

Produção e qualidade de mudas de *Eugenia uniflora* L. em diferentes substratos

Production and quality of *Eugenia uniflora* L. seedlings on different substrates

Alan Richar de Freitas Marques¹
Alisson Mello de Deloss²
Viviane da Silva Oliveira³
Alexandra Augusti Boligon⁴
Silvane Vestena⁵(*)

Resumo

Considerando o problema do destino do resíduo do tratamento de esgoto e de água e a crescente necessidade de produção de mudas florestais, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito dos diferentes substratos na produção e na qualidade de mudas de *Eugenia uniflora* DC. Os tratamentos foram compostos por quatro substratos, sendo: S1) 100 % substrato comercial Plantmax[®]; S2) 50% substrato comercial Plantmax[®] + 50% substrato cama de equino; S3) 50% substrato comercial Plantmax[®] + 50% resíduo do tratamento de esgoto e S4) 50% substrato comercial Plantmax[®] + 50% resíduo do tratamento de água, sendo realizada a análise de alguns parâmetros físico-químico dos substratos. Os tratamentos foram arranjados em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições com 50 sementes cada. Uma a cada três dias, durante 90 dias foi realizada a contagem de plântulas que emergiram, para posterior calculo de índice de velocidade de emergência. Decorridos 180 dias após a semeadura, foi calculada a porcentagem de emergência e as demais características biométricas, tais como: comprimento da parte aérea e do sistema radicular, diâmetro do coleto, número de folhas, biomassa fresca e seca da parte aérea, radicular e total e, ainda, foi calculado o índice de qualidade de Dickson, bem como foi quantificado o teor de alguns macro e micronutrientes do sistema radicular, do caule e das folhas. Diante dos resultados obtidos, foi observado que o substrato composto de resíduo do tratamento de água se mostrou efetivo na obtenção de mudas viáveis para plantio a campo.

Palavras-chave: características morfológicas; Myrtaceae; pitangueira.

- 1 Graduando; Ciências Biológicas; Universidade Federal do Pampa, Unipampa, Campus São Gabriel, Brasil; Endereço: Avenida Antônio Trilha, 1847, Centro, São Gabriel – RS; E-mail: alanfreitasmarques@gmail.com.
- 2 Graduando; Engenhaia Florestal; Universidade Federal do Pampa, Unipampa, Campus São Gabriel, Brasil; Endereço: Avenida Antônio Trilha, 1847, Centro, São Gabriel – RS; E-mail: alissonmellodeloss@yahoo.com.br
- 3 Graduanda; Engenhaia Florestal; Universidade Federal do Pampa, Unipampa, Campus São Gabriel, Brasil; Endereço: Avenida Antônio Trilha, 1847, Centro, São Gabriel – RS; E-mail: vivianeoliveira2223@hotmail.com
- 4 Dra.; Agronomia; Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Brasil; Professora Adjunta Universidade Federal do Pampa, Unipampa, Campus São Gabriel, Brasil; Endereço: Avenida Antônio Trilha, 1847, Centro, São Gabriel – RS; E-mail: aboligon@yahoo.com.br
- 5 Dra.; Ciências Agrárias; Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil; Regime Único Jurídico da Universidade Federal do Pampa, Revisor de periódico da Acta Botanica Brasílica, Revisor de periódico da Revista Caatinga, Revisor de periódico da Iheringia; Endereço: Universidade Federal do Pampa, Unipampa, Campus São Gabriel, Brasil; Endereço: Avenida Antônio Trilha, 1847, Centro, São Gabriel – RS; E-mail: svestena@yahoo.com.br (*) Autor para correspondências.

Abstract

Considering the problem involving the destination of residues originated from sewer and water treatments and the increasing need of seedlings production, this study aimed to evaluate the effects of different substrates on the production and quality of *Eugenia uniflora* DC. seedlings. Treatments were composed by four substrates, where: S1) 100 % of commercial substrate Plantmax®; S2) 50 % of commercial substrate Plantmax® + 50 % of equine bed substrate; S3) 50 % of commercial substrate Plantmax® + 50 % of sewer treatment residues and S4) 50 % of commercial substrate Plantmax® + 50 % of water treatment residues. Treatments were established following an entirely randomized design with five repetitions of 50 seeds each. Every three days during 90 days, the emerged seedlings were counted in order to determinate the emergency speed index. After 180 days of sowing the percentage of emergency and other biometric characteristics such as fronds and roots length, collar diameter, number of leaves, fresh and biomass of fronds, roots and total plant were determined. Moreover, Dickson Quality Index was calculated as well as macro and micronutrients concentration of roots, stalk and leaves were quantified. Analyzing the results, the substrate composed by water treatment residues showed to be effective for obtaining viable seedling for the field.

Key word: morphological characteristics; Myrtaceae; cherry-tree.

Introdução

A pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), família Myrtaceae, é uma fruteira nativa do Brasil, sendo encontrada em quase todo o território nacional. Devido a sua adaptabilidade às mais distintas condições de clima e solo, foi amplamente disseminada (BEZERRA et al., 2002; ABREU et al., 2005; DIAS et al., 2011) e, quando cultivada, mesmo em pequenos pomares, pode possibilitar uma atividade econômica promissora, devido ao sabor agradável e refrescante de seus frutos, com um característico aroma atrativo (DIAS et al., 2011).

Um dos fatores prioritários para a implantação de povoamentos florestais é a qualidade da muda, que está diretamente ligada à produtividade e à qualidade do produto final (TRAZZI et al., 2013; MENDONÇA et al., 2014). De acordo com os pesquisadores, muitas práticas têm sido realizadas para melhorar a qualidade e reduzir os custos de produção das mudas, tal como a utilização de materiais renováveis. Esses materiais são fontes de nutrientes, sendo uma alternativa para a destinação dos resíduos, diminuindo os possíveis problemas socioambientais que causam, podendo ser uma saída efetiva para a redução dos altos custos de insumos necessários para produção de mudas florestais (TRAZZI et al., 2013).

O lodo de esgoto e do tratamento de água é o produto obtido do tratamento de águas residuárias, com a finalidade de recuperar a sua qualidade, de modo a permitir o seu retorno ao ambiente, sem causar poluição. De acordo com o volume de águas residuárias tratadas nas Estações de Tratamento de Esgoto e de Água, grande quantidade de lodo pode se acumular em seus pátios, tornando a sua disposição final um importante problema ambiental (CASSINI et al., 2003). Pegorini et al. (2002), Cassini et al. (2003) e, Scheer et al. (2010) enfatizam que a disposição final do lodo de esgoto vem se caracterizando um dos problemas ambientais urbanos

mais relevantes da atualidade e que cresce diariamente, tanto nos países desenvolvidos quanto naqueles em desenvolvimento, reflexo da ampliação das redes de coleta e incremento dos níveis de tratamento.

Diversas pesquisas têm estudado diferentes composições de substratos para a produção de mudas em viveiros (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003; CUNHA et al., 2006; DUTRA et al., 2012). Um dos aspectos mais promissores da utilização de lodo de esgoto como um dos componentes é como fonte de macro e micronutrientes (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003; FAUSTINO et al., 2005; CUNHA et al., 2006). Além do benefício ambiental, o uso de lodo de esgoto na composição de substratos permite economia na adubação suplementar e melhorias no percentual de aproveitamento de viveiro (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003).

Diante da contextualização acima, a utilização de substratos formulados com resíduos orgânicos e lodo do esgoto, proveniente do saneamento básico e do tratamento da água, seria uma das alternativas sustentáveis visando diminuir os custos de produção e, ainda proporcionar uma melhor alocação para esses materiais que permitam maior desenvolvimento e qualidade das mudas. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de quatro diferentes substratos na produção e na qualidade de mudas de *Eugenia uniflora* L.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação de 256 m² com as seguintes dimensões: 8 x 32 x 4 m (largura x comprimento x altura) 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 pitangueira foram coletados no início de novembro de 2015 em pomar doméstico situado no Município de São Gabriel, RS. Posteriormente eles foram conduzidos ao Laboratório de Bioquímica onde foram despulpados manualmente, seguido de maceração e lavagem da polpa em peneira, em água corrente, de modo a separar as sementes dos frutos, sendo as sementes colocadas para secar à sombra e sobre papel filtro, eliminando as sementes imaturas, deterioradas ou danificadas por insetos.

O lodo utilizado foi obtido das Estações de Tratamento de Água e de Esgoto da Empresa São Gabriel Saneamento, São Gabriel, RS, sendo que estes previamente higienizados pelo processo de solarização, durante 40 dias.

Os tratamentos foram compostos por 4 substratos, sendo: S1) 100 % substrato comercial Plantmax[®]; S2) 50 % substrato comercial Plantmax[®] + 50 % substrato cama de equino (casca de arroz + esterco equino); S3) 50 % substrato comercial Plantmax[®] + 50 % resíduo orgânico de esgoto do saneamento básico; S4) 50 % substrato comercial Plantmax[®] + 50 % resíduo orgânico da estação de tratamento de água. Após a composição dos tratamentos foram avaliados os seguintes parâmetros nos substratos, antes do cultivo: pH, H + Al, teor de alumínio (Al), capacidade de troca catiônica (CTC), teor de argila (A), matéria orgânica (M.O.), textura (T), nitrogênio (N), carbono total (C) de cada substrato utilizado (Tabela 1) e teores dos nutrientes Ca, Mg, P, K, Zn Cu, S, B, Fe, Mn e N dos quatro substratos (Tabela 2), sendo as análises realizadas no Laboratório de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS.

A semeadura foi realizada em tubetes de polietileno contendo 50 células de 200 cm³ cada, contendo uma semente por tubete, dispostas em bancadas metálicas a 100 cm de altura do solo. A irrigação foi realizada diariamente por sistema supracitado, visando manter a umidade dos substratos, contribuindo na germinação e, posteriormente, emergência das plântulas.

Tabela 1 - Características físico-químicas dos substratos utilizados no experimento com pitangueira (*Eugenia uniflora* L.). UNIPAMPA, São Gabriel - RS, Brasil.

Tratamentos	pH	A	T	M.O.	H+Al	Al	CTC	c
	H ₂ O			(%)	cmol L ⁻¹ c	mg L ⁻¹		%
S1	6,4	6	4	21	2,2	66,3	88	16,76
S2	6,3	4	4	21	2,8	203,6	124	18,33
S3	6,5	4	4	21	2,5	116,5	128	17,38
S4	6,5	7	4	21	3,9	500,0	112	16,52

S1) 100 % substrato comercial Plantmax®; S2) 50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % substrato cama de equino (casca de arroz + esterco equino); S3) 50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % resíduo orgânico de esgoto do saneamento básico; S4) 50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % resíduo orgânico da estação de tratamento de água.

A cada três dias, durante os primeiros 90 dias após a emergência da primeira plântula, foi calculado 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: VE = Índice de velocidade de emergência; G₁, G₂, G_n = número de sementes germinadas na primeira, segunda e última contagem; N₁, N₂, N_n = dias após a semeadura na primeira, segunda e última contagem.

Decorridos 180 dias após a semeadura, foi mensurada a porcentagem de emergência de acordo com Labouriau e Valadares (1976), na qual Emergência (%) = N_s/N_i x 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: comprimento da parte aérea (CPA): com auxílio de uma régua graduada em cm, 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 (MFT): mensurada em balança digital após lavagem das mudas em água corrente e, suas respectivas biomassas secas (MSPA, MSR e MST): após a secagem em estufa com circulação de ar a 60 °C, por 168 h, sendo os resultados de ambas, expresso em g/plântula.

Além das características supracitadas, também foi calculado o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de acordo com a proposta de Dickson et al. (1960).

$$IQD = [MST(g) / CPA (cm)] / [DC(mm) + MSPA(g)/MSR(g)]$$

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.

Com o material vegetal seco em estufa foi determinado o teor de nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Fe, Mn, Mo e B, além de carbono orgânico no sistema radicular, folha e caule das amostras cultivadas nos quatro substratos, sendo as análises realizadas no Laboratório de Solos na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS.

Os tratamentos foram arrançados no delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições e os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativos pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando o software estatístico ESTAT, versão 2, (ESTAT, 1994) desenvolvido pela FCAV/UNESP, Jaboticabal.

Resultados e Discussão

Os valores dos teores de micro e macronutrientes de três amostras obtidas dos quatro substratos são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Teores de macro e micronutrientes dos substratos utilizados no experimento com pitangueira (*Eugenia uniflora* L.). UNIPAMPA, São Gabriel – RS, Brasil.

Trat.	Ca	Mg	K	P	Zn	Cu	S	B	Fe	Mn	N
	cmol L ⁻¹			mg L ⁻¹							%
S1	14,482	10,06	88	66,3	2,109	0,356	11,3	0,5	3725,8	14,57	0,603
S2	14,129	8,32	124	203,6	4,531	0,361	11,3	0,7	25,7	17,61	0,228
S3	16,403	10,37	128	116,5	3,673	0,427	13,4	0,5	4736,4	16,96	0,694
S4	16,361	8,75	112	500	70,917	0,704	11,8	0,5	7202,5	12,58	1,043

S1) 100 % substrato comercial Plantmax®; S2) 50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % substrato cama de equino (casca de arroz + esterco equino); S3) 50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % resíduo orgânico de esgoto do saneamento básico; S4) 50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % resíduo orgânico da estação de tratamento de água.

Os resultados apresentados na tabela 2 indicam que todos os substratos contêm teores de micro e macronutrientes que podem ser utilizados na composição dos substratos para a produção de mudas em sementeiras, para fins de arborização urbana e/ou recuperação de áreas degradadas (FAUSTINO et al., 2005), especialmente o substrato 4 (50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % resíduo orgânico da estação de tratamento de água), sendo encontrada elevada concentração de fósforo, nitrogênio, cobre, ferro e zinco, quando comparado aos outros tratamentos (Tabela 2). De acordo com Taiz e Zeiger (2017), N e P são nutrientes altamente requeridos nos estágios iniciais de desenvolvimento das mudas. O nitrogênio e o magnésio são necessários para a síntese da clorofila e, como parte da molécula da clorofila, estão envolvidos na fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2017); o nitrogênio é um dos componentes do sistema enzimático, sendo essencial para a formação de aminoácidos e proteínas das mudas (FAUSTINO et al., 2005; KERBAUY, 2008; TAIZ; ZEIGER, 2017). Para potássio, a concentração encontrada nos substratos S2, S3 e S4 foi maior que o tratamento S1 (substrato comercial Plantmax®) e, de acordo com Faustino et al. (2005), concentrações baixas poderá induzir deficiência ao longo do tempo em que as mudas permanecem em viveiros; entretanto este comportamento não foi encontrado no presente estudo.

O teor de alguns macro e micronutrientes avaliados N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Fe, Mn, Mo e B, no sistema radicular, no caule e nas folhas, estão apresentados nas tabelas 3, 4 e 5.

Tabela 3 - Resultados da análise de macro e micronutrientes no sistema radicular de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) nos diferentes substratos. UNIPAMPA, São Gabriel – RS, Brasil.

Trat.	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Fe	Mn	Mo	B
	%						mg Kg ⁻¹					
S1	0,40	0,09	0,42	0,75	0,33	0,06	5	52	946	25	0,5	34
S2	0,34	0,11	0,29	0,61	0,18	0,06	4	21	469	20	0,6	21
S3	0,41	0,07	0,37	0,72	0,21	0,06	5	60	548	17	0,8	27
S4	0,81	0,12	0,34	0,67	0,23	0,10	4	115	0,16	23	1,0	21

S1) 100 % substrato comercial Plantmax®; S2) 50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % substrato cama de equino (casca de arroz + esterco equino); S3) 50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % resíduo orgânico de esgoto do saneamento básico; S4) 50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % resíduo orgânico da estação de tratamento de água.

Tabela 4 - Resultados da análise de macro e micronutrientes no caule de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) nos diferentes substratos. UNIPAMPA, São Gabriel – RS, Brasil.

Trat.	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Fe	Mn	Mo	B
	%						mg Kg ⁻¹					
S1	0,37	0,06	0,18	1,3	0,25	0,04	4	31	419	14	0,4	17
S2	0,41	0,09	0,21	1,6	0,29	0,05	4	30	151	15	0,6	19
S3	0,44	0,05	0,17	1,4	0,24	0,05	4	26	205	13	0,9	20
S4	0,81	0,12	0,33	1,7	0,31	0,09	5	54	151	14	2,0	14

S1) 100 % substrato comercial Plantmax®; S2) 50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % substrato cama de equino (casca de arroz + esterco equino); S3) 50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % resíduo orgânico de esgoto do saneamento básico; S4) 50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % resíduo orgânico da estação de tratamento de água.

Tabela 5 - Resultados da análise de macro e micronutrientes nas folhas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) nos diferentes substratos. UNIPAMPA, São Gabriel – RS, Brasil.

Trat.	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Fe	Mn	Mo	B
	%						mg Kg ⁻¹					
S1	0,61	0,08	0,14	1,3	0,56	0,05	3	16	311	13	0,3	41
S2	0,69	0,10	0,16	1,4	0,53	0,06	3	14	145	17	0,5	51
S3	0,64	0,07	0,16	1,6	0,58	0,06	3	18	235	16	0,6	44
S4	1,4	0,11	0,26	1,3	0,41	0,09	3	22	124	13	2,0	28

S1) 100 % substrato comercial Plantmax®; S2) 50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % substrato cama de equino (casca de arroz + esterco equino); S3) 50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % resíduo orgânico de esgoto do saneamento básico; S4) 50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % resíduo orgânico da estação de tratamento de água.

Verificou-se que, para as frações das plantas avaliadas, no sistema radicular, no caule e nas folhas, no substrato utilizando resíduo orgânico da estação de tratamento de água (S4), o teor de nitrogênio, fósforo, enxofre e de micronutrientes, zinco e molibdênio apresentou maiores concentrações, quando comparado aos demais tratamentos (Tabelas 3, 4 e 5); para potássio, ocorreu elevada concentração nesse substrato, no caule e nas folhas (Tabelas 4 e 5). Entretanto, para os micronutrientes ferro e boro, foi verificada a diminuição no teor nas três partes vegetativas nesse substrato (S4), quando comparado aos demais tratamentos (Tabelas 3, 4 e 5).

As características morfológicas e os índices de qualidade das mudas avaliadas neste experimento apresentaram respostas distintas entre si. Pela análise estatística, observou-se efeito significativo dos substratos em todas as características analisadas, exceto para percentual de emergência (Tabelas 6 e 7).

Tabela 6 - Índice de velocidade de emergência (IVE), 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 *Eugenia uniflora* L. em diferentes tipos de substratos. UNIPAMPA, São Gabriel – RS, Brasil.

Trat.	IVE	E (%)	NF	H (cm)	CSR (cm)	DC (mm)	H/DC	IQD
S1	9,16±1,00 ab	68,8±5,09 a	5,82±0,38 b	6,44±0,23 b	10,25±0,23 a	0,99±0,03b	6,50±0,70a	0,44±0,13b
S2	11,42±1,41 a	84,8±8,67 a	6,39±0,40 b	5,04±0,09 c	8,44±0,09 ab	0,89±0,03 b	5,54±0,93 ab	0,72±0,09 a
S3	7,17±1,14 bc	84,8±2,13 a	5,41±0,30 b	4,78±0,34 c	9,32±0,34 a	0,91±0,03 b	5,23±0,47 b	0,72±0,08 a
S4	8,7±1,21 b	76,8±7,16 a	14,13±0,50 a	11,23±0,28 a	8,40±0,14 b	1,71±0,01 a	6,57±0,31 a	0,44±0,12 b
CV (%)	14,59	7,85	11,32	7,36	6,59	7,50	1,58	1,04

S1) 100 % substrato comercial Plantmax®; S2) 50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % substrato cama de equino (casca de arroz + esterco equino); S3) 50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % resíduo orgânico de esgoto do saneamento básico; S4) 50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % resíduo orgânico da estação de tratamento de água. Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os maiores valores observados para IVE foram obtidos nos substratos 1 (100 % substrato comercial Plantmax®) e S2 (50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % substrato cama de equino) (Tabela 6). Soares et al. (2012), Taiz e Zeiger (2017) enfatizam que o melhor desenvolvimento radicular e vegetativo pode ser obtido a partir da maior rapidez de estabelecimento, ou seja, maior IVE, sendo um processo que ocorre em função do antecipado estabelecimento da parte aérea, que permite a antecipada captação dos raios solares, com a realização da fotossíntese, desencadeando os processos fisiológicos da planta.

O substrato que continha resíduo orgânico do tratamento de água (S4), foi o que apresentou maiores valores médios para as variáveis número de folhas (14,13), altura da parte aérea (11,23 cm) e diâmetro do coleto (1,71 cm) das mudas de pitangueira, quando comparado aos demais tratamentos (Tabela 6). De acordo com Gomes et al. (2002), Oliveira Junior et al. (2011) e Caldeira et al. (2014), a altura das plantas apresenta uma boa contribuição para uma avaliação

da qualidade de mudas, sendo essas características fáceis e viáveis de mensuração, além de não destruir as mudas. Menores valores de altura foram encontrados nos tratamentos S2 e S3, valores médios de 5,04 e 4,78 cm, respectivamente (Tabela 6).

O diâmetro do coleto é uma característica desejável das mudas, porque garante maior sustentação (TUCCI et al., 2007). Oliveira et al. (2009) enfatizam que este parâmetro deve ser utilizado como o melhor dos indicadores de padrão de qualidade das mudas, pois, com base nesse, parâmetro, mudas delgadas, de grande altura, devem ser descartadas. Kerbauy (2008) e Taiz e Zeiger (2017) enfatizam que o número de folhas é um fator inteiramente ligado ao desenvolvimento da planta, visto que elas são o principal órgão onde ocorre a fotossíntese e, também, por serem centros de reserva, fonte de auxina e cofatores de enraizamento que são translocados para a base, contribuindo, ainda, para a formação de novos tecidos, como as raízes, sendo por isso mais importante que os caules. Tais informações concordam com o presente estudo, indicando um maior crescimento das mudas com a utilização de lodo da estação de tratamento de água.

Para a relação H/DC, ocorreram diferenças significativas entre os quatro diferentes substratos, sendo que os substratos 1, 2 e 4 contribuíram para tal característica, com valores de 6,50; 5,54 e 6,57, respectivamente, diferindo apenas do S3 (Tabela 6). Observa-se que, para esta característica avaliada, o substrato que continha resíduo da estação de esgoto não diferiu do substrato S2 (Tabela 6). Adicionalmente, os valores apresentados pela pitangueira em todos os substratos para esta variável estão dentro da faixa considerada adequada para essa relação, isto é, de 5,4 a 8,1 (CARNEIRO, 1995), exceto para o substrato S3. De acordo com Arthur et al. (2007), a relação altura/diâmetro do coleto é utilizada para avaliar a qualidade das mudas florestais pois, além de refletir o acúmulo de reservas, assegura maior resistência e melhor fixação no solo. Segundo os mesmos autores, mudas com diâmetro de coleto menor em relação aquelas com maior diâmetro do coleto apresentam dificuldades para se manter eretas após o plantio em campo e o tombamento pode resultar em morte ou deformações que comprometem o valor silvicultural da planta. Mudanças com diâmetro do coleto pequeno e alturas elevadas são consideradas de qualidade inferior em relação às menores em altura e com maior diâmetro do coleto (REIS et al., 2008).

Dentre as características analisadas para avaliar a qualidade de mudas como as citadas acima, o índice de qualidade de Dickson (IQD) também é um bom indicador, pois, na sua interpretação, é considerada a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes, empregados na avaliação da qualidade das mudas (FONSECA et al., 2002; GOMES; PAIVA, 2004; CALDEIRA et al., 2014). No presente estudo, para o IQD, houve diferença estatística entre os substratos avaliados para mudas de pitangueira, sendo encontrados os maiores valores quando utilizados os substratos 2 e 3, ou seja, 50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % substrato cama de equino e 50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % resíduo orgânico de esgoto, respectivamente (Tabela 6). Segundo Johnson e Cline (1991), o IQD é uma medida morfológica integrada e, o valor mínimo considerado padrão para mudas florestais, recomendado por Gomes e Paiva (2004), é de 0,20; ainda, estes pesquisadores afirmam 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 em todos os tratamentos do presente estudo apresentam considerável padrão de qualidade e que, possivelmente, melhor se adaptarão ao plantio no campo, sendo encontrado 0,44 para os substratos 1 e 4 e, 0,72 para os substratos 2 e 3 (Tabela 6).

Adicionalmente, alguns trabalhos enfatizando IQD mostram que o índice de qualidade de Dickson é uma característica variável. É possível observar que esse índice pode variar em função da espécie, do manejo das mudas no viveiro, do tipo e proporção do substrato, do volume do recipiente e, principalmente, de acordo com a idade em que a muda foi avaliada (CALDEIRA et al., 2008; SAIDELLES et al., 2009; TRAZZI et al., 2013; CALDEIRA et al., 2014).

Na produção de biomassa, semelhante com o observado na tabela 6, ocorreram diferenças significativas entre os quatro diferentes substratos, com o substrato S4 contribuindo para tal característica, sendo que, para os demais substratos (S1, S2 e S3), não ocorreram diferenças estatísticas (Tabela 7).

Tabela 7 - Biomassa fresca radicular (MSR), biomassa fresca da parte aérea (MFPA), biomassa fresca total (MFT), biomassa seca radicular (MSR), biomassa seca da parte aérea (MSPA), biomassa seca total (MST) de mudas de *Eugenia uniflora* L. em diferentes tipos de substratos. UNIPAMPA, São Gabriel – RS, Brasil.

Trat.	MFR	MFPA	MFT	MSR	MSPA	MST
g plântula ⁻¹						
S1	2,437±0,72 b	3,079±0,75 b	5,516±1,23 c	1,322±0,36 c	1,850±0,49 b	3,172±0,74 c
S2	3,572±0,64 b	4,031±0,58 b	7,558±0,69 b	2,230±0,24 b	2,401±0,26 b	4,630±0,49 b
S3	3,792±0,61 b	4,028±0,47 b	7,812±0,96 b	1,846±0,31 bc	2,439±0,23 b	4,286±0,50 bc
S4	12,971±1,82 a	20,791±2,37 a	33,762±3,83 a	4,597±0,48 a	10,113±1,14 a	14,712±0,90 a
C.V. (%)	7,89	8,52	16,89	11,33	12,69	10,25

S1) 100 % substrato comercial Plantmax®; S2) 50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % substrato cama de equino (casca de arroz + esterco equino); S3) 50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % resíduo orgânico de esgoto do saneamento básico; S4) 50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % resíduo orgânico da estação de tratamento de água. Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para massa seca, tanto para o sistema radicular como parte aérea e para a massa seca total, os maiores valores médios foram encontrados quando utilizado o substrato que continha o composto do tratamento de água, quando comparado aos demais tratamentos (Tabela 7). Segundo Carneiro (1995) e Caldeira et al. (2014), maiores valores para a massa seca da raiz são indicadores de maior porcentagem de sobrevivência no campo, uma vez que a presença de raízes fibrosas permite maior capacidade de elas manterem-se em crescimento e de formação de raízes novas, mais ativas, possibilitando maior resistência em condições extremas.

O tratamento que continha o substrato comercial Plantmax® quando comparado aos demais substratos apresentou valores médios menores para as variáveis massa fresca do sistema radicular, massa fresca e seca total, quando comparado aos demais tratamentos (Tabela 7).

Adicionalmente, outros pesquisadores trabalhando com produção e qualidade de mudas com espécies florestais evidenciam a possibilidade de utilizar substratos alternativos. Assim, Carrijo et al. (2002), também trabalhando com a pitangueira e avaliando substratos alternativos na formação das mudas, constataram que substratos com esterco bovino e terra nas proporções 1:1 e 1:2, terra, areia e esterco nas proporções 1:1:1 e 2:1:1, ambos em volume, além de substrato Plantmax®, promoveram maior crescimento da parte aérea das mudas. Segundo os mesmos autores, o substrato Plantmax® demonstrou ser favorável em todas as variáveis analisadas. Entretanto, é um insumo caro, que onera o custo de produção da muda e não se encontra disponível para venda

em qualquer lugar (ABREU et al., 2005). Assim, como o presente estudo mostra a utilização de substratos compostos com materiais renováveis, como resíduos de esgoto e água e/ou cama de equino, pode ser indicada para produção de mudas de pitangueira.

Ainda, Scheer et al. (2010) utilizando substrato à base de lodo de esgoto compostado na produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (gurucaia) comprovaram que todos os tratamentos com lodo apresentaram desenvolvimento maior do que o apresentado pela testemunha (substrato comercial). Resultados similares foram obtidos por Faustino et al. (2005) e por Cunha et al. (2006), em que doses maiores de lodo resultaram em maior crescimento das mudas florestais testadas. Paiva et al. (2009), testando lodo de esgoto como fertilizante, também verificaram que a maior dose testada levou a resultados semelhantes aos do tratamento com fertilizante mineral, com tendência de resultados ainda maiores com doses mais elevadas. Com base nos dados de altura, número de folhas, diâmetro do coleto e biomassa das mudas do substrato com resíduo orgânico do tratamento de água, pode-se indicar que seja um substrato adequado, refletindo em dados satisfatórios de produção e altura viável para as mudas serem transportadas para o campo. Segundo Santos et al. (2011), os teores dos macronutrientes e micronutrientes são importantes para um bom desenvolvimento das plântulas, pois o excesso ou a falta de algum nutriente pode causar desequilíbrio na absorção nutricional. No presente estudo não se observou sintomas de deficiência e/ou de excesso nutricional. Verificaram-se elevados teores de N, K, P no substrato que continha lodo do tratamento de água, refletido em aumento nos caracteres morfológicos (altura, número de folhas, diâmetro do coleto e biomassa), bem como também foram encontrados em concentrações consideráveis no tecido vegetal seco.

De acordo com Rodrigues et al. (2002) e Sobrinho et al. (2010), o substrato deve apresentar o valor de pH em água entre 6,0 a 6,5 pois valores abaixo ou acima do limite considerado adequado, podem trazer problemas à formação da muda, devido à disponibilidade de alguns nutrientes e fitotoxicidade. Tomando como base a afirmação dos autores supracitados, pode-se inferir que todos os tratamentos possuem pH nessa faixa citada, que são ideais pelos mesmos autores.

Conclusão

As mudas de pitangueira produzidas no tratamento que continha resíduo orgânico do tratamento de água foram suficientes para a produção de mudas de pitangueira com qualidade, sem necessariamente, usar fertilização mineral, o que garante vantagens em relação aos demais substratos.

Referências

ABREU, N.A.A.; MENDONÇA, V.; FERREIRA, B.G.; TEIXEIRA, G.A.; SOUZA, H.A.; RAMOS, J.D. Crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) em substratos com utilização de superfosfato simples. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.6, p.1117-1124, 2005.

ARTHUR, A.G.; CRUZ, M.C.P.; FERREIRA, M.E.; BARRETTO, V.C.M.; YAGI, R. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.6, p.843-850, 2007.

BEZERRA, J.E.F.; SILVA JÚNIOR, J.F. da; LEDERMAN, I.E. **Pitanga (*Eugenia uniflora* L.)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 30 p. (Série Frutas Nativas, 1).

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

CALDEIRA, M.V.W.; ROSA, G.N.; FENILLI, T.A.B.; HARBS, R.M.P. Lodo de esgoto como componente de substrato para produção de mudas de *Acacia mangium* Wild. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v.5, n.1, p.34-43, 2014.

CARRIJO, O.A.; LIZ, R.S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.20, n.4, p.533-535, 2002.

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995. 451 p.

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

CUNHA, A.M.; CUNHA, G.M.; SARMENTO, R.A.; CUNHA, G.M.; AMARAL, J.F.T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, Viçosa, v.3, n.2, p.207-214, 2006.

DIAS, A.B.; CARVALHO, M.A.P. de; DANTAS, A.C.V.L.; FONSECA, V.J.A. de. Variabilidade e caracterização de frutos de pitangueiras em municípios baianos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.4, p.1169-1177, 2011.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Mattawa, v.36, n.1, p.10-13, 1960.

DUTRA, T.R.; MASSAD, M.D.; SARMENTO, M.F.Q.; OLIVEIRA, J.C. Emergência e crescimento inicial da canafístula em diferentes substratos e métodos de superação de dormência. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.25, n.2, p.65-71, 2012.

ESTAT - **Sistema de Análise Estatística (ESTAT 2.0)**. Jaboticabal: Pólo Computacional do Departamento de Ciências Exatas da UNESP, 1994.

FAUSTINO, R.; KATO, M.T.; FLORÊNCIO, L.; GAVAZZA, S. Lodo de esgoto como substrato na produção de *Senna siamea* Lam. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.1, p.278-282, 2005.

FONSECA, E.P.; VALERI, S.V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N.A.A.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.4, p.515-523, 2002.

GOMES, J.M.; COUTO, L.; LEITES, H.G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.6, p.655-664, 2002.

GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros florestais**: propagação sexuada. Viçosa: UFV, p.116. 2004.

JOHNSON, J.D.; CLINE, P.M. **Seedling quality of southern pines**. In: DURYEA, M.L.; DOUGHERTY, P.M. (Eds.). Forest regeneration manual. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, Netherlands. p. 143-162. 1991.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 446 p.

LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.B. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.48, n.2, p.263-184. 1976.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v.1, n.1, p.176-177. 1962.

MENDONÇA, V.; MELO, J.K.H.; MENDONÇA, L.F.M.; LEITE, G.A.; PEREIRA, E.C. Avaliação de diferentes substratos na produção de porta enxertos de tamarindeiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.27, n.1, p.60-66, 2014.

OLIVEIRA JÚNIOR, O.A.; CAIRO, P.A.R.; NOVAES, A.B. Características morfofisiológicas associadas à qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em diferentes substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.6, p.1173-1180, 2011.

OLIVEIRA, A.B. de; MEDEIROS FILHO, S.; BEZERRA, A.M.E. Efeito do tamanho da semente, substrato e o ambiente na produção de mudas de *Copernicia hospita* Martius. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.6, p.1527-1533, 2009.

PAIVA, A.V.; POGGIANI, F.; GONÇALVES, J.L.M.; FERRAZ, A.V. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas, adubadas com direntes doses de lodo de esgoto seco e com fertilização mineral. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.37, n.84, p.499-511, 2009.

PEGORINI, E. S. **Avaliação de impactos ambientais do programa de reciclagem agrícola de lodo de esgoto na região metropolitana de Curitiba**. 217 p. 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

REIS, E.R.; LUCIO, A.D.C.; FORTE, F.O.S.; LOPES, S.J.; SILVEIRA, B.D. Período de permanência de mudas de *Eucalyptus grandis* em viveiro baseado em parâmetros morfológicos. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.5, p.809-814, 2008.

RODRIGUES, C.A.G.; BEZERRA, B.C.; ISHII, I.H. CARDOSO, E.L.; SORIANO, B.M.A.; OLIVEIRA, H. O. **Arborização urbana e produção de mudas de essências florestais nativas em Corumbá, MS**. Embrapa Pantanal, Corumbá, Brasil. 2002. 26 p. (Embrapa Pantanal. Documento, 42).

SAIDELLES, F.L.F.; CALDEIRA, M.V.W.; SCHIRMER, W.N.; SPERANDIO, H.V. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.1, p.173-186, 2009.

SANTOS, L.C.R.; COSTA, E.; LEAL, P.A.M.; NARDELLI, E.M.V.; SOUZA, G.S.A. Ambientes protegidos e substratos com doses de composto orgânico comercial e solo na formação de mudas de jatobazeiro em Aquidauana – MS. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.2, p.249-259, 2011.

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

SOARES, E.R.; RUI, T.L. DA; BRAZ, R.F.; KANASHIRO JUNIOR, W.K. Consumo de água pela cultura do lírio, cultivado em substratos alternativos em condições de ambiente protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.6, p.1001-1006, 2012.

SOBRINHO, P.S.; LUZ, B.P.; SILVEIRA, L.S.T.; RAMOS, T.D.; NEVES, G.L.; BARELLI, A.A.M. Substratos na produção de mudas de três espécies arbóreas do cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.5, n.2, p.238-243, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TUCCI, M.L.S.; BOVI, M.L.A.; MACHADO, E.C.; SPIERING, S.H. Seasonal growth variation of peach palms cultivated in containers under subtropical conditions. **Scientia agrícola**, Piracicaba, v.64, n.2, p.138-146, 2007.

TRAZZI, P.A.; CALDEIRA, M.V.W.; PASSOS, R.R.; GONÇALVES, E.O. Substratos de origem orgânica para produção de mudas de teca (*Tectona grandis* Linn. F.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.23, n.3, p.401-409, 2013.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, L. A. Uso de bio-sólidos como substratos para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.64, n.64, p.150-162, 2003.