UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

SUBSTRATOS ORGÂNICOS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Tabebuia heptaphylla* IRRIGADAS COM ÁGUA POTÁVEL E RESIDUÁRIA

Mayra Cristina Teixeira Caetano
Engenheira Agrônoma

2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

SUBSTRATOS ORGÂNICOS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Tabebuia heptaphylla* IRRIGADAS COM ÁGUA POTÁVEL E RESIDUÁRIA

Mayra Cristina Teixeira Caetano

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani

Coorientador: Prof. Dr. João Antonio Galbiatti

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutora em Agronomia (Ciência do Solo).

2016

Caetano, Mayra Cristina Teixeira
C128s Substratos orgânicos para a produção de mudas de *Tabebuia heptaphylla* irrigadas com água potável e residuária / Mayra Cristina Teixeira Caetano. – – Jaboticabal, 2016
x, 60 p. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016
Orientador: Carlos Eduardo Angeli Furlani
Coorientador: João Antonio Galbiatti
Banca examinadora: José Eduardo Pitelli Turco, Teresa Cristina Tarle Pissarra, Adilson José Rocha Mello, Anaira Denise Caramelo
Bibliografia

1. Composto de lixo. 2. Composto de poda de árvores. 3. Ipê-roxo. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.41: 634.0.2

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: SUBSTRATOS ORGÂNICOS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Tabebuia heptaphylla* IRRIGADAS COM ÁGUA POTÁVEL E RESIDUÁRIA

AUTORA: MAYRA CRISTINA TEIXEIRA CAETANO
ORIENTADOR: CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI
CO-ORIENTADOR: JOÃO ANTONIO GALBIATTI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (CIÊNCIA DO SOLO), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. JOÃO ANTONIO GALBIATTI
Departamento de Engenharia Rural / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. JOSÉ EDUARDO PITELLI TURCO
Departamento de Engenharia Rural / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Profa. Dra. TERESA CRISTINA TARLE PISSARRA
Depto de Engenharia Rural / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. ADILSON JOSE ROCHA MELLO
UNIARA - Araraquara/SP

Profa. Dra. ANAIRA DENISE CARAMELO
UNIARA - Araraquara/SP

Jaboticabal, 24 de maio de 2016.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

MAYRA CRISTINA TEIXEIRA CAETANO, Filha de Mario Luiz Teixeira Caetano e Fatima T. Balsani Caetano, nascida em Taquaritinga – SP, em 10 de agosto de 1985. Formou-se em Engenharia Agronômica pela Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista, em 2008. Realizou estágio com frutíferas na Fazenda Murata, em Rancharia – SP, onde praticou enxertia em diversas espécies frutíferas. Realizou estágio também no Núcleo de produção de Mudas de Itaberá (CATI) em Itaberá – SP, onde acompanhou os processos de produção de mudas frutíferas e florestais. Desenvolveu atividades de estágio na Branco Peres em Itápolis – SP, onde acompanhou as atividades realizadas em uma fazenda citrícola, estudando eficiência de produtos para controle de *Orthezia praelonga*. Em 2009, ingressou no Programa de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado (Ciência do Solo) da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal – SP, cujo projeto de pesquisa intitulado foi "Substratos e níveis de irrigação na formação de porta-enxerto utilizando limão-cravo", concluindo o curso em 2011. Em março de 2012, ingressou no curso de Doutorado, também no programa de Pós-graduação em Agronomia (Ciência do Solo), cujo projeto de pesquisa foi intitulado "Substratos orgânicos para a produção de mudas de *Tabebuia heptaphylla* utilizando água potável e residuária na irrigação", sendo este concluído em maio de 2016. Desde 2011 até o presente, atua como docente do Centro Universitário de Araraquara (UNIARA) para o curso de graduação em Engenharia Agronômica, onde também desenvolve pesquisas sobre utilização e manejo de resíduos na agricultura, sendo que já esteve sob sua orientação sete pesquisas para trabalho de conclusão de curso.

“Sabemos como é a vida: num dia dá tudo certo e no outro as coisas já não são tão perfeitas assim. Altos e baixos fazem parte da construção do nosso caráter. Afinal, cada momento, cada situação que enfrentamos em nossas trajetórias, é um desafio, uma oportunidade única de aprender, de se tornar uma pessoa melhor. Só depende de nós, das nossas escolhas... Não sei se estou perto ou longe demais, se peguei o rumo certo ou errado. Sei apenas que sigo em frente, vivendo dias iguais de forma diferente. Já não caminho mais sozinho, levo comigo cada recordação, cada vivência, cada lição. E, mesmo que tudo não ande da forma que eu gostaria, saber que já não sou a mesma de ontem me faz perceber que valeu a pena. Procure ser uma pessoa de valor, em vez de procurar ser uma pessoa de sucesso. O sucesso é só consequência.”

Albert Einstein

DEDICATÓRIA

Ao meu marido, Gustavo, pelo apoio incondicional em todos os momentos, principalmente nos de incerteza, muito comum para quem tenta trilhar novos caminhos. Sem você nenhuma conquista valeria a pena.
Te Amo!

Aos meus pais, Mario e Fatima, que por acreditarem que esse dia chegaria, não mediram esforços... sempre representando meus referenciais de honra, coragem e determinação!
"Amor de Família é a coisa mais inexplicável do mundo, nem um pai consegue dizer para um filho o quanto o ama, nem o filho sabe dizer ao pai... então eles simplesmente demonstram ..."
Amo Vocês!

Ao grande amigo, João Antonio Galbiatti, pelo incentivo e pelo exemplo de competência e perseverança frente às adversidades encontradas. Pela sua solidariedade que sempre lhe foi peculiar.

Chega um momento em sua vida, que você sabe;
Quem é imprescindível para você,
quem nunca foi,
quem não é mais,
quem será sempre!

Charles Chaplin

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, quero agradecer a Deus, por ter abençoado todos os dias da minha vida, por iluminar meu caminho e me dar forças para seguir em frente.

Ao meu marido, Gustavo, por sempre estar ao meu lado... por compreender: minha ausência, minhas noites mal dormidas, minhas angústias, minhas preocupações, minhas lágrimas! Obrigada pelo olhar carinhoso e pelo abraço apertado que me deram forças para não desistir; obrigada pela sua força, pela sua dedicação comigo, pela espera paciente em meus momentos de muito trabalho, por toda sua capacidade de compreensão, por sua confiança em mim, enfim, pela sua presença em minha vida.... Juntos, vencemos mais essa etapa!

Aos meus pais, Mario e Fátima, que muitas vezes se doaram e renunciaram aos seus sonhos, para que eu pudesse realizar os meus. Quero dizer que essa conquista não é só minha, mas nossa. Tudo que consegui só foi possível graças ao amor, apoio e dedicação que vocês sempre tiveram por mim. Sempre me ensinaram agir com respeito, simplicidade, dignidade, honestidade e amor ao próximo. E graças à união de todos, os obstáculos foram ultrapassados, vitórias foram conquistadas e alegrias divididas. Agradeço pela paciência e compreensão durante essa longa jornada. Muitíssimo obrigada!

Aos meus irmãos, Diego e Mays, pelo incentivo e pelos momentos de descontração e apoio. Obrigada por sempre estarem ao meu lado.

Ao grande amigo e coorientador, João Galbiatti, por não ter medido esforços para que esse trabalho fosse concluído. Por ter acreditado em mim, quando nem eu mesma era capaz. Agradeço pela confiança, amizade, conselhos e paciência. O senhor é um exemplo de simplicidade, compreensão e competência... preocupado não só com a realização do trabalho, mas principalmente com o ser humano. Muito obrigada, e que eu possa sempre contar com o privilégio da sua amizade.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE TABELAS	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Descrição da espécie	3
2.2 Substratos	4
2.3 Matéria orgânica	7
2.4 Resíduo sólido urbano	8
2.5 Utilização agronômica do composto de lixo urbano	10
2.6 Efeitos negativos do uso de composto de lixo urbano	13
2.6.1 Metais pesados	13
2.6.2 Salinização	14
2.7 Utilização agronômica do composto de poda de árvores	15
2.8 Água residuária na agricultura	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Local de desenvolvimento da pesquisa	20
3.2 Período de desenvolvimento da pesquisa	20
3.3 Estrutura física	20
3.4 Espécie utilizada	20
3.5 Delineamento experimental	21
3.6 Substratos	22
3.7 Irrigação	25
3.8 Condução do experimento	26
3.9 Características avaliadas	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 Altura	28

4.2 Diâmetro do coleto - 33
4.3 Análise foliar: macronutrientes - 36
4.4 Massa de matéria seca da parte aérea - 43
5. CONCLUSÃO - 46
6. REFERÊNCIAS - 47

SUBSTRATOS ORGÂNICOS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Tabebuia heptaphylla* IRRIGADAS COM ÁGUA POTÁVEL E RESIDUÁRIA

RESUMO - É importante estudar compostos orgânicos na produção de mudas de *T. heptaphylla*, principalmente com resíduos considerados problemáticos como compostos a base de lixo urbano e restos vegetais oriundos de podas de árvores, bem como o tipo de água de irrigação utilizada. Com o trabalho o objetivo é analisar os substratos formados pela associação de doses de composto de lixo urbano e composto de poda de árvore, em condição de irrigação com água residuária e potável, nas características biométricas e na composição química foliar das mudas de *Tabebuia heptaphylla*. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados em um esquema fatorial 8x2, sendo oito combinações de substratos (S): T1 (100% substrato comercial); T2 (100% C.P.A.); T3 (5% C.L. + 95% C.P.A.); T4 (10% C.L. + 90% C.P.A.); T5 (20% C.L. + 80% C.P.A.); T6 (40% C.L. + 60% C.P.A.); T7 (60% C.L. + 40% C.P.A.); e T8 (100% C.L.), associadas a irrigações com dois tipos de água (residuária e potável). As variáveis avaliadas foram: altura da parte aérea, diâmetro do coleto, massa de matéria seca da parte aérea e análise química foliar para determinação da concentração de macronutrientes. Os tratamentos que proporcionaram o melhor desenvolvimento das mudas de *Tabebuia heptaphylla*, foram os tratamentos 4 (10% CL + 90% CPA), 5 (20% CL + 80% CPA) e 6 (40% CL + 60% CPA). Sendo assim, os resultados permitem concluir que as combinações entre o composto de árvore e de lixo proporcionam resultados satisfatórios no desenvolvimento das mudas e que a utilização da água residuária influencia positivamente no desenvolvimento destas.

Palavras-chave: composto de lixo, composto de poda de árvores, ipê roxo.

SUBSTRATE FOR ORGANIC PRODUCTION OF *Tabebuia heptaphylla* IRRIGATED SEEDLINGS WITH DRINKING WATER AND WASTEWATER

ABSTRACT - It is important to study organic compounds in the production of *T. heptaphylla* seedlings, especially with problematic considered as waste compounds to urban waste -based and plant remains derived from tree pruning, as well as the type of irrigation water used. The aim of this work was to analyze the biometric characteristics and the chemical composition of *T. heptaphylla* seedlings developed on different substrates formed by the association between different doses of urban waste compounds (CL) and compost of prunings trees (CPA) in irrigation condition with wastewater and drinking water. The experimental design was a randomized block in a 8x2 factorial design, with eight different combinations of substrates (S): S1 (100%) commercial substrate); S2 (C.P.A. 100%); S3 (5% + 95% C.L. C.P.A.); S4 (10% + 90% C.L. C.P.A.); S5 (20% + 80% C.L. C.P.A.); S6 (40% + 60% C.L. C.P.A.); S7 (60% + 40% C.L. C.P.A.); and S8 (100% C.L.) and with irrigation with two types of water (wastewater and potable). We evaluated the shoot height, stem diameter and leaf analysis to determine the concentration of macronutrients. Treatments that provided the best development of *Tabebuia heptaphylla* were treatments 4 (10% CL + 90 % CPA), 5 (20 % CL + 80 % CPA) and 6 (40 % CL + 60 % CPA) . The results obtained allow to conclude that the combination of the compound of tree and garbage provide satisfactory results development of the seedlings and the use of wastewater positively influences the development of these.

Keywords: compost, compost pruning trees, purple ipe

LISTA DE TABELAS

Página

1. Características de um substrato ideal - 6
2. Quantidade de resíduo sólido urbano (RSU) gerado - - - - - - - - - - - - - - - - - - 10
3. Área irrigada com água residuária em diferentes países - - - - - - - - - - - - - - - 18
4. Dados das características químicas e físicas dos substratos utilizados - - - - 24
5. Composição volumétrica (%) dos substratos utilizados para produção de mudas de *Tabebuia heptaphylla* - 25
6. Características químicas das água utilizadas - 25
7. Altura média (cm) de mudas de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água. Período 2012/2013 - 30
8. Altura média (cm) de mudas de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água. Período entre janeiro e dezembro de 2014 - 31
9. Desdobramento da interação entre substrato-água para a altura (cm) aos 35, 50 e 65 dias após a emergência (DAE) em mudas de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água. Período entre janeiro e dezembro de 2014.- - - - - - - - - 32
10. Diâmetro médio do coleto (mm) de mudas de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água - 35

11. Desdobramento da interação entre substrato-água para diâmetro médio do coleto (mm) aos 80 e 95 dias após a emergência (DAE) em mudas de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água. Período janeiro e dezembro de 2014 - - 36
12. Concentração de macronutrientes (g/kg) em folhas de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água. Período 2012/2013 - 38
13. Concentração de macronutrientes (g/kg) em folhas de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água. Período entre janeiro e dezembro de 2014 - - - 39
14. Desdobramento da interação entre substrato-água para a concentração dos macronutrientes (g/Kg) N, P, e K em folhas de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água. Período de 2012/2013 - 40
15. Desdobramento da interação entre substrato-água para a concentração dos macronutrientes (g/Kg) Ca e Mg em folhas de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água. Período de 2012/2013 - 41
16. Desdobramento da interação entre substrato-água para a concentração dos macronutrientes (g/Kg) K e Ca em folhas de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água. Período entre janeiro e dezembro de 2014 - - - - - - - - - - - - 42

17. Desdobramento da interação entre substrato-água para a concentração dos macronutrientes (g/Kg) Mg e S em folhas de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água. Período entre janeiro e dezembro de 2014 - - - - - - - - - - - -
18. Massa de matéria seca (g) da parte aérea de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água - 44
19. Desdobramento da interação entre substrato-água para a massa de matéria seca da parte aérea (g) de mudas de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água - 45

1. INTRODUÇÃO

O ipê roxo *Tabebuia heptaphylla* é uma Bignoniaceae de porte arbóreo, alcançando entre 10 e 20 m de altura; seu florescimento é abundante e, com a queda das folhas, maciças e vistosas florações proporcionam um efeito paisagístico. (AMARAL et al., 2011; MARTINS; LAGO; CÍCERO, 2012a). A importância deste gênero pode ser caracterizada por sua capacidade de alterar sua fisiologia de acordo com as condições ambientais, característica esta, prioritária para os projetos de reflorestamento, principalmente na recuperação de áreas degradadas e áreas de preservação permanente (MARTINS, et al., 2012b; SAMPAIO; POLO; BARBOSA, 2012).

Desta forma, o conhecimento técnico acerca da condução do cultivo do ipê roxo pode determinar o sucesso de projetos de reflorestamento. A produção de mudas de *T. heptaphylla*, em quantidade e qualidade, constitui uma das etapas mais difíceis e importantes para o correto estabelecimento dos povoamentos florestais, orientado por pesquisas científicas e avanços técnicos com o propósito em melhorar a qualidade das mudas, desde a fase de viveiro até a introdução e condução no campo (GONÇALVES et al., 2000; SOUZA et al., 2005; FERRAZ; ENGEL, 2011).

Para a produção de mudas de *T. heptaphylla*, um dos fatores cruciais no correto desenvolvimento da plântula tem relação com o substrato utilizado, caracterizado basicamente por resíduos orgânicos, principalmente por casca de *Pinus*, fibra de coco, esterco bovino e esterco de galinha (MORAES NETO et al., 2003; SOUZA et al., 2005; SARZI et al., 2010).

Atualmente, novos substratos estão surgindo, como o composto de lixo orgânico e a utilização de resíduos de poda de árvores. Segundo a ABRELPE (2014), no ano de 2014 o Brasil teve uma geração de 78,6 milhões de toneladas de resíduo sólido urbano e, a quantidade desses resíduos destinada inadequadamente cresceu, com consideráveis danos ao meio ambiente.

O composto de lixo urbano doméstico surge como uma alternativa, pois o lixo orgânico tratado pode ser extremamente útil na formação de substrato para uso na

produção de mudas, já que sua aplicação incrementa a fertilidade do solo (SABONARO, 2006; NÓBREGA et al., 2008).

Os resíduos de poda de árvores constituem também um sério problema, pois estes não se enquadram na disposição nos aterros sanitários, principalmente com presença de galhos mais grossos, sendo estes geralmente aproveitados na forma de lenha em restaurantes, padarias, carvoarias, etc. Já os galhos finos e folhas, podem ser aproveitados triturando-os e, posteriormente submetendo-os à compostagem.

Também de suma importância no desenvolvimento das mudas, outro parâmetro de renomada relevância, advém do tipo de água utilizada durante o processo de irrigação, sendo um fator muito pouco estudado em relação à referida espécie arbórea (MURAISHI et al., 2010). É importante destacar que há outra problemática enfrentada pela humanidade, sendo em relação à disponibilidade de água, pois estudiosos acreditam que, em 2025, dois terços da população mundial sofrerão com a escassez desse importante recurso natural (OLIVER, 2000). Sendo assim, o estudo quanto ao tipo de água de irrigação utilizada na produção de mudas de *T. heptaphylla* também apresenta relevância frente às pesquisas atuais.

Neste sentido, pesquisas visando identificar potenciais compostos orgânicos na produção de mudas de *T. heptaphylla*, orientadas primariamente em resíduos considerados problemáticos no setor urbano, como compostos a base de lixo residencial e também a restos vegetais oriundos de podas de árvores, podem aprimorar conhecimento sobre à qualidade do substrato de produção de mudas de ipê roxo, aliado a reciclagem de resíduos orgânicos oriundos dos centros urbanos e a utilização da água residuária para irrigação.

Diante disso, com esse trabalho, o objetivo é analisar os substratos formados pela associação de doses de composto de lixo urbano e composto de poda de árvore, em condição de irrigação com água residuária e potável, nas características biométricas e na composição química foliar das mudas de *Tabebuia heptaphylla*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Descrição da espécie

Handroanthus heptaphyllus (Vell.) Mattos, sinonímia *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo, conhecido popularmente como ipê-roxo, pau-d'arco, ipê preto, entre outros, é uma espécie caducifólia pertencente à família Bignoniaceae com altura de 8 a 20 metros e diâmetro a altura do peito (DAP) de 30 a 60 centímetros, podendo atingir 35 metros de altura e 150 centímetros de DAP (CARVALHO, 2003). Ocorre naturalmente na região sudeste do Brasil e no sul da Bahia, principalmente na floresta pluvial atlântica (LORENZI, 2002), também é encontrado em outros países da América do Sul, como Argentina, Bolívia e Paraguai (GENTRY, 1992).

Na floração, suas belas flores, de coloração rosa-violáceo, promovem um verdadeiro espetáculo que impressiona, como demonstrado na Figura 1. Devido a essa característica é utilizada na arborização de parques e avenidas e, também, na reconstrução de áreas degradadas. Sua madeira é duríssima e altamente resistente em quaisquer condições, por isso, é usada na construção de quilhas de navios, postes, pilares de pontes, confecções de tacos, bengalas e eixos de rodas (LORENZI, 1992). Na medicina popular o extrato da entrecasca do ipê-roxo é utilizado como depurativo, estomacal, bactericida e no combate a determinados tipos de tumores (POTT; POTT, 1994). No entanto, nenhum estudo científico conseguiu provar suas propriedades anti-cancerígenas mas, devido à extração predatória terapêutica e comercial, realizada durante muitos anos, essa espécie quase foi extinta.

Figura 1. Floração e folha composta de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo. Modificadas de Marto, Barrichelo e Müler (2005).

Quanto ao grupo ecológico, a espécie foi classificada como secundária tardia (DURIGAN; NOGUEIRA, 1990). A temperatura média nas áreas de ocorrência varia conforme a época do ano, sendo a média anual de 18,7°C a 25,6°C (CARVALHO, 2003).

Espécies do gênero *Handroanthus* possuem sementes aladas produzidas em grande quantidade, com viabilidade natural relativamente curta (CABRAL, BARBOSA e SIMABUKURO, 2003). Sua dispersão é do tipo anemocórica, ocorrendo no fim da estação seca (agosto) e início da estação chuvosa (setembro) nos estados de São Paulo e Espírito Santo. O pico de dispersão ocorre na estação seca, porém próximo à época de início das chuvas (setembro), o que favorece a germinação (PIÑA-RODRIGUES; PIRATELLI, 1993).

2.2 Substratos

O cultivo de plantas utilizando substrato é uma técnica amplamente empregada na maioria dos países que desenvolvem sistemas agrícolas avançados. O termo substrato aplica-se ao material sólido, natural, sintético ou residual, mineral ou orgânico distinto do solo, que colocado em um recipiente de forma pura ou em mistura permite o desenvolvimento do sistema radicular, desempenhando, portanto, um papel de suporte para a planta (ABAD; NOGUERA, 1998).

Segundo Guerrini e Trigueiro (2004) os substratos para a produção de mudas podem ser definidos como sendo o meio adequado para sua sustentação e retenção de quantidades suficientes e necessárias de água, oxigênio e nutrientes, além de oferecer pH compatível para o bom desenvolvimento das plantas, ausência de elementos químicos em níveis tóxicos e condutividade elétrica adequada. A fase sólida do substrato deve ser constituída por uma mistura de partículas minerais e orgânicas. O estudo do arranjo percentual desses componentes é importante, já que eles poderão ser fonte de nutrientes e atuarão diretamente sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas. Portanto, em decorrência do arranjo quantitativo e qualitativo dos materiais minerais e orgânicos empregados, as mudas serão influenciadas pelo suprimento de nutrientes, água disponível e oxigênio.

Trabalhos realizados por Bezerra, Momenté e Medeiros Filho (2004), Bezerra et al. (2006) e Araújo et al. (2009a), mostram que resíduos orgânicos regionais podem ser utilizados na composição de substratos agrícolas, apresentando assim, potencial para serem utilizados na produção de mudas de plantas. Além disso, os resultados mostram que alguns desses materiais têm atuado na melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo e das plantas, mais do que alguns substratos comerciais, favorecendo o desenvolvimento de algumas espécies.

Em geral os substratos são formados por mais de um componente, visando o equilíbrio físico e químico da combinação a ser utilizada na produção de mudas, visto que materiais utilizados de forma isolada normalmente não atendem a todas as exigências da planta. Esses componentes podem ter diversas origens, tais como: animal (esterco e húmus), vegetal (tortas, bagaços e serragem), mineral (vermiculita, perlita e areia) e artificial (espuma fenólica e isopor). Porém, as propriedades físicas e químicas resultantes destas misturas normalmente não são equivalentes à soma das partes, ou seja, um substrato formado por diversos componentes apresentará características físicas e químicas distintas de seus componentes isolados, o que dificulta a elaboração de um substrato, já que normalmente são conhecidas apenas as propriedades de seus componentes primários (TAVEIRA, 1996).

Na caracterização química dos substratos, basicamente são determinados: o pH, a capacidade de troca de cátions (CTC) e a condutividade elétrica (CE). Já para as

propriedades físicas destacam-se a densidade, porosidade, espaço de aeração e disponibilidade hídrica (volumes de água disponíveis em diferentes potenciais). Porém, autores como Silva e Silva (1997), Kämpf e Firmino (2000), Souza (2003) e Araújo et al. (2009b) afirmam que características como: consistência para suporte, permeabilidade, alta estabilidade de estrutura, alto teor em fibras resistente à decomposição, reidratação após a secagem e isenção de agentes causadores de doenças, pragas e propágulos de ervas daninhas, também são essenciais para um substrato de qualidade. Muitas destas propriedades já possuem padrões e faixas de valores que caracterizam condições ideais para um bom substrato. Terceiro Neto (2004), elaborou uma tabela com as principais características dos substratos de acordo com alguns autores, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Características de um substrato ideal.

Autor	Densidade seca (g/cm^3)	Porosidade total (% volume)	Espaço de aeração (% volume)	Retenção de água (% volume)	pH
Rac (1985)	-	85	20-30	26-40	-
Conover (1967)	0,35-0,50	-	10-20	-	5,5-6,5
Boog & Verdonck (1972)	-	85	20-30	-	-
Bunt (1973)	0,40-0,50	-	10-15	-	-
Goh & Haynes (1977)	-	85	20-30	-	-
Verdonk et al. (1981)	-	-	30-40	40-50	5,0-5,8
Penningsfeld (1983)	-	-	30-40	40-50	5,5-6,5
Vedonk (1983)	-	-	>10	-	4,0-6,5
Boertje (1984)	-	85	20	55-80	-
Verdonck & Gabriels (1988)	0,17-0,19	85	20-30	-	4,5-6,0
Rivieire (1980)	-	75	-	-	-

Fonte: Terceiro Neto (2004).

Milks, Fonteno e Larson (1989) verificaram que o comportamento hídrico dos substratos não é afetado somente por suas características físicas, mas sim por muitas variáveis, e entre elas estão: 1- Geometria do recipiente utilizado; 2- Composição do

substrato; 3- Densidade da massa do substrato no recipiente; 4- O método de aplicação de água e 5- densidade da raiz.

Silva et al. (1998), sugerem que substratos alternativos, bem como recipientes adequados, devem ser estudados, visando baratear os custos de produção de mudas como uma atividade acessível a todos os produtores rurais.

2.3 Matéria orgânica

De acordo com Primavesi (2002), a matéria orgânica é toda substância morta no solo, proveniente tanto de plantas, microrganismos e excreções animais, quanto da meso e macro fauna morta. Sendo assim, Pereira Neto (1995), destaca que os resíduos sólidos caracterizam-se por apresentar alto teor de matéria orgânica em sua composição, atingindo em muitos casos até 70% da fração total.

Paralelamente, nos últimos anos, aumentou acentuadamente a aplicação de diferentes materiais ao solo, com o objetivo de aproveitar a matéria orgânica contida nestes. Entre estes, destaca-se: lodos de estações de tratamento de esgotos, efluentes industriais (in natura ou tratados), resíduos industriais, composto de lixo domiciliar urbano e resíduos agrícolas (COSTA et al., 2010).

A matéria orgânica do solo, constitui-se de componentes vivos e não-vivos, os primeiros são representados por raízes, microrganismos do solo (60 a 80%) e fauna, já a parte não viva, compreende a matéria constituída de substâncias umidificadas e não umidificadas, que são os carboidratos, aminoácidos, proteínas, lipídeos, ácidos nucléicos, pigmentos e uma variedade de ácidos orgânicos que se constituem em 70 a 80% da matéria orgânica na maioria dos solos minerais, com frações de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e huminas (THENG; TATE; SOLLINS, 1989; PASSOS et al., 2007). As substâncias húmicas são caracterizadas como sendo produtos das transformações químicas e biológicas dos resíduos vegetais e animais, assim como da atividade microbiana do solo (MICHEL et al., 1996). Dessa forma, a matéria orgânica é representada por possuir uma fração ativa e uma inativa, onde a ativa caracteriza-se por realizar a decomposição mais rapidamente pelo processo de fermentação e consequentemente formar húmus, enquanto a inativa (umidificada) não sofre mais a

decomposição intensa como ocorre na ativa. Assim, a principal fonte de nutrientes disponíveis às plantas é a fração húmica (GALBIATTI, 1992).

A matéria orgânica quando incorporada ao solo, é importante para os sistemas de produção agrícola devido aos efeitos que produz nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo e no crescimento e desenvolvimento das plantas. Segundo Silva, Camargo e Ceretta (2010), a matéria orgânica tem acentuado efeito sobre a fertilidade do solo, pois é fonte de nutrientes para as plantas, afetando também a aeração, permeabilidade e capacidade de retenção de água pelo solo, através da capacidade de formação e estabilização dos agregados.

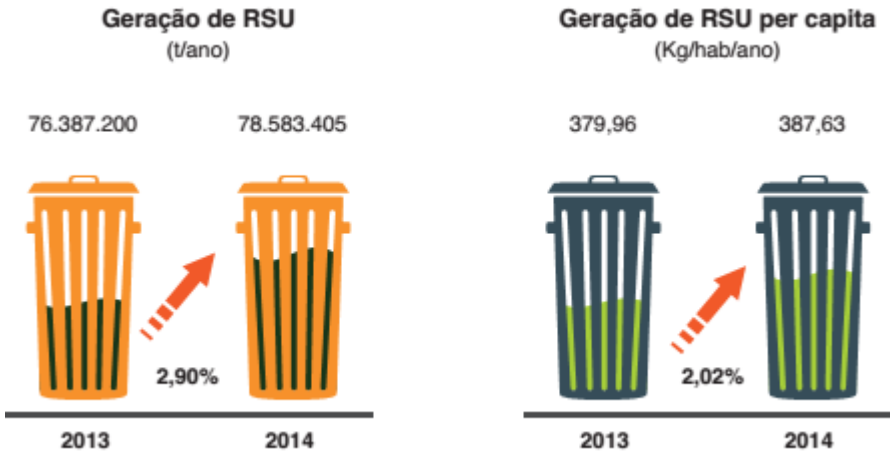
O efeito físico causado pela matéria orgânica no solo é muito importante para o desenvolvimento dos vegetais, proporcionando melhoria na estrutura do solo, constituindo um fator positivo para o desenvolvimento das raízes (HENIN; GRAS; MONNIER, 1976). Esta melhoria está relacionada, também, com o regime de água, pois melhorando a capacidade de infiltração, acelera o processo dinâmico de água no solo.

2.4 Resíduo sólido urbano

O crescimento populacional e consequentemente a expansão da área urbana tem acarretado diversos problemas ambientais, principalmente quando se trata da destinação inadequada da crescente geração de resíduos. Apesar das diversas campanhas de conscientização ainda é cedo para mudar determinadas características culturais da população, que muitas vezes prioriza os produtos industrializados, gerando, por conseguinte, um número de embalagens que abarrota os lixões e aterros sanitários, ocasionando diversos impactos negativos ao meio ambiente (MUCELIN; BELLINI, 2008).

A geração total de resíduo sólido urbano no Brasil em 2014 foi de aproximadamente 78,6 milhões de toneladas, o que representa um aumento de 2,9% de um ano para outro, índice superior à taxa de crescimento populacional no país no período, que foi de 0,9% (ABRELPE, 2014). Os dados da geração anual e per capita em 2014, comparados com 2013, são apresentados na Figura 2.

Figura 2. Geração de resíduos



Fonte: ABRELPE e IBGE (2014).

Merecem destaque os números relacionados à destinação final dos resíduos coletados, cuja pesquisa revelou que 58,4% tiveram destinação adequada e seguiram para aterros sanitários em 2014, praticamente sem alteração do cenário registrado no ano anterior. Nesse sentido, é importante ressaltar que os 41,6% restantes correspondem a 89 mil toneladas diárias, que são encaminhadas para lixões ou aterros controlados, os quais pouco se diferenciam dos lixões, uma vez que ambos não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente contra danos e degradações. Mesmo com uma legislação mais restritiva e apesar dos esforços empreendidos nas esferas governamentais, a destinação inadequada de resíduos sólidos urbanos se faz presente nas regiões e estados brasileiros e 3.334 municípios, correspondentes a 59,8% do total, ainda fazem uso de locais impróprios para destinação final dos resíduos coletados (ABRELPE, 2014).

Para resolver os problemas relacionados aos resíduos sólidos, não há solução única, não há medidas isoladas e nem planejamento e solução através de apenas um ponto de partida. Os desafios somente serão superados com ações integradas, uma vez que a gestão de resíduos é um processo, composto de sistemas conectados. Dentre estas ações, estão à diminuição do desperdício e reutilização dos resíduos no processo de produção de alimentos (IBGE, 2002).

A comparação entre os dados apresentados na Tabela 2, revela um aumento de cerca de 2,0% no índice de geração per capita de resíduo sólido urbano e um acréscimo de 2,9% na quantidade total gerada. Comparativamente, a população brasileira apresentou, no período, um crescimento de 1,0% (ABRELPE, 2014).

Tabela 2. Quantidade de resíduo sólido urbano (RSU) gerado.

Regiões	2013		2014	
	RSU gerado (t/dia) / Índice (kg/hab/dia)	População total	RSU gerado (t/dia)	Índice (Kg/hab/dia)
Norte	15.169/0,892	17.261.983	15.413	0,893
Nordeste	53.465/0,958	56.186.190	55.177	0,982
Centro-Oeste	16.636/1,110	15.219.608	16.948	1,114
Sudeste	102.088/1,209	85.115.623	105.431	1,239
Sul	21.922/0,791	29.016.114	22.328	0,770
Brasil	209.280/1,041	202.799.518	215.297	1,062

Fonte: Pesquisa ABRELPE e IBGE (2014).

Os resíduos urbanos, principalmente os domiciliares, caracterizam-se por ser rico em matéria orgânica que geralmente são aterrados, incinerados ou descartados em terrenos baldios (ROCHA et al. 2008). O lixo no Brasil é composto basicamente de 65% matéria orgânica, 25% papel, 4% metal, 3% vidro, e 3% plástico (MÉLO FILHO; CORRÊA, 2006). Observando esses percentuais, pode-se dizer que é fácil realizar o gerenciamento dos resíduos, porém, uma expressiva problemática encontrada ainda no Brasil é a falta de realização de sua segregação na fonte, pois depois que são acondicionados e compactados, é muito difícil reaproveitá-los.

2.5 Utilização agronômica do composto de lixo urbano

A compostagem vem sendo utilizada há bastante tempo para estabilização dos variados resíduos agrícolas e apresenta-se, como alternativa viável e de baixo custo para o processamento da parte orgânica do lixo urbano.

A transformação deste resíduo em produto nobre, na forma de composto orgânico uniforme e que possa ser utilizado na produção de alimentos, é uma

alternativa viável no processo de compostagem. Para Manzur (1993), compostagem é um processo de transformação da matéria orgânica do resíduo sólido em um composto orgânico estabilizado. Isso acontece pela ação de microrganismos existentes no próprio resíduo, que vão decompondo a matéria orgânica mais complexa em produtos finais mais simples.

O desenvolvimento de técnicas apropriadas para compostagem, além de solucionar alguns dos problemas econômicos e ecológicos causados pelo acúmulo de lixo urbano, resulta na produção de matéria orgânica pronta para ser utilizada na agricultura. Um composto orgânico estabilizado, produzido por uma unidade de compostagem, com capacidade operacional de até 10t/dia, equivalente à produção de lixo de uma população de 20 a 25 mil habitantes, apresentou os seguintes valores médios para as características químicas: 23,5% de umidade, 30% sólidos solúveis, 70% de sólidos fixos, 7,3 de pH, 17% de carbono, 1,3% de nitrogênio, 1,3% de fósforo e 0,25% de potássio (PEREIRA NETO, 1995).

Xin, Traina e Logan (1992); Abreu Júnior et al. (2000) verificaram que o potencial agronômico do composto de lixo urbano está fundamentado na elevada concentração de carbono orgânico presente em sua composição. Aumentar o teor de carbono orgânico de um solo pode significar melhorias nas suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Além disso, esse resíduo encerra em sua composição consideráveis quantidades de nutrientes, especialmente nitrogênio, potássio e cálcio.

Devido a suas características agronômicas, o composto de resíduo sólido urbano pode ser utilizado principalmente como adubação orgânica (BERTON, 1996). Os sistemas agrícolas passam, então, a serem aceitos como áreas potenciais de descarte desses materiais, avaliando, num primeiro momento, resultados positivos para a produtividade das culturas que utilizam os resíduos.

Do ponto de vista agronômico, os efeitos do uso de composto de lixo no cultivo de plantas têm sido relatados na literatura, por diversos autores. Assim, Ruppenthal e Castro (2005), trabalhando com diferentes doses de composto de lixo urbano sobre o desenvolvimento de plantas de gladíolo, constataram que a aplicação de 10 t ha^{-1} de composto de lixo urbano proporcionou condições adequadas para a melhoria das propriedades físicas e químicas do solo e melhorou o desenvolvimento das plantas. Na

produção de mudas de abieiro, Teixeira et al. (2013) e Furlan Júnior et al. (2003), recomendam o uso de 10 e 20% de composto de lixo urbano em mistura com solo na formulação do substrato. Por outro lado, para a produção de mudas de maracujá, Almeida (2003) recomendou a aplicação de 0,7 dm^3 de composto de lixo para cada dm^3 de solo; já para a produção de mudas de aroeira-vermelha, Caldeira et al. (2008) recomendam para a formulação do substrato misturas de terra e subsolo e composto de lixo, na proporção de 40 e 60% (v/v).

Backes e Kämpf (1991), cultivando em casa de vegetação espécies ornamentais, em cinco combinações de substratos, contendo composto de lixo urbano com turfa, casca de arroz carbonizada e solo mineral, concluíram que o melhor rendimento de piléia foi observado na mistura de composto de lixo urbano associado com turfa, acrescido ou não de solo mineral. Com o objetivo de avaliar o efeito do composto de lixo urbano no crescimento inicial de mudas de orelha-de-macaco, cultivadas em tubetes, Nóbrega et al. (2008) instalaram um experimento em casa de vegetação, testando dois níveis de calagem no solo e cinco proporções de composto de lixo urbano, onde concluíram que o composto de lixo melhorou a fertilidade dos substratos aumentando pH, os teores de P, K, Ca, Mg, matéria orgânica e teores de micronutrientes, o que proporcionou um aumento no diâmetro e na altura das plantas e na produção de matéria seca.

Caetano (2011), utilizando o composto de lixo urbano, associado à diferentes substratos, para a formação de porta-enxerto de limão cravo, concluiu que os substratos com porcentagem de composto de lixo urbano superior a 30% mostraram-se inadequados para o desenvolvimento das mudas. Lima et al. (2011), avaliando os efeitos da aplicação de doses de composto de lixo em atributos químicos do solo, concluíram que o uso de composto de lixo urbano na formulação de substratos para o cultivo de plantas em recipientes, o que contribui significativamente para a melhoria da fertilidade do substrato.

2.6 Efeitos negativos do uso de composto de lixo urbano

2.6.1 Metais pesados

Apesar de seus efeitos benéficos como fonte de matéria orgânica, atuando tanto nos atributos físicos quanto químicos do solo (BEVACQUA; MELANO, 1994), contribuindo para o incremento de produtividade das espécies cultivadas, o uso do composto sólido de resíduo urbano, todavia, é limitado pelo seu alto teor de impurezas físicas e a presença de metais pesados, os quais, sendo absorvidos pelas plantas em grandes quantidades, podem atingir níveis fitotóxicos (MAZUR, 1997).

O conhecimento das formas químicas dos metais pesados do solo permite melhor avaliação sobre a biodisponibilidade e mobilidade desses metais e seus riscos ao meio ambiente. Canet, Pomares e Tarazona (1997) verificaram aumento da fração trocável somente para Cd em solos calcários tratados durante sete anos com composto de resíduo sólido urbano. Mazur (1997) observou redução da fração trocável e aumento das frações extraídas com hidroxilamina (óxidos de Fe e óxido de Mn), e também que ao longo do tempo de incubação houve menor mobilidade/biodisponibilidade de Ni, Pb, Zn e Cu em solos incubados com composto de resíduo sólido urbano durante 168 dias. Por isso, sua utilização em culturas destinadas à alimentação humana e animal merecer cuidadoso estudo prévio, em vista da possível presença e metais pesados ou agentes infecciosos absorvidos pelo sistema radicular (SANONARO, 2006).

Costa (1994), quando aplicou 90 t/ha^{-1} de composto orgânico de lixo urbano no solo, observou redução drástica do crescimento da alface e da cenoura. Esse autor atribuiu tal efeito do composto ao elevado teor de Cu no tecido vegetal, além do elevado pH e condutividade elétrica dos solos. Sawhney, Bugbee e Stilwell (1994) estudaram o potencial de lixiviação de metais pesados pela utilização, em substratos no cultivo de plantas ornamentais, de composto de lixo em doses equivalentes a 0, 25, 50 e 100% em volume, utilizando uma mistura com turfa, areia e calcário para composição dos substratos. Os autores constataram que as concentrações de Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn nos lixiviados aumentaram com a proporção utilizada do resíduo, mas decresceram no decorrer das lixiviações. Os maiores teores foram encontrados nas amostras coletadas

nas duas primeiras semanas, os quais foram atribuídos às formas solúveis ou trocáveis de metais presentes no composto de lixo.

Em estudo conduzido em casa de vegetação, Silva et al. (2006), tiveram o objetivo de avaliar a disponibilidade temporal de micronutrientes (Cu, Fe, Mn e Zn) em cinco solos (Latossolo Vermelho-Amarelo, Argissolo Vermelho-Amarelo, Chernossolo Haplico Órtico, Planossolo Hidromórfico Distrófico e Nitossolo Vermelho Eutroférrico) incubados com diferentes doses de composto de lixo urbano (0; 25; 50 e 100 Mg ha^{-1}) em diferentes períodos de incubação (0; 16; 32; 64 e 150 dias), e puderem verificar que a maioria dos metais pesados teve sua disponibilidade reduzida nos primeiros períodos de incubação, sendo esse efeito dependente de textura, pH e teor de matéria orgânica do solo. O uso continuado de composto de lixo, principalmente nas doses mais elevadas, pode resultar em riscos de contaminação do ambiente pelo efeito cumulativo, em especial para Mn e Zn nos solos Chernossolo e Nitossolo, cujo tempo de decréscimo de sua disponibilidade é superior à seis meses.

2.6.2 Salinização

Embora a utilização do composto de lixo orgânico urbano, contribui para melhorar significativamente os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, este composto, também pode favorecer a salinização, resultante da liberação de sais pela mineralização da matéria orgânica em condições de baixa precipitação pluvial e ausência de irrigação e a poluição por metais pesados, por nitratos e por outros poluentes orgânicos e inorgânicos (SABRAH et al. (1995); GREY; HENRY (1999); HE, TRAINA e Logan (1992)).

Hernández, García e Costa (1992), constataram diminuição no crescimento das plantas em doses acima de 60 t ha^{-1}, onde os autores atribuíram esse resultado ao alto teor de sais, principalmente de NaCl, que é comumente encontrado em composto orgânico de resíduos urbanos.

Em decorrência da aplicação de composto de lixo, tem sido relatado aumento da salinidade, a qual pode ser facilmente avaliada pela determinação da condutividade elétrica. Por essa razão, o aumento da salinidade, atribuído à aplicação de altas doses

de composto (MELO et al., 1997) ou de adubos minerais (RAIJ, 1991), notadamente com cloreto de potássio e uréia, diminui o potencial osmótico da água no solo, resultando em potencial total da água nas células da raiz. Como consequência, a planta perde água para o solo e sofre danos fisiológicos que podem levá-la a morte.

2.7 Utilização agronômica do composto de poda de árvores

Os resíduos de podas de árvores ao serem depositados em aterros, misturam-se com os outros resíduos sólidos, que podem conter substâncias perigosas e materiais biológicos biodegradáveis, que interagem química e biologicamente, como um reator químico causando impactos sobre a qualidade do ar, do solo e da água. Assim, esses resíduos quando acumulados, de forma inadequada, além de causarem tais problemas de poluição, caracterizam também um desperdício de matéria orgânica que poderia ser reutilizada.

Estes resíduos sólidos públicos, resultantes da poda, geram um volume considerável de material vegetal que pode ser aproveitado das mais diversas formas, tais como: lenha, carvão, madeira para fabricação de móveis rústicos, artesanato, brinquedos, dentre outros, gerando benefícios ambientais e sociais. Além destes produtos, parte deste material, ou seja, os galhos mais finos, que corresponde a cerca de 60% do volume total, poderá ser compostado, e utilizado para áreas agrícolas, produção de mudas e paisagismo (BARATTA JUNIOR, 2007).

Os tecidos vegetais apresentam as seguintes proporções de compostos orgânicos: 1 – hidratos de carbono: açúcares e amido, 1 a 5%; hemiceluloses, 10 a 28%; celulose, 20 a 50%; 2 – gorduras, ceras e taninos, 1 a 8%; 3 – ligninas, 10 a 30%; 4 – proteínas, 1 a 15% (MIYASAKA, CAMARGO e CAVALERI, 1984). O composto de poda de árvore apresenta relação C/N baixa (< 25) e isso faz com que a mineralização da matéria orgânica ocorra mais rapidamente, disponibilizando assim nutrientes para as plantas (MALAVOLTA, 2006).

Sendo assim, Fialho et al. (2005) e Campbell (1995), afirmam que o destino mais nobre para estes resíduos orgânicos é a compostagem, que tem como objetivo principal a valorização e o reaproveitamento dessa matéria, originando um produto

suficientemente estabilizado, designado “composto”, que pode ser aplicado no solo, melhorando sua estrutura e aumentando a capacidade de retenção de água.

De acordo com MURAISHI (2008), o qual trabalhou com composto de lixo e poda de árvore na formação de substratos, constatou que a melhor composição foi de 20% de composto de lixo com 80% de poda de árvore, obtendo rendimento das plantas superior ao substrato comercial.

Com o objetivo de avaliar o crescimento de *Parapiptadenia rigida* (angico-vermelho) em substratos de lodo de esgoto compostado com restos de podas de árvores trituradas, com diferentes níveis de fertilizante, Scheer, Carneiro e Santos (2010) verificaram que o substrato contendo a proporção de 3:1 (composto de resíduos de poda de árvores trituradas compostadas com lodo de esgoto aeróbio), com 4,0 g dm^{-3} de fertilizante, proporcionou o maior desenvolvimento das mudas, principalmente em altura e diâmetro de colo.

Silva (2011), avaliando o comportamento de mudas de *Pterogyne nitens* (amendoim bravo) em substratos contendo composto orgânico de lixo e poda de árvore, verificou que estes resíduos na proporção de 80% e 20%, respectivamente, proporcionam melhor desempenho para as mudas, quando comparado ao substrato comercial.

Em busca de alternativas para a produção de mudas de café arábica com qualidade e baixo custo produtivo, Nasser et al. (2011), avaliaram o desenvolvimento vegetativo das mudas cafeeiras sob diferentes doses de composto orgânico a base de restos de poda de árvores e substrato comercial, e verificaram que a composição de 75% do composto orgânico misturado a 25% do substrato comercial apresentou resultados agronômicos em mudas cafeeiras muito próximos aos obtidos pelo uso de 100% do substrato comercial.

2.8 Água residuária na agricultura

A quantidade e o volume de água potável e acessível, existente na natureza vêm diminuindo gradativamente, decorrente principalmente pela expansão da agricultura, indústria e degradação do meio ambiente. Assim, a busca de métodos mais eficientes de irrigação e fontes alternativas de recursos hídricos, como a utilização de água residuária na agricultura é uma tendência mundial (REBOUÇAS et al., 2010).

Águas residuárias ou residuais são todas as águas descartadas que resultam da utilização em diversos processos. São classificadas em: água residuais domésticas, industriais, de infiltração e águas urbanas. O reuso consiste na utilização da água mais de uma vez, partindo do princípio de sempre reutilizar água com a qualidade mínima requerida pelos padrões e normas sanitárias (MATTOS, 2003).

Segundo, Van Der Hoek et al. (2002), as maiores vantagens do aproveitamento da água residuária para fins agrícolas, residem na conservação da água disponível e na possibilidade de aporte e reciclagem de nutrientes (reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos), promovendo a preservação do meio ambiente. Com isso a prática do reuso dessas águas na agricultura, vem sendo apontada como excelente medida para atenuar o problema da escassez hídrica (SOUSA; LEITE, 2003).

A Tabela 3 demonstra os principais países que utilizam essas águas na agricultura irrigada e suas respectivas áreas. A China destaca-se dos demais países por possuir a maior área irrigada com água residuária, 76% da área irrigada total, seguida pelo México, Índia e Estados Unidos.

Tabela 3. Área irrigada com água residuária em diferentes países.

País	Área irrigada (ha)	Porcentagem (%)
China	1.330.000	76,0
México	250.000	14,3
Índia	73.000	4,2
Estados Unidos	13.500	0,8
Outros	78.500	4,5
Total	1.745.000	100

Fonte: Adaptado de Léon e Cavallini (1999).

Estudos efetuados em diversos países demonstraram que a produtividade agrícola aumenta significativamente em áreas fertirrigadas com águas residuárias de origem doméstica, desde que sejam adequadamente manejadas. Para Guillermo e Cavallini (1999), a irrigação com águas residuárias está aumentando devido alguns fatores, como a disponibilidade permanente de água, a melhoria da qualidade dos solos e a ampliação da fronteira agrícola.

Souza et al. (2005) destacam que, apesar das vantagens do uso da água residuária na agricultura, sua utilização de maneira inadequada pode trazer alguns riscos como: contaminação microbiológica dos produtos agrícolas e do lençol freático, acumulação de elementos tóxicos, desequilíbrio de nutrientes, salinização e impermeabilização do solo.

Pensando numa reutilização futura em larga escala de efluentes, a atividade florestal, por suas peculiaridades, apresenta-se como alternativa promissora, principalmente por não envolver produção de alimentos para consumo humano e nem riscos à saúde (CROMER, 1980).

De acordo com Feigin et al. (1978) a quantidade de nitrogênio adicionado ao solo por meio da irrigação com água residuária de origem doméstica, pode ser similar, ou até mesmo exceder, a quantidade aplicada via fertilização nitrogenada recomendada durante períodos de tempo similares.

Augusto et al. (2003) obtiveram resultados satisfatórios estudando a produção de mudas de *Croton floribundus* Spreng. (capixingui) e *Copaifera langsdorfii* Desf.

(copaíba) em um sistema de subirrigação com águas residuárias resultantes do tratamento biológico do esgoto, onde, embora as mudas produzidas com essa água residuária tenham apresentado crescimento inferior àquelas produzidas com fertilizantes minerais, não foram constatadas mortalidade, deficiência ou toxidez aparente.

Com o objetivo de avaliar a viabilidade do uso de águas residuárias provenientes de um sistemas biológico de tratamento de esgotos domésticos como alternativa à fertirrigação convencional de viveiros florestais, visando à produção de mudas de *Eucalyptus grandis*, Augusto et al. (2007), constataram que com a utilização deste tipo de água, as mudas necessitaram de um maior tempo no viveiro, em comparação com as produzidas com fertilizantes minerais, entretanto a água residuária favoreceu a razão raiz/parte aérea.

Fideles Filho et al. (2005) comparando os efeitos das irrigações com água residuária e água de poço, sobre diâmetro caulinar, altura de plantas, área foliar e produtividade de algodão colorido, concluíram que, de maneira geral, a água residuária, dada a sua riqueza de nutrientes, aumentou o diâmetro caulinar e a altura das plantas, quando comparada com plantas irrigadas com água de poço.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de desenvolvimento da pesquisa

O experimento foi desenvolvido em área experimental pertencente ao Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, cujas coordenadas geográficas são 21˚15'15" Latitude Sul, 48˚18'09" Longitude Oeste e altitude em torno de 595 m. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo subtropical úmido com estiagem no inverno (Aw), com precipitação média anual de 1.400 mm e temperatura média anual de 21˚C.

3.2 Período de desenvolvimento da pesquisa

Para comparar os resultados, o mesmo experimento foi conduzido em dois períodos, sendo o primeiro entre outubro de 2012 e setembro de 2013, e o segundo entre janeiro e dezembro de 2014, constituindo um período de 11 meses para cada experimento.

3.3 Estrutura física

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido, tendo como cobertura, plástico leitoso com 50% de retenção da luz e fechado lateralmente com tela antiofídica. Os tubetes ficaram dispostos sob bancadas, com dimensão de 12 m de comprimento e 1,20 m de largura, à 90 cm do solo.

3.4 Espécie utilizada

As sementes para a produção de mudas de *Tabebuia heptaphylla* (ipê-roxo), foram obtidas junto ao Viveiro Experimental de Mudas Ornamentais e Florestais da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal.

A espécie é estudada por ser de alto valor econômico, considerando-se as finalidades de sua madeira e extrativos foliares, e pela diminuição preocupante do número de indivíduos que ainda são encontrados em áreas de ocorrência natural (ETTORI et al., 1996). É uma espécie secundária tardia, passando a clímax (LONGHI, 1995), tolerando a sombra no estágio juvenil. Devido ao seu porte, faz parte do estrato superior da floresta, possuindo alta longevidade. Possui crescimento moderado (COELBA, 2002), porém quando comparado com as espécies florestais nativas, os ipês apresentam desenvolvimento relativamente rápido, o que faz importante o seu uso em reflorestamentos (LONGHI, 1995).

3.5 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com 16 tratamentos e cinco repetições, em um total de 80 parcelas, cada qual composta por 36 plantas (quatro linhas de nove plantas), como mostra a Figura 3 e 4, sendo considerado nas avaliações as plantas da segunda, terceira e quarta linhas da parcela. Para formar os tratamentos, seguiu-se o esquema fatorial 8 x 2, com oito substratos, resultantes de um produto comercial (controle), além da combinação entre resíduos orgânicos de composto de lixo (C.L.) e composto de poda de árvores (C.P.A.), associados a dois tipos de água (residuária e potável) para irrigação.

Figura 3. Disposição dos tratamentos nas bancadas.

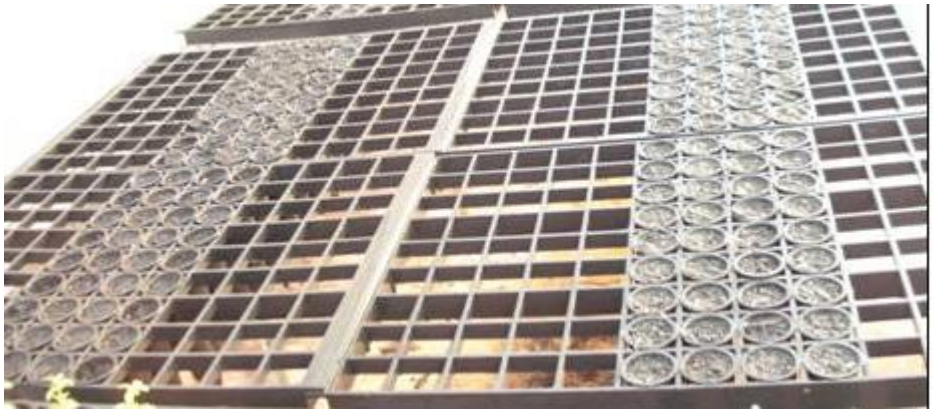


Figura 4. Composição das parcelas de 4 linhas com 9 plantas.

As médias dos parâmetros analisados foram comparadas estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), com a utilização do programa estatístico Assistat. A partir da interação entre os fatores foram realizados os desdobramentos.

3.6 Substratos

O cultivo em recipientes requer irrigações e fertilizações, para tanto, faz-se necessário o conhecimento das propriedades químicas e físicas dos substratos, por serem fatores determinantes no manejo e controle de qualidade dos cultivos e fornecedor de nutrientes, sendo assim os substratos utilizados foram:

Substrato comercial: O produto comercial utilizado apresenta como matéria prima básica resíduo da industrialização de *Pinus*, em que é realizada a compostagem da casca de *Pinus* moída;

Composto de lixo: o lixo urbano é depositado em pátios onde é aguardado seu encaminhamento às esteiras de seleção de materiais (usina de triagem). Nesta fase são

separados os materiais orgânicos dos inorgânicos (plásticos, papéis, metais e vidros). Os materiais inorgânicos selecionados (materiais recicláveis) são prensados e enfardados, acondicionados em containers ou ensacados (a granel), e levados ao pátio de armazenagem, para posterior recolocação mercadológica.

A parte orgânica, por sua vez, segue para as peneiras de separação e para outras esteiras de triagem, onde sofre uma última separação. Sequencialmente, livre de resíduo inorgânico, o material segue para a compostagem.

Depois de compostado e peneirado em outro complexo de beneficiamento (usina de peneiramento) tem-se o composto orgânico.

A amostra do composto de lixo foi obtida na cidade de São José do Rio Preto (SP), cidade que realiza a coleta seletiva de lixo e a compostagem do lixo orgânico;

Composto de poda de árvore: o material foi obtido na cidade de Guaira-SP, onde possuem grandes quantidades de compostos prontos à serem utilizados. Originado através das podas das árvores de ruas e praças, onde os galhos finos e folhas são triturados e posteriormente submetidos ao processo de compostagem.

A coleta do material foi realizada ao acaso em torno das leiras já compostada, e após, transportada para o laboratório de Engenharia Rural da FCAV/UNESP-Jaboticabal, onde ocorreu o processo de retirada dos restos de folhas e galhos e o peneiramento final (malha 5 mm).

As características químicas e físicas dos substratos utilizados foram avaliadas no laboratório da ESALQ/USP- Piracicaba-SP, segundo metodologia descrita por KIEHL (1985) (Tabela 4).

Tabela 4. Dados das características químicas e físicas dos substratos utilizados.

Determinações	Composto de lixo	Composto de poda	Substrato Comercial
pH em $CaCl_2$ 0,01 M	7,80	7,1	5,2
Densidade (g/m^3)	0,58	0,68	0,64
Carbono total (%)	25,33	24,73	31,97
Nitrogênio total (%)	1,72	2,11	1,00
Fósforo (P_2O_5) total (%)	0,72	0,41	0,12
Potássio (K_2O) total (%)	0,45	1,74	0,31
Cálcio (Ca) total (%)	5,04	4,00	2,59
Magnésio (Mg) total (%)	0,32	0,39	1,26
Enxofre total (S %)	0,28	0,33	0,16
Boro total (B mg/Kg)	8	11	4
Cobre total (Cu mg/Kg)	437	61	29
Ferro total (Fe mg/Kg)	18.833	41.918	17.423
Manganês total (Mn mg/Kg)	455	444	202
Zinco total (Zn mg/Kg)	519	87	47
Manganês total (Mn%)	0,27	0,39	1,26
Relação C/N (C total e N total)	15/1	12/1	32/1
Relação C/N (C orgânico e N total)	14/1	12/1	32/1

* Laboratório de solos ESALQ-USP- Piracicaba-SP.

Antes do enchimento dos recipientes, foi realizada a esterilização dos substratos, utilizando-se autoclavagem, com o intuito de deixar o material livre de patógenos. As composições e proporções dos substratos utilizados estão descritos na Tabela 5.

Tabela 5: Composição volumétrica (%) dos substratos utilizados para produção de mudas de *Tabebuia heptaphylla*.

Substratos (S)	Composto de lixo (CL)	Composto de poda árvore (CPA)	Substrato comercial (SC)
S1	0	0	100
S2	0	100	0
S3	5	95	0
S4	10	90	0
S5	20	80	0
S6	40	60	0
S7	60	40	0
S8	100	0	0

3.7 Irrigação

A irrigação foi realizada utilizando água potável e água residuária. A água potável foi obtida em poço artesiano (FCAV/UNESP), enquanto que a água residuária foi coletada na lagoa de tratamento de esgoto do município de Jaboticabal – SP. As análises químicas, foram realizadas, conforme metodologia de Hach (1996), no início e final do experimento, de acordo com a Tabela 6.

Tabela 6. Características químicas das águas utilizadas.

Água	pH	C.E.	$N\text{-}NH_3$	$N\text{-}NO_2$	$N\text{-}NO_3$	PO_4	K	Ca	Mg
	$CaCl_2$	dS m^{-1}	---------- mg L^{-1} ----------						
Potável	6,7	131	0,302	0,006	0,016	0,362	0,4	0,11	2
Residuária	7,1	315	0,910	0,010	0,025	0,812	0,9	0,18	9

Água	Na	Cr	Pb	Ni	Cd	Fe	Mn	Zn	Cu
	---------- mg L^{-1} ----------								
Potável	2,7	0	0	0	0	0,11	0	0,01	0
Residuária	7,3	0	0	0	0	0,98	0,03	0,05	0

Laboratório de qualidade água do Dep. Eng. Rural-FCAV-UNESP- Jaboticabal-SP.

Para a aplicação do sistema de irrigação, foi utilizado um atmômetro modificado (BRONER; LAW, 1991), cujas medidas de evaporação foram usadas como base para definir a lâmina de água a ser aplicada.

Segundo Pereira, Frizzone e Coelho (2004), os atmômetros são instrumentos para medida da evaporação que se processa numa superfície porosa e que pode ser correlacionada com a evapotranspiração das culturas, determinando-se a lâmina de água para irrigação a ser aplicada.

O atmômetro, ficava localizado no interior do ambiente protegido à 1,5 m de altura, cujas medidas de evapotranspiração foram quantificadas diariamente pela variação no nível de água, medido por uma escala graduada em milímetros para definir as lâminas de água para irrigação.

A irrigação foi realizada nos substratos na capacidade de campo, com reposição diária de 100% da evapotranspiração - (ET), manualmente com regador.

3.8 Condução do experimento

Para a condução do experimento, os tubetes de polietileno com capacidade de 300 cm^3, foram utilizados e preenchidos com determinado substrato, sendo este misturado manualmente, nas proporções descritas anteriormente (Tabela 4).

Após realizar a disposição dos tubetes nas bancadas, foi feita uma irrigação manual para umedecimento dos substratos até capacidade de campo. Quando os recipientes com substrato pararam de drenar foi realizada a semeadura, com a inserção de duas sementes de *T. heptaphylla* por recipiente, com condução do raleio 30 dias após esta etapa, preservando uma plântula por tubete.

A irrigação foi realizada diariamente e manualmente, com base na leitura em atmômetro.

3.9 Características avaliadas

Para acompanhar o desenvolvimento das mudas do ipê-roxo, foram avaliadas as seguintes características:

a) Desenvolvimento das plantas:

- Altura: medida a distância entre a superfície do substrato e a inserção do último par de folhas, utilizando uma régua graduada em centímetro (cm). As medições foram analisadas aos 20, 35, 50, 65, 80 e 95 dias após a emergência (DAE);

- Diâmetro do coleto: conduzido com o auxílio de um paquímetro digital, sendo a região mensurada do caule a 2 cm acima da superfície do substrato.). As medições foram analisadas aos 65, 80 e 95 dias após a emergência (DAE), pois, anteriormente a este período o caule se encontrava sensível e poderia haver injúria mecânica pela ação do paquímetro.

- Massa de matéria seca da parte aérea: o material foi colocado em estufa de circulação forçada de ar à uma temperatura de 60°C, onde posteriormente foi pesado para obtenção do peso da matéria seca. Este procedimento foi realizado no final do experimento, aos 95 DAE.

b) Composição química foliar:

No final do experimento foi realizada análise foliar, para determinação da concentração dos macronutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre. De acordo com Prado (2008), macronutrientes são os nutrientes que são absorvidos ou exigidos pelas plantas em maiores quantidades.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados analisados serão representados e discutidos de acordo com as variáveis avaliadas.

4.1 Altura

Em função dos dados apresentados nas Tabelas 7 e 8, houve diferença significativa entre os tratamentos estudados para todos os períodos avaliados. Para ambos os períodos analisados, anos de 2012-2013 e 2014, os substratos responsáveis por propiciar maior altura média de mudas de *T. heptaphylla* foram aqueles relacionados com a mistura de composto de lixo e composto de poda de árvore, com a maioria das médias dos resultados diferindo estatisticamente do substrato comercial, como se verificou nos tratamentos 3, 4, 5, 6 e 7. Corroborando com os resultados encontrados, Cunha et al. (2005), obtiveram resultados satisfatórios na produção de mudas de *Tabebuia impetiginosa* utilizando composto orgânico, os autores constataram que houve efeito positivo do composto orgânico no crescimento em altura das plantas.

A utilização de composto de lixo e composto de poda de árvore, nas concentrações, de 5 - 60% e 40 - 95%, respectivamente, proporcionaram as maiores médias em altura para as mudas do ipê-roxo. Divergindo dos resultados encontrados, Nobile et al. (2007), estudando o desenvolvimento de plantas de crisântemo em substratos com diferentes concentrações de composto de lixo urbano, observaram que concentrações de composto de lixo maiores que 30% influenciaram negativamente no desenvolvimento das plantas.

Demonstrando que a concentração de composto de lixo orgânico é distinta para cada espécie, Stringueta et al. (1996) obtiveram aumento de altura das plantas de crisântemo à medida que a concentração de composto de lixo aumentou até o limite de 45,76%, e em concentrações maiores ocorreu redução do crescimento em altura das plantas. Já, Galbiatti et al. (2007), avaliando a formação de mudas de eucalipto com utilização de lixo orgânico, concluíram que à medida em que se aumentou a porcentagem de resíduo sólido orgânico urbano, foi menor o desenvolvimento em altura das plantas.

É importante destacar que os tratamentos 1 e 8, no qual se utilizou respectivamente, substrato comercial e composto de lixo, foram os que obtiveram menores alturas, permitindo concluir que os substratos formulados com 100% destes compostos, proporcionam menor desenvolvimento das mudas. Isso pode ser devido ao fato que o composto de lixo é muito rico em nutrientes para as plantas, impossibilitando seu uso puro como substrato, pois pode causar fitotoxidade e comprometer o seu desenvolvimento, afirmaram Ayuso et al. (1996).

Entretanto, o tratamento 2, no qual foi utilizado 100% de composto de poda de árvore, proporcionou maior média de altura, quando comparado aos tratamentos 1 e 8, demonstrando assim, que sua utilização isolada, na composição dos substratos, proporciona melhores resultados quando se compara à substratos compostos por 100% de substrato comercial e composto de lixo.

Tabela 7**.** Altura média (cm) de mudas de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água. Período 2012/2013.

Tratamentos (T) Substrato (S)	Dias Após Emergência (DAE)					
	20	35	50	65	80	95
T1- 100% SC	3,52 d	3,92 d	4,36 d	5,19 e	8,70 d	14,24 c
T2- 100% CPA	4,25 bcd	4,71 bcd	5,34 c	6,16 de	9,84 c	15,40 b
T3- 5% CL + 95% CPA	4,49 abc	5,12 abc	6,06 bc	7,11 cd	10,70 bc	16,32 ab
T4- 10% CL + 90% CPA	3,99 cd	5,00 abc	6,03 bc	7,08 cd	10,81 bc	16,59 a
T5- 20% CL + 80% CPA	5,14 a	5,76 a	6,67 ab	7,78 bc	11,29 ab	16,78 a
T6 - 40% CL + 60% CPA	4,94 ab	5,71 ab	6,75 ab	8,19 ab	12,00 a	17,00 a
T7- 60% CL + 40% CPA	3,96 cd	5,08 abc	7,24 a	8,95 a	12,28 a	16,32 ab
T8- 100% CL	3,55 d	4,17 cd	5,14 cd	6,14 de	7,29 e	9,00 d
Teste (F)	7,15**	8,30**	20,69**	31,85**	56,18**	107,07**
Água (A)						
Potável	4,05 b	4,72 b	5,78 b	7,03 a	9,82 b	14,32 b
Residuária	4,41 a	5,15 a	6,12 a	7,12 a	10,90 a	16,10 a
Teste (F)	6,11**	7,31**	5,06*	0,30^{NS}	45,43**	95,92**
S x A	0,78^{NS}	0,59^{NS}	0,62 ^{NS}	0,90^{NS}	0,93^{NS}	1,04^{NS}
C.V.	12,02	13,01	9,99	8,68	6,15	4,78

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). **,*significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 8. Altura média (cm) de mudas de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água. Período entre janeiro e dezembro de 2014.

Tratamentos (T) Substrato (S)	Dias Após Emergência (DAE)					
	20	35	50	65	80	95
T1- 100% SC	2,38 b	3,17 c	4,24 c	4,72 d	8,66 d	14,21 c
T2- 100% CPA	2,75 ab	3,73 abc	5,41 b	6,22 c	9,78 cd	15,29 bc
T3- 5% CL + 95% CPA	3,06 ab	4,01 ab	6,06 b	6,88 c	10,71 bc	16,30 ab
T4- 10% CL + 90% CPA	3,44 a	3,98 ab	7,54 a	8,39 b	10,74 bc	16,56 a
T5- 20% CL + 80% CPA	3,25 a	4,34 a	6,94 a	9,14 ab	11,38 ab	16,76 a
T6- 40% CL + 60% CPA	2,50 b	3,67 abc	7,42 a	9.80 a	11,99 a	16,62 a
T7- 60% CL + 40% CPA	2,88 ab	3,45 bc	4,26 c	4,91 d	12,19 a	15,93 ab
T8- 100% CL	1,50 c	2,10 d	2,98 d	3,79 d	7,14 e	9,03 d
Teste (F)	13,38**	21,16**	84,57**	69,50**	48,30**	98,14**
Água (A)						
Potável	2,22 b	3,23 b	5,68 a	6,63 a	9,76 b	14,28 b
Residuária	3,22 a	3,88 a	5,53 a	6,83 a	10,88 a	15,89 a
Teste (F)	72,22**	35.51**	1,35^{NS}	1,20^{NS}	40,53**	75,89**
S x A	1,89^{NS}	3,88**	3,97**	2,74*	0,90^{NS}	1,29^{NS}
C.V.	17,31	11,89	9,19	11,14	6,80	4,90

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). **,*significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

Além deste fator, o tipo de água utilizada também pode intervir no desenvolvimento de mudas do ipê-roxo, pois, a água residuária influenciou significativamente no tamanho médio das mudas, salvo apenas aos 65 DAE, para o período 2012/2013, e também aos 50 e 65 DAE para o período entre janeiro e dezembro de 2014 (Tabelas 7 e 8).

De posse dos resultados, pode-se constatar que a água residuária favoreceu o desenvolvimento em altura para as mudas de *T. heptaphylla*, já que as mudas submetidas à irrigação com a utilização desta, obtiveram alturas superiores, pois a água

residuária, é notoriamente mais rica em nutrientes quando comparada com a água potável (MURAISHI et al., 2010), resultados estes também demonstrados na referida pesquisa. Augusto et al. (2003) também relataram o uso de água residuária na fertirrigação de viveiros visando a produção de espécies florestais, como *Croton floribundus* e *Copaifera langsdorffii*, em que todas as plantas se mostraram vigorosas, com bom desenvolvimento, sem mortalidade, deficiência ou toxidez.

Com relação a interação substrato e tipo de água (S × A) foi observado significância entre estes parâmetros apenas para o período relacionado a janeiro e dezembro de 2014, aos 35, 50 e 65 DAE (Tabela 9). Para os demais períodos avaliados, não houve diferença estatística, demonstrando assim, que estes fatores são independentes.

De acordo com a Tabela 9, aos 65 DAE, os tratamentos 4, 5 e 6, proporcionaram maior altura das mudas, sendo estas, favorecidas pela utilização da água residuária, demonstrando assim, a eficaz utilização deste tipo de água na produção de mudas.

Tabela 9. Desdobramento da interação entre substrato-água para a altura (cm) aos 35, 50 e 65 dias após a emergência (DAE) em mudas de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água. Período entre janeiro e dezembro de 2014.

Tratamentos (T) Substrato (S)	35DAE		50DAE		65DAE	
	Potável	Residuária	Potável	Residuária	Potável	Residuária
T1- 100% SC	3,10b A	3,25c A	4,30c A	4,17f A	4,28f A	5,17bc A
T2- 100% CPA	3,75ab A	3,70c A	5,85b A	4,97de B	6,12de A	6,33b A
T3- 5% CL + 95% CPA	3,55ab B	4,47ab A	6,55ab A	5,58cd B	7,40cd A	6,35b A
T4- 10% CL + 90% CPA	3,58ab B	4,38a A	7,02a B	8,05a A	7,85bc B	8,93a A
T5- 20% CL + 80% CPA	3,80a B	4,88a A	7,40a A	6,47bc B	8,53a B	9,75a A
T6 - 40% CL + 60% CPA	2,83bc B	4,53ab A	7,42a A	7,42ab A	9,40ab B	10,20a A
T7- 60% CL + 40% CPA	3,17ab A	3,73bc A	4,12a A	4,40e A	4,75ef A	5,08bc A
T8- 100% CL	2,05c A	2,15d A	2,77d A	3,17f A	3,48f A	4,10c A

Médias seguidas de mesma letra minúscula (coluna) e maiúscula (linha) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

4.2 Diâmetro do coleto

Para o período 2012/2013, o diâmetro médio do coleto foi superior inicialmente (65 DAE) para os tratamentos com ausência ou baixa concentração de composto de lixo, seguindo o mesmo raciocínio aos 80 DAE (Tabela 10). Entretanto, ao final das avaliações para este período (95 DAE), observou-se que os melhores tratamentos estiveram relacionados com a concentração de 20 e 40% de composto de lixo, diferindo estatisticamente dos demais substratos (Tabela 10). Evidenciando os benefícios oriundos do composto de lixo, Furlan Junior et al. (2003) com o intuito de aproveitar as características do composto orgânico oriundo do lixo doméstico, utilizaram o mesmo como substrato para produção de mudas de açaizeiro, observando que durante o processo de germinação, ocorreu maior retenção de umidade nos substratos com 20 e 30% de composto orgânico e, possivelmente, maior aeração, proporcionando melhor embebição e hidratação das sementes, iniciando a germinação com maior vigor, proporcionando mudas mais vigorosas.

Destacando a importância do diâmetro do coleto em mudas, Sturion e Antunes (2000) relatam que a avaliação das variáveis altura e diâmetro do caule das plantas são utilizados para averiguar a qualidade das mudas, pois reflete o acúmulo de reservas e assegura maior resistência e fixação no solo.

No período relacionado a janeiro e dezembro de 2014, houve diferença estatística entre todos os tratamentos e o substrato com 100% de composto de lixo, tanto aos 65 como aos 90 DAE, enquanto que aos 80 DAE, os melhores resultados foram aqueles com concentrações de 20 e 40% de composto de lixo (Tabela 10). Ademais, é importante salientar que os piores resultados frente ao diâmetro médio do coleto de mudas de *T. heptaphylla* foram decorrentes do tratamento com 100% de composto de lixo (Tabela 10).

O efeito do composto de lixo urbano como substrato para produção de mudas irá variar com cada espécie de planta, podendo ter benefícios ou inibição no desenvolvimento destas. Sabonaro (2006), ao avaliar o comportamento de mudas de espécies nativas utilizando composto de lixo urbano como constituinte do substrato, observou que este resíduo favoreceu o desenvolvimento das plantas de *Schizolobium*

parahyba (Vell.) Brake. (guapuruvu). Em contrapartida, ao utilizar novamente o composto de lixo em *Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standall (ipê-roxo), constatou que o mesmo não favoreceu o crescimento das plantas (SABONARO; GALBIATTI, 2007).

O melhor desenvolvimento de mudas de *T. heptaphylla* a partir do uso de composto de poda de árvore pode ser explicada inicialmente com base na estrutura física do substrato, em que a composição granulométrica das partículas pode ter influenciado positivamente no percolamento e fixação de água pelo mesmo, garantindo assim, melhoria no desenvolvimento da planta. Já para o substrato representado por 100% de composto de lixo, os resultados negativos quanto ao tamanho e o diâmetro do coleto das mudas podem indicar uma estruturação física inadequada em relação quanto a distribuição de água, o que pode estar intimamente relacionado com uma possível compactação, haja vista de sua reduzida granulometria e menor porosidade.

A renomada importância do composto de poda de árvore como componente do substrato também foi relatada por Ariguchi et al. (2015), em que a proporção de 4 partes de composto de poda de árvore para 1 parte de composto de lixo apresentou os melhores resultados no crescimento de *Pterogyne nitens*. Já para a espécie *Enterolobium contortisiliquum*, o melhor desenvolvimento das mudas foi baseado no composto de lixo, utilizado na composição de 80%, sendo o principal componente do substrato (NÓBREGA et al., 2008), o que evidencia a importância de cada componente em determinada concentração para cada espécie florestal.

Tabela 10. Diâmetro médio do coleto (mm) de mudas de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água.

Tratamentos (T) Substratos (S)	2012/2013			2014		
	Dias Após Emergência (DAE)					
	65	80	95	65	80	95
T1- 100% SC	6,14 ab	8,66 a	11,61 b	6,42 a	10,11 c	12,16 a
T2- 100% CPA	6,51 a	8,66 a	11,50 b	7,05 a	10,47 bc	11,90 a
T3- 5% CL + 95% CPA	5,96 ab	8,35 a	10,91 bc	6,97 a	10,24 bc	12,04 a
T4- 10% CL + 90% CPA	5,89 abc	8,91 a	11,11 bc	7,09 a	10,53 ab	12,19 a
T5- 20% CL + 80% CPA	5,50 bc	9,22 a	13,36 a	6,96 a	10,89 a	12,05 a
T6- 40% CL + 60% CPA	5,19 c	9,15 a	13,84 a	6,40 a	10,86 a	12,04 a
T7- 60% CL + 40% CPA	3,65 d	7,06 b	10,09 c	6,58 a	9,74 d	11,49 a
T8- 100% CL	2,98 d	3,81 c	6,70 d	3,27 b	3,83 e	6,09 b
Teste (F)	61,95**	47,11**	55,48**	30,79**	815,66**	153,90**
Água (A)						
Potável	5,12 a	7,87 a	10,69 b	6,28 a	9,56 a	10,97 b
Residuária	5,34 a	8,09 a	11,59 a	6,40 a	9,61 a	11,51 a
Teste (F)	3,84^{NS}	1,32^{NS}	19,07**	0,53^{NS}	0,82^{NS}	20,26**
S x A	0,35^{NS}	0,10^{NS}	1,28 ^{NS}	1,35^{NS}	2,29*	2,89*
C.V.	8,65	9,37	7,44	10,21	2,43	4,24

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). **,*significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

A água residuária interferiu significativamente no desenvolvimento do diâmetro das mudas de ipê roxo apenas aos 95 DAE, para ambos os períodos analisados, com interação entre os substratos e o tipo de água observada apenas aos 80 e 95 DAE, para o período de 2014 (Tabela 11).

Tabela 11. Desdobramento da interação entre substrato-água para diâmetro médio do coleto (mm) aos 80 e 95 dias após a emergência (DAE) em mudas de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água. Período entre janeiro e dezembro de 2014.

Tratamentos (T) Substratos (S)	80DAE		95DAE	
	Potável	Residuária	Potável	Residuária
T1- 100% SC	10,12cd A	10,10cd A	12,15a A	12,18ab A
T2- 100% CPA	10,25c B	10,70ab A	11,43a B	12,38ab A
T3- 5% CL + 95% CPA	10,25c A	10,22bcd A	12,05a A	12,03ab A
T4- 10% CL + 90% CPA	10,45bc A	10,60abc A	11,68a B	12,70a A
T5- 20% CL + 80% CPA	10,88ab A	10,90a A	11,95a A	12,15ab A
T6 - 40% CL + 60% CPA	11,07a A	10,65ab A	11,90a A	12,18ab A
T7- 60% CL + 40% CPA	9,62d A	9,85d A	11,35a A	11,62b A
T8- 100% CL	3,80e A	3,85e A	5,30b B	6,88c A

Médias seguidas de mesma letra minúscula (coluna) e maiúscula (linha) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 11, aos 95 DAE, exceto o tratamento 8 (100% de composto de lixo), as demais composições de substratos foram eficientes nesta variável, demonstrando assim, que a utilização do composto de lixo e composto de poda de árvore é eficiente para o desenvolvimento das mudas, pois, os resultados não diferiram estatisticamente do tratamento 1 (100% de substrato comercial). Em relação ao tipo de água, para o mesmo período, apenas os tratamentos 2, 4 e 8, obtiveram resultados estatisticamente superior quando se utilizou água residuária.

4.3 Análise foliar: macronutrientes

De posse das Tabelas 12 e 13, os resultados permitem inferir que houve diferença significativa entre os substratos utilizados para os teores de macronutrientes nas folhas.

Para ambos os períodos, os substratos constituídos por composto de poda de árvore apresentaram concentrações significativamente superior de nitrogênio em comparação com os demais, seguindo também com elevados valores para os macronutrientes fósforo, potássio, cálcio e enxofre, com concentração maior de magnésio principalmente para os tratamentos relacionados ao composto comercial e também pelos substratos com 40 e 100% de composto de poda de árvore (Tabela 12 e 13). Estes dados estão de acordo com Silva et al. (2004) que estudando o uso de composto de poda de árvores observaram aumento da quantidade de macro e micronutrientes nas plantas.

Não há dados referentes à espécie em estudo. Pode-se porém, estimar que os valores encontrados enquadram-se dentro da faixa adequada, uma vez que não foram notados sintomas visuais de deficiência ou toxidez nas mudas de *Tabebuia heptaphylla*.

O componente nutricional dos materiais utilizados também pode ter influenciado no crescimento de mudas de *T. heptaphylla*, sendo a combinação destes na confecção do substrato elementos essenciais para disponibilizar nutrientes em quantidade e qualidade necessárias para o melhor desenvolvimento da planta (CRUZ et al., 2004). De acordo com Carvalho Filho et al. (2003), Cruz et al. (2004), Sarzi, Boas e Silva (2008) e Sarzi et al. (2010), a qualidade do substrato, baseado nos componentes e a composição entre estes, exerce relevante influência na arquitetura do sistema radicular, além da capacidade de retenção de água e nutrientes, fatores notoriamente observados no presente estudo, em que, tanto a parte física como química dos substratos utilizados promoveram distintas respostas em relação ao desenvolvimento de mudas de *T. heptaphylla*, com resultados mais promissores aqueles cuja composição do substrato foi baseada principalmente no composto de poda de árvore.

Tabela 12. Concentração de macronutrientes (g/kg) em folhas de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água. Período 2012/2013.

Tratamentos (T) Substrato (S)	Macronutrientes (g/kg)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
T1- 100% SC	12,38 c	2,58 bc	11,81 d	6,04 c	7,09 a	3,16 ab
T2- 100% CPA	21,86 a	2,76 b	15,71 c	18,35 b	7,14 a	2,88 b
T3- 5% CL + 95% CPA	22,76 a	3,41 a	17,94 bc	21,77 a	5,20 cd	3,81 a
T4- 10% CL + 90% CPA	23,56 a	2,94 ab	22,44 a	18,48 ab	5,20 cd	3,92 a
T5- 20% CL + 80% CPA	22,15 a	2,85 ab	17,43 bc	18,55 ab	5,72 bcd	3,49 ab
T6- 40% CL + 60% CPA	22,70 a	2,74 b	17,19 bc	16,00 b	6,01 bc	2,85 b
T7- 60% CL + 40% CPA	22,24 a	2,52 bc	17,66 bc	15,30 b	6,64 ab	3,19 ab
T8- 100% CL	18,90 b	1,96 c	18,68 b	16,84 b	4,92 d	2,84 b
Teste (F)	64,04**	8,25**	35,36**	37,30**	18,22**	5,84**
Água (A)						
Potável	19,69 b	2,59 b	16,88 b	15,12 b	5,59 b	2,88 b
Residuária	21,95 a	2,85 a	17,83 a	17,71 a	6,39 a	3,66 a
Teste (F)	48,19**	6,92*	7,36**	23,33**	30,75**	37,84**
S x A	4,51**	2,48*	4,92**	2,29*	4,62**	1,61NS
C.V.	6,24	14,84	8,11	13,08	9,70	15,48

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05). **, *significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 13. Concentração de macronutrientes (g/kg) em folhas de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água. Período entre janeiro e dezembro de 2014.

Tratamentos (T) Substrato (S)	Macronutrientes (g/kg)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
T1- 100% SC	11,88 c	2,75 ab	12,09 d	11,69 d	6,86 a	2,73 b
T2- 100% CPA	20,62 ab	2,56 bc	14,82 c	18,32 ab	7,06 a	2,77 b
T3- 5% CL + 95% CPA	21,02 ab	3,27 a	16,34 bc	20,04 a	5,17 b	3,58 a
T4- 10% CL + 90% CPA	21,86 a	2,59 bc	21,91 a	18,39 ab	5,11 b	3,86 a
T5- 20% CL + 80% CPA	22,39 a	2,56 bc	17,32 b	17,85 b	5,36 b	3,75 a
T6- 40% CL + 60% CPA	22,35 a	2,56 bc	16,90 b	17,44 bc	5,36 b	2,67 b
T7- 60% CL + 40% CPA	21,24 a	2,33 bc	15,88 bc	15,70 c	6,53 a	2,89 b
T8- 100% CL	18,43 b	1,99 c	16,18 bc	17,24 bc	4,69 b	2,79 b
Teste (F)	33,04**	6,75**	50,03**	33,12**	28,78**	16,44**
Água (A)						
Potável	18,97 b	2,49 a	15,41 b	14,75 b	5,44 b	2,73 b
Residuária	20,98 a	2,66 a	17,45 a	19,41 a	6,10 a	3,53 a
Teste (F)	421,81**	2,79^{NS}	55,14**	230,23**	30,32**	81,59**
S x A	1,29^{NS}	1,30^{NS}	12,93**	20,68**	3,56**	4,05**
C.V.	8,64	15,38	6,69	7,19	8,26	11,27

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). **,*significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

Houve diferença significativa entre os tipos de água utilizadas, salvo para fósforo (período entre janeiro e dezembro de 2014), com maior concentração de macronutrientes para a água residuária, com ausência de interação entre substratos e tipos de água para com o macronutriente enxofre (período 2012/2013) e também nitrogênio e fósforo (período 2014) (Tabela 12 e 13).

De posse dos dados apresentados na Tabela 14, para o macronutriente nitrogênio, não houve diferença estatística entre os tratamentos 2, 3, 4, 5, 6 e 7, sendo que os tratamentos 3, 6, 7 e 8 obtiveram diferenças nos teores desse nutriente em

relação ao tipo de água utilizado, pois a água residuária nos referidos tratamentos, proporcionou maior concentração de nitrogênio.

Para o nutriente fósforo, o tratamento 8, no qual se utilizou 100% de composto de lixo, obteve menor concentração, diferindo estatisticamente, em relação aos tipos de água, apenas os tratamentos 1, 2 e 7, conforme apresentado na Tabela 14. Ainda observando a Tabela 14, pode-se constatar que a maior concentração de potássio, foi obtida no tratamento 8, sendo influenciado positivamente pela utilização da água residuária.

Tabela 14. Desdobramento da interação entre substrato-água para a concentração dos macronutrientes (g/Kg) N, P, e K em folhas de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água. Período de 2012/2013.

Tratamentos (T) Substrato (S)	N		P		K	
	Potável	Residuária	Potável	Residuária	Potável	Residuária
T1- 100% SC	12,45a A	12,30c A	2,27bcd B	2,88a A	11,10c A	12,53e A
T2- 100% CPA	21,68a A	22,05ab A	2,33bcd B	3,20a A	16,85b A	14,57de B
T3- 5% CL + 95% CPA	21,45a B	24,07ab A	3,38a A	3,45a A	18,10b A	17,77c A
T4- 10% CL + 90% CPA	22,65a A	24,48a A	2,92abc A	2,95a A	22,50a A	22,38a A
T5- 20% CL + 80% CPA	21,95a A	22,35ab A	3,02ab A	2,67a A	15,70b B	19,15bc A
T6 - 40% CL + 60% CPA	20,82a B	24,57a A	2,70abcd A	2,77a A	16,65b A	17,73cd A
T7- 60% CL + 40% CPA	20,12a B	24,35a A	2,10cd B	2,95a A	17,75b A	17,57cd A
T8- 100% CL	16,40b B	21,40b A	1,98d A	1,95b A	16,38b B	20,98ab A

Médias seguidas de mesma letra minúscula (coluna) e maiúscula (linha) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

O tratamento 3 (5% CL + 95% CPA) obteve maior concentração de cálcio, quando irrigado com água potável, entretanto, quando se utilizou a água residuária, os tratamentos, com maior concentração desse macronutriente, foram os tratamentos 2 e 3 (100% CPA), conforme demonstrado nas Tabelas 15 e 16.

Para o magnésio, os tratamentos 1, 2, 6 e 7, diferiram estatisticamente dos demais tratamentos, quando de utilizou a água potável, entretanto, para a água residuária, os

tratamentos com maior concentração desse nutriente, foram os tratamentos 1, 2 e 7, de acordo com os dados da Tabelas 15 e 17.

Tabela 15. Desdobramento da interação entre substrato-água para a concentração dos macronutrientes (g/Kg) Ca e Mg em folhas de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água. Período de 2012/2013.

Tratamentos (T) Substrato (S)	Ca		Mg	
	Potável	Residuária	Potável	Residuária
T1- 100% SC	5,42c A	6,65c A	6,83a A	7,35a A
T2- 100% CPA	15,22b B	21,48a A	6,60ab B	7,67a A
T3- 5% CL + 95% CPA	22,45a A	21,10a A	4,45de B	5,95bc A
T4- 10% CL + 90% CPA	16,77b B	20,18ab A	5,03cde A	5,38c A
T5- 20% CL + 80% CPA	16,98b B	20,12ab A	5,45bcd A	6,00bc A
T6 - 40% CL + 60% CPA	15,07b A	16,93ab A	6,42ab A	5,60c A
T7- 60% CL + 40% CPA	14,47b A	16,12b A	6,08abc B	7,20ab A
T8- 100% CL	14,55b B	19,12ab A	3,85e B	6,00bc A

Médias seguidas de mesma letra minúscula (coluna) e maiúscula (linha) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Para o período de janeiro à dezembro de 2014, o tratamento 4 (10% CL + 90% CPA), obteve maior concentração de potássio nas folhas, sendo que a água residuária, proporcionou significativamente um incremento desse nutriente para a maioria dos substratos utilizados (Tabela 16).

A água residuária, favoreceu a maior concentração de enxofre nas folhas para os tratamentos 1, 2, 3, 4, 5 e 7, onde estes obtiveram as médias diferindo estatisticamente dos tratamentos 6 e 8, de acordo com os dados da Tabela 17. Os tratamentos 3, 4 e 5 obtiveram as maiores concentrações desse nutriente, demonstrando que a combinação do composto de lixo e composto de poda de árvore, nas proporções 5, 10 e 20% e 95, 90 e 80%, respectivamente.

Tabela 16. Desdobramento da interação entre substrato-água para a concentração dos macronutrientes (g/Kg) K e Ca em folhas de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água. Período entre janeiro e dezembro de 2014.

Tratamentos (T) Substratos (S)	K		Ca	
	Potável	Residuária	Potável	Residuária
T1- 100% SC	10,82d B	13,35d A	5,10c B	18,27bcd A
T2- 100% CPA	16,18b A	13,47d B	14,75b B	21,90a A
T3- 5% CL + 95% CPA	16,65b A	16,02c A	18,23a B	21,85a A
T4- 10% CL + 90% CPA	21,43a A	22,40a A	16,05ab B	20,73ab A
T5- 20% CL + 80% CPA	15,35bc B	19,30b A	15,88ab B	19,82abc A
T6 - 40% CL + 60% CPA	15,12bc B	18,68b A	16,52ab B	18,35bcd A
T7- 60% CL + 40% CPA	14,68bc B	17,07bc A	14,85b A	16,55d A
T8- 100% CL	13,05cd B	19,30b A	16,65ab A	17,82cd A

Médias seguidas de mesma letra minúscula (coluna) e maiúscula (linha) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Tabela 17. Desdobramento da interação entre substrato-água para a concentração dos macronutrientes (g/Kg) Mg e S em folhas de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água. Período entre janeiro e dezembro de 2014.

Tratamentos (T) Substratos (S)	Mg		S	
	Potável	Residuária	Potável	Residuária
T1- 100% SC	6,67a A	7,05a A	2,05c B	3,40ab A
T2- 100% CPA	6,83a A	7,30a A	2,10c B	3,45ab A
T3- 5% CL + 95% CPA	4,53cd B	5,83b A	3,10ab B	4,05a A
T4- 10% CL + 90% CPA	4,90bcd A	5,33b A	3,55a B	4,17a A
T5- 20% CL + 80% CPA	5,47bc A	5,25b A	3,85a A	3,65ab A
T6 - 40% CL + 60% CPA	5,33bc A	5,40b A	2,33bc B	3,02b A
T7- 60% CL + 40% CPA	5,83ab B	7,22a A	2,38bc B	3,40ab A
T8- 100% CL	3,98d B	5,40b A	2,50bc B	3,08b A

Médias seguidas de mesma letra minúscula (coluna) e maiúscula (linha) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

4.4 Massa de matéria seca da parte aérea

Observando a Tabela 18, pode-se concluir que houve diferença significativa entre os substratos testados para os períodos avaliados no peso da massa seca da parte aérea das mudas de ipê-roxo. Os tratamentos 5 e 6, formados por 20%CL + 80%CPA e 40%CL + 60%CPA, respectivamente, apresentaram maiores valores de massa seca, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos.

De posse dos resultados encontrados, para todos as variáveis avaliadas, pode-se inferir que os resultados da massa seca estão relacionados diretamente com o desenvolvimento das plantas, pois os tratamentos 5 e 6, proporcionaram valores superiores quando comparado aos demais tratamentos utilizados, e este fato está de acordo com Resende et al. (1995), pois o maior desenvolvimento das raízes promove maior exploração do substrato e com isso, maior absorção de água e nutrientes, culminando em melhor desenvolvimento das plantas.

É importante ressaltar que, para os períodos avaliados, os tratamentos 7 e 8, nos quais foram formados com maior porcentagem de composto de lixo (60 e 100%), apresentaram peso inferior aos demais tratamentos. Estudos comprovam que a partir de determinados níveis, o composto orgânico pode limitar a produção por provocar salinização do solo, devido à elevada concentração de íons, os quais variam de acordo com o material que deu origem ao composto orgânico (COSTA, 1994).

Em relação os tipos de água utilizados, houve diferença estatística, onde a irrigação com água residuária, proporcionou, para ambos os períodos, peso superior de massa seca da parte aérea. Os resultados mostraram que a água residuária pode ser utilizada na irrigação de viveiros para produção de mudas de *Tabebuia heptaphylla*, pois todas as plantas se mostraram sadias, vigorosas, com bom desenvolvimento e sem deficiência ou toxidez de nutrientes.

Ainda, de acordo com a Tabela 18, pode-se concluir que a interação entre os fatores S x A (substrato e tipos de água) foi significativa, demonstrando que, esses fatores são dependentes, sendo assim, as mudas de *T. heptaphylla*, para a variável massa seca da parte aérea, depende da composição dos substratos e tipo de água utilizada na irrigação.

Tabela 18. Massa de matéria seca (g) da parte aérea de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água.

Tratamentos (T) Substratos (S)	Período 2012/13	Período 2014
	95 DAE	95 DAE
T1- 100% SC	2,83 b	1,45 cd
T2- 100% CPA	1,00 c	1,61 cd
T3- 5%CL + 95% CPA	1,57 bc	2,09 c
T4- 10%CL + 90%CPA	1,85 bc	3,04 b
T5- 20%CL + 80%CPA	5,03 a	4,19 a
T6- 40%CL + 60%CPA	4,41 a	4,06 a
T7- 60%CL + 40% CPA	0,77 c	0,91 d
T8- 100%CL	0,79 c	0,92 d
Teste (F)	39,06**	54,49**
Água (A)		
Potável	1,45 b	2,07 b
Residuária	4,29 a	2,50 a
Teste (F)	179,87**	11,90**
S x A	9,90**	4,57**
C.V.	29,45	22,20

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). **,*significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

De acordo com a Tabela 19, para ambos os períodos, independentemente do tipo de água utilizada na irrigação, o tratamento 5 (20% CL + 80% CPA) apresentou o maior peso de massa seca da parte aérea. É importante destacar que, a água residuária proporcionou um incremento significativo para esta variável, pois atingiu um peso de 7,47 g, obtendo uma diferença em 4,89 g a mais, quando se compara com a água potável, para o período de 2012/13 e 1,58 g para o período de 2014.

Tabela 19. Desdobramento da interação entre substrato-água para a massa de matéria seca da parte aérea (g) de mudas de *Tabebuia heptaphylla* submetidas a tratamentos com diferentes substratos (SC = substrato comercial; CPA = composto de poda de árvore; CL = composto de lixo) e tipos de água.

Tratamentos (T) Substratos (S)	Período de 2012/2013		Período de 2014	
	Potável	Residuária	Potável	Residuária
T1- 100% SC	1,48abc B	4,17b A	1,40c A	1,50cde A
T2- 100% CPA	0,55c A	1,45c A	1,43c A	1,80cd A
T3- 5% CL + 95% CPA	0,72bc B	2,42bc A	1,92bc A	2,25bc A
T4- 10% CL + 90% CPA	0,98abc B	2,72bc A	3,02ab A	3,05b A
T5- 20% CL + 80% CPA	2,58ab B	7,47a A	3,38a B	5,00a A
T6 - 40% CL + 60% CPA	2,15abc B	6,67a A	3,27a B	4,85a A
T7- 60% CL + 40% CPA	0,73c B	0,82d A	1,18c A	0,65e A
T8- 100% CL	0,42d A	1,15c A	0,92c A	0,92de A

Médias seguidas de mesma letra minúscula (coluna) e maiúscula para cada período (linha) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

No geral, a importância ambiental e social da adequada produção de composto de lixo urbano e também composto de poda de árvore, bem como a sua aplicação agronômica como fonte de matéria orgânica e de nutrientes na confecção de substratos para produção de mudas constitui uma renomada ferramenta dentro de um contexto de sustentabilidade e reciclagem de materiais considerados problemáticos no meio urbano, fato também observado por Abreu Junior et al. (2000), Oliveira et al. (2002) e Benito et al. (2005). Além disso, o uso de água residuária, visando a reutilização futura de efluentes, também se apresenta como uma alternativa muito promissora, principalmente por não envolver produção de alimentos para o consumo humano e tampouco riscos à saúde (CROMER, 1980), com possibilidade de utilização em larga escala para produção de mudas de boa qualidade e em um baixo custo financeiro (LUCENA et al., 2006; MURAISHI, 2008), garantindo assim rendimento dos cultivos e também melhorias em questões voltadas ao meio ambiente e a sociedade.

5. CONCLUSÃO

De acordo com as informações obtidas na pesquisa realizada, pode- concluir:

- A utilização do composto de lixo e do composto de poda de árvores é benéfica para o desenvolvimento das mudas de *Tabebuia heptaphylla*, entretanto, a proporção à ser utilizada na formação de substratos deve ser criteriosa e fundamentada em análises químicas e físicas dos mesmos, visando potencializar cada um deles para obter o melhor desenvolvimento das plantas;

- O uso de água residuária na irrigação proporcionou o maior desenvolvimento das mudas de ipê-roxo para as variáveis avaliadas;

- A água residuária favorece o desenvolvimento em altura e no diâmetro médio do coleto das mudas de *Tabebuia heptaphylla*.

6. REFERÊNCIAS

ABAD, M.; NOGUERA, P. Substrato para el cultivo sin suelo y fertirrigación. In: CADAHIA, C. (Ed.) **Fertirrigación**: cultivos hostícolas y ornamentales. Madrid: Mundi-Prensa, 1998. p.287-342.

ABRELPE. **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais**. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil: 2014. Disponível em: www.abrelpe.org.br. Acesso em: 02/11/2015.

ABREU JUNIOR, C. H.; MURAOKA, T.; LAVORANTE, A. F.; ALVAREZ, V. F. C. Condutividade elétrica, reação do solo e acidez potencial em solos adubados com composto de lixo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 645-657, jul./sep. 2000.

ALMEIDA, A. Composto de lixo urbano na composição química do solo e seus efeitos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. Flavicarpa L.). **Revista de Biociência**, Taubaté, v. 9, p. 7-15, 2003.

AMARAL, J.B.; MARTINS, L.; FORTI, V.A.; CÍCERO, S.M.; FILHO, J.M. Teste de raios x para avaliação do potencial fisiológico de sementes de ipê-roxo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.33, p.601-607, 2011.

ARAÚJO, D. B.; BEZERRA, F. C.; FERREIRA, F. V. M.; SILVA, T. C.; SOUZA, H. F. Produção de mudas de *Tagetes patula* em diferentes substratos à base de resíduos orgânicos agroindustriais e agropecuários. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS, 2009, Vitória. **Resumos...** Vitória: CBRO, 5 p. 2009a.

ARAÚJO, D. B.; BEZERRA, F. C.; FERREIRA, F. V. M.; SILVA, T. C.; SOUZA, H. F. Utilização de substratos à base de resíduos orgânicos agroindustriais agropecuários na produção de mudas de vinca (*Catharanthus roseus*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS, 2009, Vitória. **Resumos...** Vitória: CBRO, p. 2-5, 2009b.

ARIGUCHI, B. B.; GALBIATTI, J. A.; ROSA, A. R. T.; SILVA, F. G.; FARIA, R. T. Compost of garbage and tree pruning used as substrates for production of irrigated wild poinsettia seedlings. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 7, p. 596-603, 2015.

AUGUSTO, D. C. C.; GUERRINI, I. A.; ENGEL, V. L.; ROUSSEAU, G. X. Utilização de esgotos domésticos tratados através de um sistema biológico na produção de mudas de *Croton floribundus* Spreng. (capixingui) e *Copaifera langsdorffii* Desf. (copaíba). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 335-342, 2003.

AUGUSTO, D. C. C.; GUERRINI, I. A.; ENGEL, V. L.; ROUSSEAU, G. X. Utilização de águas residuárias provenientes do tratamento biológico de esgotos domésticos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill. Ex. Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 745-751, 2007.

AYUSO, M.; PASCUAL, L. A.; GARCÍA, C.; HERNÁNDEZ, T. Evaluation of urban wastes for agricultural use. **Soil Science Plant Nutrition**, Tokyo, v.42, n.1, p. 105-11, mar. 1996.

BACKES, M. A.; KÄMPF, A. N. Substratos à base de composto de lixo urbano para a produção de plantas ornamentais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.5, p. 753-758, 1991.

BARATTA JUNIOR, A. P. **Utilização do composto de resíduos da poda da arborização urbana em substratos para produção de mudas**. 2007. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

BENITO, M.; MASAGUER, A.; MOLINER, A.; ARRIGO, N.; PALMA, R.; EFFRON, D. Evaluation of maturity and stability of pruning waste compost and their effect on carbon and nitrogen mineralization in soil. **Soil Science**, v. 170, n. 5, p. 360-370, 2005.

BERTON, R. S. Utilização de composto de lixo na agricultura. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 23., 1996, Águas de Lindóia. **Resumos...** 1 CD-ROM.

BEVACQUA, R. F.; MELANO, V. J. Cumulative effects of sludge composto n crop yields and soil properties. **Communication in Soil Science Plant Analysis**, New York, v. 25, n. 3-4, p. 395-406, 1994.

BEZERRA, A. M. E.; MOMENTÉ, V. G.; MEDEIROS FILHO, S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 295-299, abril-junho 2004.

BEZERRA, F. C.; LIMA, A. V. R.; ARAÚJO, D. B.; CAVALCANTI JÚNIOR, A. T. Produção de mudas de *Tagetes erecta* em substratos à base de casca de coco verde. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, V, 2006, Ilhéus-BA, **Anais...** Ilhéus, 2006. CD-ROM.

BRONER, I.; LAW, R.A.P. Evaluation of modified atmometer for stimating reference ET. **Irrigation Science**, Heidelberg, v.12, p. 21-26, 1991.

CABRAL, E. L.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A. Armazenamento e germinação de sementes de Tabebuia aurea (manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 17, n. 4, p. 609-617, 2003.

CAETANO, M. C. T. **Substratos e níveis de irrigação na formação de porta-enxerto utilizando limão-cravo**. 2011. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

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.

CAMPBELL, S. **Manual de compostagem para hortas e jardins**: como aproveitar bem o lixo orgânico doméstico. São Paulo: Nobel, 1995.

CANET, R.; POMARES, F.; TARAZONA, F. Chemical extractability and availability of heavy metals after seven years application of organic wastes to a citrus soil. **Soil Use and Management**, Aberdeen, v. 13, p. 117-121; 1997.

CARVALHO FILHO, J. L. S.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; BLANK, A. F.; RANGEL, M. S. A. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Cerne**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 109-118, 2003.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, v. 1, 2003, 1039 p.

COELBA – **Guia de arborização urbana**: diretoria de Gestão de Ativos – Departamento de Planejamentos dos Investimentos – Unidade de Meio Ambiente, 2002, 56 p.

COSTA, C. A. **Crescimento e teores de sódio e de metais pesados da alface e da cenoura adubadas com composto orgânico de lixo urbano**.1994. 89 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.

COSTA, E.; LEAL, P.A.M.; SASSAQUI, A.R.; GOMES, V.A. Doses de composto orgânico comercial na composição de substratos para a produção de mudas de maracujazeiro em diferentes tipos de cultivo protegido. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.5, p.776-787, set./out. 2010.

CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, J. A. L.; SOUZA, V. C. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 507-216, 2005.

CROMER, R. N. Irriagation of radiata pine with wastewater: a review of the potential for tree growth and water renovation. **Australian Forest**, v. 43, p. 87-100, 1980.

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 ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 66, p. 100-107, 2004.

DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J. C. B. **Recomposição de matas ciliares**: orientações básicas. São Paulo: IF, n. 4, 14 p. 1990.

ETTORI, L. C.; SIQUEIRA, A. C. M. F.; SATO, A. S.; CAMPOS, O. R. Variabilidade genética em populações de ipê-roxo – Tabebuia heptaphylla (Vell.) Tol. – para conservação ex situ. **Revista do Instituto Florestal**, v. 8, n. 1, p. 61-70, jul. 1996.

FEIGIN, A.; BIELORAI, H.; DAG, Y.; KIPNIS, T.; GISKIN, M. The nitrogen factor in the management of effluent – irrigated soils. **Soil Science**, v. 125, n. 4, p. 248-254, 1978.

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

FIALHO, L. L.; SILVA, W. T. L.; MILORI, D. M. B. P.; SIMÕES, M. L; MARTIN NETO, L. **Monitoramento químico e físico do processo de compostagem de diferentes resíduos orgânicos**, São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2005. 6p. Circular Técnica, 29.

FIDELES FILHO, J.; NÓBREGA, J. Q.; SOUSA, J. T.; DANTAS, J. P. Comparação dos efeitos de água residuária e de poço no crescimento e desenvolvimento do algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, p. 328-332, 2005.

FURLAN JÚNIOR, J.; MULLER, C. H.; CARVALHO, J. E. U. de.; TEIXEIRA, L. B.; DUTRA, S. **Composto orgânico de lixo urbano na formação de mudas de açaizeiro**, Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 2p. Comunicado Técnico, 87.

GALBIATTI, J. A. **Efeito do uso contínuo de efluente de biodigestores sobre algumas características físicas do solo e o comportamento do milho (Zea mays L.)**. 1992. 212 f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1992.

GALBIATTI, J. A.; LUI, J. J.; SABONARO, D. Z. BUENO, L. F.; SILVA, V. L. Formação de mudas de eucalipto com utilização de lixo orgânico e níveis de irrigação calculados por dois métodos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 445-455, maio/ago. 2007.

GENTRY, A. H. Bignoniaceae: Part II. (Tribe Tecomeae). Monografia n° 25. **Flora Neotropica**, New York, p. 126-273, 1992.

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

GUERRINI. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n. 6, p. 1069-1076, nov./dez. 2004.

GUILLERMO, L. S.; CAVALLINI, J. M. **Tratamento e uso de águas residuárias**. Campina Grande: UFPB, 1999. 109 p.

GREY, M.; HENRY, C. Nutrient retention and release characteristics fron municipal solid waste compost. **Compost Science & Utilization**, Philadelphia, v. 7, p. 42-50, 1999.

HACH **Company. Spectrophotometer Instrument Manual**. Loveland. Colorado/USA, 1996.

HE, X. T.; TRAINA, S. J.; LOGAN, T. J. Chemical properties of municipal solid waste composts. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 21, p. 318-329, 1992.

HENIN, S.; GRAS, R.; MONNIER, G. **Os solos agrícolas**. Rio de Janeiro: Forense, Universitária, 1976. 327 p.

HERNÁNDEZ, T.; GARCÍA, C.; COSTA, F. Utilización de residuos urbanos como fertilizantes orgánicos. **Suelo y Planta**, Madrid, v. 2, p. 373-383, 1992.

HOEK, V. W.; HASSAN, U. M.; ENSINK, J. H. J.; FEENSTRA, S.; RASCHID-SALLY, L.; MUNIR, S.; ASLAM, R.; ALIM, N.; HUSSAIN, R.; MATSUNO, Y. Urban Wastewater: a valuable resource for agriculture a case study from horoonabad, Pakistan. **Research Report** 63. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute. 2002. 20p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. **Substrato para plantas**: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Gênesis, 2000, p. 139-145.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

LÉON, S. G.; CAVALLINI, J. M. **Tratamento e uso de águas residuária**. Campina Grande: UFPB, 1999. 110p.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; SOFIATTI, V.; GHEYI, H. R.; ARRIEL, N. H. C. Atributos químicos de substrato de composto de lixo orgânico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 2, p. 185-192, 2011.
LONGHI, R. A. **Livro das Árvores**: árvores e arvoretas do sul. 2 ed. Porto Alegre: L&PM, 1995. 176p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. São Paulo: Instituto Plantarum, 1992, 382 p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, v. 1, 4 ed., 2002, 368 p.

LUCENA, A. M. A.; ALMEIDA, F. A. C.; COSTA, F. X.; GUERRA, H. O. Emprego de substratos irrigados com água de abastecimento e residuária na propagação do flamboyant. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Sergipe, v. 6, n. 1, p. 115-121, 2006.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, v. 1, 2006, 638 p.

MANZUR, G. L. **O que é preciso saber sobre limpeza urbana**. Rio de Janeiro: IBAM/MBES, 1993.

MARTINS, L.; LAGO, A. A.; CÍCERO, S. M. Conservação de sementes de ipê-roxo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 108-112, 2012a.

MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; SANTANA, D. G.; ZUCARELI, C. Vermiculita como substrato para o teste de germinação de sementes de ipê-amarelo. **Semina:** Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, n. 2, p. 533-540, 2012b.

MARTO, G. B. T.; BARRICHELO, L. E. G.; MÜLLER, P. H. *Tabebuia heptaphylla* (Ipê-roxo). **IPEF**. Disponível em: <http://www.infobios.com/Artigos/Florestal/IpeRoxo/index.html>

MATTOS, K. M. C. **Viabilidade da irrigação com água contaminada por esgoto doméstico na produção hortícola**. Botucatu, 2003, 151 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem). Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

MAZUR, N. **Níquel, chumbo, zinco e cobre em solos que receberam composto de resíduos sólidos urbanos**. Viçosa, 1997, 129 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

MÉLO FILHO, B.; CORRÊA, R. S. O valor econômico e social do lixo de Brasília. In: I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL DO CENTRO OESTE, 2006, Brasília, **Anais...** Brasília: ABES/DF, 2006. Tema III – Resíduos Sólidos, CD-rom.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; SILVA, F. C.; BOARETO, A. E. Uso de resíduos sólidos urbanos na agricultura e impactos ambientais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26. 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. 1 CD ROM.

MICHEL, H.; MARITXU, G.; RENÉ, B. J.; REVEL, J. C. Influencia de las substancias húmicas sobre las características bio-fisico-químicas de los suelos. Consecuencias sobre la nutrición mineral de las plantas. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. **Resumos...** Águas de Lindóia: Embrapa, 1996. CD-ROM.

MILKS, R. R.; FONTENO, W. C.; LARSON, R. A. Hydrology of horticultural substrates: III. Predicting air and water content of limited-volume plug cells. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v.144, n. 1, p. 57-61, 1989.

MIYASAKA, S.; CAMARGO, O. A.; CAVALERI, P. A. **Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no estado de São Paulo**. Campinas. Fundação Cargill, 1984. 138p.

MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; ARTHUR JUNIOR, J. C.; DUCATTI, F.; AGUIRRE JUNIOR, J. H. Fertilização de mudas de espécies arbóreas nativas e exóticas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 129-137, 2003.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 111-124, 2008.

MURAISHI, R. I. **Compostos orgânicos como substratos na formação de mudas de ipê amarelo *[Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl.] irrigado com água residuária**. Jaboticabal, 2008, 39 f. Dissertação (Mestre em Ciência do Solo). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

MURAISHI, R. I.; GALBIATTI, J. A.; DE NOBILE, F. O.; BARBOSA, J. C. Compostos orgânicos como substratos na formação de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex. Dc.) standl) irrigadas com água residuária. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 6, p. 1081-1088, 2010.

NASSER, M. D.; SOUZA, T. A. L. A.; SILVA, L. C.; ZONTA, A.; CAVICHIOLI, J. C. Avaliação de mudas de *Coffea arábica* L. sob diferentes doses de composto orgânico. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7., 2011, Araxá. **Anais eletrônicos...** Araxá: Consórcio Pesquisa Café, 2011. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3326/24.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2015.

NOBILE, F. O.; GALBIATTI, J. A.; MURAISHI, R. I.; CORDIDO, J. P. B. R.; ANDRIÃO, M. A. Doses de composto de lixo no substrato e dois níveis de irrigação em crisântemo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 37, 2007, Bonito. **Anais...** Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2007. 1 CD-ROM.

NÓBREGA, R. S. A.; FERREIRA, P. A. A.; SANTOS, J. G. D. dos; VILAS BOAS, R. C.; NÓBREGA, J. C. A.; MOREIRA, F. M. S. Efeito do composto de lixo urbano e calagem no crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.36, n.79, p.181-189, set. 2008.

OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E.; MARCIANO, C. R.; ABREU JUNIOR, C. H. Alterações em atributos químicos de um latossolo pela aplicação de composto de lixo urbano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n.4, p. 529-538, 2002.

OLIVER, E.N. **A água nossa de cada dia preservai hoje**! Coopercitrus, São Paulo, v.14, n.162, p.14, 2000.

PASSOS, R. R.; RUIZ, H. A.; MENDONÇA, E. S.; CANTARUTTI, R. B.; SOUZA, A P. Substâncias húmicas, atividade microbiana e carbono orgânico lábil em agregados de um Latossolo Vermelho distrófico sob duas coberturas vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.31, n. 5, p. 1109-1118, 2007.

PEREIRA, A. S.; FRIZZONE, J. A.; COELHO, R. D. Procedimentos para instalação e aumento da resolução de medida de um atmômetro modificado. **Embrapa: Comunicado Técnico**, Jaguariúna, v.15, 2004.

PEREIRA NETO, J. T. **Um sistema de reciclagem e compostagem, de baixo custo, de lixo urbano para países em desenvolvimento**. Viçosa. MG. UFV. 1995. 16 p. (Conselho de Extensão, UFV. Informe Técnico, 74).

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: ABRATES, 1993, p. 47-82.

POTT, A.; POTT, V. J. **Plantas do Pantanal**. Embrapa: Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária, p. 56, 1994.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2008. p. 7-46.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 549 p, 2002.

RAIJ, B. Van; **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, 1991.343 p.

REBOUÇAS, J. R. L.; DIAS, N. S.; GONZAGA, M. I. S.; GHEYI, H. R.; SOUSA NETO, O. N. Crescimento do feijão-caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 1, p. 97-102, 2010.

RESENDE, L. P.; AMARAL, A. M.; CARVALHO, S. A.; SOUZA, M. Volume de substrato e superfosfato simples na formação do limoeiro 'cravo' em vasos: efeito no crescimento vegetativo. In: **Laranja**, Cordeirópolis, v. 16, n. 2, p. 154-164, 1995.

ROCHA, C. O.; RIBEIRO, G. N.; GADELHA, A. J. F.; BARROS, D. F. Utilização da compostagem no tratamento de resíduos sólidos e seus benefícios para o meio ambiente. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Mossoró, v. 2, n. 1, p. 1-5, jan/dez 2008.

RUPPENTHAL, V.; CASTRO, A. M. C. Efeito do composto de lixo urbano na nutrição e produção de gladíolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 145-150, 2005.

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

SABONARO, D. Z.; GALBIATTI, J. A. Efeito de níveis de irrigação em substratos para a produção de mudas de ipê-roxo. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 4, p. 95-102, junho, 2007.

SABRAH, R. E. A.; ABDEL – MAGIB, H. M.; ABDEL-AAL, S. I.; RABIE, R. K. Optimizing physical properties of a Sandy soil for higher productivity using town refuse compost in Saudi Arabia. **Journal of Arid Environments**, Amesterdão, v. 29, p. 253-262, 1995.

SAMPAIO, M. T. F.; POLO, M.; BARBOSA, W. Estudo do crescimento de espécies de árvores semidecíduas em uma área ciliar revegetada. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 879-885, 2012

SARZI, I.; BOAS, R. L. V.; SILVA, M. R. Composição química e aspectos morfológicos de mudas de *Tabebuia chrysotricha* (Standl.) produzidas em diferentes substratos e soluções de fertirrigação. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 77, p. 53-62, 2008.

SARZI, I.; BOAS, R. L. V.; SILVA, M. R.; CARVALHO, J. L. Características biométricas de mudas de *Tabebuia chrysotricha* (Standl.) formadas em diferentes substratos e soluções de fertirrigação, quando plantadas em campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 241-249, 2010.

SAWHNEY, B. L.; BUGBEE, G. T.; STILWELL, D. E. Leachability of heavy metals from growth media containing source-separated municipal solid waste compost. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 23, p. 718-722, july./aug. 1994.
SILVA, A. P.; LIMA, C. L. C.; VIEITES, R. L. Caracterização química e física do jenipapo (*Genipa americana* L.) armazenado. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 55, n. 1, p. 29-34, jan./abr. 1998.

SILVA, F. C. da; SILVA, C. A.; BERGAMASCO, A. F. Disponibilidade de micronutrientes em cinco solos em função do tempo de incubação de um composto de lixo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 224-234, 2006.

SILVA, F. G. **Substrato com composto de lixo e poda de árvore para produção de mudas de *Pterogyne nitens***. Jaboticabal, 2011, 53 f. Dissertação (Mestre em Ciência do Solo). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

SILVA, F. S. C.; SILVA, S. P. C. O substrato na cultura das orquídeas, sua importância, seu envelhecimento. **Revista Oficial da Orquidário**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 3-10, 1997.

SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. O.; CERETTA, C. A. Composição da fase sólida orgânica do solo. In: MEURER, E. J. (Ed.). **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Evangraf, p. 59-83, 2010.

SILVA, W. T. L.; SALLES, L. C.; NOVAES, A. P.; MARTIN NETO, L.; MILORI, D. M. B. P.; SIMÕES, M. L.; HANEDA, R. N.; FIALHO, F. L. **Potencialidade do uso de composto produzido a partir de lodo de esgoto urbano e poda verde de árvore**. Ed. 1. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2004. 5 p. (Circular Técnico 25).

SOUSA, J. T. de; LEITE, V. D. Tratamento e utilização de esgotos domésticos na agricultura. Campina Grande: **EDUEP**, 2003. 135p.

SOUZA, J. A. A. de; RAMOS, M. M.; SOARES, A. A.; NEVES, J. C. L.; MEDEIROS, S. S.; SOUZA, J. A. de. Efeitos da fertirrigação com água residuária de origem urbana sobre a produtividade do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 128-132, 2005.

SOUZA, M. Muito além do xaxim. **Natureza**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 32-37, 2003.

SOUZA, V. C.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; CUNHA, A. O.; SOUZA, A. P. Produção de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Agropecuária Técnica**, João Pessoa, v. 26, n. 2, p. 98-108, 2005.

SCHEER, M. B.; CARNEIRO, C.; SANTOS, K. G. Substratos à base de lodo de esgoto compostado na produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 88, p. 637-644, 2010.

STRINGUETA, A.C.O.; FONTES, L.E.F.; LOPES, L.C.; CARDOSO, A.A. Crescimento de crisântemo em substrato contendo composto de lixo urbano e casca de arroz carbonizada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.11, p.795-802, nov. 1996

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

TAVEIRA, J. A. **Substratos – cuidados na escolha do tipo mais adequado**. Campinas: IBRAFLOR, 1996, 2p. (Boletim Ibraflor Informativo, 13).

TERCEIRO NETO, C. P. C. **Efeito da concentração da solução e do substrato na aclimatação de plantas micropropagadas de violeta**. 2004. 51 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

TEIXEIRA, L. B.; CARVALHO, J. E. V. de; MULLER, C. H.; FURLAN JÚNIOR, J.; DUTRA, S. **Uso de composto orgânico de lixo na produção de mudas de abieiro**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 3p. Comunicado Técnico, 86.

THENG, B. K. G.; TATE, K. R.; SOLLINS, P. Constituents of organic matter in temperate and tropical soils. In: COLEMAN, D. C.; OADES, J. M.; UEHARA, G. (Ed.). **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystem**s. Hawaii: Niftal Project, 1989. p.5-32.

XIN, T. H.; TRAINA, S.J.; LOGAN, T. J. Chemical properties of municipal solid waste compost. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 21, n. 3, p. 318-329, 1992.