

Produção e qualidade de mudas de *Psidium cattleianum* var. *cattleianum* Sabine (Myrtaceae) em diferentes substratos

Production and quality of Psidium cattleianum var. cattleianum Sabine (Myrtaceae) seedlings on different substrates

Alan Richar Freitas **MARQUES**¹, Viviane da Silva **OLIVEIRA**¹, Alexandra Augusti **BOLIGON**¹ & Silvane **VESTENA**^{1,2}

RESUMO

Analisou-se o uso de lodo de esgoto como substrato na produção de mudas de *Psidium cattleianum* var. *cattleianum* Sabine. Os tratamentos foram: T1 (50% substrato comercial Plantmax® + 50% cama de equino, tido como composto orgânico), T2 (20% lodo de esgoto + 80% composto orgânico), T3 (40% + 60%) e T4 (60% + 40%). Os tratamentos foram arranjados em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições por tratamento com 50 sementes cada. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias discriminadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A cada três dias, durante 90 dias, realizou-se a contagem de plântulas que emergiram, para posterior cálculo de índice de velocidade de emergência. Decorridos 180 dias após a semeadura, foi calculada a porcentagem de emergência, foram verificadas as características biométricas e foi calculado o índice de qualidade de Dickson. A utilização do substrato comercial associado a cama de equino proporcionou as menores médias para todas as características avaliadas. Os tratamentos com lodo de esgoto associado ao composto orgânico apresentaram os melhores resultados para as características morfológicas avaliadas, sendo o tratamento 3 aquele com os melhores resultados.

Palavras-chave: características morfológicas; lodo de esgoto; produção de mudas.

Recebido em: 28 jul. 2017
Aceito em: 30 nov. 2017

ABSTRACT

The use of sewage sludge as substrate in the production of *Psidium cattleianum* var. *cattleianum* Sabine was analyzed. The treatments were: T1 (50% commercial substrate Plantmax® + 50% equine bed, taken as organic compound), T2 (20% sewage sludge + 80% organic compost), T3 (40% + 60%) and T4 60% + 40%). The treatments were arranged in a completely randomized design, with five replicates per treatment with 50 seeds each. Data were submitted to analysis of variance and the means discriminated by the Tukey test at 5% probability. Every three days, during 90 days, counting of emerged plants was performed for later calculation of the emergency speed index. After 180 days of sowing, the emergency percentage was calculated, the biometric characteristics were verified and the Dickson quality index was calculated. The use of the commercial substrate associated with equine litter provided the lowest averages for all evaluated characteristics. The treatments with sewage sludge associated to the organic compound presented the best results for the morphological characteristics evaluated, being the treatment 3 the one that presented the best results.

Keywords: morphological characteristics; seedling production; sewage sludge.

¹ Universidade Federal do Pampa (Unipampa), Campus São Gabriel, Avenida Antônio Trilha, n. 1.847, Centro, CEP 97300-000, São Gabriel, RS, Brasil.

² Autor para correspondência: silvanevestena@gmail.com.

INTRODUÇÃO

Psidium cattleianum var. *cattleianum* Sabine (Myrtaceae), uma espécie nativa da flora brasileira, conhecida popularmente como araçá-vermelho ou araçá, apresenta extensa área de ocorrência na costa atlântica brasileira, desde a Bahia até o nordeste do Uruguai (MARCHIORI & SOBRAL, 1997), e é indicada para áreas destinadas a refúgios ecológicos para atração de animais silvestres (ORTEGA *et al.*, 2006). A espécie possui característica ecológica de formação pioneira, embora tenha sido classificada como secundária inicial por Gandolfi *et al.* (1995). Trata-se de uma espécie arbórea com tronco liso e casca descamante. Os frutos podem ser amarelos ou vermelhos (LORENZI, 2008), sendo muito apreciados pela avifauna e pelo homem, entretanto são perecíveis, dificultando sua comercialização *in natura*. Assim, a elaboração de doces torna-se uma alternativa viável de aproveitamento dos frutos na época de produção (SANTOS *et al.*, 2007).

Seus frutos são ricos em metabólitos secundários, tais como compostos fenólicos, ácido ascórbico e carotenos, e apresentam atividades antioxidantes, prevenindo a oxidação celular, antimicrobiana e anticarcinogênica (MENEZES *et al.*, 2010; MEDINA *et al.*, 2011; CHALANNAVAR *et al.*, 2013). Também são úteis no controle da hipoglicemia, inflamações e dores, sendo utilizados em atividades espasmódicas e na medicina popular (BEGUM *et al.*, 2002; CHALANNAVAR *et al.*, 2012).

A maioria dos projetos que visa à conservação e exploração de espécies nativas florestais depende da formação de mudas. Assim, a renovação da vegetação, a reconstituição de áreas degradadas, a produção de plântulas e a obtenção de fitoterápicos são baseadas na coleta de sementes, reprodução e formação de mudas das espécies (CAMPOS & UCHIDA, 2002; LIMA *et al.*, 2006).

A formação de mudas florestais de qualidade está relacionada com o manejo e a condução delas em viveiro e com os substratos utilizados, pois a germinação de sementes e a formação do sistema radicular e da parte aérea estão associadas com a aeração, drenagem, retenção de água e disponibilidade balanceada de nutrientes, que são particularidades de cada substrato (CALDEIRA *et al.*, 2012).

O substrato para a produção de mudas tem como finalidade garantir o desenvolvimento de uma planta com qualidade, em curto período de tempo e baixo custo. A qualidade física do substrato é importante, pelo fato de ser utilizado num estádio de desenvolvimento em que a planta é muito suscetível ao ataque por microrganismos e pouco tolerante ao déficit hídrico. Assim, o substrato deve reunir características físicas e químicas que promovam, respectivamente, retenção de umidade e disponibilidade de nutrientes, de modo a atender às necessidades da planta (CUNHA *et al.*, 2006; GOMES *et al.*, 2015).

No processo de produção de mudas de espécies florestais, o uso de lodo de esgoto é uma alternativa viável como fonte de matéria orgânica e de nutrientes para fins de cultivos agrícola e florestal (TELES *et al.*, 1999; CAMARGO *et al.*, 2013). A utilização do biossólido na agricultura como adubo orgânico é vista, atualmente, como a alternativa mais promissora para disposição final desse resíduo (COLODRO & ESPÍNDOLA, 2006). Campos & Alves (2008), na cultura de *Eucalyptus citriodora* Hook (Myrtaceae), e Faustino *et al.* (2005), no cultivo de *Senna siamea* Lam. (Poaceae), verificaram que o lodo apresenta potencial para substituir fertilizantes minerais. Assim, o uso de lodo de esgoto como componente de substratos pode ser uma alternativa viável para sua disposição final e constitui uma ferramenta a ser utilizada pelas prefeituras na produção de mudas para arborização urbana e recuperação de áreas degradadas, visando ao controle de erosão, à contenção de encostas, à arborização ao longo de rodovias e vias públicas, com utilização na alimentação humana e animal e uso medicinal e, ainda, para áreas destinadas a refúgios para atração de animais silvestres. Assim, diante da importância econômica, ecológica e medicinal do araçá-vermelho e da falta de informações a respeito de seu processo de propagação, é de extrema relevância a realização de estudos para obtenção de mudas de qualidade. Diante disso, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito de quatro diferentes composições de substratos com a adição de lodo do esgoto na produção e qualidade de mudas de *Psidium cattleianum* var. *cattleianum* Sabine.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação de 256 m², coberta com polietileno de baixa densidade (PeBD) de 100 µm, sombrite de 50% e sistema automático de irrigação por microaspersão, na Universidade Federal do Pampa – Campus São Gabriel (30°20'11" S e 54°19'11" W, 114 m de altitude), município de São Gabriel, Rio Grande do Sul.

Os frutos de araçá-vermelho foram coletados no início de novembro de 2015 em pomar doméstico situado no município de Nova Palma, RS. Posteriormente eles foram despulpados manualmente em laboratório, macerados e lavados em peneira em água corrente, de modo a separar as sementes dos frutos. As sementes foram colocadas para secar à sombra sobre papel-filtro (FAUSTINO *et al.*, 2005; FREITAS *et al.*, 2011). As sementes imaturas, deterioradas ou danificadas por insetos foram eliminadas.

O lodo utilizado foi obtido da Estação de Tratamento de Esgoto São Gabriel Saneamento, São Gabriel, RS. Ele foi previamente higienizado pelo processo de solarização, durante 40 dias. O processo tem a finalidade de promover uma prévia desinfecção e desinfestação de patógenos, a fim de diminuir as restrições para o uso agrícola, e resulta na produção de um biofóssido de melhor perfil sanitário (FAUSTINO *et al.*, 2005; CALDEIRA *et al.*, 2014).

Para testar o efeito do substrato na produção e na qualidade de mudas de *P. cattleianum*, realizou-se a germinação das sementes por meio de quatro tratamentos: T1: composto orgânico, considerado controle (50% substrato comercial Plantmax[®] + 50% cama de equino); T2 (20% lodo de esgoto + 80% composto orgânico); T3 (40% lodo de esgoto + 60% composto orgânico) e T4 (60% lodo de esgoto + 40% composto orgânico). Em cada tratamento utilizaram-se 50 sementes e um total de cinco réplicas. A semeadura foi realizada em tubetes de polietileno com 50 células de 200 cm³ cada, contendo uma semente por tubete, dispostas em bancadas metálicas a 100 cm de altura do solo. A irrigação aconteceu diariamente pelo sistema supracitado, com o propósito de manter a umidade dos substratos e, por conseguinte, contribuir na germinação e na emergência das plântulas.

A cada três dias, durante os primeiros 90 dias após a emergência da primeira plântula, calculou-se o índice de velocidade de emergência, de acordo com a fórmula de Maguire (1962): $IVE = (G_1/N_1) + (G_2/N_2) + \dots + (G_n/N_n)$, em que: IVE = Índice de velocidade de emergência; G_1 , G_2 , G_n = número de sementes germinadas na primeira, segunda e última contagem; N_1 , N_2 , N_n = dias após a semeadura na primeira, segunda e última contagem.

Decorridos 180 dias após a semeadura, mensurou-se a porcentagem de emergência (LABOURIAU & VALADARES, 1976), na qual emergência (%) = $N_s/N_i \times 100$, em que: N_s = número de sementes semeadas e N_i = número de plântulas que emergiram. Também foram mensuradas as seguintes características biométricas das mudas: altura da parte aérea (H) e do sistema radicular (CSR), com auxílio de uma régua graduada em cm plântula⁻¹; diâmetro do coleto (DC), com paquímetro digital expresso em mm; número de folhas (NF), computado de modo manual; massas frescas da parte aérea (MFPA), do sistema radicular (MFR) e total da plântula (MFT), mensuradas em balança digital após lavagem das mudas em água corrente; e suas respectivas massas secas (MSPA, MSR e MST), após a secagem em estufa com circulação de ar a 60°C, por 7 dias, sendo os resultados de ambas expressos em g.plântula⁻¹.

Além das características supracitadas, também se calculou o índice de qualidade de Dickson (IQD), conforme a proposta de Dickson *et al.* (1960): $IQD = [MST(g) / H (cm)] / [DC(mm) + MSPA(g)/MSR(g)]$, em que: IQD = índice de qualidade de Dickson; MST = massa seca total; H = altura; DC = diâmetro do coleto; MSPA = massa seca da parte aérea; MSR = massa seca da raiz.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando significativos pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando o software estatístico ESTAT, versão 2 (ESTAT, 1994). O pressuposto de normalidade dos resíduos foi testado por meio do teste de Lilliefors.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características morfológicas e os índices de qualidade das mudas avaliadas neste estudo apresentaram respostas distintas entre si. Pela análise de variância observou-se efeito significativo dos substratos em todas as características analisadas, exceto para percentual de emergência e comprimento do sistema radicular (tabelas 1 e 2).

Tabela 1 – Médias e respectivos desvios padrão para as variáveis índice de velocidade de emergência (IVE), percentagem de emergência (E), número de folhas (NF), altura da parte aérea (H), comprimento do sistema radicular (CSR), diâmetro do caule (DC), relação altura/diâmetro (H/DC) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Psidium cattleianum* var. *cattleianum* Sabine (Myrtaceae) em diferentes tipos de substratos de germinação. Legenda: T1) composto orgânico (tratamento controle) (50% substrato comercial Plantmax® + 50% cama de equino); T2 (20% lodo de esgoto + 80% composto orgânico); T3 (40% lodo de esgoto + 60% composto orgânico); T4 (60% lodo de esgoto + 40% composto orgânico). Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Trat.	IVE	E (%)	NF	H (cm)	CSR (cm)	DC (mm)	H/DC	IQD
T1	36,19±2,78 a	96,4±	16,50±	11,54±	8,41±	1,69±	6,88±	6,26±
		3,58 a	0,70 b	0,72 c	0,34 a	0,13 c	0,81 c	1,17 c
T2	30,55±1,65 b	88,4±	17,41±	25,61±	9,58±	3,02±	8,54±	15,36±
		5,55 a	0,89 b	2,81 b	1,60 a	0,18 b	1,03 b	1,86 b
T3	29,10±1,38 b	89,2±	19,77±	33,51±	9,23±	3,63±	9,23±	21,39±
		5,21 a	1,13 a	1,24 a	1,24 a	0,06 a	0,44 ab	0,99 a
T4	31,31±	91,2±	19,00±	32,58±	7,87±	3,25±	9,99±	16,42±
		1,68 b	5,93 a	0,50 a	1,23 a	0,22 a	0,14 b	0,68 a
F	12,44	2,44	15,19	167,40	2,80	179,00	14,89	122,47
Valor P	0,0001	0,1017	6,0857 x 10 ⁻⁵	2,7193 x 10 ⁻¹²	0,0731	1,6182 x 10 ⁻¹²	6,8159 x 10 ⁻⁵	3,0118 x 10 ⁻¹¹
CV (%)	6,35	5,58	4,45	6,19	3,29	5,16	4,86	10,10

Segundo Gomes *et al.* (2002) e Caldeira *et al.* (2014), a altura das plantas fornece uma excelente estimativa da predição do crescimento inicial no campo, sendo tecnicamente aceita como boa medida do potencial de desempenho das mudas. No presente estudo, as médias de altura das plantas foram maiores nos tratamentos T4 (60% lodo de esgoto + 40% de composto orgânico) e T3 (40% lodo de esgoto + 60% composto orgânico), respectivamente. Menores médias para altura foram avaliadas nos tratamentos T1 (composto orgânico), seguido do tratamento T2 (20% lodo de esgoto + 80% composto orgânico) (tabela 1). Verificou-se ainda que as alturas das mudas nos tratamentos que continham lodo de esgoto (T2, T3 e T4) foram duas e três vezes maiores que aquelas de T1, respectivamente (tabela 1).

Corroborando o presente estudo, Caldeira *et al.* (2014) constataram que os tratamentos com lodo de esgoto associado a composto orgânico foram aqueles que apresentaram as maiores médias em relação à altura avaliada, sendo a utilização de 40% de lodo de esgoto + 60% de composto orgânico a mais indicada para a produção de mudas de *Acacia mangium* Willd, comportamento também observado no presente estudo com o arará-vermelho.

Gonçalves *et al.* (2014) enfatizam que essa característica pode ser facilmente influenciada por algumas práticas de manejo adotadas nos viveiros. Assim, recomenda-se a análise combinada com a verificação de outras características, tais como diâmetro do coleto e relação massa das raízes/massa da parte aérea. Contudo sua facilidade de medição e o fato de se tratar de uma medição não destrutiva fazem com que tal característica seja bastante empregada na avaliação da qualidade das mudas (GOMES *et al.*, 2002).

A fim de obter mudas de boa qualidade de espécies florestais, Gonçalves *et al.* (2014) recomendam limites de altura entre 20 e 35 cm. Seguindo a variação de qualidade mencionada, a altura das mudas cultivadas nos substratos referentes aos tratamentos T2 (20% lodo de esgoto

+ 80% de composto orgânico), T3 (40% lodo de esgoto + 60% de composto orgânico) e T4 (60% lodo de esgoto + 40% de composto orgânico) se situou no padrão de qualidade indicado, o que faz com que tais tratamentos sejam indicados para produção de mudas dessa espécie.

Encontraram-se os seguintes resultados em outros trabalhos: Caldeira *et al.* (2012) obtiveram crescimento de timbó (*Ateleia glazioveana* Baill, Fabaceae) aos 90 dias com lodo de esgoto, com altura da parte aérea entre 11,09 e 30,32 cm; Trazzi (2011), avaliando a altura para *Tectona grandis* L. F. (Verbenaceae) aos 120 dias de tratamento, tendo como substrato quantidades diferentes de biossólido, verificou valores de 10,13 a 35,86 cm; Gonçalves *et al.* (2014), também trabalhando com timbó, encontraram variação na altura da parte aérea de 9,11 a 30,15 cm, valores similares ao presente estudo, com alturas até 33,51 cm com 180 dias de cultivo (tabela 1).

Para o diâmetro do coleto (DC), verifica-se que o acréscimo da quantidade de lodo de esgoto foi acompanhado pelo aumento das médias dessa característica, com maior ênfase para as médias do tratamento que continha 40% lodo de esgoto + 60% composto orgânico, sendo novamente o tratamento que rendeu as maiores médias para características morfológicas (tabela 1).

A variável diâmetro do coleto é considerada uma das mais importantes características para estimar a sobrevivência de mudas de espécies florestais no campo (DANIEL *et al.*, 1997; GOMES & PAIVA, 2004), tanto tomada isoladamente quanto combinada com a altura (GOMES *et al.*, 2002). Adicionalmente, verificou-se que os valores encontrados no presente trabalho estão de acordo com os valores achados por Araújo e Paiva Sobrinho (2011), com variação entre 2,93 e 5,90 mm para mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Fabaceae), e por Gonçalves *et al.* (2014), em que essa característica morfológica variou de 2,81 a 3,63 mm para mudas de *A. glazioveana*. Ressalta-se que os valores encontrados no presente estudo na presença de lodo de esgoto foram de 3,02 a 3,63 cm (tabela 1). Caldeira *et al.* (2012), também trabalhando com *A. glazioveana* e usando biossólido na formulação dos substratos, verificaram que o diâmetro do coleto variou entre 3,52 e 8,48 mm, aos 90 dias. Essas diferenças de diâmetro podem acontecer em virtude do fato de as mudas terem idades diferentes e serem comparadas com espécies diferentes, que, portanto, têm distintos crescimentos, bem como com diferenças nas características do próprio substrato, como enfatizam Carneiro (1995) e Caldeira *et al.* (2007).

No presente estudo, o tratamento que continha 40% lodo de esgoto + 60% composto orgânico mostrou-se um excelente tipo de substrato, favorável ao desenvolvimento das duas principais características morfológicas (altura e diâmetro do coleto) de qualidade das mudas analisadas inicialmente. Corroborando o presente estudo, Faria *et al.* (2013) verificaram que, para a obtenção de mudas de *Senna alata* (L.) Roxb. (Fabaceae), a melhor formulação apresentada foi obtida por substrato composto de 80% lodo de esgoto + 20% de fibra de coco, resultando nas melhores médias de altura e diâmetro do coleto das plântulas.

A relação entre altura e diâmetro do coleto (H/D), uma característica que exprime a qualidade das mudas em qualquer fase do período de produção, apresentou valores de 8,54 a 9,99, conforme consta na tabela 1, em presença do lodo de esgoto. A maioria desses valores se encontra acima da faixa considerada ideal por Carneiro (1995). Em contrapartida, as mudas cultivadas em substratos contendo 40 e 60% lodo de esgoto apresentaram valores de 8,23 e 9,99, respectivamente, acima de 8,1, que é o limite máximo proposto por Carneiro (1995). Ainda, mesmo no tratamento que continha a menor concentração de lodo de esgoto, ou seja, com 20% de lodo de esgoto, a relação H/D apresentou valor de 8,54 (tabela 1).

Para Caldeira *et al.* (2012), que utilizaram para a produção de mudas o biossólido e o composto comercial em diferentes proporções, os resultados para a relação H/D variaram entre 3,01 e 4,1 para *A. glazioveana* aos 90 dias, valores abaixo dos encontrados neste trabalho. Peroni (2012), ao avaliar mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden (Myrtaceae) cultivadas em fontes renováveis de substratos, aos 120 dias, constatou que os tratamentos tiveram valores da relação altura/diâmetro entre 7,66 e 10,74, valores esses acima dos limites propostos por Carneiro (1995), o que se deu em decorrência do maior desenvolvimento em altura em relação ao desenvolvimento em diâmetro. Em outro estudo, Trigueiro & Guerrini (2003), também trabalhando com produção de mudas de *E. grandis* e testando diferentes proporções de biossólido e casca de arroz carbonizada na composição de substratos, encontraram valores de H/D entre 10,57 e 13,90, também acima do limite considerado adequado por Carneiro (1995).

O índice de qualidade de Dickson (IQD) foi outra característica morfológica que expressa qualidade das mudas e influenciada pelos diferentes substratos. Esse índice, na sua interpretação, considera a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes, empregados na avaliação da qualidade das mudas (FONSECA et al., 2002).

Estabelecendo como número mínimo do IQD o valor 0,20 tal como recomendado por Hunt (1990), observa-se que as mudas de araçá-vermelho produzidas em todos os tratamentos se apresentaram com qualidade para serem transplantadas no campo, sobretudo as mudas do tratamento T3 (40% de lodo de esgoto + 60% de composto orgânico) (tabela 1). Adicionalmente, Gomes & Paiva (2004) relatam que, quanto maior o valor do IQD, melhor será o padrão de qualidade das mudas. Tomando como base essa afirmação, pode-se considerar que as mudas produzidas no tratamento T3 são as de melhor qualidade e aquelas que possivelmente melhor se adaptarão ao plantio no campo.

Boechat et al. (2014) afirmam que o lodo de esgoto doméstico beneficiou o crescimento do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L. Euphorbiaceae). Corroborando os resultados no presente estudo, Caldeira et al. (2014), em estudo com *Acacia mangium* Willd (Fabaceae), também observaram que, em tratamentos compostos por lodo de esgoto, as plantas apresentaram maiores médias dentre as variáveis de crescimento avaliadas, sendo a utilização de 40% de lodo de esgoto + 60% de composto orgânico a mais indicada para a produção de mudas de *A. mangium*. Assim, também o araçá-vermelho apresentou o mesmo desempenho para tal composição.

Na obtenção de biomassa, ocorreram diferenças significativas entre os quatro diferentes tratamentos. O tratamento que continha 40% lodo de esgoto + 60% composto orgânico (T3) contribuiu para tal característica, com diferenças estatísticas entre todos os tratamentos (T1, T2, T3 e T4) (tabela 2).

Tabela 2 – Médias e respectivos desvios padrão para as variáveis massa fresca radicular (MSR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca total (MFT), massa seca radicular (MSSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST) de mudas de *Psidium cattleianum* var. *cattleianum* Sabine em diferentes tipos de substratos de germinação. Legenda: T1) composto orgânico (tratamento controle) (50% substrato comercial Plantmax® + 50% cama de equino); T2 (20% lodo de esgoto + 80% composto orgânico); T3 (40% lodo de esgoto + 60% composto orgânico); T4 (60% lodo de esgoto + 40% composto orgânico). Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Trat.	MFSR	MFPA	MFT	MSSR	MSPA	MST	MSSR/ MSPA
	g plântula ⁻¹						
T1	38,739± 5,86 c	47,225± 5,08 d	85,964± 10,49 c	21,324± 2,87 c	26,176± 2,51 d	47,499± 5,31 d	0,812± 0,04 a
T2	110,937± 6,66 b	160,892± 11,38 c	267,829± 6,90 b	56,258± 6,39 b	83,978± 6,17 c	140,235± 11,50 c	0,669± 0,05 b
T3	150,367± 2,86 a	249,097± 5,91 a	403,464± 13,80 a	80,019± 4,42 a	130,107± 5,51 a	210,188± 2,25 a	0,616± 0,06 b
T4	107,465± 7,55 b	220,715± 7,66 b	290,003± 15,48 b	57,183± 2,82 b	114,754± 4,08 b	171,937± 4,10 b	0,498± 0,03 c
F	99,44	641,85	35,04	152,68	460,92	528,65	34,12
Valor P	1,4703 x 10 ⁻¹⁰	7,0741 x 10 ⁻¹⁷	2,9055 x 10 ⁻⁷	5,5370 x 10 ⁻¹²	9,7342 x 10 ⁻¹⁶	3,2912 x 10 ⁻¹⁶	3,4853 x 10 ⁻⁷
C.V. (%)	10,50	17,58	14,09	8,83	6,19	5,87	7,67

Os resultados da tabela 2 mostram que os tratamentos que continham lodo de esgoto foram satisfatórios quando comparados ao tratamento que continha apenas composto orgânico (T1), estando de acordo com os resultados da tabela 1, na qual se verificou que as mudas de araçá-vermelho com maior número de folhas, altura e diâmetro do coleto em presença desses tratamentos também apresentaram maior biomassa, exceto para o comprimento do sistema radicular, em que não se verificaram diferenças estatísticas entre os quatro diferentes tratamentos (tabelas 1 e 2).

Em relação ao comprimento do sistema radicular, verificou-se que esse parâmetro não diferiu entre os diferentes tratamentos. Entretanto a resposta aos tratamentos com lodo de esgoto foi verificada na biomassa da raiz, tanto no resultado da massa fresca como na massa seca (tabelas 1 e 2). Adicionalmente, a massa fresca e a massa seca do sistema radicular tanto do tratamento T2 (20% de lodo de esgoto + 80% composto orgânico) como do tratamento T4 (60% de lodo de esgoto + 40% composto orgânico) não diferiram estatisticamente (tabela 2). Gomes & Paiva (2004) relatam que a massa seca das raízes tem sido reconhecida por diferentes autores como uma das mais importantes e melhores características para se estimar a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo e, em relação à massa seca da parte aérea, comentam que esse parâmetro deve também ser considerado como característica de qualidade das mudas, visto que indica a rusticidade de uma muda, pois está relacionado com um melhor vigor e capacidade fotossintética.

Para MFT e MST, os resultados não foram diferentes da massa fresca e da massa seca da parte aérea e radicular. As maiores médias foram encontradas no tratamento T3 (40% lodo de esgoto + 60% composto orgânico) e a menor no T1 (composto orgânico). Os tratamentos em que foram encontradas as maiores médias de MST demonstram também características morfológicas satisfatórias para o crescimento em altura, número de folhas e diâmetro do coleto das mudas de araçá-vermelho (tabelas 1 e 2). Cruz *et al.* (2010) comentam que se deve considerar que, quanto maior for o valor da MST, melhor será a qualidade das mudas produzidas. Corroborando a informação, Gomes & Paiva (2004) afirmam que é importante avaliar essa característica, uma vez que ela indica a rusticidade de uma muda, enfatizando que, quanto maior esse valor, mais rustificada a muda será, pois as mudas devem estar endurecidas no momento do plantio, ou seja, com maior biomassa. Dessa forma, haverá maior resistência às condições adversas do campo, o que promove maior sobrevivência e minimiza gastos com replantios (CARNEIRO, 1995; CALDEIRA *et al.*, 2014).

Em trabalho de Scalon *et al.* (2006) para *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard (Fabaceae) com mudas de 90 dias, foram verificados valores de massa seca total entre 26,22 e 32,28 g, inferiores aos encontrados no presente estudo. Para Caldeira *et al.* (2012), em seu trabalho com *A. glazioveana*, a massa seca total variou entre 9,5 e 11,2 g, valor também inferior ao achado no presente trabalho, possivelmente pelo fato de o tempo dos experimentos ser menor, 90 dias, quando comparado ao do presente estudo, em que as mudas permaneceram 180 dias em tratamento.

Andrade Neto *et al.* (1999) relatam que o substrato comercial possui boas características físicas, mas necessita da complementação de nutrientes, por meio da aplicação de solução nutritiva, para obter mudas de melhor qualidade. Diante desses aspectos, a propriedade física do substrato comercial, sem a complementação com nutrientes, pode ser a possível causa das baixas médias das características avaliadas no presente trabalho, tanto para as características morfológicas quanto em relação à biomassa.

CONCLUSÃO

O lodo de esgoto apresentou ótimos resultados em diferentes pesquisas com mudas de espécies florestais, mostrando efeitos benéficos do seu uso como parte da composição de substratos para a produção de mudas de espécies florestais e/ou frutíferas para a recuperação de áreas degradadas ou para outros fins. Para a produção de mudas de araçá-vermelho, recomenda-se como melhor tipo de substrato o T3 (40% de lodo de esgoto + 60% de composto orgânico), o qual produziu as maiores médias para as diversas características morfológicas avaliadas, que traduzem a qualidade das mudas.

REFERÊNCIAS

Andrade Neto, A. de, A. N. Mendes & P. T. G. Guimarães. Avaliação de substratos alternativos e tipos de adubação para a produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. *Ciência e Agrotecnologia*. 1999; 23(2): 270-280.

- Araújo, A. P. de & S. Paiva Sobrinho. Germinação e produção de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong) em diferentes substratos. *Revista Árvore*. 2011; 35(3): 581-588.
- Begum, S., S. I. Hassan, B. S. Siddiqui, F. Shaheen, M. N. Ghayur & A. H. Gilani. Terpenoids from the leaves of *Psidium guajava*. *Phytochemistry*. 2002; 61(1): 399-403.
- Boechat, C. L., M. de O. Ribeiro, L. de O. Ribeiro, J. A. G. Santos & A. M. de A. Accioly. Lodos de esgoto doméstico e industrial no crescimento inicial e qualidade de mudas de pinhão-manso. *Bioscience Journal*. 2014; 30(3): 782-791.
- Caldeira, M. V. W., M. Marcolin, E. Moraes & S. S. Schaadt. Influência do resíduo da indústria do algodão na formulação de substrato para produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Archontophoenix alexandrae* Wendl. et Drude e *Archontophoenix cunninghamiana* Wendl. et Drude. *Ambiência*. 2007; 3(3): 1-8.
- Caldeira, M. V. W., L. Peroni, D. R. Gomes, W. M. Delarmelina & P. A. Trazzi. Diferentes proporções de biossólido na composição de substratos para a produção de mudas de timbó (*Ateleia glazioviana* Baill). *Scientia Florestalis*. 2012; 40(9): 15-22.
- Caldeira, M. V. W., M. Favalessa, E. de O. Gonçalves, W. M. Delarmelina, F. E. V. Santos & M. Vieira. Lodo de esgoto como componente de substrato para produção de mudas de *Acacia mangium* Willd. *Comunicata Scientiae*. 2014; 5(1): 34-43.
- Camargo, R. de, A. C. D. Maldonado, P. A. S. Dias, M. F. Souza & M. S. França. Diagnose foliar em mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) produzidas com biossólido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2013; 17(3): 283-290.
- Campos, M. A. A. & T. Uchida. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2002; 37(3): 355-377.
- Campos, F. da S. de & M. C. Alves. Uso de lodo de esgoto na reestruturação de solo degradado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 2008; 32(4): 1389-1397.
- Carneiro, J. G. de A. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Curitiba: UFPR; 1995. 451 p.
- Chalannavar, R. K., V. K. Narayanaswamy, H. Bajjnath & B. Odhav. Chemical composition of essential oil of *Psidium cattleianum* var. *lucidum* (Myrtaceae). *African Journal of Biotechnology*. 2012; 11(33): 8341-8347.
- Chalannavar, R. K., V. K. Narayanaswamy, H. Bajjnath & B. Odhav. Chemical constituents of the essential oil from leaves of *Psidium cattleianum* var. *cattleianum*. *Journal of Medicinal Plants Research*. 2013; 7(13): 783-789.
- Colodro, G. & C. R. Espíndola. Alterações na fertilidade de um latossolo degradado em resposta à aplicação de lodo de esgoto. *Acta Scientiarum Agronomy*. 2006; 28(1): 1-15.
- Cruz, C. A. F., H. N. Paiva, A. C. M. Cunha, J. C. L. Neves. Resposta de mudas de *Senna macranthera* cultivadas em argissolo vermelho-amarelo a macronutrientes. *Ciência Florestal*. 2010; 21(1): 63-76. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/19805098>.
- Cunha, A. de M., G. de M. Cunha, R. de A. Sarmiento, G. de M. Cunha & J. F. T do Amaral. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. *Revista Árvore*. 2006; 30(2): 207-214.
- Daniel, O., A. C. T. Vitorino, A. A. Alovise, L. Mazzochin, A. M. Tokura, E. R. Pinheiro & E. F. de Souza. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium*. *Revista Árvore*. 1997; 21(2): 163-168.
- Dickson, A., A. L. Leaf & J. F. Hosner. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*. 1960; 36(1): 10-13.
- ESTAT. Sistema de Análise Estatística Jaboticabal: polo computacional do departamento de Ciências Exatas da Unesp. 1994. ESTAT- 2.0.
- Faustino, R., M. Kato, L. Florêncio & S. Gavazza. Lodo de esgoto como substrato na produção de *Senna siamea* Lam. *Revista Brasileira de Engenharia Florestal*. 2005; 9(1): 278-282.
- Faria, J. C. T, M. V. W. Caldeira, W. M. Delarmelina, L. C. Lacerda & E. de O. Gonçalves. Substratos à base de lodo de esgoto na produção de mudas de *Senna alata*. *Comunicata Scientiae*. 2013; 4(4): 342-351.
- Fonseca, É. de P, S. V. Valéri, É Miglioranza, N. A. N. Fonseca & L. Couto. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. *Revista Árvore*. 2002; 26(4): 515-523.
- Freitas, S. J., D. G. Barroso, R. F. Silva, V. H. C. R. Martins, M. D. S. Freitas & P. R. Ferreira. Métodos de remoção da sarcotesta na germinação de sementes de jaracatiã. *Revista Árvore*. 2011; 35(1): 91-96. doi: 10.1590/S0100-67622011000100011.

- Gandolfi, S., H. de F. Leitão Filho & C. L. F. Bezerra. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivas-arbóreas de uma floresta semidecídua no município de Guarulhos, SP. *Revista Brasileira de Biologia*. 1995; 55(4): 753-767.
- Gomes, J. M., L. Couto, H. G. Leite, A. Xavier & S. L. R. Garcia. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*. 2002; 26(6): 655-664.
- Gomes, J. M. & H. N. de Paiva. Viveiros florestais: propagação sexuada. Viçosa: UFV; 2004.
- Gomes, J. P., L. M. de Oliveira, C. S. S. França, H. M. Dacoregio & R. L. da C. Bortuluzzi. Caracterização morfológica de plântulas durante a germinação de sementes de *Psidium cattleianum* e *Acca sellowiana* (Myrtaceae). *Ciência Florestal*. 2015; 25(4): 1035-1042.
- Gonçalves, E. O., G. M. Petri, M. V. W. Caldeira, T. T. Dalmaso & A. G. Silva. Crescimento de mudas de *Ateleia glazioviana* em substratos contendo diferentes materiais orgânicos. *Floresta e Ambiente*. 2014; 21(3): 339-348.
- Hunt, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: Target Seedlings Symposium, Meeting of the Western Forest Nursery Associations Proceedings... United States Department of Agriculture, Forest Service, Fort Collins. 1990; p. 218-222.
- Labouriau, L. G., M. E. B. Valadares. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 1976; 48(2): 263-284.
- Lima, É. de C., A. A. de Alvarenga, E. M. de Castro, C. V. Vieira & J. P. R. A. D. Barbosa. *Revista Árvore*. 2006; 30(1): 33-41.
- Lorenzi, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2008. 384 p.
- Maguire, J. D. Speed of germination-aid in selection evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Science*. 1962; 1(1): 176-177.
- Marchiori, J. N. C. & M. Sobral. *Dendrologiadas Angiospermas: Myrtales*. Santa Maria: UFSM; 1997. p. 90-100.
- Medina, A. L.; L. I. R. Haas, F. C. Chaves, M. Salvador, R. C. Zambiasi, W. P. da Silva, L. Nora & C. V. Rombaldi. Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) fruit extracts with antioxidant and antimicrobial activities and antiproliferative effect on human cancer cells. *Food Chemistry*. 2011; 128: 916-922.
- Menezes, T. E. C. de, A. C. B. Delbem, F. L. Brighenti, A. C. Okamoto & E. Gaetti-Jardim Junior. Protective efficacy of *Psidium cattleianum* and *Myracrodruon urundeuva* aqueous extracts against caries development in rats. *Pharmaceutical Biology*. 2010; 48(3): 300-305.
- Ortega, A. R., L. S. de Almeida, N. da Maia & A. C. Angelo. Avaliação do crescimento de mudas de *Psidium cattleianum* Sabine a diferentes níveis de sombreamento em viveiro. *Cerne*. 2006; 12(3): 300-308.
- Peroni, L. Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus grandis*. 2012. 82 f. Dissertação [Mestrado em Ciências Florestais]. Jerônimo Monteiro: Universidade Federal do Espírito Santo; 2012.
- Scalon, S. de P. Q., R. M. Mussury, H. Scalon Filho & C. S. F. Francelino. Desenvolvimento de mudas de aroeira (*Schinustere binthifolius*) e sombreiro (*Clitoria fairchildiana*) sob condições de sombreamento. *Ciência e Agrotecnologia*. 2006; 30(1): 166-169.
- Santos, M. da S., C. L. O. Petkowicz, A. B. Pereira Netto, G. Wosiacki, A. Nogueira & E. B. B. Carneiro. Propriedades reológicas de doce em massa de araçá vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine). *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*. 2007; 1(2): 104-116.
- Teles, C. R., A. N. da Costa & R. F. Gonçalves. Produção de lodo de esgoto em lagoas de estabilização e o seu uso no cultivo de espécies florestais na região sudoeste do Brasil. *Sanare*. 1999; 12(12): 53-60.
- Trazzi, P. A. Substratos renováveis na produção de mudas de *Tectona grandis* Linn F. Dissertação [Mestrado]. Alegre: Universidade Federal do Espírito Santo; 2011.
- Trigueiro, R. de M. & I. A. Guerrini. Uso de biossólidos como substratos para produção de mudas de eucalipto. *Scientia Forestalis*. 2003; 64(2): 150-162.