



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

ANA CLAUDIA PINHAS COUTO

**BIOSSÓLIDO E SUBSTRATOS COMERCIAIS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE GOIABA
(*Psidium guajava* L.) EM TUBETES**

Prof. 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

ANA CLAUDIA PINHAS COUTO

**BIOSSÓLIDO E SUBSTRATOS COMERCIAIS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE GOIABA
(*Psidium guajava* L.) EM TUBETES**

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

Prof. JOSÉ CARLOS ARTHUR JUNIOR
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
DEZEMBRO – 2017

**BIOSSÓLIDO E SUBSTRATOS COMERCIAIS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE GOIABA
(*Psidium guajava* L.) EM TUBETES**

ANA CLAUDIA PINHAS COUTO

Monografia aprovada em 01 de dezembro de 2017.

Banca Examinadora:

Prof. José Carlos Arthur Junior – UFRRJ
Orientador

Prof. Eduardo Vinícius da Silva – UFRRJ
Membro

Prof. Gustavo Wyse Abaurre – UFRRJ
Membro

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por te me dado força e sabedoria, além de proteção e saúde.

Aos meus pais, sem eles nunca teria conseguido alcançar mais essa etapa da minha vida.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela oportunidade de ensino e por me permitir essa grande experiência durante a graduação.

Ao viveiro de mudas Guapuruvu, principalmente ao Gustavo Wyse, por ter me dado um voto de confiança como estagiária e pelos ensinamentos técnicos e pessoais. Aos estagiários Uelison Ribeiro, Rafaela Vettoraci, Claudia Torres, e ao funcionário Felipe pela ajuda durante a realização do experimento.

Ao meu professor e orientador José Carlos Arthur Junior, pela orientação da minha monografia, pelos ensinamentos e paciência.

Ao Inti de Souza, por ter toda paciência, pelos conselhos, companheirismo e ajuda fundamental para a concretização dessa monografia.

A turma 2012-II e aos amigos que construí ao longo dessa jornada, sempre me deram força e não me deixaram desistir.

RESUMO

O presente trabalho avaliou o biossólido de lodo de esgoto e substratos comerciais para a produção de mudas de goiaba (*Psidium guajava* L.) em tubetes. O experimento foi desenvolvido no viveiro de mudas Guapuruvu localizado em Seropédica/RJ. As mudas foram produzidas utilizando-se tubetes de polipropileno de 280 cm³, em bandejas de 54 células apoiadas sobre o piso da estufa. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto de oito tratamentos, com oito repetições de uma muda. Os substratos testados foram o biossólido de lodo de esgoto (BIO), o substrato formulado pelo viveiro Guapuruvu (SVI), dois substratos comerciais a base de pó de coco (PC), dois substratos comerciais a base de casca de pinus decomposta (CP) e dois substratos comerciais a base de turfa (TF). Aos 120 dias após a repicagem foram mensuradas a altura da parte aérea (H), o diâmetro do coleto (DC) e a massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), do sistema radicular (MSR) e a total (MST). Com base nos parâmetros morfológicos obtidos foi calculado o índice de qualidade de Dickson (IQD). Nas condições do estudo, considerando os parâmetros morfológicos mensurados, o substrato BIO apresentou mudas com melhor desenvolvimento e qualidade. Os substratos SVI e TF2 tiveram desenvolvimento inferior ao BIO, mas superior aos demais, constituindo-se opções para produção de mudas de goiaba. Os substratos a base de casca de pinus (CP) e de pó de coco (PC), além do TF1, não apresentaram os atributos físicos e químicos equilibrados e dentro das faixas consideradas adequadas, refletindo em mudas de menor desenvolvimento e qualidade.

Palavras-chave: resíduo orgânico, qualidade de muda, viveiro.

ABSTRACT

The present work evaluated the biosolids of sewage sludge and commercial substrates for production of guava seedlings (*Psidium guajava* L.) in tubes. The experiment was carried out at Guapuruvu nursery, located in Seropédica/RJ. The seedlings were produced using 280 cm³ polypropylene tubes in 54-cell trays, layed on the greenhouse floor. The experiment deliament was completely randomized, consisting of eight treatments, with eight repetitions per treatment. The substrates tested were the sewage sludge biosolid (BIO), the substrates formulated by the Guapuruvu nursery (SVI), two commercial substrates based on coconut husk powder (PC), two commercial substrates based on decomposed pinus bark (CP) and two commercial substrates based on peat (TF). At 120 days after repication were measured the seedling's height (H), basal diameter (DC) and dry matter mass from the aerial system (MSPA), from root system (MSR) and the total dry mass (MST). The Dickson quality índex (IQD) was calculated based on the morphological parameters obtained. In the conditions of the study and through the measured morfological parameters, the BIO substrate presented seedlings with better quality and development. The substrates SVI and TF2 had lower development than BIO, however were superior to the others, turning out as a good option for the production of goiaba. The substrates based on pinus bark (CP) and coconut husk powder (PC), as so as TF1, did not show balanced physical and chemical attributes, reflecting on lower quality and development seedlings.

Keywords: organic residue, seedling quality, nursery.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	1
2.1 Goiabeira	1
2.2 Qualidade das mudas	2
2.3 Substratos	3
2.3.1 Biossólido de lodo de esgoto	4
2.3.2 Casca de pinus	5
2.3.3 Pó de coco	5
2.3.4 Turfa	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	6
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	8
5. CONCLUSÃO	13
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

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	7
Tabela 2.	Análise química (teores totais) de nutrientes do biossólido de lodo de esgoto (amostra base seca) fornecido pela CEDAE	7
Tabela 3.	Análise físico-químicos dos componentes utilizados como substrato para produção de mudas de goiaba	9
Tabela 4.	Média da altura da parte aérea (H), do diâmetro do coleto (DC), da massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), de raiz (MSR), total (MST) e do índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de goiaba, aos 120 dias após a repicagem	10

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Caracterização dos substratos quanto à proporção de sólidos, espaço de aeração (EA), água disponível (AD) e água remanescente (AR) em percentual de volume 9
- Figura 2.** Desenvolvimento de mudas de goiaba aos 120 dias após a repicagem em tubetes produzidas nos diferentes substratos 10

1. INTRODUÇÃO

A goiaba (*Psidium guajava* L.) encontra-se em posição de destaque entre as frutíferas nativas no Brasil devido às múltiplas formas de aproveitamento. Apresenta excelentes condições para exploração em escala comercial, em função de seus frutos atingirem bons preços no mercado e serem muito apreciados pelas suas características, tanto para o consumo in natura como para a fabricação de produtos industrializados (MANICA et al., 2001; SOUZA et al., 2009).

O substrato frequentemente utilizado para a produção de mudas de goiaba é composto por terra de subsolo, esterco de origem animal e areia (ZIETEMANN e ROBERTO, 2007), existindo poucos estudos sobre outras formulações. Faz-se necessário estudar substratos com formulações alternativas, acessíveis, práticos, e que proporcionem mudas com maior qualidade.

A escolha do substrato deve levar em consideração a aeração, a drenagem, a retenção de água e a disponibilidade de nutrientes, além de possuir custos e disponibilidade adequados. Nesse sentido, busca-se a utilização de substratos constituídos principalmente de resíduos orgânicos, a fim de diminuir os custos com fertilização química (MORAES NETO et al., 2003).

Com o aumento da população nos centros urbanos gera-se significativa quantidade de diversos resíduos, os quais são frequentemente acumulados no ambiente sem o adequado tratamento, impossibilitando sua utilização e reciclagem (FONSECA, 2015). Um exemplo é o lodo de esgoto, resíduo produzido durante o processo de tratamento das águas residuárias advindo das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE). Comumente suas destinações finais são: os aterros sanitários, o reuso industrial, a incineração, etc. (ABREU, 2014). O lodo de esgoto devidamente tratado e estabilizado é denominado de biossólido (ABREU, 2014). Esse resíduo é rico em matéria orgânica e em nutrientes, sendo a aplicação agrícola e florestal prevista dentro da resolução CONAMA N° 375/2006, sendo esta uma destinação mais adequada do ponto de vista ambiental. Nesse sentido, vem sendo amplamente estudada a sua utilização na composição de substratos para produção de mudas de espécies florestais.

Dessa forma o presente trabalho teve como objetivo avaliar o biossólido de lodo de esgoto e diferentes substratos comerciais, (a base de casca de pinus decomposta, pó de coco e turfa) para produção de mudas de goiaba (*Psidium guajava* L.) em tubetes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Goiabeira

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma frutífera nativa da América tropical, podendo ser encontrada em todas as regiões do Brasil. Alguns autores relatam que a goiabeira é originária do Brasil, de onde foi levada para todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo, em razão da fácil adaptação as diferentes condições edafoclimáticas, e facilidade de propagação por meio de sementes (GONZAGA NETO; SOARES, 1994). A espécie pertence à família Myrtaceae (classe Magnoliopsida, ordem Myrtales, subordem Mytinaea). A família Myrtaceae é composta por mais de 70 gêneros e 2.800 espécies (COSTA; PASCOVA, 2003).

Também chamada de guava, goiabeira, goiaba, goiabeira-branca, goiaba-pera, goiaba-branca, goiaba-vermelha, araçá-goiaba, araçá-guaçu, guaiaba, guaiava, araçá-guaiaba, a espécie possui entre 3 a 6 m de altura e 20 a 30 cm de diâmetro. Seu tronco é tortuoso, revestido por casca lisa, de coloração pardo-avermelhada e desprendimento em placas (LORENZI, 2016).

Sua filotaxia é oposta, as folhas são simples, de formato obovado-elípticas, elípticas ou ovaladas, subcoriáceas, com nervuras proeminentes na face abaxial, de 8-12 cm de comprimento por 3-6 cm de largura. As flores são brancas, e a floração ocorre a partir do final de setembro até meados de novembro. Os frutos amadurecem de dezembro a março e devem ser colhidos diretamente da árvore. (GONZAGA NETO 2001).

A madeira é moderadamente pesada, com densidade de 820 kg m^{-3} , sendo considerada dura, muito elástica, compacta, dócil ao cepilho e moderadamente durável. É utilizada para esteios, mourões, cabos de ferramentas, cangalhas, cangas, lenhas e carvão e antigamente na construção aeronáutica. Seus frutos são comestíveis e muito saborosos, sendo largamente empregados na industrialização para elaboração de sucos, doces, geleias, goiabadas, etc. Além dos plantios comerciais, a espécie é muito cultivada em pomares, sendo ainda empregada em plantios mistos destinados à recomposição de áreas degradadas, pois é muito apreciada pela avifauna (LORENZI, 2016).

A goiaba possui excelentes qualidades nutricionais, sendo considerada uma das frutas mais completas e equilibradas. É fonte principalmente de fibras, ácido ascórbico e de licopeno (CHOUDHURY et al., 2001).

2.2. Qualidade das mudas

A produção de mudas florestais de qualidade está relacionada com o nível de eficiência dos substratos, pois a germinação de sementes, iniciação radicular e enraizamento de estacas, formação do sistema radicular e da parte aérea, estão associada com a aeração, a drenagem, a retenção de água, a disponibilidade balanceada de nutrientes presentes nos substratos. Essas características são altamente correlacionadas entre si, à germinação e a iniciação radicular está diretamente relacionada com a macroporosidade a retenção de água, e a disponibilidade de nutrientes com a microporosidade e superfície específica do substrato (GONÇALVES et al., 2000).

A qualidade das mudas influencia diretamente na percentagem de sobrevivência, no estabelecimento, na necessidade dos tratos culturais e no crescimento inicial das florestas, indicando o sucesso do empreendimento florestal (FONSECA, 2005). Além disso, mudas de melhor qualidade, por terem maior potencial de crescimento, apresentam maior competitividade com plantas daninhas, reduzindo os custos dos tratos culturais (MORGADO, 2000).

A fim de se avaliar o desenvolvimento e a qualidade de mudas florestais em diferentes substratos em nível de viveiro, Gomes et al. (2002) indicam os parâmetros morfológicos e fisiológicos, que se baseiam em aspectos fenotípicos e internos às plantas, respectivamente. As qualidades morfológicas e fisiológicas das mudas dependem da carga genética e da procedência das sementes, das condições ambientais e do manejo no viveiro, dos procedimentos das técnicas de produção, das estruturas e dos equipamentos utilizados (PARVIANEM, 1981).

Gomes et al. (2002), mencionam que os parâmetros morfológicos são os mais utilizados, pois apresentam compreensão mais intuitiva por parte do viveirista, além de ser mais prático e fácil de medir que os fisiológicos. Porém, ainda carente de uma definição mais aceita para responder às exigências quanto à sobrevivência e ao crescimento, determinadas pelas adversidades encontradas no campo após o plantio (GOMES, et al., 2002). Nessa mesma linha, Fonseca (2000) considera que os parâmetros morfológicos são atributos determinados física ou visualmente, levando em conta que algumas pesquisas devem ser feitas para mostrar que os critérios, adotando essas características são importantes para o sucesso do desempenho das mudas após o plantio no campo.

Entre os parâmetros morfológicos mensurados, a altura da parte aérea (H) exerce importante papel no desenvolvimento e no crescimento das mudas nos primeiros anos de plantio (CARNEIRO, 1995). Operacionalmente, em viveiros comerciais a altura é utilizada para selecionar em diferentes classes de tamanho, facilitando o manejo da fertilização e da irrigação, com o intuito de acelerar o crescimento das mudas menores até atingirem a altura desejada (WENDLING; PAIVA; GONÇALVES 2005).

O diâmetro do coleto (DC) é outro parâmetro morfológico mensurado, sendo considerado por muitos pesquisadores como um dos mais importantes parâmetros para estimar a sobrevivência logo após o plantio de mudas de diferentes espécies florestais. Mudas que apresentam diâmetro do coleto pequeno e alturas elevadas são consideradas de qualidade inferior, pois estão estioladas (STURION; GRAÇA; ANTUNES 2000). Wendling et al. (2005) deixam clara a importância das mudas apresentarem um diâmetro mínimo do coleto compatível com a altura, para que as mudas tenham melhor desempenho no campo.

Outros parâmetros morfológicos utilizados, porém de caráter destrutivo, são a massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), do sistema radicular (MSR) e total (MST). A MSPA é importante para indicar a rusticidade, e correlaciona-se diretamente com a sobrevivência e o desempenho inicial das mudas após o plantio (GOMES; PAIVA 2004). A MSR tem sido reconhecida por diferentes autores como um dos mais importantes e melhores parâmetros para se estimar a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo (GOMES, 2001). E a MST considera que quanto maior for o valor apresentado melhor será a qualidade das mudas produzidas (CRUZ, 2006).

No entanto, as características morfológicas não devem ser utilizadas isoladamente para avaliação e classificação do padrão de qualidade das mudas, a fim de que não ocorram equívocos no momento da seleção das mesmas.

O índice de qualidade de Dickson (IQD) é por meio de uma fórmula balanceada que inclui as relações dos parâmetros morfológicos, como a massa seca total, massa seca da parte aérea, massa seca das raízes, a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (ALMEIDA, 2005). O IQD é apontado como bom indicador da qualidade de mudas, por levar em conta em seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da fitomassa, ponderando vários fatores importantes (FONSECA, 2000).

2.3. Substratos

A legislação brasileira define substrato como produto usado como meio de crescimento de plantas (BRASIL, 2004). Para Carneiro (1995), é o meio em que as raízes proliferam-se, para fornecer suporte estrutural à parte aérea das mudas e também as necessárias quantidades de água, de oxigênio e de nutrientes. As principais funções do substrato é de sustentar a muda, fornecer condições adequadas para o desenvolvimento e funcionamento do sistema radicular, assim como disponibilizar os nutrientes necessários ao desenvolvimento da planta (WENDLING; DUTRA; GROSSI, 2006).

Os substratos vêm sendo estudados para propiciar melhores condições de desenvolvimento e de formação de mudas de qualidade. A formação de mudas está diretamente relacionada com a eficiência das características do substrato utilizado (SABONARO, 2006).

O substrato deve ser escolhido de acordo com características físicas e químicas adequadas com a espécie a ser plantada. Deve-se atentar para as propriedades físicas como densidade, porosidade total, macro e microporosidade, capacidade de retenção e de disponibilização de água. As características químicas importantes para o substrato são a capacidade de troca de cátions (CTC), o teor de matéria orgânica (M.O.), o pH e a salinidade, que devem estar em níveis adequados para o sucesso da produção de mudas (SCHMITZ;

SOUZA; KÄMPF, 2002). Devem ser considerados também, aspectos econômicos, para que sejam viáveis para a produção de mudas (VALLONE, 2006).

O substrato normalmente é uma mistura de componentes, pois dificilmente um único componente irá apresentar todas as características desejáveis de forma equilibrada. Entre os componentes mais utilizados nas misturas que compõem os substratos para a produção de mudas em recipientes destacam-se: vermiculita, composto orgânico de origem vegetal, esterco de animais, resíduo urbano orgânico, húmus de minhoca, turfa, moinha de carvão, terra de subsolo, areia, serragem, bagaço de cana, casca de pinus decomposta, casca de arroz carbonizada dentre outros (GOMES; PAIVA, 2004; GONÇALVES; POGGIANI, 1996).

Segundo Wendling; Dutra; Grossi (2006) recomenda-se que seja feita a mistura de dois ou mais materiais para a formulação do substrato, visando a boa aeração, drenagem e fornecimento de nutrientes de forma adequada.

A grande quantidade de produtos ofertados no mercado de substratos pode dificultar o planejamento da atividade, pois a variedade de preços e de composição pode levar, com facilidade, o produtor ao erro (LOPES et al., 2007). Estudos de comparação de diferentes componentes para substratos, para diferentes espécies são importantes, pois, cada espécie possui características próprias.

2.3.1. Biossólido de lodo de esgoto

O lodo de esgoto é o resultado do tratamento dos resíduos líquidos e sólidos urbanos (domésticos, comerciais, industriais) encaminhados por meio das redes coletoras às estações de tratamento de esgoto (ETE) (SANTOS, 2009). O mesmo autor afirma que durante o tratamento do esgoto, bactérias e fungos quebram as moléculas orgânicas que servem como fonte de energia para seu desenvolvimento, utilizando os nutrientes para crescerem e se reproduzirem. Quando esses microorganismos morrem, eles constituem a massa orgânica do lodo. Existem vários sistemas de tratamento, que produzem lodos com características distintas (SANTOS, 2009).

O termo biossólido vem sendo utilizado no lugar de lodo de esgoto para diferenciar como um produto previamente tratado após transformações microbianas e que após sua mineralização, apresenta potencial para posterior aplicação em culturas agrícolas e florestais; utilizado como fertilizante (POGGIANI, 1998).

Segundo Bettiol e Camargo (2006), a disposição final do biossólido é uma etapa problemática no processo operacional de uma ETE. As práticas usuais de disposição como os aterros sanitários e controlados ou os despejos a céu aberto, são alternativas de custo elevado ou têm potencial para produzirem impactos ambientais indesejáveis (BETTIOL e CAMARGO, 2006). Constituem-se, frequentemente, em focos de problema de saúde pública, pela contaminação das águas superficiais e subterrâneas, e pela proliferação de animais e insetos vetores de doenças (MORAES NETO; ABREU JUNIOR; MURAOKA, 2007). Para a sua disposição ou reciclagem deverá antes ser submetido a processos de tratamentos de redução de agentes patogênicos e atratividade de vetores (CONAMA, 2006). Os processos de estabilização do biossólido são utilizados para reduzir os níveis de microorganismos patogênicos e seus odores, podendo ocorrer por processos químicos, físicos e biológicos.

Entre as alternativas existentes para a disposição, a utilizada para fins agrícola e florestal apresenta-se como uma das mais convenientes, recomendando a aplicação como condicionador de solo (efeito floculante/cimentante) ou fertilizante, uma vez que é rico em nutrientes e matéria orgânica (LAPERUTA NETO, 2006). De acordo com Gobatto (2003), a disposição agrícola ou florestal do biossólido, incluído os custos de transporte até 100 km, seria mais vantajoso pelo aspecto econômico do que as alternativas de disposição como o despejo em aterro sanitário ou sua incineração. A principal vantagem econômica pelo uso do

biossólido é a redução ou mesmo eliminação da necessidade da aplicação de corretivos e fertilizantes minerais, principalmente do N, do P e do Zn, contudo a substituição total ou parcial dos corretivos e dos fertilizantes irá depender do tipo e da dose do resíduo orgânico empregada e também da sua composição (ABREU JUNIOR et al., 2005).

Existem informações do aproveitamento do biossólido em espécies florestais com sucesso. Garcia et al. (2010) apresentam informações sobre o potencial do uso do biossólido gerado na ETE do município Jerônimo Monteiro/ES para o cultivo de *Eucalyptus*. Guerrini et al. (2000) propuseram a utilização de substratos à base de biossólido no solo do cerrado, a fim de melhorar a fertilidade do solo, a nutrição mineral e a produção. Nóbrega et al. (2007) confirmam os resultados satisfatórios avaliando o crescimento inicial de aroeira (*Schinus terebynthifolius* Raddi).

Como substrato de cultivo, Caldeira et al. (2012), comparam o crescimento de mudas de cedro-australiano (*Toona ciliata*) com diferentes substratos em tubetes, obtendo maiores valores de altura e diâmetro do coleto nos tratamentos com 100 e 70% de biossólido acrescido com 30% de terra de subsolo.

2.3.2. Casca de pinus

O tronco do pinus possui em média de 12 a 20% de seu volume ocupado pela casca, o que pode variar de acordo com o diâmetro das árvores, da espécie e das condições de crescimento, a casca é retirada no processamento da madeira e, dentre as formas de aproveitamento desse resíduo, há o processo de compostagem para a produção de substratos para o cultivo de plantas e a queima do material para geração de energia (FOELKEL; FOELKEL, 2008). Dessa forma, a casca de pinus decomposta é uma alternativa à substituição da turfa, devido aos seus excelentes resultados, disponibilidade e baixo custo (CADAHIA, 1998).

Devido às características físicas e químicas, esse substrato obteve bons resultados na produção de mudas, conquistando o mercado, sendo utilizado em grande escala nos viveiros florestais do Brasil. Contudo, alguns estudos sugerem que a sua utilização para produção de diversas espécies florestais não seria indicada (CALDEIRA et al., 2012).

A área plantada com o *Pinus* spp. vem decrescendo nos últimos anos (TETTO, 2008; ABRAF, 2010), em vista da preferência dos produtores pela cultura de eucalipto, que apresenta maior crescimento em ciclo de curta rotação e alta produtividade florestal, reduzindo dessa forma a geração do resíduo casca de pinus.

2.3.3. Pó de coco

O beneficiamento do coco maduro (*Cocos nucifera* L.) gera grande volume de resíduos, os quais são depositados em locais impróprios resultando em expressiva quantidade de rejeito, causando impactos negativos no meio ambiente (ROSA et al., 2001).

Da casca do coco são retiradas fibras longas utilizadas na fabricação de cordas, tapetes e muitos outros produtos, além da mistura de fibras curtas e considerável quantidade de pó (NOGUEIRA et al., 2000) vem sendo indicado e utilizado como substrato agrícola.

O pó de coco apresenta boa estrutura física, proporciona alta porosidade e alto potencial de absorção de umidade, além de constituir material biodegradável. É um meio 100% natural, indicado para a germinação de sementes, cultivo de hortaliças e flores (ROSA et al., 2002). Carrijo et al. (2002) citam que o pó de coco verde poderá se tornar matéria prima importante na produção de substratos de boa qualidade para a produção de mudas ou em cultivos sem o uso do solo. Sua utilização é viável por constituir material inerte, facilidade de produção, baixo custo e alta disponibilidade.

Lacerda et al. (2006), recomendam a produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) com substratos à base de pó de coco ou quando este integrar mais de 50% das formulações em substratos contendo Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, pois os substratos combinados contendo o pó de coco apresentaram melhores resultados com relação às características físicas e químicas, em comparação com os demais substratos estudados (resíduo de sisal e solo).

2.3.4. Turfa

É a matéria orgânica parcialmente decomposta, formada quase unicamente por restos de plantas, devido à saturação de água, à restrição de oxigênio, ou devido à baixa temperatura. Dependendo do clima, da hidrologia, da geomorfologia, da geologia glacial e dos níveis de nutrientes, diferentes tipos de turfa são desenvolvidos (SCHMILEWSKI, 1984).

Após o término da Segunda Guerra Mundial, foram reiniciadas as pesquisas para o uso da turfa, que é até hoje, tida como o material básico para substratos (KÄMPF 2004). Entretanto, desde o final da década de 1970, seu uso tem sido controlado em função do caráter conservacionista e ambiental. Por esta razão, a comunidade científica internacional e os produtores de substratos têm buscado componentes alternativos para a turfa, como exemplo a casca de pinus nos Estados Unidos e na Europa e o pó de coco no Brasil (KÄMPF, 2004).

Em relação as suas características químicas a turfa apresenta baixo valor de pH, principalmente as menos decompostas, entre 2,5 e 3,5 e baixo teor de nutrientes, tendo a necessidade de correção da acidez e complementação mineral para o adequado desenvolvimento das plantas (GAULAND, 1997). As turfás apresentam, ainda, boa capacidade de reter íons nas formas trocáveis, protegendo-os da lixiviação (JUNGK, 1975), alto teor de matéria orgânica e alto poder tampão (KÄMPF, 1992).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no viveiro de mudas Guapuruvu, pertencente à GWA Empreendimentos Florestais LTDA, especializado na produção de mudas de espécies florestais nativas do bioma Mata Atlântica. Esta localizado na BR - 465, km 07, Campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no Instituto de Tecnologia, município de Seropédica – RJ. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, enquadra-se no tipo Aw. A média pluviométrica anual é de aproximadamente 1.250 mm anuais, e a temperatura varia de 16 °C (média das temperaturas mínimas entre os meses de junho e julho) a 32 °C (média das máximas entre os meses de janeiro e março). A umidade relativa média anual é de 73% (MATOS et al., 1998).

O estudo foi conduzido no período de maio a agosto de 2016 sendo a espécie utilizada a *Psidium guajava* (goiaba). As sementes foram obtidas em matrizes localizadas dentro do campus da UFRRJ, e não houve tratamento de quebra de dormência.

Os substratos testados foram o bio-sólido de lodo de esgoto (BIO), o substrato formulado pelo viveiro Guapuruvu (SVI), dois substratos comerciais a base de pó de coco (PC), dois substratos comerciais a base de casca de pinus decomposta (CP) e dois substratos comerciais a base de turfa (TF).

O bio-sólido utilizado foi proveniente da estação de tratamento de esgoto (ETE) Ilha do Governador, localizada no bairro Ilha do Governador no município do Rio de Janeiro/RJ. Esse material foi disponibilizado pela Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro (CEDAE). Segundo informações fornecidas pelos técnicos da CEDAE, o esgoto tratado pela ETE Ilha do Governador é derivado de áreas urbanas domiciliares e comerciais,

não contendo resíduos industriais. A ETE possui sistema de tratamento secundário de lodos ativados e adensamento de lodo secundário por meio de centrífugas e a secagem é feita em leitos. O substrato do viveiro Guapuruvu é uma mistura de terra de subsolo e cama de frango na proporção volumétrica 2:1 (v:v). Os substratos comerciais foram adquiridos em comércio de produtos agropecuários.

O biossólido produzido pela CEDAE foi caracterizado por análise química, de agentes patogênicos e de teores de metais pesados antes de ser encaminhada para uso agrícola/florestal (Tabela 1 e 2), de forma a atender os parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA n° 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	0,004	139	0,89	39	277	0,01	13,2	64	0,004	1079
CONAMA*	41	1300	39	1000	1500	17	420	300	100	2800
	Coliformes termotolerantes			Ovos viáveis de helminthos			Salmonella sp.			
	NMP g ⁻¹ ST			ovo g ⁻¹ ST			presente/ausente em 10g ST			
Biossólido	< 0,04			< 0,01			ausente			
CONAMA*	< 1000			< 0,25			ausente			

*Valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA n° 375 / 2006; NMP: número mais provável; ST: sólidos totais.

Tabela 2 - Análise química (teores totais) de nutrientes do biossólido de lodo de esgoto (amostra base seca) 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: Espectrometria de absorção atômica; ^{*4}N: Kjeldahl; ^{*5}K: Fotometria de chama; ^{*6}M.O: Gravimétrico.

Amostras de biossólido, do substrato do viveiro e dos substratos comerciais foram enviadas para análise no Laboratório de Biotecnologia – análise de substratos hortícolas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul para determinação de parâmetros físico-químicos (Tabela 3).

Não foi realizada fertilização nos substratos comerciais e no biossólido, apenas o substrato SVI recebeu fertilização de base misturada ao substrato, com 3,9 kg de superfosfato simples (700 g de P₂O₅) e 500g de calcário dolomítico por metro cúbico de substrato.

As mudas foram produzidas utilizando-se tubetes de polipropileno com volume de 280 cm³ e 8 estrais longitudinais, como estrutura de suporte utilizou-se bandejas de 54 células apoiadas sobre o piso da estufa.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto de oito tratamentos, com oito repetições de uma muda.

O experimento teve início em maio de 2016, quando os tubetes foram preenchidos manualmente com os substratos previamente umedecidos, a fim de facilitar a compactação e acomodação no interior do recipiente. Em sequência realizou-se a repicagem de três plântulas de goiaba em cada tubete, e 20 dias depois o desbaste, deixando-se apenas a plântula de maior vigor e mais centralizada no tubete. As mudas ficaram sob estufa coberta com plástico transparente e a irrigação foi realizada por microaspersores quatro vezes ao dia, por sistema de irrigação automatizada 7,83mm/dia, sendo realizadas duas irrigações na parte da manhã e duas na parte da tarde,

Aos 120 dias após a repicagem das plântulas foram mensurados a altura da parte aérea (H) com uso de régua graduada (cm) e o diâmetro do coleto (DC) com auxílio de paquímetro digital (mm). As mudas foram cortadas ao nível do substrato separando a parte aérea do sistema radicular e acondicionadas em saco de papel. O sistema radicular foi lavado em água corrente para retirada de todo o substrato, com auxílio de peneira para evitar a perda de raízes e, depois também colocada em saco de papel. Ambos os materiais foram devidamente identificados e 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 de matéria seca em balança analítica. Com base nos parâmetros morfológicos avaliados, calculou-se o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) por meio da fórmula:

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

Onde:

MST - massa de da matéria seca total;

H - altura da parte aérea;

DC - diâmetro do coleto;

MSPA - massa da matéria seca da parte aérea; e

MSR - massa da matéria seca do sistema radicular.

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

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Maeda et al. (2007), para obtenção de mudas de qualidade, além de adequada fertilidade, o substrato deve apresentar bons atributos físicos.

Analisando os atributos físicos dos substratos (Tabela 3), observou-se que segundo Gonçalves e Poggiani (1996), para produção de mudas florestais, somente o substrato BIO enquadrou-se dentro da faixa adequada de densidade (450-550 kg m⁻³), com a maioria apresentando baixa densidade (entre 108,7 e 354,8 kg m⁻³), e o SVI com elevada densidade (998,6 kg m⁻³). A densidade é um parâmetro físico importante e que reflete indiretamente o equilíbrio entre as fases constituintes do substrato, sólida, líquida e gasosa.

Tabela 3 - Análise físico-químicos dos componentes utilizados como substrato para produção de mudas de goiaba

Substrato	pH	CE	DS	PT	AFD	AT
	H ₂ O	mS cm ⁻¹	Kg m ⁻³	%		
Pó de coco 1	5,66	0,83	108,7	76,9	32,4	3,9
Pó de coco 2	6,20	0,67	171,3	89,3	18,0	3,6
Casca de pinus 1	4,86	0,44	311,4	82,2	15,5	3,3
Casca de pinus 2	4,94	1,06	267,3	90,5	12,7	2,7
Turfa 1	5,35	2,38	354,8	84,2	16,4	4,0
Turfa 2	5,67	1,03	183,3	83,8	21,8	3,9
Sub Viveiro	7,62	0,92	918,5	64,0	19,9	3,9
Biossólido	4,70	2,97	453,5	83,2	28,3	7,8

pH = determinado em água, diluição 1:5 (v/v); CE = condutividade elétrica obtida em solução 1:5 (v/v); DS = densidade seca; PT = porosidade total; AFD = água facilmente disponível; AT = água tamponante.

Conforme Barbosa e Lima (2010), a goiabeira é uma planta pouco exigente em fertilidade do solo, podendo se desenvolver em solos com pH de 4,5 a 8,0, com faixa ótima de desenvolvimento entre 5,0 e 6,5. A faixa de pH dos substratos em estudo variaram entre 4,70 a 7,62, dentro da faixa considerada adequada para a espécie. O pH do SVI, 7,62, foi o mais elevado, o que pode reduzir a disponibilidade de alguns micronutrientes, sugerindo maior atenção durante a produção de mudas em algum sintoma de deficiência.

Quanto ao teor de água facilmente disponível (AFD), observou-se amplitude de 12,7 a 32,4% (Tabela 3). O PC1 foi o substrato com maior AFD, seguida do BIO e TF2. Segundo De Boodt e Verdonck (1972), a faixa adequada é entre 20 a 30%, sendo assim, apenas três substratos BIO, TF2 e SVI apresentaram-se dentro dessa faixa.

A interpretação dos dados de porosidade total deve estar associada aos da proporção de poros ocupada por ar e por água, os quais são indicados, respectivamente, pelo espaço de aeração (EA) e a disponibilidade de água (AD) (Figura 1). Verifica-se que as diferenças entre os substratos estão associadas, principalmente, à variação no volume de sólidos.

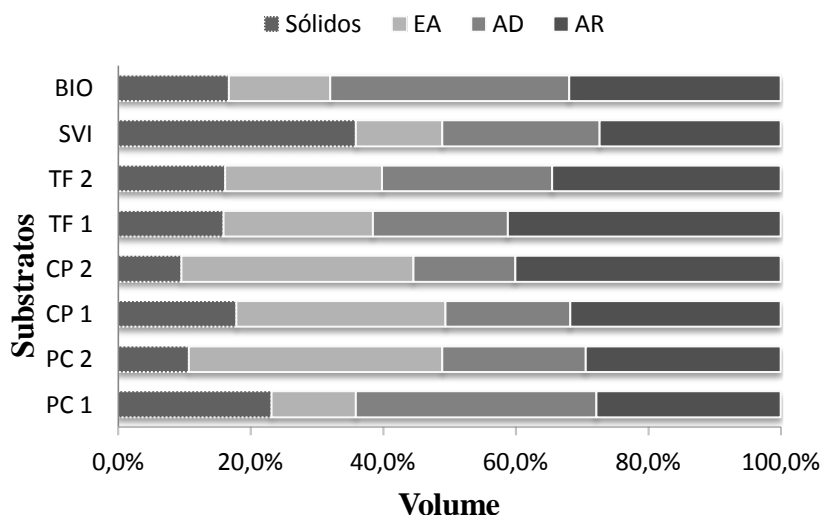


Figura 1. Caracterização dos substratos quanto à proporção de sólidos, espaço de aeração (EA), água disponível (AD) e água remanescente (AR) em percentual de volume

A média geral para a variável altura da parte aérea (H) das mudas de goiaba aos 120 dias após a repicagem foi 9,5 cm (Tabela 4). As mudas produzidas no substrato BIO apresentaram a maior média com 16,3 cm, (Tabela 4 e Figura 2). Na sequência, os substratos TF2 e SVI, respectivamente com 12,2 e 11,2 cm, foram iguais estatisticamente e superiores aos demais. Os substratos TF1 e CP2 apresentaram médias iguais, 8,9 cm, e foram superiores apenas aos substratos CP1 e PC1, que foram os de pior desempenho, com 5,5 e 5,4 cm respectivamente. O PC2 com 7,5 cm, não diferiu dos TF1, CP1, CP2 e PC1 (Tabela 4).

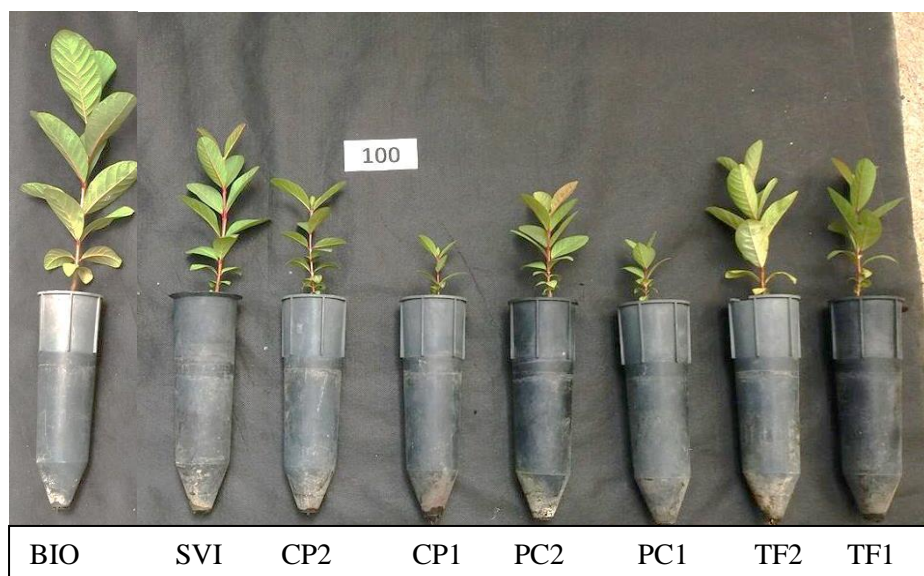


Figura 2. Desenvolvimento de mudas de goiaba aos 120 dias após a repicagem em tubetes produzidas nos diferentes substratos

Tabela 4 - Média da altura da parte aérea (H), do diâmetro do coleto (DC), da massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), de raiz (MSR), total (MST) e do índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de goiaba, aos 120 dias após a repicagem

Substrato	H	DC	H:DC	MSPA	MSR	MST	IQD
	cm	mm	-	g muda ⁻¹			
PC1	5,5d	0,81d	6,96a	0,15d	0,39bc	0,54c	0,08c
PC2	7,5cd	1,42c	5,38bcd	0,33d	0,49bc	0,81c	0,14bc
CP1	5,4d	0,94d	5,88ab	0,10d	0,21c	0,31c	0,05c
CP2	8,9c	1,60c	5,58bc	0,42d	0,58bc	1,01c	0,16bc
TF1	8,9c	2,18b	4,23de	0,44cd	0,70b	1,15c	0,25b
TF2	12,2b	3,17a	3,84e	1,12b	1,70a	2,82b	0,63a
SVI	11,2b	2,57b	4,36cde	0,89bc	1,44a	2,33b	0,47a
BIO	16,3a	3,29a	4,96bcde	2,33a	1,67a	4,00a	0,63a
Média	9,5	2,00	5,15	0,72	0,90	1,62	0,30
CV%	15,03	15,11	15,0	40,9	33,8	34,2	35,7

CV – Coeficiente de Variação; Médias seguidas pelas mesmas letras são consideradas estatisticamente iguais, através do teste de Tukey à 5% de probabilidade

O biossólido de lodo de esgoto pode alterar as propriedades físicas do solo, melhorando a densidade, a porosidade e a capacidade de retenção de água. Além disso,

melhora o nível de fertilidade, eleva o pH, diminui o teor de alumínio trocável, aumenta a capacidade de troca de cátions (CTC) e a capacidade de fornecer nutrientes para as plantas; e ainda por conter em sua constituição teores elevados de matéria orgânica e de outros nutrientes, promove o crescimento de organismos no solo, fundamentais para a ciclagem dos elementos (MALTA, 2001). Adicionalmente, vários autores têm atribuído o maior crescimento das mudas produzidas em substratos contendo bio-sólido, aos teores de nutrientes encontrados neste resíduo, principalmente N e P (CALDEIRA et al., 2012b; DELARMELINA et al., 2013). Caldeira et al. (2012b) estudando o bio-sólido na composição de substrato para mudas de *Tectona grandis* verificou que a presença de bio-sólido proporcionou efeito positivo em altura quando comparado somente a substrato a base de casca de pinus, vermiculita, húmus e terra vegetal. O mesmo autor afirma que os altos teores de nutrientes e de matéria orgânica (M.O.) na composição desse resíduo podem ter contribuído para esse melhor crescimento em altura.

Os substratos a base de PC não forneceram os nutrientes essenciais para o crescimento das mudas em H (Tabela 4 e Figura 2). As densidades do PC, 220,4 e 387,8 kg m⁻³, encontram-se fora do intervalo adequado sugerido por Valeri e Corradini (2000) e pode ter sido fator de influência para o menor crescimento das mudas. Conforme recomendam Carrijo, Liz e Makishima (2002) esse componente deve ser utilizado em combinação com outros, além disso, deve-se considerar a possibilidade da adição de fertilizantes para melhorar a nutrição das mudas.

Miranda (2017) avaliou em cinco diferentes proporções de bio-sólido mais pó de coco como componentes de substrato para produção de mudas de jacarandá-da-bahia, além do tratamento referência, substrato comercial a base de casca de pinus e vermiculita. Para os tubetes de 280 cm³ o melhor resultado foi obtido com o substrato composto apenas pelo bio-sólido. O substrato a base de pó de coco e o comercial a base de casca de pinus apresentaram baixa sobrevivência e crescimento inferior. Segundo o autor a baixa sobrevivência do substrato a base de casca de pinus pode ser explicado parcialmente pela menor quantidade de AD (AFD+AT) (15,4%) comparado aos demais componentes de substrato.

As menores médias em H do substrato CP1 pode ser explicada parcialmente pelos atributos físicos e químicos, como a pequena reserva de nutrientes e sais, evidenciada pela baixa condutividade elétrica (Tabela 3). Os substratos a base de PC também apresentaram baixas médias para os mesmos parâmetros.

Oliveira et al. (2008), testando a influência de diferentes composições de substrato (casca de arroz carbonizada, cama de amendoim processada, esterco bovino, areia, esterco de galinha, húmus de minhoca, terra de barranco, turfa, acícula de pinus e substrato comercial) para produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira pimenteira), *Cedrela fissilis* Vell (cedro rosa), *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden (eucalipto) e *Acacia holocercea* (acácia), constataram que houve uma variação de altura da parte aérea e diâmetro do coleto das mudas para as diferentes formulações de substrato testadas, de acordo com a espécie. Em geral, os substratos que apresentaram melhores resultados foram aqueles compostos à base de húmus de minhoca, casca de amendoim processada e turfas. No presente trabalho o TF1 foi inferior ao BIO, SVI e TF2, e o TF2 obteve resultado melhor devido a presença de fertilizantes na composição.

Zietemann e Roberto (2007) avaliaram diferentes substratos para a produção comercial de mudas de goiabeiras obtidas a partir de enraizamento de estacas herbáceas. Observou que o substrato à base de mistura de solo + areia + matéria orgânica (esterco de curral) (2:1:1) permitiu bom desenvolvimento das de goiaba. No presente trabalho as mudas produzidas no SVI (terra de subsolo + cama de frango) (2:1), rico em N e recebeu fertilização de base,

também tiveram bom desenvolvimento das mudas ficando atrás somente do BIO, apesar da alta densidade observada (Tabela 4).

Observando os atributos físicos dos três substratos que proporcionaram maior crescimento em H das mudas, BIO, SVI e TF2, os mesmos apresentaram maior teor de AFD e dentro da faixa considerada adequada por De Boodt e Verdonck (1972), destacando-se a importância do fornecimento de água para o maior desenvolvimento das mudas. O menor desenvolvimento do PC2, CP1 e CP2, pode ser explicado parcialmente pela menor quantidade de AD (AFD+AT) com 21,6, 18,8 e 15,4 respectivamente, comparados aos demais componentes de substrato (Figura 2). A PT do PC2 e CP2 está acima da faixa, (75-85%) por Valeri e Corradini (2000), sendo provável que a menor parte esteja ocupada por microporos, pois a quantidade de AD é menor e o EA é maior (38,3 e 35,0%), respectivamente, Dessa forma, o desenvolvimento dessas mudas nesses substratos deve ter sido afetada pela menor disponibilidade hídrica.

Segundo Moraes et al. (2013), o padrão de qualidade para expedição de mudas é de 25 a 30 cm em altura. Bastos e Ribeiro, (2001) no trabalho substituindo a utilização de sementes no processo de formação de mudas, pelos métodos de propagação vegetativa, as mudas de goiaba precisam alcançar uma altura de 40 cm a 50 cm, aproximadamente de 4 a 6 meses após a estadia, para serem levada ao campo. No presente estudo as mudas de goiaba produzidas nas diferentes composições não atingiram os valores de referência. Isso é explicado parcialmente pelas condições climáticas da época do ano em que o estudo foi conduzido, de maio a agosto, especialmente pela temperatura que foi de 21,0 °C em média nesse período (INMET, 2017). Outro fator é que os substratos não receberam fertilizações, exceto SVI, não atendendo a demanda nutricional da muda.

O DC apresentou média geral de 2,00 mm (Tabela 4), e as mudas dos substratos BIO e TF2 com 3,29 e 3,17 mm, respectivamente, foram superiores aos demais. Na sequência, os substratos SVI e TF1, respectivamente com 2,57, 2,18 mm foram iguais e superiores aos demais. Os substratos CP2 e PC2 apresentaram médias 1,60 e 1,42 mm, e foram superiores aos substratos CP1 e PC1, que foram os de pior desempenho, com 0,94 e 0,81 cm, respectivamente (Tabela 4).

Segundo Souza et al. (2006), o diâmetro do coleto e a altura da parte aérea são fundamentais para a avaliação do potencial de sobrevivência e crescimento no pós-plantio de mudas de espécies florestais. Segundo esses autores, dentro de uma mesma espécie, as plantas com maior diâmetro, apresentam maior sobrevivência, por apresentarem melhor capacidade de formação e de crescimento de novas raízes. Gonçalves et al. (2000) realizaram um estudo que consideram o valor entre 5 e 10 mm de DC adequado a mudas de espécies florestais como bom padrão de qualidade para serem levadas ao campo. Nesse estudo os valores de DC as mudas variaram de 0,81 a 3,29 mm, não se enquadrando dentro dessa referência. Esse resultado pode ser explicado parcialmente pelo fato das mudas não terem passado pelo processo de rusticificação, o qual tem por objetivo lignificar e aumentar a região do coleto das mudas, e assim prepará-las para serem expedidas para o plantio.

A relação entre a altura e o diâmetro do coleto H:DC apresentou média geral de 5,15. Os substratos apresentaram valores que variam de 6,96 a 3,84, sendo a maior média obtida pelo substrato PC1 e a menor com o substrato TF2. Esse índice reflete o equilíbrio da muda e orientação sobre estiolamento, o que no presente estudo, apesar das diferenças estatísticas, não ocorreu (Figura 4).

A MSPA média foi de 0,72 g muda⁻¹, as mudas do substrato BIO apresentaram o maior acúmulo com 2,33 g muda⁻¹, sendo superior a todos os demais. Na sequência o TF2 com 1,12 g muda⁻¹ não diferiu do SVI com 0,89 g muda⁻¹, e este não diferiu do TF1 com 0,44 g muda⁻¹. Os outros substratos foram iguais estatisticamente (Tabela 4). Gomes e Paiva (2006) consideram a MSPA como indicador de rusticidade de muda, sendo que os maiores

valores representam mudas mais lignificadas e rústicas. Pelo presente trabalho evidenciou-se que a utilização do bio sólido na composição do substrato auxiliou na rusticidade das mudas. Trazzi et al. (2014) trabalhando com mudas de *Tectona grandis* observou que as características dos tratamentos formados com bio sólido propiciaram melhoria nas propriedades físicas e químicas dos substratos e conseqüentemente maiores ganhos em MSPA. Delarmelina et al. (2014) trabalhando com *Sesbania virgata* observaram que os tratamentos com teores acima de 60% de bio sólido propiciaram maior acúmulo MSPA.

A MSR média foi de 0,90 g muda⁻¹, as mudas dos substratos TF2, BIO e SVI com 1,70, 1,67 e 1,44 g muda⁻¹, respectivamente. Na seqüência as mudas do substrato TF1 com 0,70 g muda⁻¹ foi superior aos demais, mas não diferiu dos substratos CP2, PC2 e PC1 com 0,58, 0,49, 0,39 g muda⁻¹, respectivamente. As mudas do substrato CP1 também não diferiu dos substratos CP2, PC2 e PC1, e obteve a pior média com 0,21 g muda⁻¹ (Tabela 4). Abreu et al. (2017) ao testar bio sólido de diferentes ETE's tendo como referência o substrato comercial (a base de casca de pinus e vermiculita) obtiveram menor vigor das raízes no substrato comercial, os autores associam isso provavelmente a falta de nutrientes. Os mesmos autores ainda afirmam que o uso de bio sólido como substrato pode ter reduzido a lixiviação de nutrientes e melhorou a capacidade de retenção de água, resultando em mudas mais vigorosas. Esses fatores podem explicar os valores de MSR no substrato BIO.

A MST média foi de 1,62 g muda⁻¹, as mudas do substrato BIO com 4,00 g muda⁻¹ foram superiores a os demais. Na seqüência não houve diferença entre as mudas dos substratos TF2 e SVI com 2,82 e 2,33 g muda⁻¹, respectivamente. Os substratos TF1, CP2, PC2, PC1 e CP1 foram iguais estatisticamente com 1,15, 1,01, 0,81, 0,54, 0,31 g muda⁻¹, respectivamente (Tabela 4). Franco et al. (2007), afirmam que a MST tem grande importância como indicativo da qualidade, pois reflete seu crescimento em função da quantidade de nutrientes absorvidos. Delarmelina et al. (2014) observaram que em maiores proporções de bio sólido houve maior ganho de MST de mudas de *S. virgata*, além disso, afirmam que o pó de coco é um resíduo que devem ser evitados, pois os valores mais baixos de MST das mudas foram encontrados com a utilização destes resíduos na formulação do substrato. Para os resultados obtidos, ocorreu a mesma tendência dos autores acima citados, o substrato BIO teve o maior acúmulo de MST, seguido do SVI e TF2, os outros substratos foram inferiores. Os substratos a base de CP e de PC foram inferiores.

Para IQD o valor médio foi de 0,30 (Tabela 4), as mudas do substrato BIO, TF2 e SVI foram superiores aos demais com 0,63, 0,63 e 0,47, respectivamente. Na seqüência TF1 com 0,25, e CP2 e FC2 com 0,16 e 0,14, respectivamente, não diferiram estatisticamente do substrato TF1. Os substratos FC1 e CP1 foram inferiores a todos com 0,08 e 0,05, respectivamente, porém não diferiram estatisticamente do CP2 e FC2 (Tabela 4). Ainda são escassas as informações sobre esse índice, principalmente no que diz respeito a valores específicos de IQD que as mudas de determinada espécie devem atingir para estarem aptas a serem expedidas do viveiro para o campo (CALDEIRA et al., 2008). Assim como na análise dos outros parâmetros morfológicos, observaram-se melhores valores de IQD nos substrato BIO seguido do SVI e do TF2. Os substratos a base de CP e de PC apresentaram os piores resultados.

5. CONCLUSÃO

Nas condições do presente estudo, considerando os parâmetros morfológicos mensurados, o substrato a base de bio sólido de lodo de esgoto (BIO) apresentou mudas com melhor desenvolvimento e qualidade. O substrato formulado pelo viveiro Guapuruvu (SVI) e

o substrato à base de turfa (TF2) tiverem desenvolvimento inferior ao BIO, mas superior aos demais, constituindo-se opções para produção de mudas de goiaba.

Os substratos a base de casca de pinus (CP) e de pó de coco (PC), além do TF1 (a base de turfa), não apresentaram os atributos físicos e químicos equilibrados e dentro das faixas consideradas adequadas, refletindo em mudas de menor desenvolvimento e qualidade. Para esses substratos recomenda-se a adição de fertilizantes além, de adicionar outros componentes que possam melhorar os atributos que estão fora da faixa adequada.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. H. M. **Biossólido na produção de mudas florestais da Mata Atlântica**. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2014.

ABREU, A. H. M. et al. Resíduos sólidos urbanos na produção de mudas de *Lafoensia pacari*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Vol. 21. n. 2. Campina Grande, 2017.

ABREU JUNIOR, C. H.; BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T.; KIEHL, J. C. 2005. **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.

ALMEIDA, L. S. **Avaliação morfológica de mudas de *Allophylus edulis* (A. St. Hill., A. Juss. e Cambess.) Radl. (Vacum) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira) produzidas em diferentes substratos**. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). **Anuário estatístico da ABRAF 2010**, ano base 2009/ABRAF. Brasília, 2010. 140 p.

BARBOSA, F. R.; LIMA, M. F. **A cultura da goiaba**. Coleção Plantar, 66, 2ª ed. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2010. 180p.

BASTOS, C. D.; RIBEIRO M. J. **Produção de mudas de goiabeira**. Comunicado Técnico 148. Embrapa, Petrolina, PE, 2001.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. **Lodo de Esgoto, impactos ambientais na agricultura**. 1ªed. Jaguariúna SP: EMBRAPA Meio Ambiente, 2006. 349p.

BRASIL. Decreto n.4954 de janeiro de 2004. **Dispõe sobre a inserção e fiscalização da produção e do crescimento de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1, p.2, 14 de janeiro de 2004.

CADAHIA, C. **Fertirrigation-Cultivos hortícolas y ornamentais**. Ediciones Mundi-Prensa. Madri, 1998.475p.; **Substratos para el cultivo sin suelo y fertirrigacion**, Cap.8; p.287-342, 1998.

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

CALDEIRA, M. V. W., ROSA, G. N., FENILLI, T. A. B., HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, Piracicaba, v. 9, n. 1, p. 27-33, 2008.

CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e Controle de Qualidade de Mudas Florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995.

CARRIJO, O.A.; LIZ, R.S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca de coco como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 533-540, 2002.

CHOUDHURY, M.M.; ARAÚJO, J.L.P.; GONZAGA, NETO L.; RESENDE, J.M.; COSTA, T.S.; SCAGGIANTE, G. Goiaba: Pós-colheita. **Embrapa Semi-Árido**, (Petrolina - PE): Brasília, 45p, 2001.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Define os critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados e dá outras providências: Resolução No. 375, de 29 de agosto de 2006. Brasília: **Ministério do Meio Ambiente**, 2006.

COSTA, A.F.S.A.; PACOVA, B.E.V. Botânica e Variedades. In: **Tecnologias para produção de Goiaba**. Vitória: ES. 341p. 2003.

CRUZ, C. A. F. Efeito da Adubação Nitrogenada na Produção de Mudas de Sete-Cascas [*Samanea inopinata* (Harms) Ducke]. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, 2006.

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

DELARMELINA, W. M. et al; Diferentes Substratos para a Produção de Mudas de *Sesbania virgata*. **Floresta e ambiente**. p.224-233, 2014.

DELARMELINA, W. M. et al. Uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Agroambiente on-line**, Dourados, v.7, n.2, p.184 – 192, 2013.

FRANCO, C.F.; PRADO, R. de M.; BRACHIROLI, L.F.; ROZANE, D.E. Curva de crescimento e marcha de absorção de macronutrientes em mudas de goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 6, p. 1429-1437, 2007.

FOELKEL, E.; FOELKEL, C. **Produção e uso do composto de casca de pínus**. *Pinus Letter*, Porto Alegre, n. 11, 2008.

FONSECA, Fábio de Alcântara. **Produção de mudas de *Acacia mangium* Wild. e *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula em diferentes recipientes, utilizando compostos de**

resíduos urbanos, para a recuperação de áreas degradadas. Seropédica: UFRRJ. 61p. (Dissertação, Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) 2005.

FONSECA, E. P. **Padrão de Qualidade de Mudanças de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cedrela fissilis* Vell. e *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. Produzidas sob Diferentes Períodos de Sombreamento.** Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, Tese (Doutorado), p 113, 2000.

GAULAND, D.C.S.P. **Relações hídricas em substratos à base de turfa sob uso dos condicionadores casca de arroz carbonizada ou queimada.** Dissertação (de Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1997.

GARCIA, G.O; GONÇALVES I.Z; MADALÃO J.C; NAZÁRIO, A.A; REIS, E.F. **Crescimento de mudas de eucalipto submetidas à aplicação de biossólidos.** Revista Ciência Agrônômica, v.41, n.1, p.87-94, Fortaleza. CE, 2010.

GOBATTO, G. **O biossólido como insumo agrícola: subsídios para formação de preço- o estudo de caso da ETE Franca.** 100p. Dissertação (Mestrado em Gestão Empresarial)- Centro Universitário de Franca- Administração, Franca, SP. 2003.

GOMES, J. M. **Parâmetros Morfológicos na Avaliação da Qualidade de Mudanças de *Eucalyptus grandis*, Produzidas em Diferentes Tamanhos de Tubete e de Dosagens de N-P-K.** Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITES, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudanças de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, 26(6): 655-664, 2002.

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

GOMES J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros Florestais.** Viçosa: UFV, 3. ed. p 116 , 2004.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudanças de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETI, V. **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF, 2000. p. 309-350.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. **Substratos para Produção de Mudanças Florestais.** In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13. Águas de Lindóia, Resumos. Piracicaba, Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, 1996.

GONZAGA NETO, L. **Goiaba: produção – aspectos técnicos.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2001. P.72.

GONZAGA NETO, L.; SOARES, J. M. **Goiaba para exportação: aspectos técnicos da produção.** Brasília: **Embrapa – SPI**, p. 49 (Séries Publicações FRUPEX,5), 1994.

GUERRINI, I.A.; VILLAS BÔAS, R.L.; BENEDETTI, V.; COMÉRIO, J.; MORO, L.; **Application of Wood ash and pulp and paper sludge to *Eucalyptus grandis* in three**

Brazilian soils. In: Principles and practice of residuals use. Seattle: College of Forest Resources, University of Washington, 2000. p.127- 131.

INMET- Instituto Nacional de meteorologia 2010. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br> >. Acesso em: 01 de novembro de 2017.

JUNGK, A. Eigenschaften des Torfs und Anderer substrate in ihre Bedeutung fur die Ernährung der Pflanze. Telma, Hannover, v.5, p. 167-187, 1975.

KÄMPF, A.N. Evolução e perspectivas do crescimento do uso de substratos no Brasil. In: **ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS**, 4, 2004, UFV. Anais... Viçosa: ed. UFV, 2004. p. 106-128.

KÄMPF, A. N. Substratos. In: **Simpósio brasileiro de floricultura e plantas ornamentais**, 1, 1992. Maringá: Anais... 1992. p.36-52.

LACERDA, M. R. B. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). **Revista Árvore**, Viçosa- MG, v.30, n.2, p.163-170, 2006.

LAPERUTA NETO, J. **Estudo do uso de lodo de estações de tratamento de água e de esgoto urbano nas propriedades químicas do solo.** 2006. 96p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp - Campus de Botucatu, SP.

LOPES, J. L. W.; BOARO, C. S. F.; PERES, M. R.; GUIMARÃES, V. F. Crescimento de mudas de alface em diferentes substratos. **Revista Biotemas**. p.19-25, 2007.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil.** Vol.1. 7.Ed. Nova Odessa. São Paulo: Instituto Plantarum, 307 p. 2016.

MAEDA, S.; DEDECEK, R.A; AGOSTINI, R.B; ANDRADE, C.G; SILVA H.D. Caracterização de substratos para produção de mudas de espécies florestais elaborados a partir de resíduos orgânicos. **Pesquisa Floresta Brasileira**. Colombo, n.54, p.97-104, jan./jun. 2007.

MALTA, T. S. **Aplicação de lodos de estações de tratamento de esgotos na agricultura: estudo do caso do município de Rio das Ostras - RJ.** 2001. 68 p. Dissertação (Mestrado) - Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2001.

MANICA, I.; ICUMA I.M.; JUNQUEIRA N.T.V.; SALVADOR J.O.; MOREIRA A.; MALAVOLTA, E. **Goiaba do plantio ao consumidor: tecnologia de produção, pós-colheita, comercialização.** Porto Alegre: Cinco Continentes. 124p. 2001.

MATOS, C.C.L.; SILVA, M.A.R.; OLIVEIRA,M.N.; CAMBAT, I.B.; Boletim agrometeorológico. **Floresta e Ambiente**, v.5, n.1, p. 208-215, 1998.

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

MORAES, L.F.D. et al. **Manual técnico para a restauração de áreas degradadas no Estado do Rio de Janeiro**. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p 84, 2013.

MORAES NETO, S. P.; ABREU JUNIOR, C. H.; MURAOKA, T.; **Uso de Biossólidos em Plantios Florestais**. Planaltina-DF. Embrapa Cerrados. 1ª ed. 26p, 2007.

MORAES NETO, S. P. et al. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas com combinações de adubos de liberação controlada e prontamente solúveis. **Revista Árvore**, v.27, n.6, p.779-789, 2003.

MORGADO, I. F.; CARNEIRO, J. G. A.; LELES, P. S. S.; BARROSO, D. G. Nova metodologia de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden utilizando resíduos prensados como substrato. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.24, n.1, p.27-35, 2000.

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

NOGUERA, P. A. et al. Coconut coir waste, a new viable ecologically – Friendly peat substitute. **Acta Horticultural**, v. 517, p, 279-286, 2000.

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

PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação de qualidade de mudas florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1981.

POGGIANI, F. **Aplicação de biossólido em plantações florestais**. (ESALQ/USP), Projetos de Pesquisa, 1998.

ROSA, M. F., BEZERRA, F. C., CORREIA, D., SANTOS, F. J. S., ABREU, F. A. P., FURTADO, A. A. L., BRÍGIDO, A. K. L., NORÕES, E. R. V. **Utilização da casca de coco como substrato agrícola**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPAT), 24p. (Documentos, 52, 2002.

ROSA, M.F. et al. **Caracterização do pó de casca de coco verde usado como substrato agrícola**. Comunicado técnico. Embrapa Agroindústria Tropical. N°54, p1-6, 2001.

SABONARO, D.Z. **Utilização de composto de lixo urbano na produção de mudas de espécies arbóreas nativas com dois níveis de irrigação**. 2006. 95f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

SANTOS, E. R. **Caracterização química, microbiológica e toxicidade do lodo de esgoto da estação Mangueira**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais) Universidade Católica de Pernambuco, Pernambuco, Recife. 68p, 2009.

SCHMILEWSKI, G. K. **Aspects of the raw material peat** – resources and availability. Acta Horticulturae, Wageningen, n. 150, p. 601-610, 1984.

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D. de.; KÄMPF, A.N. **Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes.** Ciência Rural, V.32, n.6, p. 937-944, 2002.

SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J. S. Desenvolvimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. **Ciência Florestal**, [S.l.], v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.

SOUZA, M.G.; FREITAS, V.M.; MATOS, J.K.A.; SILVA, J.G.P.; RESENDE, F.O.; TEXEIRA, R.R.; CARNEIRO, R.M.D.G. **Reaction of Psidium spp. to Meloidogyne enterolobii and their grafting compatibility with P. 48 guajava cv Paluma.** Resumos do II International Congress of Tropical Nematology, Maceió, 2009.

STURION, J. A.; GRAÇÃ, L. R.; ANTUNES, J. B. M. Produção de Mudas de Espécies de Rápido Crescimento por Pequenos Produtores. Colombo: **EMBRAPA Florestas**. Circular Técnica, 37. p 20, 2000.

TETTO, A. F. **Produtos Florestais.** In: PARANÁ, Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (Org.). Análise da conjuntura agropecuária safra 2008/09. Curitiba, 2008, v. 1, 15 p.

TRAZZI, P. A. et al. Produção de mudas de Tectona grandis em substratos formulados com bio-sólido. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 2, p. 293-302, 2014.

VALERI, S.V.; CORRADINI, L. Fertilização em viveiro para produção de mudas de Eucalyptus e pinus. In: Gonçalves, J.L.M.; Benedetti, V. **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF, 2000. p.168-190.

VALLONE, H.S. **Recipientes e substratos na produção de mudas e no desenvolvimento inicial de cafeeiros (Coffea arabica L).** 2006. 89 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

WENDLING, I.; PAIVA, H.N.; GONÇALVES, W. **Técnicas de Produção de Mudas de Plantas Ornamentais.** Aprenda Fácil. Viçosa, MG. V 3. 203p. 2005.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. **Produção de mudas de espécies lenhosas.** Embrapa Florestas. Colombo, 2006.

ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S.R. **Produção de mudas de goiabeira (Psidium guajava L.) em diferentes substratos.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.29, n.1, 2007.