresentando incremento médio anual (IMA) entre 10 e 21 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, dessa forma a espécie pode produzir pelo menos 150 m³ de madeira por hectare aos 15 anos, considerando o IMA de 10 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ (FILHO; SARTORELLI, 2015).

A madeira apresenta coloração pardo-escuro-arroxeadada com listras pretas, superfície lisa ao tato, irregularmente lustrosa (DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA DA ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ, 1998), também é muito resistente e possui longa durabilidade (CARVALHO, 1994). Ela é moderadamente pesada apresentando densidade entre 750 a 1220 kg m⁻³ (FILHO; SARTORELLI, 2015). Outro destaque para a madeira deve-se ao fato de ser reconhecida mundialmente pelo uso na construção de pianos e mobiliário de luxo. Também é empregada para acabamentos internos no ramo da construção civil, como molduras, portas, revestimento de móveis, etc. (LORENZI, 2014).

É uma das mais valiosas espécies madeireiras do Brasil, sendo apreciada no comércio mundial (CARVALHO, 1994), entre os anos de 2014 e 2015 a média do valor da madeira em pé variou entre R\$ 136,67 a R\$ 570,00 m³ (FILHO; SARTORELLI, 2015). Devido a sua

raridade é utilizada atualmente no paisagismo (DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA DA ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ, 1998), por sua folhagem delicada e forma aberta de sua copa (LORENZI, 2014).

A maturação dos frutos ocorre nos meses de agosto-setembro produzindo anualmente grandes quantidades de sementes viáveis, além disso, são capazes de regenerar a partir das raízes (LORENZI, 2014). Ferraz-Grande e Takaki (2001) observaram que as sementes não precisam de luz para germinarem, sendo a temperatura responsável pelo controle da germinação.

A espécie sofreu intenso processo de exploração extrativista (GALVÃO; FERREIRA; TEIXEIRA, 1979), o que resultou em escassez nas regiões florestais mais acessíveis (CARVALHO, 1994). Devido à alta fragmentação da Mata Atlântica, as populações naturais de jacarandá-da-bahia são encontradas principalmente em áreas de conservação e pequenos remanescentes florestais (RIBEIRO, 2007). Em consequência da grande exploração, a alta fragmentação e à ausência de plantios de reposição é considerada uma espécie ameaçada (CARVALHO, 1997), sendo incluída como vulnerável na lista oficial de espécies ameaçadas de extinção de acordo com a Portaria nº 443 publicada pelo Ministério do Meio Ambiente no dia 18 de dezembro de 2014 (BRASIL, 2014).

Segundo Rêgo e Possamai (2003) é uma espécie com alto potencial para o manejo sustentável, pois apresenta alta taxa de regeneração em florestas alteradas e fácil adaptação em terrenos de baixa fertilidade. De acordo com estudos feitos pelo Centro Nacional de Conservação da Flora (2012) a fragmentação das subpopulações e do hábitat está diminuindo a diversidade genética da espécie; estimando também que pelo menos 30% da sua população tenha sido perdida devido a extração de madeira que ainda hoje ocorre de forma ilegal.

Diante da necessidade de preservação da espécie, é importante sua inclusão nos plantios de reflorestamento, bem como a realização de estudos sobre os diversos aspectos de sua biologia e silvicultura (CARVALHO, 1994).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Viveiro Florestal “Luiz Fernando de Oliveira Capellão” vinculado ao Departamento de Silvicultura e localizado no Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), no município de Seropédica/RJ (Latitude 22°45' S e Longitude 43°42' W). De acordo com a classificação de Köppen o clima da região pertence à classe Aw, sendo tropical caracterizado por inverno seco e verão chuvoso (FAGUNDES et al., 2009). Apresenta precipitação anual média de 1.213 mm com chuvas concentradas no período novembro e março, temperatura média anual de 24,5°C (CARVALHO et al., 2006) e umidade relativa do ar de 70% (FAGUNDES et al., 2009) O experimento foi conduzido entre 14 de dezembro de 2016 a 13 de março de 2017. Nesse período a temperatura média mensal foi de 26,5°C e a precipitação média de 95,3 mm.

A espécie estudada foi a *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth popularmente conhecida como jacarandá-da-bahia. As sementes utilizadas para a realização do experimento foram obtidas por meio de coleta realizada pelo servidor do viveiro em matrizes localizadas dentro do campus da UFRRJ. Não foi necessário realizar quebra de dormência

Os substratos utilizados foram o biossólido de lodo de esgoto e uma formulação comercial à base de casca de pinus decomposta mais vermiculita. O biossólido foi proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Ilha do Governador, localizada no bairro Ilha do

Governador, município do Rio de Janeiro/RJ. Este foi disponibilizado pela Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro (CEDAE) e é derivado de áreas urbanas domiciliares e comerciais, não contendo resíduos industriais. A ETE possui sistema de tratamento secundário pelo sistema de lodos ativados, sendo o adensamento do lodo secundário realizado por meio de centrífugas e a secagem ao ar livre em leitos semipermeáveis.

A CEDAE amostra todo lote de biossólido para caracterização físico-química, de agentes patogênicos e teores de metais pesados antes de ser encaminhada para uso agrícola/florestal (Tabela 1 e 2), conforme exige a Resolução CONAMA nº 375/2006.

Tabela 1 – Teores de metais pesados potencialmente tóxicos e concentração de patógenos presentes no biossólido de lodo de esgoto da ETE Ilha do Governador

	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
	mg kg ⁻¹									
Biossólido de lodo de esgoto	0,004	139	0,89	39	277	0,01	13,3	64	0,004	1079
CONAMA*	41	1300	39	1000	1500	17	420	300	100	2800
	Coliformes termotolerantes			Ovos viáveis de helmintos			<i>Salmonella sp</i>			
	NMP g ⁻¹ ST			ovo g ⁻¹ ST			presente/ausente em 10g ST			
Biossólido de lodo de esgoto	<0,04			<0,01			ausente			
CONAMA*	<1000			<0,25			ausente			

*Valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA nº 375 /2006; NMP: número mais provável; ST: sólidos totais.

Tabela 2 - Análise química (teores totais) do biossólido de lodo de esgoto (amostra de base seca) utilizado para produção de mudas, fornecido pela CEDAE

^{*4} N	^{*2} P	^{*5} K ⁺	^{*3} Ca ²⁺	^{*3} Mg ²⁺	^{*3} Al ³⁺	^{*6} M.O
% —————						
1,94	0,81	0,19	1,59	0,19	2,72	35,3

^{*2}P: Método Calorimétrico; ^{*3}Ca, Mg e Al: Espectrômetro de absorção atômica; ^{*4}N: Kjeldahal; ^{*5}K: Fotometria de chama; ^{*6}M.O: Gravimétrico.

Foram enviadas para o Laboratório de Biotecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, amostra de biossólido e do substrato comercial para determinar os parâmetros físico-químicos (Tabela 3).

Tabela 3 – Análise física dos componentes utilizados como substrato para produção de mudas

Componente	pH	CE	DU	DS	UA	PT	EA	AFD	AT	AD	AR
	H ₂ O	mS cm ⁻¹	— kg m ⁻³ —			% —————					
Biossólido	5,5	2,97	640,3	453,5	29,2	83,2	15,3	28,3	7,8	36,1	31,9
Substrato Comercial	4,9	1,06	650,1	267,3	58,9	90,5	35,0	12,7	2,7	15,4	40,0

pH = determinado em água, diluição 1:5 (v/v); CE = condutividade elétrica obtida em solução 1:5 (v/v); DU = densidade úmida; DS = densidade seca; UA = umidade atual; PT = porosidade total; EA = espaço de aeração; AFD = água facilmente disponível; AT = água tamponante; AD = água disponível (AFD + AT). Observações: Média de três repetições por amostra; AR = água remanescente.

Os recipientes testados foram os tubetes de polipropileno com volume de 110 e 280 cm³, com estrias longitudinais. Como estrutura de suporte foram utilizadas bandejas do tipo plana suspensas com capacidade para 54 recipientes para os tubetes de 280 cm³, e bandeja do tipo caixa com capacidade para 96 tubetes de 110 cm³ apoiadas sobre o solo. Os recipientes foram colocados de forma alternada, ocupando 50% das células disponíveis, o que resultou numa densidade de 300 e 169 mudas por metro quadrado nos tubetes de 110 e 280 cm³ respectivamente.

A fertilização de base misturada ao substrato seguiu a recomendação de Gonçalves et al. (2000) com 150g de N, 300g de P₂O₅, 100g de K₂O e 150g de fertilizantes FTE BR12 (coquetel de micronutrientes) para cada m³ de substrato. A fertilização de cobertura foi realizada com 200g de N e 150g de K₂O para cada 100 litros de água. Essa solução foi aplicada manualmente com auxílio de seringa graduada na dose de 10 ml por muda, de forma quinzenal para o nitrogênio e mensal para o potássio, iniciando-se 30 dias após a semeadura. Como não foi evidenciada a presença de nódulos provenientes de fixação biológica junto ao sistema radicular, optou-se por realizar a fertilização com nitrogênio a fim de não prejudicar o crescimento das mudas.

Os tratamentos experimentais para cada volume de recipiente foram assim constituídos: SC = substrato comercial a base de casca de pinus decomposta e vermiculita + fertilização de base + fertilização de cobertura; BIO_BC = bio sólido + fertilização de base + fertilização de cobertura; BIO = bio sólido; BIO_B = bio sólido + fertilização de base e BIO_C = bio sólido + fertilização de cobertura.

Os tubetes foram preenchidos com substrato de forma manual, sendo feita a mistura e homogeneização do substrato com o fertilizante de base nos tratamentos específicos (SC, BIO_B e BIO_BC). As sementes foram semeadas diretamente nos tubetes utilizando de 3 a 4 sementes por recipiente, sendo cobertas com casca de arroz. Os tubetes semeados ficaram na casa de vegetação sobre bancas suspensas por 35 dias, sendo realizada a repicagem e o desbaste aos 26 dias, mantendo apenas uma plântula por tubete, após esse período foram levadas para a área a pleno sol permanecendo até a avaliação final com 120 dias. Na área a pleno sol a irrigação foi realizada por aspersão, duas vezes ao dia com volume aproximado de 15 mm diários.

O delineamento experimental foi definido como fatorial 2 x 5, sendo dois volumes de tubetes e cinco composições de substrato + fertilização. Em função da diferente estrutura de apoio de cada volume de tubete, adotou-se o esquema em parcelas subdivididas, sendo os de 110 cm³ dispostos em bandejas sobre o solo e os 280 cm³ em bandejas em canteiro suspenso. Cada tratamento teve 4 repetições de 10 mudas, em cada um dos recipientes.

Mensurou-se aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura, a altura da parte aérea (H) com auxílio de régua graduada. A mensuração do diâmetro do coleto (DC) foi realizada aos 120 dias após a semeadura com auxílio de paquímetro digital. Após a medição de 120 dias, selecionaram-se, pelo critério de altura da parte aérea, 5 mudas mais próximas da média de cada repetição para a mensuração da massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSR). As mudas foram cortadas ao nível do substrato separando a parte aérea do sistema radicular. Em seguida realizada a retirada do substrato em água corrente com auxílio de uma peneira para evitar a perda de raízes, onde as amostras foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e foram levados para a estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65°C por 72 horas, para secar. Na sequência obteve-se a massa da matéria seca em balança analítica.

Foi calculado o índice de qualidade de Dickson (IQD) de acordo com os parâmetros morfológicos avaliados. Este índice tem sido utilizado em vários estudos como indicador da qualidade das mudas (MALAVASI; MALAVASI, 2006).

$$IQD = \frac{MST}{\left(\frac{H}{DC}\right) + \left(\frac{MSPA}{MSR}\right)}$$

Onde:

MST = massa de matéria seca total (g muda⁻¹);

H = altura da parte aérea (cm);

DC = diâmetro do coleto (mm);

MSPA = massa de matéria seca da parte aérea (g muda⁻¹); e

MSR = massa de matéria seca do sistema radicular (g muda⁻¹).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade e de homogeneidade de variância do resíduo. Atendidas as premissas, realizou-se a análise de variância, havendo diferença pelo teste F, aplicou-se o teste de média de Tukey a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As mudas de jacarandá-da-bahia apresentaram maior crescimento em altura da parte aérea (H) nos tratamentos que utilizaram o biossólido como substrato (Figura 1). O SC mesmo recebendo fertilização de base e de cobertura sempre teve crescimento menor nas três avaliações em ambos os recipientes (Figura 1).

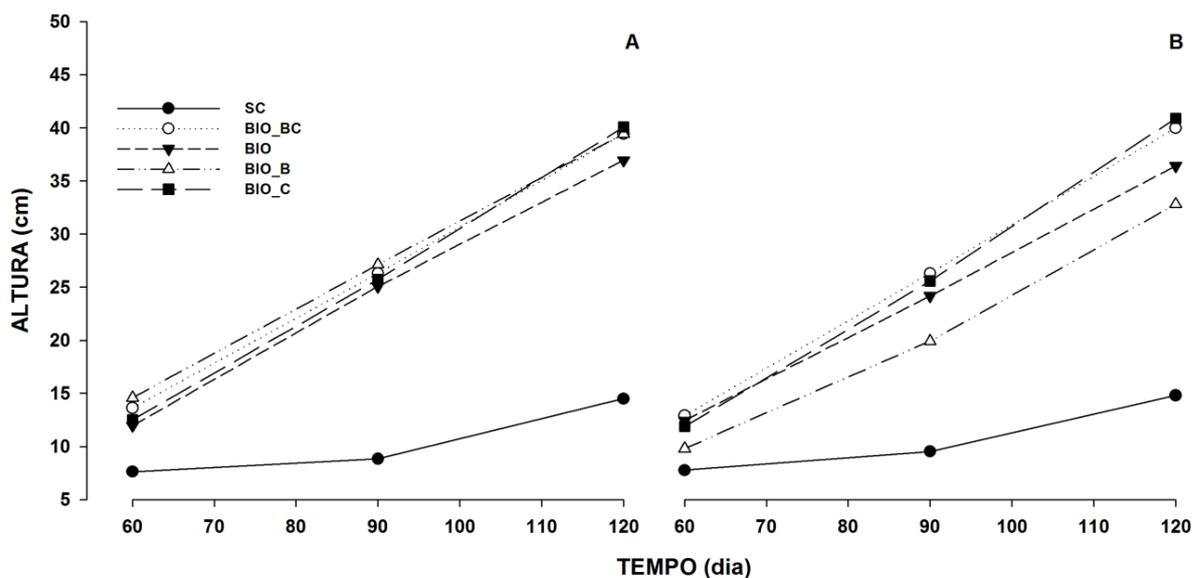


Figura 1– Altura média da parte aérea (H) de mudas de jacarandá-da-bahia aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura nos diferentes substratos em tubetes de 110 cm³ (A) e de 280 cm³ (B)

No tuboete de 280 cm³ o crescimento em altura foi ligeiramente maior que no de 110 cm³ (Figura 1), o que era esperado em função do maior volume de substrato. Na avaliação aos 60 dias após a semeadura a variação de altura nos tratamentos foi entre 5 e 15 cm para ambos os volumes de tubetes.

Aos 90 e 120 dias após a semeadura nos tubetes de 110 cm³ a variação entre os tratamentos foi próxima. Já nos tubetes de 280 cm³ observou-se aumento da diferença entre os substratos (Figura 1). Nesse recipiente houve tendência de efeito positivo da fertilização de cobertura, pois, BIO_C e BIO_BC foram os tratamentos com maior altura (Figura 1). Também houve tendência de efeito negativo da fertilização de base, pois o tratamento BIO_B foi menor do que o BIO (sem fertilização). Mesmo o BIO_BC tendo crescimento próximo ao BIO_C também é possível perceber que pelo fato da presença da fertilização de base o crescimento foi menor.

Essa tendência de efeito das fertilizações foi mais evidente no tuboete de 280 cm³, considerado que a fertilização foi realizada por volume de substrato, no maior recipiente existe maior quantidade de nutrientes disponíveis para as plantas. O biossólido tem baixa disponibilidade de K (BERTON; NOGUEIRA, 2010) o que pode justificar o efeito positivo da fertilização de cobertura.

A altura média das mudas de jacarandá-da-bahia aos 120 dias após a semeadura foi de 33,1 cm (Tabela 4). O SC foi inferior aos demais em ambos os volumes de tubetes, com

médias de 13,8 e 15,5 cm, respectivamente para os volumes de 110 e 280 cm³ (Tabela 4). Os demais tratamentos não apresentaram diferenças entre si em ambos os tubetes (Tabela 4).

Tabela 4 – Média da altura da parte aérea (H), do diâmetro de coleto (DC) e da relação altura x diâmetro do coleto (H:DC) de mudas de jacarandá-da-bahia, aos 120 dias após a semeadura nos diferentes substratos em tubetes de 110 cm³ e 280 cm³

Tratamento	H			DC			H:DC		
	110	280	MÉDIA	110	280	MÉDIA	110	280	MÉDIA
	cm			mm					
BIO	34,7 A	35,0 A	34,9 A	3,15 Ab	4,03 ABa	3,59 AB	11,03 ABa	8,68 Ab	9,85 AB
BIO_B	40,7 A	34,1 A	37,4 A	3,39 Aa	3,59 Ba	3,49 B	12,05 Aa	9,48 Ab	10,76 A
BIO_C	37,6 A	39,4 A	38,5 A	3,48 Ab	4,49 ABa	3,98 AB	10,78 ABa	8,80 Ab	9,79 AB
BIO_BC	39,4 A	40,4 A	39,9 A	3,65 Ab	4,54 Aa	4,09 A	10,85 ABa	8,90 Ab	9,88 AB
SC	13,8 B	15,5 B	14,6 B	1,50 Ba	1,98 Ca	1,74 C	9,10 Ba	7,83 Aa	8,46 B
MÉDIA	33,2 a	32,9 a	33,1	3,03 b	3,72 a	3,38	10,76 b	8,74 a	9,75
CV 1 (%)	12,9			7,9			15,6		
CV 2 (%)	16,4			12,0			11,9		

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na linha e maiúscula na coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade no Teste de Tukey; CV 1 - coeficiente de variação do erro tipo 1; CV 2 - coeficiente de variação do erro tipo 2

É possível observar que o uso do biofóssido proporcionou melhor crescimento das mudas de jacarandá-da-bahia em relação à altura (Tabela 4), o que pode ser explicado pela maior concentração de nutrientes e matéria orgânica. Nóbrega et al. (2007) verificaram que a utilização de substrato contendo biofóssido apresentou melhor crescimento de mudas de aroeira (*Shinus terebinthifolius* Raddi) devido ao aumento da concentração de nutrientes, como N e P, requeridos nos estágios iniciais de desenvolvimento das mudas florestais. Gomes et al. (2013) observaram que as mudas de *Tectona grandis* L. apresentaram maior crescimento em altura no tratamento que continha 60% de lodo de esgoto associado ao substrato comercial e a terra de subsolo.

No entanto o estudo de Delarmelina et al. (2015) com resíduos orgânicos em substrato para a produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii* var. *latispitula*, observaram que o tratamento com substrato comercial (60% de composto de casca de pinus, 15% de vermiculita e 25% de húmus mais terra vegetal) apresentou os piores resultados para altura em comparação com os outros tratamentos. Miranda (2017) estudando produção de mudas de jacarandá-da-bahia obteve com o mesmo substrato comercial utilizado nesse estudo, crescimento em altura inferior às demais formulações de substratos testadas. O autor justificou esse resultado pela baixa capacidade de retenção de água do substrato comercial.

Na média em relação à altura, não houve diferença entre os volumes de tubetes, 33,2 e 32,9 cm respectivamente para os volumes de 110 e 280 cm³ (Tabela 4 e Figura 2), o mesmo ocorrendo para as comparações dentro de cada tratamento. No estudo de Navroski et al. (2016), o maior volume do recipiente proporcionou maior crescimento em altura para as mudas *Eucalyptus dunnii* Maiden, o mesmo ocorreu no estudo de Lisboa et al. (2012) com cedro-australiano. Nesse trabalho, ao contrário dos autores citados, não foi verificada essa

diferença em favor do recipiente de maior volume. Como justificativa para os resultados do presente trabalho, pode ser citado o espaçamento entre as mudas, que variou entre os dois tubetes em consequência da capacidade das bandejas (Figura 2). No tubete de 110 cm³ a densidade de mudas durante o experimento foi de 218 mudas m⁻², já no tubete de 280 cm³ ela foi de 123 mudas m⁻². Com maior quantidade de mudas por m², pode ter ocorrido competição por luz e água, levando as mudas dos tubetes de 110 cm³ a investir prioritariamente no crescimento em altura para receber mais radiação solar, a ponto de igualar o crescimento das mudas no tubete de 280 cm³.



Figura 2 – Mudanças de jacarandá-da-bahia aos 120 dias após a sementeira nos diferentes substratos em tubetes de 110 cm³ (A) e de 280 cm³ (B)

As tendências observadas durante o crescimento em altura entre 60 e 120 dias (Figura 1) não se confirmaram nas análises estatísticas aos 120 dias (Tabela 4). Considerando o crescimento linear das mudas entre as medições dos 60 aos 120 dias (Figura 1), em uma avaliação com 150 dias poderia ser observada diferença maior entre os tratamentos, resultando em diferença significativa entre os tratamentos.

Segundo Moraes et al. (2013), o crescimento em H de uma muda para expedição é de 25 a 30 cm. Embora esse padrão deva ser tratado em função de cada espécie, as mudas presentes no estudo atingiram resultados superiores com exceção do SC.

O diâmetro de coleto médio das mudas foi de 3,38 mm aos 120 dias após a sementeira (Tabela 4). Os tubetes de 280 cm³, com média de 3,72 mm, proporcionaram em crescimento superior aos tubetes de 110 cm³, com médias de 3,03 mm (Tabela 4). Essa mesma diferença só não ocorreu nos tratamentos com SC e BIO_B (Tabela 4). Esse resultado pode ser explicado pelo fato das mudas terem mais espaços para crescimento das raízes e disponibilidade de nutrientes no tubete de 280 cm³. De acordo com o estudo de Gasparin et al. (2014) o volume do recipiente influencia no crescimento do DC das mudas, tendo em vista que o autor obteve um melhor desempenho das mudas de *Cabrlea canjerana* nos tubetes com 280 cm³ e apresentando maior crescimento no campo.

Nos tubetes de 110 cm³ apenas o SC, com 1,50 mm, apresentou DC inferior aos demais tratamentos (Tabela 4). Considerando a média dos dois recipientes, o SC também foi inferior aos demais substratos, sendo o BIO_B inferior ao BIO_BC e igual ao BIO e BIO_C (Tabela 4). Souza et al. (2006) destacam a importância do DC na avaliação do potencial das mudas para o crescimento e sobrevivência após o plantio. Esses autores com base no estudo

de Carneiro (1983) citam que mudas com maior DC apresentam maior capacidade de formação e crescimento de novas raízes, sendo utilizado para auxiliar na determinação das doses a serem aplicadas na produção de mudas (CARNEIRO, 1995; DANIEL; VITORINO; ALOVISI et al., 1997; DELARMELINA; CALDEIRA; FARIA et al., 2014). Os resultados do presente trabalho demonstram que o SC não conseguiu proporcionar condições adequadas para crescimento das mudas, sendo inferior aos demais tratamentos tanto em H como em DC que pode ter implicações na sobrevivência dessas em campo. Considerando os demais tratamentos, o DC do tratamento BIO_BC foi o único inferior ao BIO_C, o que pode ser reflexo do aumento da condutividade elétrica ocasionado pelos nutrientes aplicado na fertilização de base.

Segundo Gonçalves et al. (2000), o DC adequado para mudas florestais de qualidade deve estar entre 5 a 10 mm. No presente estudo todos os tratamentos apresentaram valores médios abaixo do recomendado pelos autores, sendo encontrada uma variação de 1,50 a 3,65 mm nos tubetes 110 cm³ e 1,98 a 4,54 mm nos tubetes de 280 cm³. Esse resultado pode ser explicado pelo fato das mudas não passaram pelo processo de rustificação e não deve ser considerado como um fator isolado para a qualidade de mudas.

As médias da relação H:DC foram de 9,75 aos 120 dias (Tabela 4). Nas mudas dos tubetes de 280 cm³ a média geral foi 8,74, sendo inferior ao dos tubetes de 110 cm³, com 10,76 de média. Todos os tratamentos, exceto o SC, foram inferiores no tubete de 280 cm³ (Tabela 4). Não houve diferença entre os tratamentos para o tubete de 110 cm³, e no de 280 cm³ apenas o SC foi inferior (Tabela 4). A relação H:DC é utilizada para avaliar a qualidade das mudas (CARNEIRO, 1995; DELARMELINA; CALDEIRA; FARIA, 2015), pois reflete a maior resistência, fixação no substrato e o acúmulo de reservas (STURION; ANTUNES, 2000). De acordo com Araújo et al. (2014) o estiolamento das mudas ocorre quando os valores de DC são baixos os de H altos, gerando mudas de menor qualidade.

Conforme discutido para o parâmetro H, foi observado estiolamento das mudas no tubete de 110 cm³, consequência da maior densidade de mudas, que refletiu a relação H:DC. Segundo Carneiro (1995) a relação H:DC exprime um equilíbrio de crescimento, devendo a mesma ficar entre 5,4 a 8,1. Os valores encontrados no presente estudo superaram os limites indicados por Carneiro (1995), principalmente no tubete de 110 cm³. Em parte, o comportamento da espécie influenciou nesse resultado, já que a mesma tem como característica o lançamento de uma haste principal longa sem o proporcional engrossamento da base do coleto (Figura 2).

Em média a MSPA foi de 1,55 g muda⁻¹ aos 120 dias (Tabela 5). Em tubetes de 110 cm³, os valores médios variaram de 0,28 a 1,56 g muda⁻¹, onde o SC foi inferior aos demais tratamentos (Tabela 5). Nas mudas produzidas em tubete de 280 cm³ os valores médios variaram de 0,40 a 2,63 g muda⁻¹, sendo que somente o SC foi inferior aos demais tratamentos. O acúmulo de MSPA nos tubetes de 280 cm³, com 1,91 g muda⁻¹, foi superior aos das mudas de 110 cm³, com 1,18 g muda⁻¹.

Tabela 5 – Média da massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR), e total (MST); e o índice da qualidade de Dickson (IQD) de mudas de jacarandá-da-bahia, aos 120 dias após a semeadura nos diferentes substratos em tubetes de 110 cm³ e 280 cm³

Tratamento	MSPA			MSR			MST			IQD		
	110	280	MÉDIA	110	280	MÉDIA	110	280	MÉDIA	110	280	MÉDIA
	g muda ⁻¹											
BIO	1,29 Ab	2,15 Aa	1,72 A	0,61 Ab	0,89 Aa	0,75 A	1,90 Ab	3,03 ABa	2,47 A	0,15 Ab	0,28 Aa	0,21 A
BIO_B	1,46 Aa	1,84 Aa	1,65 A	0,59 Aa	0,67 Aa	0,63 A	2,04 Aa	2,51 Ba	2,28 A	0,14 Ab	0,22 Aa	0,18 A
BIO_C	1,33 Ab	2,63 Aa	1,98 A	0,59 Ab	0,98 Aa	0,78 A	1,92 Ab	3,60 Aa	2,76 A	0,15 Ab	0,32 Aa	0,23 A
BIO_BC	1,56 Ab	2,53 Aa	2,04 A	0,62 Ab	0,97 Aa	0,79 A	2,18 Ab	3,50 ABa	2,84 A	0,17 Ab	0,31 Aa	0,24 A
SC	0,28 Ba	0,40 Ba	0,34 B	0,09 Ba	0,14 Ba	0,12 B	0,37 Ba	0,54 Ca	0,46 B	0,03 Ba	0,05 Ba	0,04 B
MÉDIA	1,18 b	1,91 a	1,55	0,50 b	0,73 a	0,61	1,68 b	2,63 a	2,16	0,13 b	0,23 a	0,18
CV 1 (%)		10,8			14,1			9,6			14,8	
CV 2 (%)		24,5			27,8			24,2			26,9	

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na linha e maiúscula na coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade no Teste de Tukey; CV 1 - coeficiente de variação do erro tipo 1; CV 2 - coeficiente do erro tipo 2

A partir da MSPA é possível indicar a rusticidade das mudas (GOMES; PAIVA, 2006; GOMES; CALDEIRA; DELARMELINA et al., 2012), tendo em vista que mudas mais lignificadas e rústicas apresentam maior aproveitamento em ambientes com condições adversas (GOMES; PAIVA, 2006; DELARMELIDA et al., 2014). Delarmelida et al. (2014) observou que as mudas de *Sesbania virgata* apresentaram maiores valores de MSPA nos tratamentos com proporções acima de 60% de biossólido. Existe evidências que há relação dos fatores que influenciam no crescimento em H e o ganho de MSPA esta diretamente relacionada com a disponibilidade de nutrientes e com o pH do substrato (GOMES; PAIVA, 2006, GOMES et al., 2013), demonstrando que o biossólido utilizado possuía características químicas adequadas para a produção de mudas da espécie avaliada. Miranda (2017) estudando a mesma espécie que o presente trabalho (jacarandá-da-bahia) observou que em substrato com 100% de biossólido, em tubetes de 280 cm³, verificou-se MSPA superior aos demais tratamentos.

A MSR das mudas produzidas com SC foi inferior aos demais tratamentos nos tubetes de 110 e 280 cm³, apresentando respectivamente as médias de 0,09 e 0,14 g mudas⁻¹ (Tabela 5). A MSR das mudas dos tubetes de 280 cm³, com 0,73 g muda⁻¹, foi superior ao das mudas dos tubetes de 110 cm³, com 0,50 g muda⁻¹ (Tabela 5 e Figura 3). Essa diferença também ocorreu para os tratamentos BIO, BIO_C e BIO_BC (Tabela 5). Abreu et al. (2017), observaram que o SC apresentou menor quantidade das raízes em relação aos outros tratamentos que utilizaram biossólido de diferentes tipos de ETEs. Os autores afirmam que o biossólido pode ter reduzido à lixiviação de nutrientes, e melhorado a capacidade de de retenção de água.

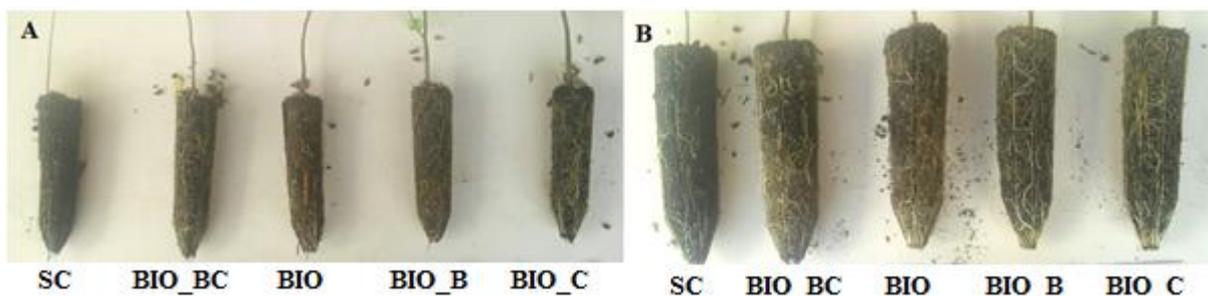


Figura 3 – Mudanças de jacarandá-da-bahia aos 120 dias após a sementeira nos diferentes substratos em tubetes de 110 cm³ (A) e 280 cm³ (B)

Para a MST a média foi de 2,16 g muda⁻¹ (Tabela 5), nas mudas dos tubetes de 110 cm³ somente o SC foi inferior aos demais tratamentos (Tabela 5). Para as mudas dos tubetes de 280 cm³ o SC, com o valor de 0,54 g mudas⁻¹ foi inferior aos demais, o BIO_B foi inferior ao BIO_C, e os outros semelhantes (Tabela 5). Em média o acúmulo de MST das mudas nos tubetes de 280 cm³ foi de 2,63 g muda⁻¹, superior às mudas dos tubetes de 110 cm³ com 1,68 g muda⁻¹. Essa superioridade de MST do tubete de 280 cm³ também ocorreu nos tratamentos BIO, BIO_C e BIO_BC. Delarmelina et al.(2014) observaram que o maior ganho de MST de mudas de *Sesbania virgata* ocorreu nos tratamentos com maiores proporções de bio-sólido.

As mudas do tratamento BIO_B apresentaram na MST inferioridade ao BIO_C, demonstrando que possivelmente houve aumento da condutividade elétrica ocasionada pelo acréscimo de nutrientes na fertilização de base e isso aumentou o efeito osmótico, prejudicando as mudas. Isso fica mais evidente quando se compara esse mesmo tratamento nos dois recipientes, onde não houve diferença com aumento do volume, ao contrário dos tratamentos BIO, BIO_BC e BIO_C, que no tubete de 280 cm³ acumulou maior matéria seca. Ou seja, no tubete de 280 cm³, com maior volume e disponibilidade de nutrientes, o possível efeito osmótico pelo aumento da condutividade elétrica se potencializou.

Para o IQD as mudas do SC foram inferiores aos demais tratamentos nos tubetes de 110 e 280 cm³ (Tabela 5). Para as mudas produzidas no tubete 110 cm³ as médias dos tratamentos variaram de 0,03 a 0,17, já as mudas no tubete 280 cm³ variaram de 0,05 a 0,32. Na média geral e em todos os tratamentos, exceto SC, o tubete de 280 cm³ produziu mudas com maior qualidade do que o tubete de 110 cm³ (Tabela 5). O IQD é apontado como indicador de qualidade de mudas, pois leva em consideração a robustez (relação H/DC) e a distribuição de biomassa (relação MSPA/MSR), permitindo prever a qualidade das mudas ainda no viveiro (GOMES, 2001; PINTO; ALMEIDA; BARRETO et al., 2016). Para expedição das mudas, recomenda-se o valor mínimo do IQD de 0,20 (HUNT, 1990; DELARMEILINA et al., 2014). No presente estudo para as mudas produzidas em tubetes de 280 cm³ somente as mudas do SC não apresentaram esse valor de referência, enquanto os outros tratamentos foram superiores. Para o tubete de 110 cm³ nenhuma das mudas alcançou esse valor. É possível observar que as mudas dos tubetes de 110 cm³ precisariam de mais tempo de produção, além de passar pelo processo de rustificação para alcançar esse padrão.

5. CONCLUSÕES

Nas condições do estudo e considerado os parâmetros morfológicos e de qualidade mensurados, conclui-se que:

As mudas produzidas nos tubetes de 280 cm³ apresentam maior crescimento e qualidade do que as mudas produzidas nos tubetes de 110 cm³.

Não houve efeito da suplementação de nutrientes via fertilização de base e de cobertura no crescimento e na qualidade das mudas produzidas no substrato biossólido.

Recomenda-se a utilização do biossólido de lodo de esgoto avaliado no presente trabalho, em detrimento do substrato comercial, devido as suas características físicas e químicas que favoreceram o crescimento de mudas de jacarandá-da-bahia.

O substrato comercial deve ser trabalhado com outro tipo de manejo ou outras composições para melhorar os atributos físico-químicos e suprir as necessidades das mudas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU JUNIOR, C. H. et al. Uso agrícola de resíduos orgânicos potencialmente poluentes: propriedades químicas do solo e produção vegetal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.4, p 391-470, 2005.
- ABREU, A. K. M. et al. Urban solid waster in the production of *Lafoensia pacari* seedlings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 21, n. 2, p. 83-87, 2017.
- ALAJA, M. C. et al. Efeito do volume do recipiente na produção de mudas e no crescimento inicial de *Jatropha curcas* L. no Oeste Paranaense. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 6, p. 2039-2049, 2012.
- ALMEIDA, D. S. Modelos de recuperação ambiental. In: **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**, Ilhéus, BA, 2016, p. 100-137.
- ALMEIDA, D. S. **Recuperação ambiental da mata atlântica**. 3. Ed. Ilhéus, BA: EDITUS, 2016.
- ALONSO, J. M. et al. Avaliação da diversidade de espécies nativas produzidas nos viveiros florestais do estado do Rio de Janeiro. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 3, p. 369-380, 2014.
- ANTONIAZZI, A. P. et al. Eficiência de recipientes no desenvolvimento de mudas de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 313-317, 2013.
- ARAUJO, E. C. et al. Qualidade das mudas de espécies arbóreas de mangue cultivadas em viveiros e diferentes substratos. **Acta Ambiental Catarinense**, v. 11, nº ½, 2014.
- BACKES, M. A.; KÄMPF, A. N. Substrato a base de composto de lixo urbano para a produção de plantas ornamentais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.5, p.753-758, 1991.
- BERTON, R. S.; NOGUEIRA, T. A. R. Uso de lodo de esgoto na agricultura. In: COSCIONE, A. R.; NOGUEIRA, T. A. R.; PIRES, A. M. M. (Org.). **Uso agrícola de lodo de esgoto: avaliação após a resolução nº 375 do Conama**. Botucatu, SP: FEPAF, 2010.
- BETTIOL, W.; CARMAGO, O. A. (Ed.). **Lodo de Esgoto: Impactos Ambientais na agricultura**. Jaguariúma: Embrapa Meio Ambiente, 2000.
- BETTIOL, W; CAMARGO, O. A. (Ed.). Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. **Jaguariúma: Embrapa Meio Ambiente**, 2000. 312p
- BRACHTVOGEL, E. L.; MALAVASI, U. C. Volume do recipiente, adubação e sua forma de mistura ao substrato no crescimento inicial de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert em viveiro. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n.2, p. 223-232, 2010.

BRASIL. Cadastro Nacional de UCs, Geoprocessamento ICMBio e Bibliografia consultada: Milaré, E. (2007). Direito do ambiente: doutrina, prática, jurisprudência, glossário. Editora Revista dos Tribunais

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Supremo tribunal federal, Secretaria de Documentação, 2017, 514 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Mata Atlântica**. 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 375/2006, de 19/08/2006. **Publicação DOU**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 30 agosto de 2006, p. 141-146.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014. Reconhecer como espécie da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da “Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçada de Extinção”. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2014.

CALDEIRA, M. V.W.; GOMES, D. R.; GONÇALVES, E. O.; DELARMELINA, W. M.; SPERANDIO, H. V.; TRAZZI, P. A. Biossólido como substrato para produção de mudas de *Toona ciliata* VAR. *australis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.6, p.1009-1017,2012.

CALDEIRA, M. V. W. et al. 2012. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 77 – 84, 2012

CARDOSO, A. A. **Fertilizantes organominerais granulados na produção de mudas de espécies florestais em dois tipos de tubetes**. 2017. 106f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola de Agronomia. Universidade Federal de Goiás, Goiás.

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

CARVALHO, D. F. et al. Avaliação da evapotranspiração de referência na região de Seropédica, RJ, utilizando lisímetro de pesagem. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.14, p.108-116, 2006.

CARVALHO, P. E. R.. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo. Embrapa Florestal, v. 1, 2003.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Florestais Brasileiras: Recomendações silviculturas, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA/CNPQ; Brasília, DF: EMBRAPA/SPI, 1994.

CARVALHO, J. L. N. et al. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n.2, p. 277-289, 2010

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

CNCFlora. *Dalbergia nigra* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Dalbergia nigra](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Dalbergia%20nigra)>. Acesso em 13 nov. 2017.

COSTA, L. C. B.; GUASSELLI, L. A. Dinâmica sazonal de remanescentes da Mata Atlântica, a partir de séries temporais NDVI/MODIS. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 30, p. 214-239, 2017.

CRUZ, C. A. F. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-casas (*Samaneaio pinata* (Harms) Ducke). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 537-546, 2006.

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

DELARMELINA, W. M., CALDEIRA, M. V. W., FARIA, J. C. T., ET AL. Diferentes substratos para a produção de mudas de *Sesbania virgata*. **Revista Floresta e Ambiente**, v.21, n. 2, p. 224-233, 2014.

DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M. V. W.; FARIA, J. C. T. Uso de resíduos orgânicos em substrato para produção de *Chamaecrista desvauxii* (Collad.) Killp var. *latistipula* (Benth). **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 3, p. 429 – 437, 2015.

DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA DA ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ (Piracicaba) (Comp.). **Trilhas do Parque da Esalq**. 1998. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/trilhas/lei/lei19.htm>>. Acesso em: 12 nov. 2017

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

ELIS, V. R.; ZUQUETTE, L. V. Caracterização geofísica de áreas utilizadas para disposição de resíduos sólidos urbanos. **Revista Brasileira de Geociência**, São Paulo, v. 32, p. 119-134, 2002.

FAGUNDES, G. M. et al. Avaliação de biomassa e composição químico-bromatológica do capim tanzânia consorciado com calopogônio em sistema orgânico de produção. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, 2009.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral das plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005.

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

FERRAZ, A. V.; ENGEL, V. L. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. Var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Sandl.) e guarucaia (*Parapiptadenia rígida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 413-423, 2011.

FERRAZ-GRANDE, F. G. A.; TAKAKI, M. Temperature dependent seed germination of *Dalbergia nigra* Allem (Leguminosae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 401-404, 2001.

FILHO, E. M. C.; SARTORELLI, P. A. R. **Guia de árvores com valor econômico**. Ed. Agroicone, Iniciativa INPUT, 2015. 141p.

GALVÃO, A. P.; FERREIRA, C. A.; TEIXEIRA, L. B. **Observações sobre o comportamento do jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* Fr. Allem) em povoamento na Amazônia**. Piracicaba: IPEF, 1979. 59p.

GASPARIN, E. et al. Influência do substrato e do volume de recipientes na qualidade das mudas de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. em viveiro e no campo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 553-563, 2014.

GOMES, D. R. et al. Lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de *Tectona grandis* L. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 1, p. 123-131, 2013.

GOMES, J. M. et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 113-127, 2003.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substrato para produção de mudas florestais. In: Congresso Latino Americano de Ciências do solo, 13. Águas de Lindóia, 1996. **Resumos...** Piracicaba, Sociedade Americana de Ciência do Solo, CD-ROM, 1996.

GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais, Piracicaba, 2000.

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substrato composto por biossólido e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v. 28, n.6, p. 1069-1076, 2004.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 de Nov. de 2017

KAGEYAMA, P. Y., GANDARA, F. B. & OLIVEIRA, R.E. Biodiversidade e restauração da floresta tropical. In: KAGEYAMA, P. Y., OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D; ENGEL, V. L. & GANDARA, F. B. (orgs.) **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. FEPAF. Botucatu, SP. 2003. p. 27-48.

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

LISBOA, A. C. et al. Efeito do volume de tubetes na produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* *Toona ciliata*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 603-609, 2012.

LOBO, T. F. et al. Manejo do lodo de esgoto e nitrogênio mineral na fertilidade do solo ao longo do tempo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n.6, p. 2705-2726, 2013

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Vol. 1. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 2014.

LOURENÇO, L. Produção de resíduos sólidos no país cresceu 1,7 % em 2015. Disponível em: < <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-10/producao-de-residuos-solidos-no-pais-cresceu-17-em-2015>>. Acesso em: 9 dez. 2017.

MACEDO, A. C. Produção de mudas em viveiros florestais: espécies nativas. Fundação São Paulo, São Paulo, 1993.

MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M. Efeito do volume do tubete no crescimento inicial de plântulas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud e *Jacaranda micranta* Cham. **Ciência Florestal**, v.16, n.1, p.11-16, 2006.

MARGELA, M. L. M. et al. Biossólido na produção de mudas de eucalipto (*Eucalyptus citriodora* Hook). **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.8, n.14, p.116, 2012.

MARTINS, B. H. S. et al. Uso do biossólido na agricultura. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Curitiba, v. 4, p. 64-72, 2015.

MELO, G. W. B.; BORTOLOZZO, A. R.; VARGAS, L. Produção de morangos no sistema semi-hidropônico. **Embrapa Uva e Vinho**. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MorangoSemiHidropnico/index.htm>>. Acesso em 13 de outubro 2017.

MIRANDA, A. M. **Biossólido de pó de coco como substrato para produção de mudas de jacarandá-da-bahia em tubetes de diferentes volumes**. 2017, 37 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal), Universidade Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

MORAES, L. F. D., ASSUMPÇÃO, J. M., PEREIRA, T. S., LUCHIARI, C. **Manual técnico para a restauração de áreas degradadas no estado do Rio de Janeiro**. Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p. 28. 2013.

MORAES NETO, S. P. et al. Fertilização de mudas de espécies arbóreas nativas e exóticas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 129-137, 2003.

NICOLOSO, F. T. et al. Recipientes e substrato na produção de mudas de *Maytenus ilicifoliae* Apuleia leiocarpa. **Ciência Rural**, Santa Maria, 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 terebinthifolius* Raddi)¹. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 239-246, 2007.

OLIVEIRA, E. D. de. Vantajosas, mudas em tubetes não têm preferência do produtor. **Visão Agrícola**, n. 12, p. 25-26, 2013.

OLIVEIRA, M. C. et al. **Manual de viveiros e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do cerrado**. Editora Rede de Sementes do Cerrado, Brasília, ed. 1, 2016.

PICCOLOTTO, L. et al. **Enraizamento de mirtilheiro em diferentes substratos**. Disponível em:<<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/969708/1/25.pdf>>. Acesso em: 27 julho 2017.

PIERIN NETO, L. P. **Influência do recipiente na qualidade de mudas de *Euterpedulis Martius* (juçara) e *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (araucária)**. 2015. 51 p. Monografia (Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

QUEIROZ, J. A. L.; MELÉN JÚNIOR, N. J. Efeito do tamanho do recipiente sobre o desenvolvimento de mudas de açai (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 460-462, 2001.

RÊGO, G.M.; POSSAMAI, E. Jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra* Vellozo) Leguminosae Papilionoidae: Produção de Mudas. **Embrapa Florestas**. Colombo, PR, 2003.

RIBEIRO, R. A. **Filogeografia de *Dalbergianigra* (jacarandá-da-bahia) e filogenia dos gêneros *Dalbergia*, *Machaerium* e *Aeschynomene* (Papilionoideae)**. 2007.122 f. Tese (Doutora em Genética) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SANTOS, C. B.; LONGUI, S. J.; HOPPE, J.M.; MOSCOVICH, F. A. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. Don. **Ciência Florestal**, Santa Maria 10, n. 2, p. 1-15. 2000.

SANTOS, E. R. **Caracterização química, microbiológica e toxicidade do lodo de esgoto da estação mangueira**. 2009. 69f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais) - Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2009.

SILV, R. J. N.; PEREIRA, M. R. R.; SILVA, R. J. Efeito da adubação de cobertura no desenvolvimento de aroeira pimenteira. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 2, n. 2, p. 33-42, 2015.

SOUZA, V. C. et al. Produção de Mudas de Ipê- amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 26, n. 2, p. 98-108, 2005.

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

TEIXEIRA, S. A.; MAIOCHI, R. A.; GIRARDI, C. G. Efeito de diferentes tamanhos de sacos plásticos na produção de mudas de *Triplaris americana* L. e *Jacaranda micranta* Cham. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5. Supl. 2, p. 765-767, 2008.

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

TRIGEUIRO, R. M.; GUERRINI, A. A. Utilização de lodo de esgoto na produção de aroeira-pimenteira. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 657-665, 2014.

TOLEDO, F. H. S. F.; VENTURIN, N.; DIAS, T. C. O uso de biossólido no setor florestal. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 2275, 2012.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. **Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais**. Série Técnica IPEF, v. 12, n. 32, p. 25-42, 1998.

WENDLING, I.; GATTO, A. **Substrato, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2002. 165 p.