



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

CRISLLARA LILLIANN FERREIRA DE OLIVEIRA

**SUBSTRATOS E MANEJO DE RECIPIENTES PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
Handroanthus impetiginosus (Mart. Ex Dc.) Mattos PARA ARBORIZAÇÃO URBANA**

Prof. Dr. JOSÉ CARLOS ARTHUR JUNIOR
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
JUNHO – 2019



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

CRISLLARA LILLIANN FERREIRA DE OLIVEIRA

**SUBSTRATOS E MANEJO DE RECIPIENTES PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
Handroanthus impetiginosus (Mart. Ex Dc.) Mattos PARA ARBORIZAÇÃO URBANA**

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. Dr. JOSÉ CARLOS ARTHUR JUNIOR
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
JUNHO – 2019

SUBSTRATOS E MANEJO DE RECIPIENTES PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
Handroanthus impetiginosus (Mart. Ex Dc.) Mattos **PARA ARBORIZAÇÃO URBANA**

CRISLLARA LILLIANN FERREIRA DE OLIVEIRA

Aprovada em:

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Carlos Arthur Junior – UFRRJ
Orientador

Engenheiro Florestal, Dr. Alan Henrique Marques de Abreu – CEDAE
Membro

Engenheiro Florestal, MSc. Oclizio Medeiros das Chagas Silva – PPGCAF/UFRRJ
Membro

DEDICATÓRIA

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu,
mas pensar o que ainda ninguém pensou sobre aquilo
que todo mundo vê.”

(Arthur Schopenhauer).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida e por todas as oportunidades que ele tem me proporcionado.

À minha mãe Elângena Aparecida Ferreira, que sempre foi meu escudo, onde despejei meus medos e desesperanças e que, com seu amor, sempre me ergueu e reestruturou meus sentimentos, a minha irmã Crislainne Oliveira, por ser a pessoa que sempre me atende chorando e me faz desligar sorrindo, pois sempre se manteve positiva e depositando toda sua confiança em mim e a minha vózinha Gilda, por todo carinho e apoio dado desde que nasci. Elas são a minha família e as pessoas que mais acreditaram em mim, o que sempre foi essencial para minha perseverança!

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por ter me dado oportunidade de aprender, de conhecer pessoas maravilhosas e ter me proporcionado uma fase de crescimento tanto pessoal quanto profissional.

À CEDAE pela disponibilização de material para execução do experimento.

Ao meu professor orientador, José Carlos Arthur Junior, pela orientação no TCC, pela orientação na monitoria, pela paciência, pela amizade, e por ser um verdadeiro exemplo profissional e pessoal.

Aos membros da banca, Eng. Oclizio Silva e Eng. Alan Abreu por aceitarem o convite para participarem da minha banca examinadora e pelas sugestões, correções e colaborações que muito enriqueceram este trabalho.

Aos funcionários do Viveiro Florestal Luiz Fernando Oliveira Capellão da UFRRJ, em especial o Sebastião (Tião) por toda ajuda que me deram e pelo cuidado e carinho que tiveram com as mudas do experimento.

Ao Herbário RBR, pelo estágio que me proporcionou um grande aprendizado e me despertou a motivação inicial para me dedicar à graduação. Em especial ao prof. Marcelo Souza pela oportunidade e acolhimento.

A minha “trilha”, Mariana (Mari), Karine (Minni) e Savana (Sava), amigas que adquiri aqui e que sem dúvidas vou levar para vida toda. Sempre estiverem ao meu lado, me aconselhando, me apoiando e bebendo comigo e foram a minha família nestes últimos anos.

A minha colega de quarto e mais nova irmã, Tâmara “tami” “filha” “falsiane” que conviveu comigo nos últimos 3 anos, sempre escutando todas as minhas reclamações, me apoiando e também ficando feliz com minhas conquistas, o que teve importância fundamental para minha permanência no alojamento e para minha felicidade em estar aqui.

A todas as minhas amigas de Minas. Em especial a Letícia, por todo apoio, amizade e carinho e por ela fazer da distância algo insignificante perto da nossa amizade.

Aos membros do CAEF 2018-1, que contribuíram para o meu desenvolvimento em relação ao trabalho em equipe (Celi, Carlos, Mayara, Aninha, Geórgia e Junilha).

Agradeço a todas as pessoas que passaram pela minha vida nestes últimos quase 6 anos, aos amigos que fiz nesta casa, aos professores pelo ensinamento, aos amigos do alojamento, e a toda família ruralina.

Amo todos vocês!

RESUMO

A produção de mudas de qualidade, em quantidade adequada e com custos compatíveis, consiste em uma das etapas mais importantes para garantir o sucesso dos projetos de arborização urbana. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os substratos e o manejo de recipiente de modo a reduzir o tempo na produção de mudas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (ipê-roxo) para fins de arborização urbana. Para tanto, utilizou-se dois substratos, sendo um deles o bio sólido. O manejo de recipientes foi realizado de duas formas, sendo o primeiro iniciado em tubete de 280 cm³ (TP), e após 120 dias, as mudas foram transferidas para o pote de 3,0 L. O segundo manejo foi iniciado no pote de 3,0 L (P), onde as mudas permaneceram por 240 dias. O experimento foi constituído por um fatorial 2 x 2, totalizando 4 tratamentos, tendo 5 repetições de 4 mudas. Dados de altura e diâmetro de coleto foram coletados mensalmente para a avaliação do experimento. Foi calculado o crescimento relativo em percentagem das variáveis H e DC entre 90 e 240 dias após a repicagem. Os resíduos foram submetidos ao teste de normalidade e de homogeneidade de variâncias, onde constou significância. O manejo BIO (bio sólido) + P (pote de 3,0L), aos 240 dias proporcionou 86,5 e 75,7% maior crescimento em altura e diâmetro do coleto na produção de mudas de ipê-roxo destinadas à arborização urbana. Recomenda-se então a adoção deste manejo.

Palavras chave: Bio sólido, tubete, ipê-roxo.

ABSTRACT

The production of quality seedlings, in an adequate quantity and with compatible costs, is one of the most important steps to ensure the success of urban afforestation projects. Therefore, the objective of this work was to evaluate the substrates and the container handling in order to reduce the time in the production of *Handroanthus impetiginosus* (Mart. Ex DC.) Mattos seedlings (ipê-purple) for urban afforestation purposes. For this, two substrates were used, one of them being biosolid. Container management was performed in two ways, the first one started in a 280 cm³ (TP) tube and after 120 days, the seedlings were transferred to the 3.0 L pot. The second management was started in the pot of 3,0 L (P), where the seedlings remained for 240 days. The experiment consisted of a factorial 2 x 2, totaling 4 treatments, having 5 replicates of 4 seedlings. Data of height and collection diameter were collected monthly for the evaluation of the experiment. The relative growth in percentages of the H and DC variables between 90 and 240 days after the recording was calculated. The residues were submitted to the normality test and homogeneity of variances, where it was considered significant. The BIO (biosolid) + P (3.0L pot), at 240 days yielded 86.5 and 75.7% higher growth in height and diameter of the collection in the production of ipê-purple seedlings destined to urban afforestation. It is recommended to adopt this management.

Keywords: Biosolids, tube, ipê-roxo.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Mudanças destinadas à arborização urbana.....	2
2.2 Substratos.....	3
2.2.1 Biossólido.....	4
2.3 Recipiente.....	4
2.4. <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Ipê-roxo).....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
5. CONCLUSÃO.....	22
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Análise química de macro e micronutrientes do substrato formulado (SF) e do bio sólido (BIO) utilizados para a produção de mudas de *Handroanthus impetiginosus*..... 8
- Tabela 2 - Tabela 2 - Média da altura da parte aérea (H) e do diâmetro do coleto (DC) de mudas de *Handroanthus impetiginosus* em função do manejo de recipientes (P – pote; TP - tubete + pote) e das duas composições de substratos (SF - substrato formulado; BIO - bio sólido) aos 120 e 240 dias após a repicagem..... 10

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mudanças de <i>Handroanthus impetiginosus</i> alocadas em potes de 3,0 litros em fileira dupla de forma linear aos 120 dias após a repicagem.....	9
Figura 2 - Mudanças de <i>Handroanthus impetiginosus</i> de todos os tratamentos alocadas e dispostas alternadamente em fileira dupla de forma linear aos 120 dias.....	9
Figura 3 - Crescimento relativo em altura de mudas de <i>Handroanthus impetiginosus</i> dos 90 aos 240 dias após repicagem, considerando o manejo TP como referência, nos substratos BIO (biossólido) e SF (substrato formulado).....	13
Figura 4 - Crescimento relativo em altura de mudas de <i>Handroanthus impetiginosus</i> dos 90 aos 240 dias após repicagem, considerando o substrato SF (substrato formulado) como referência no manejo P (pote) e TP (tubete + pote).....	14
Figura 5 - Crescimento médio em altura dos 90 aos 240 dias após a repicagem de mudas de <i>Handroanthus impetiginosus</i> sob dois manejos de recipientes (P – pote; TP - tubete + pote) e duas composições de substratos (SF - substrato formulado; BIO - biossólido). ** Equação significativa a 1% de significância.....	15
Figura 6 - Mudanças de <i>Handroanthus impetiginosus</i> aos 240 dias após a repicagem, sob dois manejos de recipientes (P – pote; TP - tubete + pote) cultivadas no substrato SF (substrato formulado).....	16
Figura 7 - Mudanças de <i>Handroanthus impetiginosus</i> aos 240 dias após a repicagem de sob dois manejos de recipientes (P – pote; TP - tubete + pote) cultivadas no substrato BIO (biossólido).....	16
Figura 8 - Mudanças de <i>Handroanthus impetiginosus</i> aos 240 dias após a repicagem de sob manejo de recipiente TP (tubete + pote) cultivadas nos substratos BIO (biossólido) e SF (substrato formulado).....	17
Figura 9 - Mudanças de <i>Handroanthus impetiginosus</i> aos 240 dias após a repicagem, sob manejo de recipiente P (pote) cultivadas nos substratos BIO (biossólido) e SF (substrato formulado).....	17
Figura 10 - Crescimento relativo em diâmetro do coleto de mudas de <i>Handroanthus impetiginosus</i> dos 90 aos 240 dias após repicagem, considerando o manejo TP como referência nos substratos BIO (biossólido) e SF (substrato formulado).....	19
Figura 11 - Crescimento relativo em diâmetro do coleto de mudas de <i>Handroanthus impetiginosus</i> dos 90 aos 240 dias após repicagem, considerando o substrato SF (substrato formulado) como referência no manejo P (pote) e TP (tubete + pote).....	20

Figura 12 - Crescimento médio em diâmetro do coleto (DC) dos 90 aos 240 dias após a repicagem de mudas de *Handroanthus impetiginosus* sob dois manejos de recipientes (P – pote; TP - tubete + pote) e duas composições de substratos (SF - substrato formulado; BIO - biossólido). **Equação significativa à 1% de significância..... 21

1. INTRODUÇÃO

A maioria da população mundial está concentrada em centros urbanos com tendência de crescimento. No Brasil isso também está ocorrendo, a população brasileira em 1960 era de aproximadamente 71 milhões de habitantes e tinha uma proporção de 45% concentrada nos centros urbanos, o que passou a 84,4% no último censo realizado no ano 2010 (população de aproximadamente 191 milhões) (IBGE, 2010), seguindo a mesma tendência mundial.

Uma das consequências dessa migração tem sido a preocupação com relação à qualidade ambiental desses centros urbanos. Nesse contexto, as árvores são elementos fundamentais nas cidades, porque elas representam uma forma de minimizar alguns impactos, além de oferecer diversos benefícios ambientais, estéticos, paisagísticos, recreativos, sociais e econômicos (MELO; LIRA FILHO; RODOLFO JÚNIOR, 2007).

Para atender a demanda dos centros urbanos por árvores é preciso produzir mudas com certas características, como por exemplo, altura da parte aérea de no mínimo de 2,5 metros (CEMIG, 2011). Para atingir esse crescimento as mudas necessitam de uma permanência no viveiro por um longo período, normalmente 2 anos, o que acarreta em maiores custos (BIONDI; ALTHAUS, 2005, OLIVEIRA et al., 2013).

Na produção de mudas para arborização, depois que as mudas esgotam o crescimento nos recipientes menores, elas devem ser transplantadas para recipientes maiores ou para o viveiro de espera (PAIVA; GONÇALVES, 2001). Essas trocas de recipientes acarretam em maior demanda por espaço e por substrato, tendo em vista que para alcançar a altura requerida para arborização as mudas devem ser produzidas em recipientes com capacidade volumétrica superior a 15 litros, a fim de proporcionar condições para que o crescimento do sistema radicular seja compatível com o da parte aérea.

Assim, o volume de substrato é relativamente alto, quando comparado com mudas produzidas para outras finalidades (RIBEIRO et al., 2018). Logo, o uso de resíduos urbanos na composição de substratos para a produção de mudas destinadas a arborização urbana, apresenta grande potencial, visto que, além da garantia de fornecimento da matéria prima em quantidade, contribui também para a disposição mais sustentável destes resíduos.

Nessa fase, as mudas deverão ser conduzidas corretamente, aplicando-se tratamentos culturais específicos, como o tutoramento e as podas de condução e formação (PAIVA; GONÇALVES, 2001). Sendo assim, é de fundamental importância a definição de protocolos e estratégias que favoreçam a produção de mudas com qualidade, em menor espaço de tempo (JESES, 1997; STURION; ANTUNES, 2000) e custos.

A demanda por substratos é crescente, visto a sua utilização em diversas áreas agrícolas, como na horticultura, na floricultura, na fruticultura e também na florestal. As pesquisas referentes a substratos vêm auxiliando na avaliação de novas alternativas para a formulação e utilização, diminuindo o custo de produção e aumentando a qualidade das mudas que serão levadas para plantio no campo (CALDEIRA et al., 2014). Entre essas alternativas está o bioestabilizado, resíduo sólido tratado, estabilizado e higienizado do tratamento de esgoto, que encerra em sua composição elevados teores de nutrientes e matéria orgânica que poderiam ser reaproveitados, aumentando a produtividade das culturas e diminuindo a dependência de fertilizantes químicos (CHIBA et al., 2008; LOBO et al., 2015; LOZADA et al., 2015).

No Brasil, apesar do imenso potencial para aproveitamento agrícola, a principal forma de destinação final do lodo de esgoto ainda têm sido os aterros sanitários. Por mais que em termos ambientais seja seguro a disposição do lodo de esgoto nestes aterros, o mesmo acaba imobilizando grandes quantidades de nutrientes e matéria orgânica, que poderiam estar sendo reciclados (ABREU, 2017).

Além do substrato, outro elemento essencial para o sucesso da produção de mudas são os recipientes, que segundo Carneiro (1995), devem propiciar suporte, aeração e água para as mudas, protegendo as raízes de danos mecânicos e da desidratação.

A escolha do melhor recipiente a ser utilizado, é feito com base na quantidade de mudas a serem produzidas e o tempo que elas permanecerão no viveiro (SILVA, 2007). Além disso, deve ser considerado também, as condições da área onde o plantio será realizado e o custo de transporte das mudas até o local e a mão-de-obra envolvida na atividade de plantio (ABREU et al., 2015). Na produção de mudas para arborização a escolha e a forma de manejo de recipientes pode acelerar o processo de produção, aumentando a produtividade dos viveiros.

Dentre as espécies nativas utilizadas em projetos de arborização de ruas e paisagismos, encontra-se o *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos, popularmente conhecido como ipê-roxo, por apresentar uma beleza exuberante, com floração entre os meses de junho a agosto; folhas caducifólias que caem durante o outono/inverno favorecendo a iluminação e a insolação nos meses mais frios do ano; sistema radicular pivocentral, favorece o plantio sem danos as calçadas; crescimento monopodial (LOZENZI, 2008; CUNHA, 2005).

Diante da contextualização, o objetivo do presente estudo foi avaliar dois substratos, dentre eles o biossólido, e dois manejos de recipientes na produção de mudas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos destinadas à arborização urbana.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Mudas destinadas à arborização urbana

A arborização urbana é composta por árvores e arbustos dispostos em grupos ou isolados, plantados ou por regeneração natural (Camaño, 2016), distribuídos nos diferentes ambientes públicos e privados que compõem a cidade, tal como praças, parques e jardins, residências e indústrias, além de ruas e canteiros (ALVAREZ et al., 2010).

A arborização urbana diminui os efeitos causados pelo intenso êxodo rural (Rezende, 1997), por meio da melhoria microclimática, da redução da poluição sonora e visual, da atuação como filtros de partículas que poluem o ar, da proteção do solo e da sobrevivência da avifauna (BLUM et al., 2008; MARTINI; BIONDI, 2015; MARTINI et al., 2017). A amenização dos aspectos ambientais adversos, propicia uma melhoria na qualidade de vida, além de um ambiente visualmente agradável para a população (PIVETTA; SILVA FILHO, 2002).

O planejamento prévio para realização dos projetos de arborização de vias públicas, como a realização dos tratamentos culturais das mudas no viveiro, reduz a possibilidade de ocorrência de problemas futuros, como a baixa percentagem de sobrevivência das mudas, após o plantio nas ruas, devido ao tamanho pequeno e facilidade de depredação por vandalismo (BIONDI; ALTHAUS, 2005). Para evitar a ocorrência dessa problemática, as mudas no viveiro devem receber os tratamentos silviculturais relacionados com a técnica de produção na qual se procura formar mudas com padrões ideais para arborização (BIONDI, 1987).

A produção de mudas de qualidade, em quantidade adequada e com custos reduzidos, consiste em uma das etapas mais importantes para garantir o sucesso dos projetos de arborização (MILANO; DALCIN, 2000; PAIVA; GONÇALVES, 2013). Em função da necessidade de mudas com qualidade diferenciada, alguns parâmetros morfológicos são importantes como altura mínima de 2,50 m, tronco retilíneo e perpendicular ao nível do solo, galhos bem distribuídos e com boa inserção no tronco, recipiente de tamanho adequado

(CEMIG, 2011). Além disso, a altura da primeira bifurcação não deve ser inferior a 1,80 m, o diâmetro mínimo à altura do peito (DAP) deve ser superior ou igual a 3 cm, apresentar rusticidade, ausência de raízes expostas na parte superior do recipiente, ausência de danos mecânicos, isento de plantas daninhas e bom aspecto fitossanitário e nutricional (GONÇALVES et al., 2004; BIONDI; ALTHAUS, 2005).

Para alcançar tais características requeridas, as mudas irão necessitar de maior volume de substrato e de recipientes maiores, assim como permanecer por um período mais longo no viveiro em relação a mudas que não tenham essa finalidade, o que acarreta em maiores custos para produção (RIBEIRO, 2018).

Além da necessidade de maior volume, o tipo e a qualidade do substrato utilizado também estão relacionados à boa formação de mudas, apresentando essencial importância no crescimento e no desenvolvimento das plantas (CALDEIRA et al., 2008). Sendo assim, é de fundamental importância a definição de protocolos e estratégias que favoreçam a produção de mudas com qualidade, em menor espaço de tempo (JESUS, 1997; STURION; ANTUNES, 2000).

2.2. Substratos

O substrato tem como função principal garantir suporte estrutural das mudas e fornecer condições adequadas para o desenvolvimento e funcionamento do sistema radicular, tanto quanto fornecer nutrientes necessários ao desenvolvimento da planta (HARTMANN et al., 2011). Para isso deve ser poroso, a fim de permitir trocas gasosas eficientes, favorecendo a respiração das raízes e a atividade dos microrganismos do meio (Kämpf, 2005), ter baixa densidade, apresentar adequada capacidade de retenção de água e capacidade de troca catiônica (CTC), ser isento de pragas, de patógenos e de sementes de plantas daninhas (GONÇALVES, 1995).

O substrato deve fornecer às mudas todas as condições químicas, físicas e biológicas, para um crescimento saudável, oferecendo assim condições de transformar seu potencial genético em produtividade (KÄMPF et al., 2000). As propriedades físicas do substrato são consideradas mais importantes, quando comparadas às propriedades químicas, tendo em vista que as mesmas não podem ser facilmente modificadas (GOMES; PAIVA, 2004; CARNEIRO, 1995).

Entre as características físicas do substrato mais importantes estão a textura, estrutura, porosidade, densidade aparente e compactação (Higashi; Silveira, 2004) e como propriedades químicas, o potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica, nutrientes minerais e matéria orgânica (KÄMPF, 2005). O substrato deve disponibilizar também nutrientes para as mudas quando necessário, pois o estado nutricional da planta é refletido pela concentração de nutrientes, estando diretamente ligada à fertilidade do substrato. A situação desejável é o equilíbrio nutricional, embora haja dificuldade de conciliação entre condições ideais de nutrição com viabilidade econômica (CAMPINHOS JÚNIOR; IKEMORI, 1983; GONÇALVES, 1995).

Para produzir mudas de arborização urbana, normalmente utiliza-se terra de subsolo para proporcionar consistência e estrutura e material orgânico para oferecer nutrientes e porosidade ao substrato (PAIVA e GONÇALVES, 2013). Atualmente, há diversos tipos de substratos que vêm sendo testados para serem utilizados no processo de produção de mudas de espécies florestais. Dentre eles se destaca o biossólido (FAUSTINO et al., 2005; TRIGUEIRO e GUERRINI, 2003). O biossólido também apresenta grande potencial quando utilizado como componente de substrato para produção de mudas para arborização urbana, contudo os estudos são escassos (RIBEIRO et al., 2018).

2.2.1. Biossólido

O crescimento da população nos centros urbanos gera cada vez mais resíduos, destacando-se o resultante do tratamento de esgoto, conhecido como lodo de esgoto (NASCIMENTO et al., 2004). A disposição final do lodo é uma etapa problemática no processo operacional de uma estação de tratamento de esgoto, pois apresenta elevado custo (BETTIOL; CAMARGO, 2000).

O lodo de esgoto após passar por transformações microbianas e devida higienização e estabilização nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), pode passar a ser designado como biossólido (CHRISTODOULOU; STAMATELATOU, 2016). As características podem variar em função da origem, tratamento e caráter sazonal, sendo que o biossólido é composto em média por nitrogênio (4%) e fósforo (2%), matéria orgânica (40%), demais macro e micronutrientes e alguns elementos tóxicos (BETTIOL; CAMARGO, 2006). O potássio é disponível na forma prontamente assimilável pelas plantas, entretanto, aparece em pequenas quantidades (NOBREGA et al., 2007).

O uso do biossólido como fertilizante orgânico é uma das alternativas mais promissoras para disposição final deste resíduo, em razão da viabilidade de uso do material para esse fim e da sustentabilidade de tal destinação (BETTIOL; CAMARGO, 2006). Podendo ser aproveitado de diferentes formas na área florestal, desde substrato para produção de mudas florestais, condicionador de solos para recuperação de áreas degradadas, até como fertilizante em plantios comerciais, na restauração florestal e em plantios de arborização urbana (BONINI et al., 2015; LIMA FILHO, 2015; MARRON, 2015; DONOSO et al., 2016; ABREU et al., 2017a; CABREIRA et al., 2017a; GUERRINI et al., 2017).

Entre as vantagens do biossólido, pode se destacar o melhor aproveitamento de nutrientes pela planta, em relação à fertilização mineral, visto que os mesmos estão na forma orgânica e são liberados gradativamente, suprimindo de modo mais adequado as exigências nutricionais no decorrer do ciclo biológico (CARVALHO e BARRAL, 1981).

Abreu et al. (2017) constataram efeito expressivo do biossólido para a produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* e *Handroanthus heptaphyllus*, onde as maiores médias de altura e de diâmetro foram obtidas pelos tratamentos que continham biossólido na proporção de 50 ou 100% na composição do substrato.

2.3 Recipiente

O recipiente é a estrutura física utilizada para a disposição de qualquer substrato para o cultivo intensivo de plantas, desde a germinação de sementes, crescimento até a destinação final da muda (RIBEIRO et al., 2018).

Ainda são verificados muitos problemas a serem resolvidos em relação às técnicas de produção de mudas, mesmo com o avanço que tem ocorrido nos últimos tempos, especialmente nos problemas que interferem no desenvolvimento do sistema radicular das mudas, em virtude das características dos recipientes utilizados (MATTEI, 1999).

O tamanho, altura e diâmetro do recipiente influenciam diversas características das mudas e podem impactar no percentual de sobrevivência no campo (LIMA et al., 2006). Assim, a escolha do recipiente adequado é realizada considerando as condições locais e a espécie a ser reproduzida (AGUIAR; MELLO, 1974).

Para as espécies nativas, a escolha do recipiente, vai depender da morfologia do sistema radicular e de aspectos econômicos (LUNA et al., 2009), ponderando sua influência na disponibilidade de água e de nutrientes para o crescimento da planta (CABREIRA et al., 2017). Além disso, deve-se levar em consideração a dimensão dos recipientes relacionados ao volume de substrato que será utilizado.

Autores como Carneiro (1995); Caldeira et al. (2007) e Gomes et al. (2013), destacam a importância das dimensões dos recipientes, ressaltando que o uso de recipientes maiores que os volumes recomendáveis resultam em custos desnecessários de materiais, e que os volumes dos recipientes devem variar com as características de cada espécie, e respectivo tempo de permanência no viveiro. Contrário a isto, o menor volume de substrato, associado ao pequeno porte destes recipientes geralmente ocasiona maior necessidade de replantio e de irrigação em campo (JOSÉ et al., 2005).

A possibilidade de reaproveitamento, os custos, a facilidade de manuseio e a disponibilidade no mercado são critérios que devem ser observados na escolha do tipo de recipiente e substrato mais adequado para a produção de mudas florestais (WENDLING et al., 2001). Os recipientes mais utilizados são os sacos plásticos de polietileno negro, tubetes de polipropileno reutilizáveis e vasos de polipropileno, disponíveis no mercado em diversos tamanhos (RIBEIRO et al., 2018).

A frequente utilização de tubetes se deve a algumas vantagens, como um sistema radicular mais estruturado e compacto, logo menos susceptível a lesões de manuseio e transporte, maior grau de mecanização, menor consumo de substrato, maior produção de mudas por unidade de área e menor custo de transporte (GOMES et al., 1990; GONÇALVES et al., 2005).

Os tubetes são providos de frisos internos longitudinais e equidistante em número de 4, 6 ou 8 que direcionam as raízes no sentido vertical, em direção ao fundo do recipiente onde existe um orifício para a drenagem da umidade e saída das raízes, o que promove a sua poda por oxidação causada pelo ar. Estas características do tubete evitam o crescimento de raízes em forma espiral (CARNEIRO, 1995).

As mudas destinadas à arborização urbana necessitam de um volume de substrato maior em virtude do porte das mudas a serem produzidas (PAIVA e GONÇALVES, 2013). Dessa forma, as mudas são produzidas em recipientes menores e posteriormente são transplantadas para recipientes maiores, com capacidade volumétrica em torno de 15 a 25 litros, garantindo o crescimento adequado dessas mudas (OLIVEIRA et al., 2013). Conseqüentemente para o aporte desses maiores recipientes, são requeridas maiores áreas de viveiros e por um maior período de tempo, tendo em vista que as mudas para arborização necessitam de uma altura mínima de 2,5 m segundo a CEMIG (2011), para estarem prontas para o plantio.

Avrella et al. (2016) ao verificarem a influência de três tipos diferentes de recipientes (tubetes de 110 cm³, tubetes de 180 cm³ e sacos de polietileno preto de 500 cm³) na sobrevivência e crescimento inicial em altura de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi, observou que os recipientes de maior dimensão (os tubetes de 180 cm³ e os sacos plásticos de 500 cm³) destacaram-se, apresentando médias superiores de crescimento em altura.

Cunha et al. (2005) estudando a produção de mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex D.C.) Standl (ipê-roxo), utilizando sacos de polietileno preto nas dimensões: 20 x 36,5 cm; 15 x 32 cm; 13 x 25,5 cm e 13,5 x 19 cm, constataram que para todas as variáveis estudadas, o recipiente 20 x 36,5 sobressaiu em relação aos demais. Considerando a demanda de substrato e mão-de-obra exigida, recomendaram a produção das mudas utilizando o recipiente 15 x 32 cm.

As mudas de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae), na pesquisa de Antoniazzi et al. (2013), cultivadas em cinco diferentes recipientes apresentaram uma tendência geral de

diminuição nos parâmetros de crescimento (altura total, altura da parte aérea, área foliar, diâmetro do colo e número de folhas) com a diminuição do tamanho do recipiente.

Leles et al. (2006), observaram que mudas de *Cedrela fissilis* produzidas em tubetes de 280 cm³, com maior peso de raízes, apresentaram 100% de sobrevivência pós plantio. Yuyama e Siqueira (1999) trabalharam com diferentes espécies arbóreas, produzidas em sacos de polietileno preto, dentre elas o camu-camu (*Myrciaria dubia* L.), que mostrou tendência de melhor desenvolvimento quando comparada às produzidas em recipientes menores.

2.4. *Handroanthus impetiginosus* (Ipê-roxo)

As espécies do gênero *Handroanthus*, apresentam flores vistosas e coloridas, o que lhes atribui valor ornamental, além de porte compatível com o ambiente urbano, contribuindo positivamente para a arborização urbana (BACKES et al., 2011).

O *Handroanthus impetiginosus* recentemente incluído no gênero, é uma espécie arbórea pertencente à família Bignoniaceae (Grose; Olmstead, 2007), conhecida vulgarmente como ipê-roxo, pau-d'arco-roxo, ipê-roxo-da-mata, ipê-comum, ipê-rosado, ipê-preto, ipeúna ou ipê-de-minas (LORENZI, 1992; POTT; POTT, 1994; LORENZI, 2008).

Sua ampla distribuição geográfica nos trópicos americanos estende-se desde o México e Antilhas até o Uruguai, existindo relatos de sua incidência no sul da Bolívia, norte da Argentina e leste do Paraguai (CARVALHO, 1994). Ocorre em todo Brasil (Maia-Silva et al., 2012), podendo ser comumente encontrada do Piauí e Ceará até Minas Gerais, Goiás e São Paulo, na mata pluvial atlântica. Ocorre preferencialmente em floresta estacional semidecídua ou decídua (GENTRY, 1992).

O ipê-roxo é uma árvore de porte média, podendo alcançar até 35 m de altura e 90 cm de diâmetro. A flor, roxo-violácea, é pouco pilosa e muito abundante. As folhas, de coloração verde-escura, são digitadas, opostas e compostas por 5 a 7 folíolos, glabros, com ápice agudo (LORENZI, 1992; PANIZZA, 1997; LORENZI, 2002).

A época de floração das árvores ocorre de maio a julho, sendo polinizado por mamangavas e arapuás, frutificando de junho a setembro, com frutos pretos quando maduros (SILVA JÚNIOR; LIMA, 2010). Produz grandes quantidades de sementes com curto período de viabilidade dependendo das condições naturais em que se encontram as matrizes (PIÑA RODRIGUES; PIRATELLI, 1993; LORENZI, 2008).

De acordo com o sítio eletrônico do CNCFlora (Centro Nacional de Conservação da Flora), por apresentar características de uma madeira de excelente qualidade, pode sofrer declínio populacional devido à sobre-exploração, correndo o risco de ser considerada uma espécie ameaçada, o que justifica a sua inclusão em recuperação de áreas degradadas, restauração de ecossistemas florestais e de paisagismo (GEMAQUE et al., 2002; CORRÊA et al., 2008).

A espécie ipê-roxo é a mais utilizada no paisagismo das cidades do sudeste e centro-oeste brasileiro (LORENZI, 2008).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal “Luiz Fernando de Oliveira Capellão” pertencente ao Departamento de Silvicultura, do Instituto de Florestas, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), no município de Seropédica, estado do Rio de Janeiro. O período de condução do experimento foi de 12 de outubro de 2018 à 13 de junho de 2019.

O clima, segundo a classificação de Köppen e Geiger (2018), é do tipo Aw com temperatura média de 23,5°C e pluviosidade média anual de 1354 mm. A temperatura média do mês de janeiro é de 26,7 °C e 21,0 °C em julho, sendo a variação média da temperatura de 5,7 °C ao longo do ano. O período com maior precipitação e maiores índices de umidade relativa ocorre no verão, principalmente nos meses de dezembro e janeiro. O inverno possui menores índices pluviométricos, tendo junho, julho e agosto os meses de maior seca. A área não está exposta a ventos fortes, sendo setembro o mês com maior índice de vento intenso.

A espécie arbórea utilizada para a realização do experimento foi *Handroanthus impetiginosus*, popularmente conhecida como ipê-roxo, comumente utilizada para arborização urbana, por apresentar beleza exuberante e boas características para o ambiente urbano. As sementes utilizadas foram obtidas por meio de coletas realizadas pelo servidor técnico do Departamento de Silvicultura, em matrizes localizadas dentro da área da UFRRJ.

Foi realizada a semeadura indireta em sementeiras com areia e a repicagem das plântulas para os recipientes de cultivo foi efetuada quando as mesmas apresentavam dois pares de folhas. As mudas com seus respectivos recipientes foram alocadas no pátio do viveiro, mantidas e acompanhadas diariamente com irrigação automática duas vezes ao dia, pela manhã e no final da tarde, com volume aproximado de 15 mm diários.

O delineamento experimental foi um fatorial 2 x 2, sendo o fator 1 dois tipos de substrato (SF – substrato formulado e BIO - biossólido) e o fator 2, dois manejos de recipientes (TP - tubete + pote e P - pote), totalizando 4 tratamentos. Cada tratamento foi composto por cinco parcelas com quatro mudas cada uma, totalizando 80 mudas. As parcelas foram dispostas de forma inteiramente casualizada.

O substrato formulado (SF) foi considerado testemunha, por ser normalmente utilizado na produção de mudas para arborização urbana, e foi composto por uma mistura de 50% de terra de subsolo + 40% de esterco bovino + 10% de areia. Este substrato recebeu fertilização de base segundo recomendação de Gonçalves (2000) com as seguintes doses: 150 g de N por meio do uso de sulfato de amônio, 300 g de P₂O₅ por meio do uso de superfosfato simples, 100 g de K₂O por meio do uso de cloreto de potássio, e 150 g de FTE para fornecimento de micronutrientes. Esta recomendação de adubação foi por m³ de substrato. O segundo substrato foi o biossólido (BIO), utilizado na proporção de 100%, doado pela Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro (CEDAE).

A terra de subsolo utilizada foi coletada na UFRRJ a uma profundidade 30 a 40 cm, a fim de se coletar uma terra livre de contaminação por patógenos e de plantas daninhas. O esterco bovino utilizado foi retirado do curral de gado de leite da Estação de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO), unidade Seropédica, onde a alimentação dos animais é a base de capim elefante e ração, complementado com pastejo em áreas com predomínio de capim colônia. Após retirar do curral o esterco foi deixado em monte ao ar, por aproximadamente 30 dias, para estabilização. A areia lavada foi adquirida em casa de material de construção no comércio local de Seropédica/RJ.

A mistura dos componentes do substrato testemunha foi realizada manualmente, o substrato foi umedecido com auxílio do regador, com objetivo de melhorar a homogeneização do substrato e proporcionar adequada compactação no enchimento. Após, foi realizado enchimento manual, dos tubetes de 280 cm³ e de 3,0 litros, e quando cheios, foram levados para o canteiro.

O biossólido disponibilizado pela CEDAE foi proveniente da estação de tratamento de esgoto (ETE) da Ilha do Governador, localizada no bairro Ilha do Governador, município do Rio de Janeiro/RJ. Segundo Bielschowsky (2014), a ETE Ilha do Governador foi a segunda ETE construída no Brasil utilizando o processo de lodos ativados. A vazão média de efluente dessa ETE é em torno de 525 litros s⁻¹, apresentando tratamento primário convencional, tratamento secundário de lodos ativados, adensamento de lodo secundário através de

centrifugas, estabilização do lodo por biológica anaeróbia, desidratação permanecendo por aproximadamente 90 dias em leitos de secagem a pleno sol e desde 2018, a destinação final tem sido o reaproveitamento do lodo como substrato para produção de mudas florestais nos viveiros da CEDAE.

Uma amostra do substrato formulado (sem fertilização de base) e do biossólido foi retirada e enviada para o Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal de Viçosa em Viçosa/MG para determinação dos atributos químicos (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise química de macro e micronutrientes do substrato formulado (SF) e do biossólido (BIO) utilizados para a produção de mudas de *Handroanthus impetiginosus*.

Substrato	pH (H ₂ O)	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B	C/N
SF	7,2	0,45	0,15	0,56	0,47	0,34	0,16	164	15245	283	17	6,7	11,4
BIO	5,4	1,96	0,68	0,16	1,84	0,29	1,12	1009	25294	230	209	8,9	4,9

Teores Totais, determinados no extrato ácido (ácido nítrico com ácido perclórico); N - Método do Kjeldahl; CO - Método Walkley - Black.

Os recipientes utilizados foram os tubetes de 280 cm³ e o tubete de 3,0 litros, sendo esse último vulgarmente conhecido como “pote de citrus”. O manejo tubete + pote (TP) teve início com a repicagem das plântulas no tubete de 280 cm³, onde permaneceram por 120 dias, e na sequência foram transplantadas para o tubete de 3,0 litros, permanecendo neste por mais 120 dias. O manejo pote (P) teve início com a repicagem da plântula diretamente no tubete de 3,0 litros, onde permaneceu por 240 dias, sem ocorrer troca de recipiente.

No manejo TP os tubetes de 280 cm³ ficaram alocados em parcelas de quatro mudas de forma casualizada em bandejas de polipropileno do tipo caixa com 54 células sobre o piso do viveiro. No período de 0 à 30 dias a densidade foi de 206 mudas m⁻². Entre 30 e 120 dias, as mudas foram reespaçadas, ficando na densidade de 103 mudas m⁻². No manejo P, os tubetes ficaram alocados em fileira dupla de forma linear, acompanhando o sistema de irrigação, amarrados com auxílio de arame e bambu (Figura 1). As parcelas dos tubetes de 3,0 litros também ficaram dispostas de forma casualizada. Como os orifícios no fundo do tubete de 3,0 litros são relativamente maiores e há possibilidade de as raízes penetrarem no solo, o piso foi revestido com lona. No manejo P no período de 0 à 120 dias a densidade foi de 40 mudas m⁻².



Figura 1 - Mudanças de *Handroanthus impetiginosus* alocadas em potes de 3,0 litros em fileira dupla de forma linear aos 120 dias após a repicagem.

Após 120 dias da repicagem nos recipientes, as mudas dos tubetes de 280 cm³ (manejo TP) foram transplantadas para os tubetes de 3,0 litros. Nesse momento, como todos os tratamentos passaram a utilizar o tubete de 3,0 litros, os mesmos foram novamente aleatorizados. Nessa data também foi realizado o reespaçamento entre recipientes em função do desenvolvimento das mudas intercalando um recipiente de 3,0 litros com muda e na sequência um vazio (Figura 2). No período de 120 a 240 dias a densidade foi de 20 mudas m⁻² para todas as mudas de todos os tratamentos.



Figura 2 - Mudanças de *Handroanthus impetiginosus* de todos os tratamentos alocadas e dispostas alternadamente em fileira dupla de forma linear aos 120 dias.

Após 240 dias da repicagem, todas as mudas foram transplantadas para vasos de 15 litros, no entanto, esses dados não irão compor a presente monografia.

Ao longo do experimento foram realizados tratamentos culturais como retirada de plantas daninhas (mondas) e aos 150 dias todas as mudas foram submetidas a uma desrama equivalente a 50% da altura total da muda, com o intuito de minimizar a competição por luz e evitar problemas fitossanitários.

A fertilização de cobertura foi realizada apenas nas mudas do substrato formulado de acordo com a recomendação de Gonçalves (2000). Essa fertilização foi composta de 200 g de N por meio do uso de sulfato de amônio, e 180 g de K₂O por meio do uso do cloreto de potássio, para 100 litros de solução nutritiva, aplicando-se 5 ml por muda com auxílio de seringa. A primeira fertilização de cobertura ocorreu após 30 dias da repicagem, repetindo-se a cada quinze dias para a fertilização nitrogenada e a cada 30 dias para fertilização potássica, até os 240 dias.

As avaliações de crescimento tiveram início aos 90 dias após a repicagem e foram realizadas posteriormente a cada 30 dias até os 240 dias. Foram avaliados os parâmetros morfológicos, diâmetro do coleto (DC) e a altura da parte aérea (H), sendo mensurados com um paquímetro digital e régua graduada, respectivamente. Além dos aspectos visuais sanidade e sintomas de deficiência.

Foi calculado o crescimento relativo em percentagem das variáveis H e DC entre 90 e 240 dias após a repicagem. Foi considerado o manejo TP como referência e assim calculou-se percentualmente quanto as mudas do tratamento do manejo P foram maiores em H e DC (F1). O mesmo foi realizado para a comparação dos substratos, considerando o SF como referência para estimar percentualmente quanto o BIO foi maior (F2).

$$\text{Crescimento relativo} = (P \cdot 100) / TP \quad (F1)$$

$$\text{Crescimento relativo} = (BIO \cdot 100) / SF \quad (F2)$$

Onde:

P – altura (cm) ou diâmetro do coleto (mm) das mudas do manejo P (pote)

TP – altura (cm) ou diâmetro do coleto (mm) das mudas do manejo TP (tubete + pote)

SF – altura (cm) ou diâmetro do coleto (mm) das mudas do substrato SF (substrato formulado)

BIO – altura (cm) ou diâmetro do coleto (mm) das mudas do substrato BIO (biossólido)

Os resíduos foram submetidos ao teste de normalidade e de homogeneidade de variâncias, na sequência os dados foram submetidos à análise de variância, onde constou significância. A comparação entre eles foi então realizada por meio do teste de médias de Tukey a 95% de probabilidade. Também foram realizados ajustes de equações quando pertinentes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os dois fatores testados (manejo de recipiente e de substrato) na produção de mudas de *H. impetiginosus* houve diferenças significativas nos valores médios do crescimento em altura e em diâmetro de coleto aos 120 e 240 dias após a repicagem (Tabela 2).

Tabela 2 - Média da altura da parte aérea (H) e do diâmetro do coleto (DC) de mudas de *Handroanthus impetiginosus* em função do manejo de recipientes (P – pote; TP - tubete + pote) e das duas composições de substratos (SF - substrato formulado; BIO - biossólido) aos 120 e 240 dias após a repicagem.

Tratamento	H			DC				
	P	TP	MÉDIA	P	TP	MÉDIA		
			cm			mm		
120 dias								
BIO	26,8 Aa	11,8 Ab		8,12 Aa	5,16 Ab	6,64 A		
SF	14,0 Ba	10,7 Ab	12,4 B	5,20 Ba	4,07 Bb	4,64 B		
MÉDIA	20,4 a	11,3 b	15,8	6,66 a	4,62 b	5,64		

CV (%)	13,8			10,2		
	240 dias					
BIO	99,4 Aa	76,6 Ab	88,0 A	21,35 Aa	14,51 Ab	17,93 A
SF	64,9 Ba	53,3 Bb	59,1 B	16,70 Ba	12,15 Bb	14,42 B
MÉDIA	82,1 a	64,9 b	73,5	19,03 a	13,33 b	16,18
CV (%)	5,1			10,5		

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na linha e maiúscula na coluna, diferem entre si ao nível de 95% de probabilidade no teste de médias de Tukey. CV – coeficiente de variação.

Para a variável altura das mudas (H) houve interação entre os fatores aos 120 e 240 dias após a repicagem. As mudas do manejo de recipientes iniciado no tubete de 280 cm³ (TP) apresentaram alturas médias (11,3 e 64,9 cm aos 120 e 240 dias respectivamente) inferiores as mudas produzidas no manejo do pote de 3L (P) (20,4 e 82,1 cm) em ambas as datas (Tabela 2). Essas diferenças também ocorreram quando considerado os substratos isoladamente (11,8 e 26,8 cm aos 120 dias e 76,6 e 99,4 cm aos 240 dias para o BIO; 10,7 e 14,0 cm aos 120 dias e 53,3 e 64,9 cm aos 240 dias para o SF), sendo o manejo P com crescimento superior ao manejo TP, em ambas as datas.

Este resultado ocorreu devido ao manejo de recipiente P proporcionar maior volume de substrato desde o início da produção das mudas, conseqüentemente maior espaço para crescimento radicular, maior disponibilidade de nutrientes e de água. Esses resultados corroboram com os observados por Abreu et al. (2015) para mudas de *Enterolobium contortisiliquum* e Antoniazzi et al. (2013) para a espécie *Cedrela fissilis* (cedro) para aplicação em projetos de recomposição florestal. Neste último trabalho, concluíram que para produção de mudas de grande porte, os sacos de plástico de maior volume representaram a melhor alternativa devido ao maior desenvolvimento das plântulas e também afirmam que o formato e o tamanho do recipiente influenciaram na capacidade de sobrevivência das plantas no campo.

Cunha et al. (2005) ao trabalhar com a mesma espécie *Tabebuia impetiginosa*, analisaram o efeito das dimensões dos recipientes no crescimento das mudas e concluíram que os recipientes de maiores dimensões proporcionaram tendência de maior crescimento das mudas, implicando na diminuição do ciclo de produção. Este comportamento ratifica os resultados obtidos até os 240 dias no presente experimento, em que se mantido o ritmo de crescimento, as mudas produzidas desde o início nos recipientes maiores, tendem a chegar ao padrão de expedição mais rápido.

Ao se analisar o efeito do tamanho do recipiente sobre a altura das mudas, é notável o melhor desenvolvimento nos recipientes de maiores dimensões. Carvalho (2015) ao avaliar a produção de mudas de cinco espécies observou valores médios de altura da parte aérea expressivamente superior às mudas produzidas nos tubetes 280 cm³ em comparação ao de 110 cm³. Ainda nesse mesmo estudo, as mudas de babosa branca e de pau d'algo não apresentaram diferenças significativas entre os recipientes, tendo o pau d'algo apresentando altura do no tubete de 110 cm³ superior ao de 280 cm³, fato que o autor considerou ser devido a competição por luz, o que provocou estiolamento. No presente experimento, essa competição acirrada por luz foi minimizada em função do manejo de reespaçamaneto das mudas nas duas fases do experimento.

Considerando os substratos, verificou-se que em média as mudas do BIO (19,3 e 88,0 cm) apresentaram crescimento superior as mudas do substrato SF (12,4 e 59,1 cm) em ambas as datas (Tabela 2). Essa mesma diferença, superioridade das mudas do BIO, ocorreu aos 120 dias (26,8 e 14 cm para BIO e SF respectivamente) e aos 240 dias (99,4 e 64,9 cm) no manejo

P e aos 240 dias (76,6 e 53,3 cm) no manejo TP (Tabela 2). Apenas aos 120 dias (11,8 e 10,7 cm) no manejo TP não houve diferença entre as mudas dos dois substratos. A superioridade de crescimento das mudas no substrato BIO ocorreu provavelmente devido aos maiores teores de nutrientes (Tabela 1), como também observado por Abreu (2014) e Lima Filho (2015) em seus estudos. Aliado ao manejo de recipiente, notadamente no manejo P, essa superioridade foi ainda mais expressiva.

O efeito benéfico do biofóssido sobre o crescimento em altura (H) das mudas também foi observado por Martinez (2013) para *Nothofagus alpina*, por Cabreira et al. (2017) para as espécies *Peltophorum dubium*, *Lafoensia pacari* e *Ceiba speciosa*, e também por Abreu et al. (2017) para *Schinus terebinthifolius* e *Handroanthus heptaphyllus*, corroborando com os resultados do presente estudo.

Diferentemente do presente estudo que demonstrou que o biofóssido mostrou influência significativa no crescimento em H das mudas, Ribeiro (2018), ao avaliar o potencial do biofóssido como componente de substrato para a produção de mudas de *Handroanthus impetiginosus*, *Libidibia ferrea* e *Poincianella pluviosa* para fins de arborização urbana em recipientes de 18 litros, quando apresentavam altura média de 30 a 40 cm, concluiu que para a produção destas espécies para arborização urbana, pode ser utilizado tanto o esterco bovino, quanto biofóssido em diferentes proporções, pois não demonstraram diferença significativa.

No presente experimento, os maiores teores de N e P no biofóssido em relação ao substrato formulado foram compensados com a adubação de base e de cobertura, no entanto as mudas produzidas com biofóssido ainda assim apresentaram maior crescimento em altura e diâmetro, o que pode estar relacionado a quantidade e qualidade da matéria orgânica presente nos substratos. Faustino et al. (2005), afirmam que os acréscimos de matéria orgânica no substrato estão relacionados aos incrementos em altura das espécies produzidas.

Scheer et al. (2012) analisando três substratos para produção de mudas de *Anadenanthera colubrina* indicam que os compostos de poda de árvores triturados + lodo de esgoto possuem boas características físico-hídricas e nutricionais, proporcionando resultados positivos no crescimento (altura, diâmetro, massa seca de folhas e ramos). Segundo os autores, este resultado se conclui em função dos nutrientes presentes no lodo de esgoto (biofóssido) sem fertilização mineral já serem suficientes para proporcionar crescimento satisfatório das plantas, no entanto, estes apresentam resposta positiva também sob fertilização adicional. Resultados estes que corroboram com os encontrados no presente estudo, onde as mudas produzidas no substrato biofóssido apresentaram maiores médias de crescimento em altura e diâmetro do coleto, provavelmente devido aos maiores teores de nutrientes, como N e P (Tabela 1).

No manejo TP até os 120 dias (tubete de 280 cm³) não houve diferença de crescimento em altura em função dos dois substratos, evidenciando que a maior fertilidade do substrato BIO não se expressou significativa em função do menor volume do recipiente (tubete de 280 cm³), e pelo fato do SF receber fertilização mineral de base e de cobertura regularmente.

Considerando o manejo TP como referência, o crescimento relativo em altura do manejo P foi maior em todas as medições realizadas entre 90 e 240 dias após a repicagem (Figura 3). O crescimento relativo foi aumentando até os 150 dias, quando o manejo P atingiu 169,1 e 60,8% maior crescimento em altura do que o manejo TP, no substrato BIO e SF respectivamente (Figura 3). Após essa data, o crescimento relativo foi reduzindo, com uma tendência de estabilização em torno de 26% para ambos os substratos aos 240 dias.

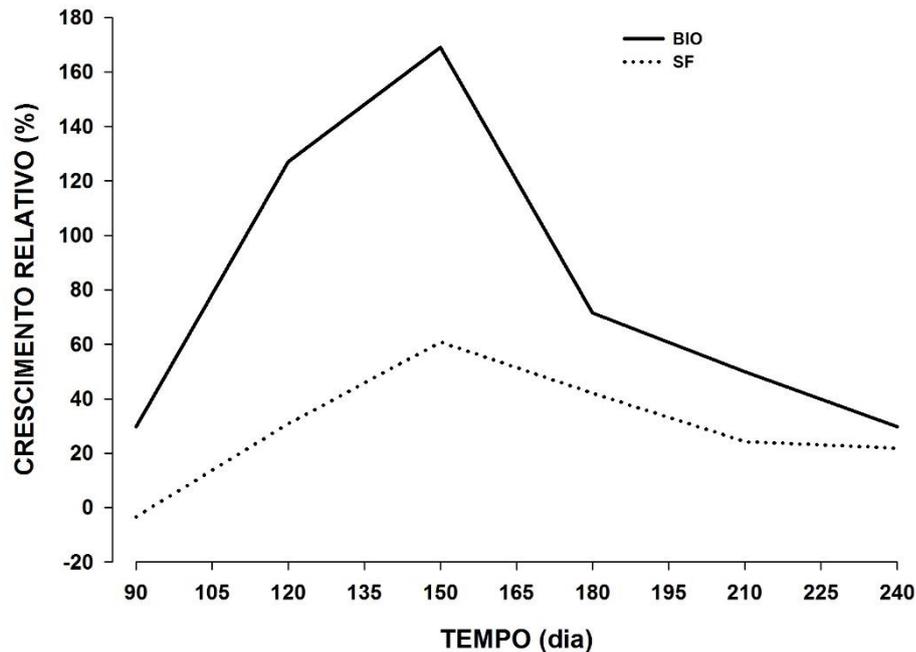


Figura 3 - Crescimento relativo em altura de mudas de *Handroanthus impetiginosus* dos 90 aos 240 dias após repicagem, considerando o manejo TP como referência, nos substratos BIO (biossólido) e SF (substrato formulado).

No manejo P o maior volume de substrato inicialmente proporcionou maior crescimento, notadamente no substrato BIO pela sua maior fertilidade em nitrogênio e fósforo na forma disponível para assimilação das mudas, conseguindo se desenvolver mais rapidamente em crescimento em altura (H).

Resultados semelhantes a este, foram encontrados por Yuyama e Siqueira (1999), que ao estudarem muda de camu-camu (*Myrciaria dubia* L.) produzidas em sacos de polietileno preto de 19 x 21 cm mostraram tendência de melhor desenvolvimento quando comparadas com outras cultivadas em recipientes menores. O que provavelmente explica o ocorrido após 150 dias é o fato da redução da disponibilidade de nutrientes pela absorção das mudas (para crescimento e produção de biomassa) e pela lixiviação ocorrida pela irrigação no manejo P.

Já no manejo TP, ao chegar aos 120 dias as mudas foram transferidas de um recipiente de menor volume (280 cm³) com um substrato já exaurido (absorção e lixiviação) para um recipiente maior (3,0 litros) e com substrato com maior fertilidade (novo, sem uso). Nesse ambiente, a muda oriunda do TP se beneficiou e conseguiu um crescimento maior, reduzindo a diferença para a muda do manejo P.

A partir dos 240 dias, haverá uma nova troca de recipientes, do tubete de 3,0 litros para o balde de 15 litros, com renovação do substrato, dessa forma, espera-se que a diferença obtida até os 240 dias deva se manter.

Considerando o substrato SF como referência, o crescimento relativo médio das mudas em altura do substrato BIO foi maior em todas as medições realizadas entre 90 e 240 dias após a repicagem (Figura 4).

O crescimento relativo foi aumentando até os 150 dias no manejo P e até os 180 dias no manejo TP, quando as mudas do substrato BIO atingiram 119,1 e 54,5% maior crescimento em altura do que as mudas do substrato SF, nos manejos P e TP respectivamente (Figura 4). Após essa data, o crescimento relativo foi reduzindo, no entanto aos 240 dias as mudas do substrato BIO são aproximadamente 48% maiores em altura, considerando ambos os manejos de recipientes.

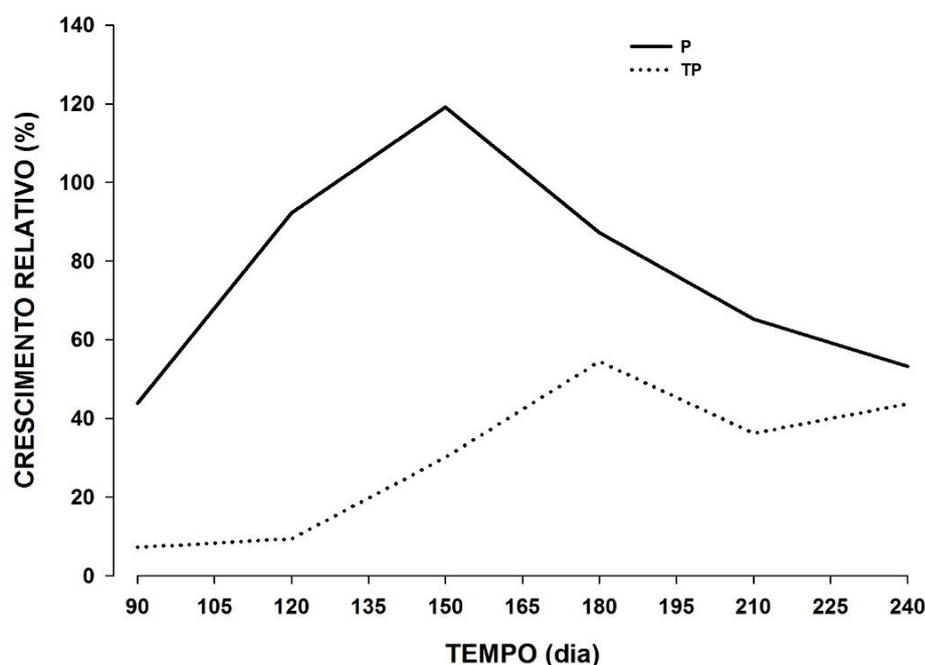


Figura 4 – Crescimento relativo em altura de mudas de *Handroanthus impetiginosus* dos 90 aos 240 dias após repicagem, considerando o substrato SF (substrato formulado) como referência no manejo P (pote) e TP (tubete + pote).

É possível inferir que no substrato BIO ocorreu maior crescimento em altura, provavelmente devido ao maior teor de matéria orgânica e de nutrientes como N e P (Tabela 1). Diversos estudos têm mostrado que substratos ricos em matéria orgânica propiciam melhor crescimento das mudas (Caldeira et al., 2007), corroborando com os resultados obtidos no presente estudo.

Esse crescimento relativo maior foi mais expressivo no manejo P onde o maior volume do recipiente e conseqüentemente de substrato, proporcionou mais recursos. Assim como observado na comparação de manejo de recipientes (Figura 3), após 150 e 180 dias houve redução da disponibilidade de nutrientes pela absorção das mudas (para crescimento e produção de biomassa) e pela lixiviação ocorrida pela irrigação no substrato BIO. Diferente do substrato SF que recebeu fertilização de base (no substrato) e de cobertura quinzenalmente, proporcionando um regime mais constante de fornecimento de nutrientes. Nessa situação, houve redução da diferença de crescimento das mudas dos dois substratos.

Adicionalmente, deve-se levar em consideração o fato de que no manejo utilizado o substrato BIO não foi realizada fertilização mineral, gerando economia na aquisição de fertilizantes e de mão de obra.

Ao analisar diferentes substratos para produção de mudas de *Lafoensia pacari* em tubetes de 280 cm³, Abreu et al. (2017a) observaram que as mudas produzidas nos três tratamentos compostos por substrato constituído de 100% de lodo de esgoto obtiveram resultados de crescimento superiores aos demais tratamento. Sendo constatado também, que as mudas apresentaram qualidade satisfatória sem necessidade de fertilização química, o que representa uma simplificação no processo de produção de mudas florestais em tubetes. O mesmo foi observado neste experimento, em que as mudas produzidas com biossólido apresentaram parâmetros superiores as mudas produzidas no substrato formulado com adubação de base e de cobertura.

O crescimento em H dos 90 aos 240 dias apresentou comportamento linear para os substratos BIO e SF, independente do manejo de recipiente utilizado (Figura 5).

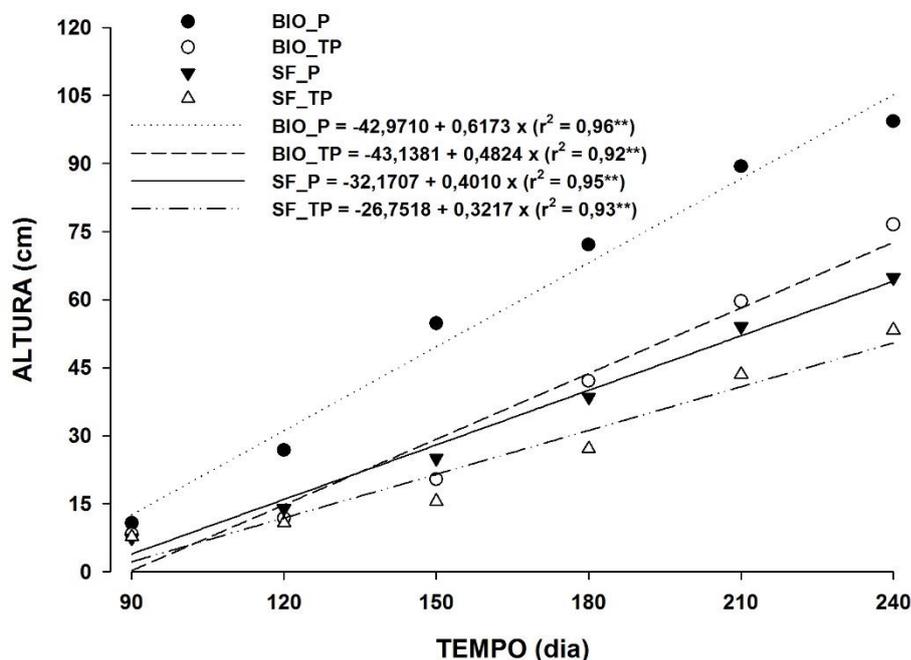


Figura 5 - Crescimento médio em altura dos 90 aos 240 dias após a repicagem de mudas de *Handroanthus impetiginosus* sob dois manejos de recipientes (P – pote; TP - tubete + pote) e duas composições de substratos (SF - substrato formulado; BIO - bio sólido). ** Equação significativa a 1% de significância.

Observa-se que aos 90 dias todos os tratamentos apresentavam crescimento em altura muito semelhante, no entanto aos 120 dias o tratamento BIO sob manejo de recipiente P começa a se destacar com maior crescimento (Figura 5). Gradativamente os demais tratamentos começam a se distanciar, destacando-se os tratamentos com uso do BIO como substrato (Figura 5).

Como objetivou-se comparar o efeito do manejo do recipiente e do substrato (Figuras 6, 7, 8 e 9), considerando o manejo TP + substrato SF concomitantemente como referência utilizada nos viveiros comerciais, é possível inferir que aos 240 dias a combinação P + BIO proporcionou um crescimento em H 86,5% maior.

Cabreira et al. (2017a) ao produzirem mudas de três espécies florestais observaram que as mudas produzidas com maiores proporções de bio sólido obtiveram formação das mudas em menor tempo, quando comparadas ao substrato utilizando-se esterco bovino, demonstrando o potencial de redução do tempo das mudas com o uso de bio sólido. O mesmo comportamento é observado no presente trabalho, pois infere-se que as mudas da combinação P + BIO irão atingir o padrão de altura desejada em menor tempo.

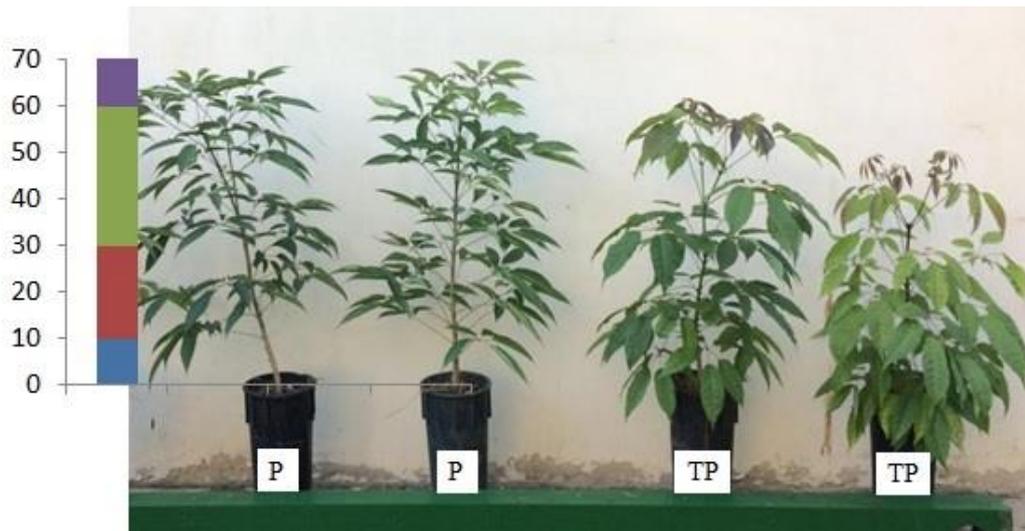


Figura 6 - Mudanças de *Handroanthus impetiginosus* aos 240 dias após a repicagem, sob dois manejos de recipientes (P – pote; TP - tubete + pote) cultivadas no substrato SF (substrato formulado).



Figura 7 - Mudanças de *Handroanthus impetiginosus* aos 240 dias após a repicagem, sob dois manejos de recipientes (P – pote; TP - tubete + pote) cultivadas no substrato BIO (biossólido).

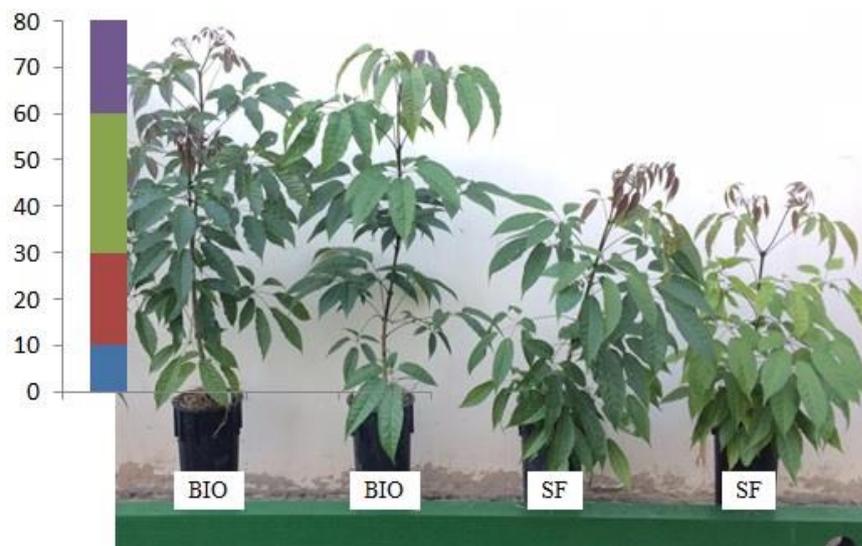


Figura 8 - Mudanças de *Handroanthus impetiginosus* aos 240 dias após a repicagem, sob manejo de recipiente TP (tubete + pote) cultivadas nos substratos BIO (biossólido) e SF (substrato formulado).



Figura 9 - Mudanças de *Handroanthus impetiginosus* aos 240 dias após a repicagem, sob manejo de recipiente P (pote) cultivadas nos substratos BIO (biossólido) e SF (substrato formulado).

Para a variável diâmetro do colo (DC) houve interação entre os fatores aos 120 e 240 dias após a repicagem (Tabela 2). As mudas do manejo TP apresentaram DC médios (4,62 e 13,33 mm) inferiores as mudas do manejo P (6,66 e 19,03 mm) em ambas as datas (Tabela 2). Essas diferenças também ocorreram quando considerado os substratos isoladamente (5,16 e 8,12 mm aos 120 dias e 14,51 e 21,35 mm aos 240 dias para o BIO; 4,07 e 5,20 mm aos 120 dias e 12,15 e 16,70 mm aos 240 dias para o SF), sendo o manejo P com crescimento superior ao manejo TP, em ambas as datas.

Os resultados da variável DC foram semelhantes os da variável H, o maior volume do manejo P proporcionou maior incremento no crescimento do diâmetro do colo. Outros autores obtiveram resultados semelhantes, como Freitas et al. (2013), que demonstraram maiores

incrementos em DC em mudas em tubetes de maiores volumes, pois as mudas produzidas nos tubetes de 180 cm³ apresentaram o dobro de ganho em diâmetro em relação as produzidas em tubetes de 55 cm³, corroborando com o presente estudo.

O diâmetro do colo, segundo Daniel et al. (1997) e Carneiro (1995), é o parâmetro mais observado para indicar a capacidade de sobrevivência das mudas no campo e, deste modo, é o mais usado para auxiliar na definição das doses de fertilizantes a serem aplicadas na produção das mudas. Ressaltando a importância da avaliação do desenvolvimento do DC a partir da sua interação com o tipo de substrato que será utilizado para a produção das mudas, observando-se no presente trabalho que a utilização do bio-sólido como substrato (BIO) teve destaque para maior incremento do DC.

Considerando o fator substrato, verificou-se que em média as mudas do BIO (6,64 e 17,93 mm) apresentaram crescimento superior as mudas do substrato SF (4,64 e 14,42 mm) em ambas as datas (Tabela 2). Essa mesma superioridade das mudas do BIO, ocorreu aos 120 dias (8,12 e 5,20 mm para BIO e SF respectivamente) e aos 240 dias (21,35 e 16,7 mm) no manejo P; e 120 dias (5,16 e 4,07 mm para BIO e SF respectivamente) e aos 240 dias (14,51 e 12,15 mm) no manejo TP (Tabela 2).

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

Os resultados da variável DC foram muito semelhantes da variável altura, tanto considerando manejo de recipientes como de substrato, o que é explicado por Carneiro (1995) que relata existir uma tendência de maior crescimento em diâmetro nas plantas com maior crescimento em altura, devido a mecanismos que as plantas dispõem para ajustar o crescimento do diâmetro do coleto com o do restante da parte aérea. Abreu et al. (2015) complementam que este equilíbrio de crescimento evita que as plantas apresentem estiolamento, sendo que o tombamento decorrente desta característica pode resultar em morte ou deformações das plantas nas ruas.

Considerando o manejo TP como referência, o crescimento relativo em diâmetro do colo (DC) do manejo P foi maior em todas as medições realizadas entre 90 e 240 dias após a repicagem (Figura 10). O crescimento foi aumentando até os 150 dias, quando o manejo P atingiu 91,5% maior crescimento em DC do que o manejo TP, no substrato BIO. Já no substrato SF o valor continua aumentando, sendo o maior valor observado aos 240 dias com 37,4% (Figura 10). No manejo P após os 150 dias, o valor reduziu para 47,1% aos 240 dias.

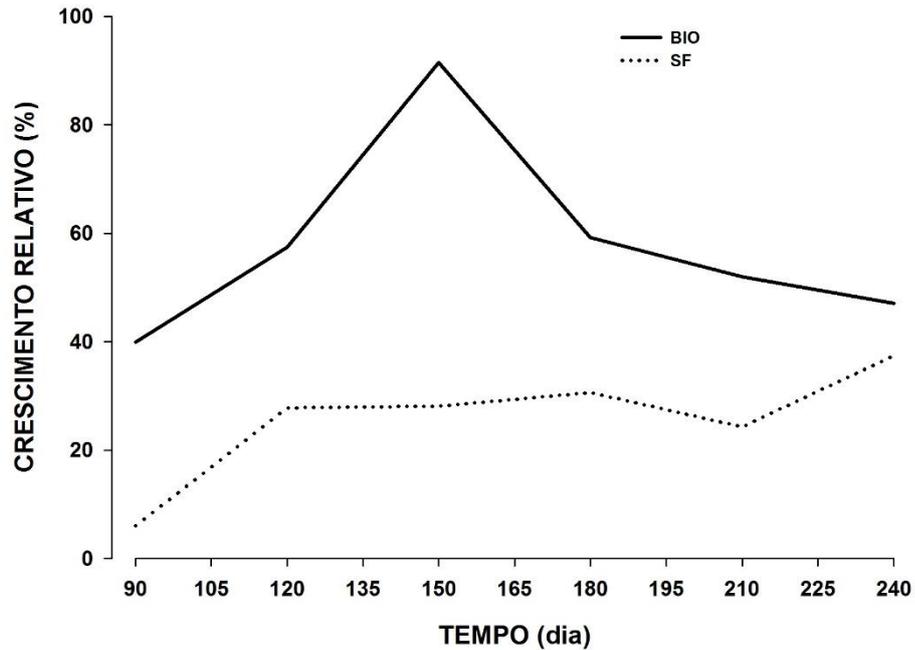


Figura 10 - Crescimento relativo em diâmetro do coleto de mudas de *Handroanthus impetiginosus* dos 90 aos 240 dias após repicagem, considerando o manejo TP como referência nos substratos BIO (biossólido) e SF (substrato formulado).

Comparando-se com o trabalho de Gonçalves et al. (2014), que ao analisar diferentes substratos para produção de mudas de *Ateleia glazioviana*, constatou que ao acrescentar 30% lodo de esgoto e 20% esterco bovino ao substrato, houve um aumento nas médias do diâmetro do coleto, assim como no presente estudo. Porém, os mesmos autores observaram que ao contrário do presente estudo, houve maior crescimento para os tratamentos à base de esterco bovino.

Considerando o substrato SF como referência, o crescimento relativo médio das mudas em diâmetro do colo (DC) do substrato BIO foi maior em todas as medições realizadas entre 90 e 240 dias após a repicagem (Figura 11). O crescimento relativo foi aumentando até os 150 dias no manejo P (61,3%) e no manejo TP houve variações ao longo desse período, oscilando em média entre 10 a 20% maior crescimento em diâmetro do coleto do que as mudas do substrato SF (Figura 11). No manejo P após 150 dias, o crescimento relativo foi reduzindo, no entanto aos 240 dias as mudas do substrato BIO são aproximadamente 27,9% e 19,5% maiores em DC, considerando os manejos de recipientes P e TP respectivamente.

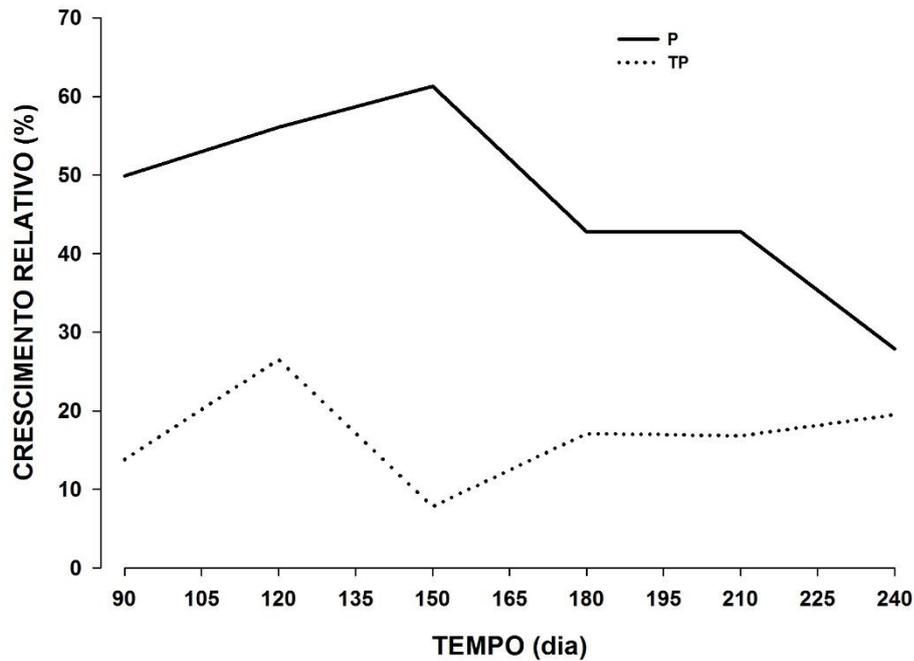


Figura 11 – Crescimento relativo em diâmetro do coleto de mudas de *Handroanthus impetiginosus* dos 90 aos 240 dias após repicagem, considerando o substrato SF (substrato formulado) como referência no manejo P (pote) e TP (tubete + pote).

É possível inferir que no substrato BIO ocorreu maior crescimento em DC sob o manejo P e TP, assim como observado no crescimento em H, o que se justifica devido a maior disponibilidade de nutrientes (Tabela 1), corroborado pelos resultados de Miranda (2017) que ao produzir mudas de *Dalbergia nigra* encontrou como resultado que para o tubete de 110 cm³ é recomendado o uso dos substratos que apresentaram biofóssido na sua composição, independente da proporção (0, 25, 50, 75 e 100 %). Para os tubetes de 280 cm³ o melhor resultado foi obtido com o substrato composto apenas pelo biofóssido de lodo de esgoto (100%)

O crescimento em DC dos 90 aos 240 dias apresentou comportamento linear para os substratos BIO e SF, independente do manejo de recipiente utilizado (Figura 12). O comportamento observado demonstra que as mudas estão em pleno crescimento.

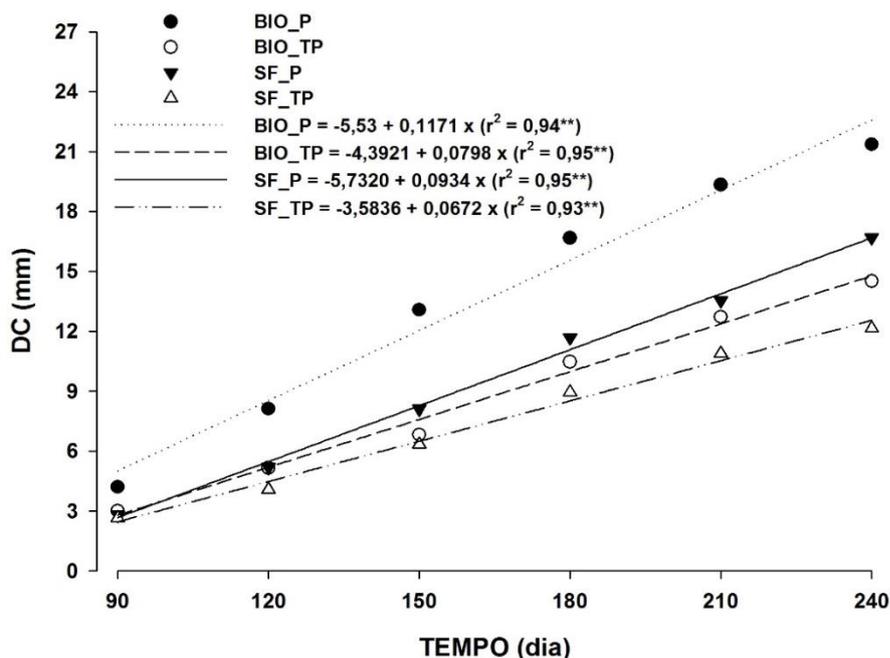


Figura 12 - Crescimento médio em diâmetro do coleto (DC) dos 90 aos 240 dias após a repicagem de mudas de *Handroanthus impetiginosus* sob dois manejos de recipientes (P – pote; TP - tubete + pote) e duas composições de substratos (SF - substrato formulado; BIO - bio-sólido). **Equação significativa à 1% de significância.

Aos 90 dias todos os tratamentos apresentavam crescimento em DC muito semelhantes, no entanto aos 120 dias, assim como na H, o tratamento BIO sob manejo de recipiente P começa a se destacar com maior crescimento (Figura 12). Gradativamente também se observa que os demais tratamentos também se distanciam (Figura 12), mas diferente da H, o tratamento SF + P se destaca como segundo.

Considerando o manejo TP + substrato SF concomitantemente como referência utilizada nos viveiros comerciais, é possível inferir que aos 240 dias que a combinação P + BIO proporcionou um crescimento em DC 75,7% maior. Estes resultados corroboram com os encontrados por Cabreira et al. (2017a) ao analisar o potencial do lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de *Peltophorum dubium*, *Lafoensia pacari* e *Ceiba speciosa* em sacos plásticos de 14 x 20 cm, concluíram que as mudas produzidas nas proporções de 40 a 80% de lodo de esgoto em mistura com argila, apresentaram maior crescimento em DC quando comparado ao substrato padrão utilizado (40% esterco bovino curtido, 50% argila e 10% areia).

Considerando os recipientes e as dimensões dos canteiros utilizados no presente estudo, numa produção estimada de 1000 mudas para arborização urbana, haveria uma demanda no manejo TP de 4,85 m² de canteiro para a fase inicial (período entre 0 à 30 dias após a repicagem) (mudas em tubetes de 280 cm³ e bandejas do tipo caixa com 54 células).

Passados os 30 dias haveria uma demanda de 9,70 m² de canteiro (alternagem para 50% de ocupação das células), pelo período compreendido entre 30 à 120 dias após a repicagem. No manejo P (tubete de 3,0 litros) no período entre 0 e 120 dias após a repicagem (Figura 1) haveria uma demanda de aproximadamente 25 m² de canteiros. A partir dos 120 dias até os 240 dias, em ambos os manejos (P e TP) (Figura 2) todos passariam demandar uma área estimada em 50 m². Ou seja, o manejo P demanda uma área aproximadamente 5 vezes maior no período entre 0 à 30 dias, e 2,5 vezes maior no período entre 30 à 120 dias, sendo igual a demanda do manejo TP após essa data. Essa informação é relevante para o

planejamento da ocupação do espaço do viveiro, e até mesmo na elaboração de um projeto de viveiro que deve considerar a maior demanda por área.

Por serem produzidas em recipientes acima de 15 litros, as mudas destinadas à arborização urbana necessitam de um grande volume de substrato, gerando uma demanda significativa de biossólido, além de requerer maior fonte matéria orgânica e necessitar de um destino mais adequado (RIBEIRO et al., 2018).

A disposição final do biossólido de lodo de esgoto é um dos maiores problemas operacionais no processo de tratamento de lodo de esgoto, pois do valor do custo final no tratamento, ele pode alcançar cerca de 50% do montante (BETTIOL; CAMARGO, 2006). Abreu (2014) afirma que a disposição final do biossólido de lodo de esgoto deve estar inserida no planejamento das ETEs, sempre levando em consideração as questões técnicas, econômicas, ambientais e legais.

5. CONCLUSÃO

Considerando o manejo convencionalmente adotado para produção de mudas de arborização, SF (substrato formulado) + TP (tubete 280 cm³ + pote 3,0 litros), recomenda-se a adoção do manejo BIO (biossólido) + P (pote de 3,0 litros), que aos 240 dias proporcionou 86,5% e 75,7% maior crescimento em altura e diâmetro do coleto na produção de mudas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos destinadas à arborização urbana.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; BATAGLIA, O. C. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3, 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: IAC, p. 17–28.

ABREU, A.H.M.; LELES, P.S.S.; MELO, L.A.; FERREIRA, D.H.A.A.; MONTEIRO, F.A.S. Produção de mudas e crescimento inicial em campo de *Enterolobium contortisiliquum* produzidas em diferentes recipientes. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 1, p. 141-150, 2015.

ABREU, A.H.M.; MARZOLA, L.B.; MELO, L.A.; LELES, P.S.S.; ABEL, E.L.S; ALONSO, J.M. Urban solid waste in the production of *Lafoensia pacari* seedlings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.21, n.1, p.83-87, 2017.

AGUIAR, I. B.; MELLO, H. A. Influência do recipiente na produção de mudas e no desenvolvimento inicial após o plantio no campo de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus saligna* Smith. **IPEF**, Piracicaba, v.8, n.1, p.19-40, 1974.

ALVAREZ, I. A.; SILVA FILHO, D. F. da; COUTO, H. T. Z.; POLIZEL, J. L. Comparação entre videografia e fotografia aérea para diagnóstico da vegetação em ambiente urbano de Piracicaba, SP. **Revista Árvore**, v.34, n.4, p.691-698, 2010.

ALMEIDA, E.R.; MELLO, A.C.; SANTANA, C.F.; FILVA FILHO, A.A.; SANTOS E.R. The action of 2-hydroxy-3-(3-methyl-2-butenyl) 1,4-naphthoquinone (Lapachol) in pregnant rats. **Revista Portuguesa de Farmácia**, Portugal, v. 38, n. 3, p. 21-23. 1988.

ALVES, W.L.; PASSONI, A.A. Composto e vermicomposto de lixo urbano na produção de mudas de oiti (*Licania tomentosa* Benth.) para arborização. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 10, p. 58-62, 1997.

ANTONIAZZI, A. P.; BINOTTO, B.; NEUMANN, G. M.; SAUSEN, T. L.; BUDKE, J. C. Eficiência de recipientes no desenvolvimento de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 313 - 317, 2013.

AVRELLA, E.D.; MENEGATTI, R.D.; POZZAN, M.; PEGORARO, M.; NAVROSKI, M.C. Influência de diferentes substratos e recipientes sobre o crescimento inicial de *Schinus terebinthifolius* Raddi. Congrega, Urcamp, 2016.

BACKES, F. A. A. L.; GIRARDI, L. B.; NEUHAUS, M.; BELLÉ, R. A.; SCHWAB, N.T.; PEITER, M. X. Caracterização das espécies utilizadas na arborização urbana em Silveira Martins, RS. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 17, n. 2, p. 167-174, 2011.

BARBOSA, L.M.; BARBOSA, J.M.; BARBOSA, K.C.; POTOMATI, A.; MARTINS, S.E.; ASPERTI, L.M.; MELO, A.C.G. de; CARRASCO, P.G.; CASTANHEIRA, S. dos A.; PILIACKAS, J.M.; CONTIERI, W.A.; MATTIOLI, D.S.; GUEDES, D.C.; JUNIOR, N.S.; SILVA, P.M.S. e; PLAZA, A.P. Recuperação florestal com espécies nativas do estado de São Paulo: Pesquisas apontam mudanças necessárias. **Florestar Estatístico**, v.6, n. 14, p.28-34, 2003.

BARROSO, D.G. et al. Efeito da adubação em mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiaenifolia* Benth.) e aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi.) produzidas em substrato constituído por resíduos agroindustriais. **Revista Árvore**, v. 22, n. 4, p. 433-441, 1998.

BETTIOL, W., CAMARGO, O. A. (Ed.). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 312p.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. **Lodo de esgoto: Impactos ambientais na agricultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 349 p.

BIELSCHOWSKY, M. C. **Modelo de gerenciamento de lodo de estação de tratamento de esgotos: aplicação do caso da Bacia da Baía de Guanabara**. 2014 167f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica & Química da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

BIONDI, D.; ALTHAUS, M. **Árvores de rua de Curitiba: cultivo e manejo**. Curitiba: FUPEF, 2005. 182 p.

BIONDI, D.; MEUNIER, I. Obtenção de altura de esgalhamento adequada de *Clitoria racemosa* para uso na arborização de ruas. In: Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana, 2., 1987, Maringá. **Anais...Maringá: SBAU**, 1987. p. 144 - 147.

BIONDI, D.; LEAL, L.; COBALCHINI, J. L. Tratamentos silviculturais em mudas de *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk. para arborização de ruas. **Floresta**, Curitiba, v. 37 p. 437-444, n. 3, 2007.

BLUM, C. T.; BORGIO, M.; SAMPAIO, A. C. F. Espécies exóticas invasoras na arborização de vias públicas de Maringá-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 3, n. 2, p. 78-97, 2008.

BOMM, B. F. H.; NESI, J.; HO, T. L.; MARIA, T. R. B. C.; BOBROWSKI, R. **Arquitetura de copa de *Handroanthus* spp. na floresta urbana de Curitiba, Paraná. Anais do XXI I Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, Salvador (BA), Brasil, 17-21 novembro 2018.**

CABREIRA, G.V. **Biossólido de lodo de esgoto na restauração florestal: produção de mudas e adubação de plantio.** 2017. 64 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Ciências Ambientais e Florestais, 2017.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Influência do resíduo da indústria do algodão na formulação de substrato para produção de mudas de *Schinus erebinthifolius* Raddi, *Archontophoenix alexandrae* Wendl. et Drude e *Archontophoenix cunninghamiana* Wendl. ET Drude. **Ambiência**, Guarapuava, v. 3, n. 3, p. 311-323, 2007.

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

CALDEIRA, M. V. W. et al. Lodo de esgoto e vermiculita na produção de mudas de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 155-163. 2013.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Lodo de esgoto como componente de substrato para produção de mudas de *Acacia mangium* Wild. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 1, p. 34-43, 2014.

CAMAÑO, J.D.Z. Serviços ecossistêmicos de regulação climática e da qualidade do ar pela arborização em Patos-PB / Jorge Danilo Zea Camaño. – Patos, 2016. 79f.: il. color. (Como citar dissertação).

CAMPINHOS JÚNIOR, E.; IKEMORI, Y.K. Introdução de novas técnicas na produção de mudas de essências florestais. **Silvicultura**, v. 8, n. 28, p.226, 1983.

CÂNDIDO, J.F. **Culturas de espécies florestais I.** Viçosa: SIF, 1992. 115p. (Documento SIF).

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

CARVALHO, P. C. T.; BARRAL, M. F. Aplicação de lodo de esgoto como fertilizante. **Fertilizantes**, Piracicaba, v. 3, n.2, p. 1-4, 1981.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Florestais Brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Colombo: Embrapa. 640 p. 1994.

CHIBA, M. K.; MATTIAZZO, M. E.; OLIVEIRA, F. C. Cultivo de cana de açúcar em Argissolo tratado com lodo de esgoto. I – disponibilidade de nitrogênio no solo e componentes de produção. **Revista Brasileira de Ciências do solo**, v. 32, p. 643 – 652, 2008.

CIESLIK, B. M; NAMIESNIK, J.; KONIECZKA, P. Review of sewage sludge management: standards, regulations and analytical methods. **Journal of Cleaner Production**, v.90, p.1–15, 2015.

CNCFlora. *Handroanthus impetiginosus* 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/Handroanthus impetiginosus](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Handroanthus%20impetiginosus)>. Acesso em 26 maio 2019.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GOMES, K. C. O. ; GUERRERO, C. R. A. Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.2, n.66, p.100-107, 2004.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS - CEMIG. **Manual de arborização**. Belo Horizonte: CEMIG/Fundação Biodiversitas, 2011. 112 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências**. Diário oficial da União. Brasília, DF, 30 de agosto de 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf>>. Acessado em 02 de abril de 2019.

CORRÊA, M. G. C.; ORANDIN, C. M.; SILVA, A. C.; PEREIRA, S. G.; OLIVEIRA, S. A. Armazenamento de sementes de Ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* Mart.). In: Simpósio Nacional Cerrado 9, E 2, Simpósio Internacional Savanas Tropicais, Brasília. Anais. Brasília, DF: **ParlaMundi**, 4 p, 2008.

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

DAVIDE, A. C., SILVA, E. A. A. *Produção de sementes e mudas de espécies florestais*. Lavras: UFPA; 2008. 174 p.

FARIA, J. C. T.; CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; LACERDA, L. C.; GONÇALVES, E. O. Substratos a base de lodo de esgoto na produção de mudas de *Senna alata*. **Comunicata Scientiae**, v.4, p.342-351, 2013.

FONSECA, A. C. **Biossólido na composição de substratos para produção de mudas de espécies florestais vulneráveis à extinção**. 2015. 17 p. Monografia (Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

GALETTI, M; PIZO, M. A.; MORELLATO, P. Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. In: Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. L. Cullen-Jr, R. Rudran and C. Valladares-Padua (Orgs.). Universidade Federal do Paraná e Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, p.395-422, 2003.

GEMAQUE RCR, DAVIDE AC, FARIA JMR. Indicadores de maturidade fisiológica de sementes de Ipe-Roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.). *Cerne* 2002; 8(2): 84-91.

GENTRY, A.H. Bignoniaceae: Part II (Tribe Tecomeae). *Flora Neotropica*, v. 25, n. 2, p. 1-370, 1992.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; BORGES, R. de C. G.; FREITAS, S. C. de. Influência do tamanho da embalagem plástica na produção de mudas de ipê (*Tabebuia serratifolia*), da copaíba (*Copaiferalangsdorffii*) e de angico vermelho (*Piptadenia peregrina*). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 14, n. 1, p.26-34, 1990.

GOMES, J. M., PAIVA, H. N. **Viveiros florestais**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa: Editora UFV, 2013. 116 p.

GONÇALVES, A. L. Substratos para produção de mudas de plantas ornamentais. In: MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T.A.Queiroz, 1995. p.107-115.

GONÇALVES, E. O.; PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W.; JACOVINE, L. A. G. Avaliação qualitativa de mudas destinadas à arborização urbana no Estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 479-486, 2004.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETTO, S. P. de; MANARA, M. P.; STAPE, José Luiz. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: *Nutrição e fertilização florestal*[S.l: s.n.], 2000.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2005. p. 309-350.

GONÇALVES, W. Florestas urbanas. **Revista Ação Ambiental**, n.9. p.17-19, 1999/2000.

GROSE, S. O.; OLMSTEAD, R. G. Taxonomic revisions in the polyphyletic genus *Tabebuia* s. l. (Bignoniaceae). **Systematic Botany**, v. 32, n. 3, p. 660-670. 2007.

GUIRAUD, P.; STEIMAN, R.; CAMPOS-TAKAKI, G. M.; SEIGLE-RUMANDI, F.; BUOCHBERG, M. S. Comparison of antibacterial and antifungal activities of Lapachol and b-Lapachone. **Planta Medica**, v. 60 n. 1, p. 373-374. 1994.

HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. 8.ed. Boston: Prentice-Hall, 2011. 915p.

HEIDEN, G.; BARBIERI, R.L.; STUMPF, E.R.T. Considerações sobre o uso de plantas ornamentais nativas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.12, n.1, p.2-7, 2006.

HIGASHI, E. N. et al. Fertirrigação em viveiros de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: BOARETTO, A. E.; VILLAS BOAS, R. L. et al. **Fertirrigação: teoria e prática**. Piracicaba, 2004. v.1, p.677-725.

HOSSAIN, L.; SALAM, M. A.; RUBAIYAT, A., HOSSAIN, M. K. Sewage Sludge as Fertilizer on Seed Germination and Seedling Growth: Safe or Harm. **International Journal of Research in Management**, v.2, n.3, p.136-146, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sinopse do censo demográfico, 2010.** Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=11&uf=00>>. Acesso em 6 jun. 2019.

JESUS, B.M. **Morfologia de sementes, germinação e desenvolvimento de mudas de angico de bezerro (*Piptadenia obliqua* (Pers.) Macbr.).** 1997. 81f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1997.

JOSE, A. C. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. de. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 187 - 196, 2005.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. Recuperação de áreas ciliares. In: R.R. RODRIGUES e H. F. LEITÃO-FILHO. **Matas ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: Edusp/Fapesp, 2004.

KÄMPF, A. N. et al. **Substratos para plantas.** A base da produção vegetal em recipientes, Porto Alegre: Gênese, 2000. 312 p.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais.** 2.ed. Guaíba: Agrolivros, 2005. 256 p.

KELER, L., LELES, P. S. S., OLIVEIRA NETO, S. N., COUTINHO, R. P. & NASCIMENTO, D. F. 2009. Sistema de blocos prensados para produção de mudas de três espécies arbóreas nativas. *Revista Árvore*, 33: 305-314.

LELES, P. S. S., LISBOA, A. C., OLIVEIRA NETO, S. N., GRUGIKI, M. N. & FERREIRA, M. A. 2006. Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. *Floresta e Ambiente*, 13: 69-78.

LIMA, R. S. et al. Volume de recipientes e composição de substratos para produção de mudas de mamoneira. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 480-486, 2006.

LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H.; BULL, L. T. Efeito do nitrogênio e do lodo de esgoto nos fatores produtivos do feijoeiro. **Ceres**, v. 59, n. 1, p. 118 – 124, 2012.

LORENZI H. **Árvores brasileiras manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas no Brasil.** Nova Odessa. Plantarum, 1992.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil.** São Paulo: Nova Odessa, v.2. 368p. 1998.

LORENZI H., MATOS FJA. **Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas.** Nova Odessa-SP: Instituto Plantarum;. p. 93-94, 2002.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa, Editora Plantarum, v. 1, 7. ed, 2008. 384p.

LOZADA, P. T.; LEAL, J. A. S.; OROBIO, B. A. P.; CASTRO, V. C. PARRA, C. A. M. Influencia de La aplicación de biosólidos sobre el suelo, la morfología y productividad del

cultivo de cana de açúcar. **Revista U.D.C.A. Act.& Div. Cient.**, Cartagena, v. 18, n. 1, p. 69 – 79, 2015.

LUNA, T.; LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K. Containers. In: DUMROESE, R. K.; LUNA, T.; LANDIS, T. D. (Eds). **Nursery manual for native plants**: a guide for tribal nurseries. Washington: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 2009. 302 p. (Nursery management. Agriculture Handbook 730).

MAGELA. M. L. M.; CAMARGO R.; SOUZA M. F.; FILHO A. A.; PAULA C. O.; Biossólido na produção de mudas de eucalipto (*Eucalyptus citriodora* Hook). **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 8, n. 14; p. 166, 2012.

MAIA-SILVA C, DA SILVA CI, HRCNIR M, DE QUEIROZ RT, IMPERATRIZ-FONSECA VL. Guia de Plantas Visitadas por abelhas na Caatinga. Fundação Brasil Cidadão; Fortaleza-CE, Brazil. 194, 2012.

MARTINI, A.; BIONDI, D. Microclima e conforto térmico de um fragmento de floresta urbana em Curitiba, PR. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 22, n. 2, p. 182-193, 2015.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C.; SILVA FILHO, D. F. Análise microclimática das diferentes tipologias de floresta urbana de Curitiba. **Floresta**, Curitiba, v. 47, n. 2, p. 137-144, 2017.

MATTEI, V.L. Deformações radiculares em plantas de *Pinus taeda* L. produzidas em tubetes quando comparadas com plantas originadas por sementeira direta. **Ciência Florestal**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 1999.

MELO, R.R., LIRA FILHO, J.A., RODOLFO JÚNIOR, F.R. Diagnóstico qualitativo e quantitativo da arborização urbana no bairro Bivar Olinto, Patos, Paraíba. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana* 2007; 2(1): 64-80.

MILANO, M.; DALCIN, E. **Arborização de vias públicas**. 1 ed. Rio de Janeiro: Light, 2000. 226p.

MILNER, L. Water and Fertilizers management in substrates. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSERYMEN, 6., Ribeirão Preto, 2001. **Proceedings...**Ribeirão Preto: ISCN, p.108-111, 2001.

NASCIMENTO, C. W. A.; BARROS, D. A. S.; MELLO, E. E. C.; OLIVEIRA, A. B. Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após a aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 385-392, mar./abr. 2004.

NOBREGA, R. S. A. et al. Utilização de biossólido no crescimento inicial de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 239-246, 2007.

PAIVA, H.N.; GONÇALVES, W. **Produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. p.107-112.

PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. **Produção de mudas para arborização urbana**. 2 ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2013. 171 p.

PANIZZA S. **Plantas que curam**. 24º ed. São Paulo: IBRASA; 1997. p.126-127.

PIÑA RODRIGUES, F. C. M.; PIRATELLI, A. J. Aspectos ecológicos da produção de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). Sementes florestais tropicais. Brasília, DF: **ABRATES**, p.47-82. 1993.

PIVETTA, K. F. L.; SILVA FILHO, D, F. **Boletim acadêmico, série: Arborização urbana**. Jaboticabal, UNESP, Jaboticabal, SP, 74 p. 2002.

POTT, V. J.; POTT, A. **Plantas do Pantanal**. Corumbá: EMBRAPA-SPI, 1994. 320p.

REZENDE, A. P. S. O programa de compatibilização da arborização urbana com redes de energia elétrica da CEMIG. In: ENCONTRO PARA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA, 1., 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: CMCN/DEF/UFV, 1997. 488p. p. 336 – 339.

RIBEIRO, J.F. *et al.* **Manual de viveiro e produção de mudas. Espécies arbóreas nativas do cerrado**. Embrapa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Cerrados. Brasília, 2016.

RIBEIRO, J. G. et al. Biossólido na composição de substratos para produção de mudas de duas espécies florestais utilizadas na arborização urbana. **REVSBAU**, Curitiba-PR, v. 13, n.2, p. 01-12, 2018.

SESTER, E. A. **Avaliação Biofarmacêutica do Lapachol Tópico: ensaios in vitro e in vivo**. [Dissertação-mestrado] Ciências farmacêuticas do Centro de Ciências da Saúde da UFPE-Recife, Brasil, 1996. 5.

SILVA, B. M. S.; LIMA, J. D.; DANTAS, V. A. V.; MORAES, W. S.; SABONARO, D. Z. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 1019 - 1026, 2007.

SILVA JUNIOR, M. C. da.; LIMA, R. M. C. **100 Árvores Urbanas-Brasília: Guia de Campo**. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2010. 292 .p

SILVA M. N.; FERREIRA V. F.; SOUZA M. C. B. V. Um panorama atual da química e da farmacologia de naftoquinonas, com ênfase na beta-lapachona e derivados. **Quim. Nova**, v. 26, n. 3, p. 407-416. São Paulo. 2003.

SILVA, M.V. **Uso de Biossólido de logo de esgoto em plantios de espécies da Mata Atlântica**. 2017. 41 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Ciências Ambientais e Florestais, 2017.

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

TAKAHASHI, L.Y. Sistema informatizado de manejo da arborização de ruas. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1992, Vitória. **Anais...** Vitória: SEMMAM, 1992. p. 281-290.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; REIS, E. F.; SILVA, A. G. Produção de mudas de *Tectona grandis* em substratos formulados com biossólido. **Cerne**, v.20, p.293-302, 2014.

SCHEER, M. B.; CARNEIRO, C.; BRESSAN, O. A.; SANTOS, K. G. Crescimento e nutrição de mudas de *Lafoensia pacari* com lodo de esgoto. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 19, p. 55-65, 2012.

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

WENDLING, I. et al. **Planejamento e instalação de viveiros**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 120 p.

YUYAMA, K. & SIQUEIRA, J. A. S. 1999. Efeito do tamanho das sementes e do recipiente no crescimento de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia*). *Acta Amazonica*, 29: 647-650.