

## USO DE LODO DE ESGOTO COMPOSTADO E DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Erythrina speciosa* Andrews<sup>1</sup>

### USE OF COMPOSED SEWAGE SLUDGE AND DIFFERENT WATER SLIDES FOR THE PRODUCTION OF *Erythrina speciosa* Andrews SEEDLING<sup>1</sup>

Izabella OLHER<sup>2</sup>; Thomaz Figueiredo LOBO<sup>2</sup>; Marcos Vinicius Bohrer Monteiro SIQUEIRA<sup>3,4</sup>

**RESUMO** - O lodo de esgoto é um resíduo rico em matéria orgânica e nutrientes que pode ser incinerado ou depositado em aterros sanitários. Quando compostado, o lodo pode ser utilizado como substrato para a produção de mudas em viveiros. O objetivo desse trabalho foi avaliar o comportamento do mulungu (*Erythrina speciosa*), em relação ao uso de lodo de esgoto compostado (LEC), substrato comercial (SC) e diferentes lâminas de irrigação (L1, L2 e L3). Avaliou-se a altura, diâmetro do coleto e número de folhas bem como a produção de matéria seca. Para os parâmetros morfométricos analisados, altura e diâmetro do coleto, os maiores valores foram de plântulas que receberam 100% e 75% de LEC com L1. Para a produção de mudas de *E. speciosa*, é indicada a utilização da combinação de 75% de LEC e 25% de SC, podendo assim reduzir os custos de viveiro e o aproveitamento de um resíduo.

Palavras-chave: Lodo de esgoto compostado; Mulungu; Viveiro florestal.

**ABSTRACT** - Sewage sludge is a kind of waste rich in organic matter and nutrients that can be incinerated or landfilled. When composted, the sludge can be used as a substrate for the seedling production in nurseries. The aimed to this work was to evaluate the behavior of mulungu (*Erythrina speciosa*), regarding to composted sewage sludge (CSS), commercial substrate (CS) and different irrigation depths. Height, stem diameter and number of leaves as well as dry matter production were evaluated. For the analyzed morphometric parameters, height and root collar diameter (RCD), the highest values were obtained from plants that received 100% and 75% (CSS) with a water slide of 9 mm. For the do *E. speciosa* seedling production, the use of the combination of 75% (CSS) and 25% (CS) is indicated, thus being able to reduce nursery costs and the use of waste.

Key words: Sewage sludge composted; Mulungu; Forest nursery.

<sup>1</sup> Recebido para análise em 16.06.2021. Aceito para publicação em 12.10.2021.

<sup>2</sup> Universidade do Sagrado Coração, Rua Irmã Arminda, 10-50, 17011-160, Bauru, SP, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade do Estado de Minas Gerais - Unidade Frutal, Avenida Professor Mário Palmério, 1001, 38200-000, Frutal, MG, Brasil.

<sup>4</sup> Autor para correspondência: Marcos Vinicius Bohrer Monteiro Siqueira – mvbsiqueira@gmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

O lodo de esgoto, após tratamento para estabilização, pode ser utilizado como componente de substrato para produção de mudas florestais, sendo uma alternativa sustentável de disposição final deste resíduo. Além disso, pode trazer benefícios, tanto para os geradores de lodo, como para os viveiros de mudas (Cabreira, 2017). Para Backes et al. (2009), a composição química do lodo de esgoto depende de sua origem e dos tratamentos de purificação aos quais ele é submetido. Em geral, o lodo de esgoto apresenta altos teores de nitrogênio (N) e fósforo (P), o que significa que possuem grande potencial para serem utilizados como fertilizantes nitrogenados, sendo excelente fonte de nutrientes. Trazzi et al. (2013) ressaltam que os viveiros podem ser uma alternativa para a destinação desse resíduo, diminuindo os possíveis problemas socioambientais causados por este. Além disso, pode ser também uma solução efetiva para a redução dos altos custos de insumos necessários para produção de mudas florestais.

Muitos estudos têm-se dedicado a caracterizar e avaliar substratos alternativos, não somente para o melhor desenvolvimento das mudas em viveiro, mas também no aproveitamento de resíduos diversos (Delarmina et al., 2014; Oliveira et al., 2021). Alguns desses trabalhos têm focado no uso do lodo de esgoto compostado (LEC) que, por ser um resíduo barato e de fácil acesso, tem trazido resultados interessantes na produção de arbóreas nativas (Santana et al., 2019; Olher et al. 2020; Morgado et al., 2020; Lanzeti et al., 2021). Segundo Rossa et al. (2015), a qualidade das mudas, quando testada sob diferentes substratos, na qual inclui-se o LEC, pode ser analisada a partir de alguns parâmetros morfológicos como a altura, diâmetro de coleto, número de folhas, peso da parte aérea e subterrânea, entre outros.

Além da questão nutricional que é fornecida pelos substratos, e de acordo com Moraes (2012), uma das etapas mais importantes na produção de mudas de qualidade é a irrigação, um fator que influência no crescimento e desenvolvimento da muda. A quantidade de água necessária para o cultivo de uma determinada espécie é um dado necessário e fundamental para se planejar e praticar um manejo adequado (Silva et al., 2017). Com a falta de água, a muda pode desenvolver deficiência de absorção de nutrientes e estresse hídrico; já o excesso, pode ocasionar lixiviação dos nutrientes e proporcionar microclimas, favorecendo o aparecimento de doenças. Neste sentido, torna-se crucial o manejo hídrico

adequado, que trará maiores produtividades, com menores custos e de forma sustentável (Freitas et al., 2010).

O sistema de irrigação por microaspersão tem como vantagens a aplicação em qualquer terreno e tipo de solo, mesmo irregular, podendo ser automatizado, onde a água é aplicada uniformemente quando não existe interferência do vento e permite fácil controle da quantidade aplicada (Barreto Filho et al., 2000). No entanto, são escassos os estudos que avaliam lâminas de água por esse sistema com a produção de mudas de espécies arbóreas nativas, e correlacionem com os diferentes percentuais de formulação de LEC.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento da espécie mulungu (*Erythrina speciosa*) em diferentes lâminas de irrigação e composição de substratos formulado a base de lodo de esgoto compostado visando a melhoria na produção da espécie em viveiro.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local de estudo

O experimento foi conduzido no viveiro Muda Brasil, localizado na Avenida Paulino Prata no município de Bauru, São Paulo. Segundo a classificação de Köppen (Alvares et al., 2013), o clima da região é tropical de savana, tipo Aw, com uma média de precipitação anual de 1.331 mm.

### 2.2 Espécie de estudo

O mulungu é conhecido popularmente como eritrina-candelabro, mulungu-do-litoral, suinã, corticeira, sinanduva, entre outros. Da família Fabaceae é uma espécie nativa da Mata Atlântica de ocorrência nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Santa Catarina (Lorenzi, 2008), podendo atingir os 5 metros de altura. Apresenta espinhos ao longo do tronco e ramos, e suas flores vermelhas ou alaranjadas possuem néctar abundante adaptadas para a polinização de pássaros nectarívoros. Tem excelente papel ornamental, paisagístico e medicinal (Leite et al., 2014).

### 2.3 Obtenção das mudas, substratos e irrigação

A coleta de sementes foi realizada pelo próprio viveiro onde foi realizado o experimento. Estas sementes foram colhidas em matrizes da espécie no município de Bauru/SP, tendo sido respeitada sempre que possível, uma distância de 50-100 m entre os indivíduos. Em seguida, os frutos ficaram

amontoados alguns dias para iniciar sua abertura natural e colocados em local sem ocorrência de vento para que secassem e ocorresse a abertura. No caso de frutos que não abrissem sozinhos, estes podiam ser colhidos quando maduros e abertos com o auxílio de uma faca, martelo ou tesoura. Essas sementes apresentaram taxa de germinação abundante (mais de 80%). Dados como a localização por GPS de cada árvore-matriz, bem como o número de frutos gerado de cada indivíduo não foram disponibilizados pelo viveiro.

Os substratos utilizados no experimento foram o substrato comercial (SC) Carolina Soil Florestal®, fabricado pela empresa Carolina Soil do Brasil Ltda., e o substrato orgânico lodo de esgoto compostado (LEC), fornecido pela empresa Tera Ambiental do município de Jundiaí/SP. O delineamento experimental foi composto por: T1: 100% SC, T2: 100% LEC, T3: 75% SC e 25% LEC, T4: 75% LEC e 25% SC e T5: 50% LEC e 50% SC. As misturas foram realizadas em função do volume dentro de uma betoneira. Na mistura do substrato foi adicionado o superfosfato simples (280 g m<sup>-3</sup>) para o fornecimento de fósforo (P).

A semeadura foi realizada em bandeja, coberta com vermiculita e posteriormente transportada em tubetes com os substratos, totalizando um experimento de 300 plântulas. Quando atingiram aproximadamente 5 cm de altura, as plântulas foram repicadas em tubetes que já tinham sido previamente preparados com os substratos. Após a repicagem, as mudas permaneceram por 2 meses em casa de vegetação. Seguidamente foram dispostas em bancadas ao ar livre e separadas em blocos casualizados de acordo com a lâmina de irrigação e substrato, e cobertas com uma tela de sombreamento de 50% durante todo o ciclo de produção da muda. Cada bandeja foi considerada um bloco, na qual continha os cinco tratamentos secundários (diferentes misturas de substratos). Esses blocos foram repetidos 4 vezes por lâmina de água.

Os tratamentos utilizados tiveram suas características químicas e físicas avaliadas conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas e físicas do substrato de cada tratamento para o desenvolvimento de mudas de *Erythrina speciosa*.

Table 1. Chemical and physical characteristics of the substrate of each treatment used in the development of *Erythrina speciosa* seedling.

T	Mac. %		Mic. %		PT		RA		pH (1/5)		Cond. (1/5)	
	<i>i</i>	<i>F</i>	<i>i</i>	<i>F</i>	<i>i</i>	<i>F</i>	<i>i</i>	<i>F</i>	<i>i</i>	<i>F</i>	<i>i</i>	<i>F</i>
T1	30,46	34,64	46,89	50,87	77,35	85,31	24,37	26,43	6,48	6,88	0,43	0,09
T2	12,07	20,69	59,92	57,79	71,98	78,47	31,13	30,10	7,34	6,90	0,17	0,13
T3	26,13	32,95	54,04	51,67	80,17	84,62	28,08	26,84	7,11	7,00	0,67	0,10
T4	20,16	31,14	58,33	52,87	78,49	84,01	30,43	27,58	7,34	7,08	0,15	0,08
T5	13,31	32,99	62,98	51,88	76,29	84,87	32,80	27,04	7,31	7,05	0,97	0,09
Características químicas do lodo de esgoto compostado												
g.kg <sup>-1</sup>							mg.kg <sup>-1</sup>					
N	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S	C	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cu	Fe	Mn	Zn	Na	B
1,5	0,6	1,9	0,5	0,6	32	1	88	13.490	280	237	1.079	180
C/N: 21							pH: 6					

Nota: Tratamento – T; Macroporos – Mac; Microporos – Mic; Porosidade Total – PT; Retenção de água (mL 55 cm<sup>3</sup>) – RA; Condutividade – Cond. Inicial – *i*; Final – *F*.

Note: Treatment – T; Macropores – Mac; Micropores – Mic; Total Porosity – PT; Water retention (mL 55 cm<sup>3</sup>) – RA; Conductivity – Cond. Initial – *i*; End – *F*.

Foram aplicados três tipos de irrigação: L1 – 9 mm; L2 – 18 mm; L3 – 27 mm. O sistema de irrigação foi microaspersores tipo *Fog*, com bicos do modelo *mist*, de giro completo (360°) com vazão de 120 L h<sup>-1</sup>, com 1,25 m de distância entre os microaspersores.

## 2.4 Avaliação

As medições dos parâmetros biométricos das mudas foram realizadas a cada 15 dias, sendo registrados a altura das mudas, diâmetro do coleto e quantidade de folhas. No final do experimento, foi realizada a pesagem da matéria fresca da parte aérea e posteriormente da raiz e, após 24 horas em estufa a 60°C, foi realizada a pesagem da matéria seca também da parte aérea e raiz, separadamente. Para a caracterização dos substratos foram realizadas análises físicas quanto à macroporosidade, microporosidade, porosidade total e retenção de água, e análises químicas

referente ao pH e condutividade elétrica nos substratos iniciais (sem uso) e finais (após utilização). Estes procedimentos foram realizados no laboratório da Faculdade de Ciências Agrônomicas-UNESP, campus Botucatu/SP, seguindo a metodologia descrita por Silva e Silva (2011). Foi utilizado o *software* ASSISTAT 7.7 para processar os dados, por meio do teste de Tukey a 5% e análise de variância.

## 3 RESULTADOS

### 3.1 Altura das mudas

O tratamento com 100% de LEC na L1 permitiu que as plântulas apresentassem os maiores valores em altura (Figura 1).

De forma geral, a L1 apresentou os melhores resultados no parâmetro altura em relação as demais lâminas.

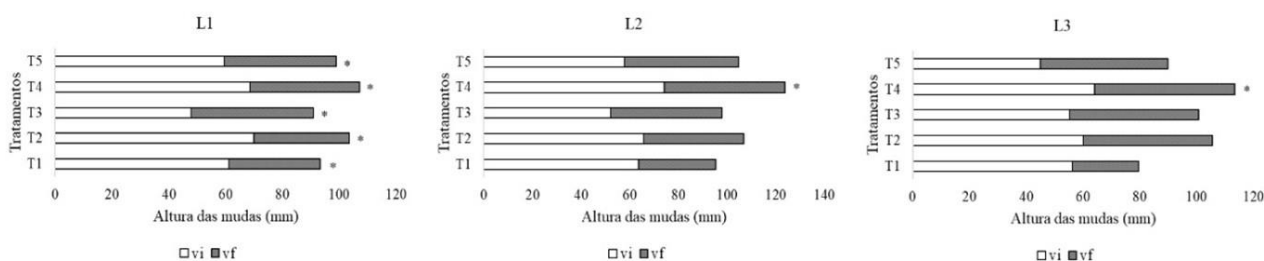


Figura 1. Valores iniciais (vi) e valores finais (vf) da altura das mudas (mm) encontrados das três lâminas de água avaliadas (L1, L2 e L3) e nos cinco tratamentos (T1, T2, T3, T4 e T5). \* Destaque demonstrando diferenciação significativa em relação ao tratamento controle (T1).

Figure 1. Initial values (vi) and final values (vf) of the height of the seedlings (mm) found in the three treatments (T1, T2, T3, T4 and T5). \* Highlighting showing significant differentiation in relation to the control treatment (T1).

Após 101 dias da repicagem, os tratamentos se igualaram em L1, não ocorrendo diferença significativa entre os tratamentos. O resultado da análise estatística dos tratamentos pode ser observado na Tabela 2.

Para os viveiros, o quanto antes as mudas se desenvolverem, melhor, visto que desocupam espaço para novas produções, obtendo um retorno econômico mais rápido. Em L2 e L3, o melhor resultado em altura foi encontrado apenas em T4 (75% LEC + 25 % SC), nos demais resultados não houve diferenças significativas até a última medida que foi aos 149 dias, após a repicagem (Figura 1).

Em L3 os resultados que apresentaram maiores valores nos parâmetros analisados foram observados em T2 e T4 (100% LEC e 75% LEC+25% SC, respectivamente); para os demais tratamentos não houve diferenças significativas até a última aferição. T1 (100% SC) e T3 (75%

SC+25% LEC) apresentaram os menores valores de altura, sendo os menores valores observados em todas as lâminas de água.

### 3.2 Diâmetro do coleto

As mudas produzidas em T2, T4 e T5 (100% LEC, 75% LEC+25% SC e 50% LEC+50% SC, respectivamente) apresentaram maiores valores de diâmetro de coleto (Figura 2).

Avaliando os dias de medição, nota-se que nos primeiros 40 dias não houve grande variação no crescimento do diâmetro do coleto em *E. speciosa*, diâmetro esse que se manteve entre 0,3 mm e 0,4 mm. Após esse período verificou-se uma variação entre 10 mm e 12 mm. Na L2, até aos 101 dias não houve diferença entre os tratamentos. A partir dos 118 dias, T4 (75% LEC+25% SC) foi superior ao T1 (100% SC). Verificou-se que as mudas

submetidas à L2 apresentaram maiores valores de diâmetro; acredita-se que devido o lodo apresentar mais carga negativa, este absorveu mais potássio, o que favoreceu o crescimento do diâmetro de coleto dessas mudas. Na L3 só foram observadas diferenças a partir dos 135 dias após a repicagem, sendo o T4 (75% LEC+25% SC) superior ao T1 para os parâmetros analisados (Figura 2).

### 3.3 Análise de matéria fresca e seca

Na matéria fresca das mudas de *E. speciosa* não se registrou diferenças significativas entre os tratamentos para a parte aérea, raiz e produção de matéria fresca total (Figura 3).

Tabela 2. Resultado da Anova entre os tratamentos (T1 - T5) para as mudas de *Erythrina speciosa*.

Table 2. Results of the Anova among treatments (T1 - T5) for *Erythrina speciosa* seedling.

	Dias de avaliação									
	14	27	41	59	70	88	101	118	135	149
<b>L1</b>										
<b>F</b>	11,61**	7,65**	6,69**	3,88*	3,83*	4,21*	4,30*	2,43 <sup>ns</sup>	1,95 <sup>ns</sup>	1,83 <sup>ns</sup>
<b>Dms</b>	11,66	13,47	17,1	19,78	19,21	18,94	18,41	18,31	22,34	22,7
<b>CV</b>	8,42	9,25	9,73	9,56	8,74	8,36	8	8,1	9,83	10,19
<b>L2</b>										
<b>F</b>	5,59**	7,37**	7,79**	7,19**	8,18**	6,22**	6,88**	3,04 <sup>ns</sup>	3,99*	4,10*
<b>Dms</b>	15,95	14,39	17,54	16,77	16,86	19,39	17,8	24,51	25,6	24,72
<b>CV</b>	11,28	9,86	10,78	8,53	8,25	9,24	7,88	10,62	10,68	10,37
<b>L3</b>										
<b>F</b>	4,72*	2,60 <sup>ns</sup>	4,15*	5,76**	4,56*	5,45**	5,59**	5,65**	5,87**	7,55**
<b>Dms</b>	14,91	22,5	21,45	2,33	26,92	23,15	22,66	25,74	25,84	21,9
<b>CV</b>	11,77	17,34	13,57	11,7	13,04	11,24	10,95	11,63	11,61	9,93

Legenda: \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ); ns = não significativo ( $p \geq .05$ ); L lâminas de água.

Legend: \*\* significant at the 1% probability level ( $p < .01$ ); \* significant at the 5% probability level ( $.01 \leq p < .05$ ); ns = not significant ( $p \geq .05$ ); L water slides.

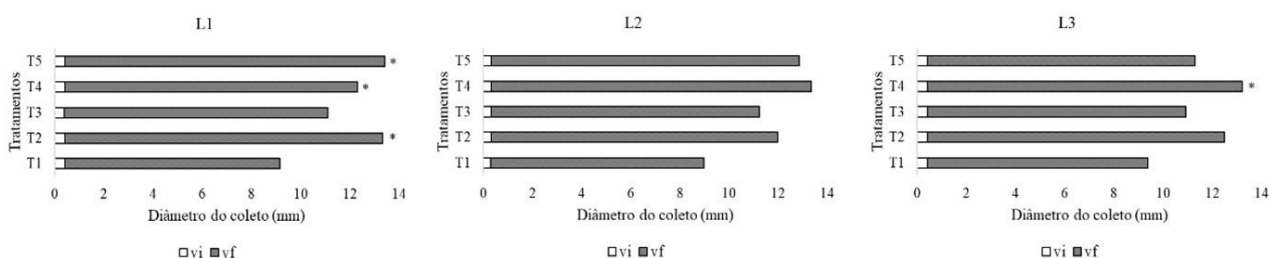


Figura 2. Valores iniciais (vi) e valores finais (vf) do diâmetro do coleto (mm) encontrados das três lâminas de água avaliadas (L1, L2 e L3) nos cinco tratamentos (T1, T2, T3, T4 e T5) em mudas de *Erythrina speciosa*. \* Destaque demonstrando diferenciação significativa, em relação ao tratamento controle (T1).

Figure 2. Initial values (vi) and final values (vf) of the collection diameter (mm) found for the three-water blade (L1, L2 and L3) in the five treatments (T1, T2, T3, T4 and T5) in *Erythrina speciosa* seedlings. \* Highlighting showing significant differentiation in relation to the control treatment (T1).

Também não se identificou diferença significativa entre os tratamentos para a parte aérea, raiz e produção de matéria seca total de *E. speciosa* (Figura 3). Na matéria seca total as

médias variaram de 7,08 g em T1 à 12,57 g em T4 (75% LEC+25% SC), observando-se a tendência de maiores proporções de LEC aumentar o ganho de matéria fresca nas mudas de *E. speciosa*.

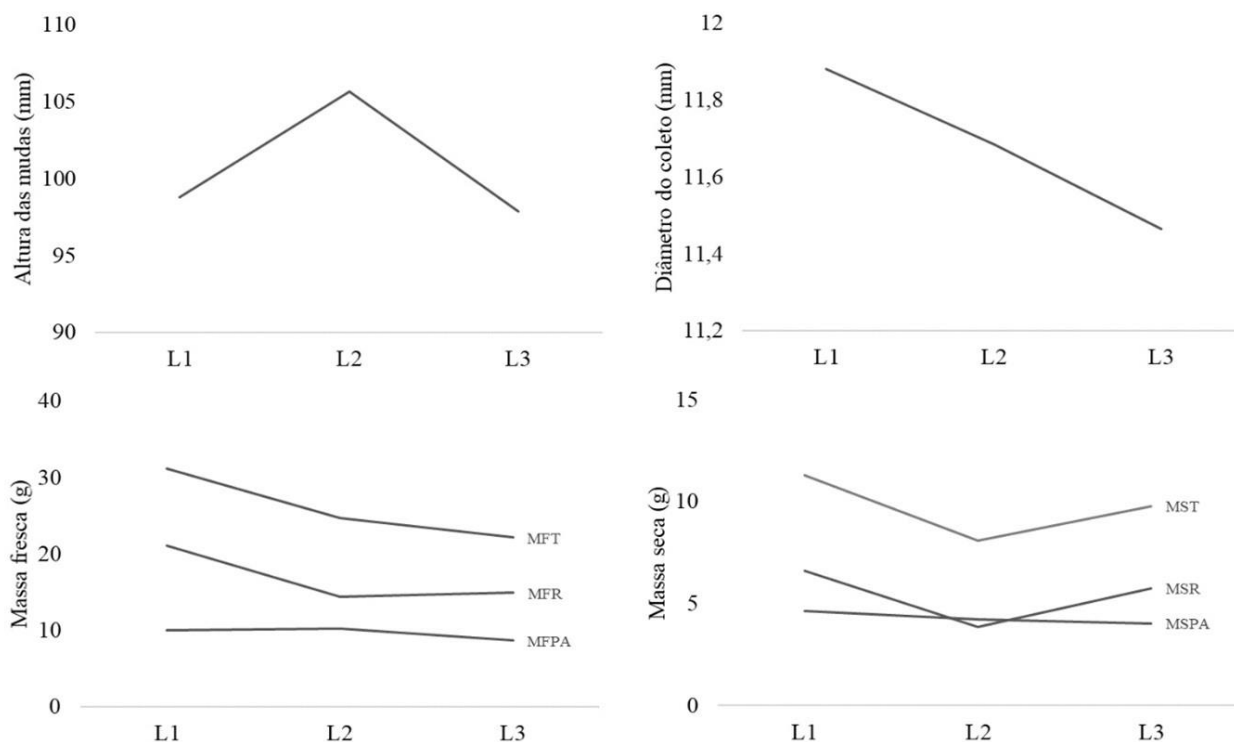


Figura 3. Altura das mudas (mm), diâmetro do coleto (mm), massa fresca (g) e massa seca (g) das mudas de *Erythrina speciosa* nas diferentes lâminas de água (L1, L2 e L3).

Figure 3. Seedling height (mm), collection diameter (mm), fresh mass (g) and dry mass (g) of *Erythrina speciosa* seedlings in water slides (L1, L2 and L3).

## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 Altura das mudas

Verificou-se que a L1 em combinação com LEC apresentou os melhores resultados para os parâmetros analisados, suportando a idéia de que a água, na quantidade de 9 mm, pode prevalecer o desenvolvimento de *E. speciosa*, em detrimento das lâminas de maior valor.

Corroborando o presente estudo, Caldeira et al. (2014) constataram que os tratamentos com LEC (40%) associado a um composto orgânico (60%) foram os que apresentaram as maiores médias em relação à altura avaliada para a produção de mudas de Acácia australiana (*Acacia mangium* Willd).

Os tratamentos T2 (100% LEC) e T4 (75% LEC e 25% SC) apresentaram os melhores desenvolvimentos em altura. Muito semelhante aos resultados aqui obtidos, Trigueiro e Guerrini (2014) atribuíram os benefícios para o crescimento em altura de mudas de Aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius*) a grande quantidade de nitrogênio presente no LEC utilizado na composição do substrato. Santos et al. (2014) também demonstraram que, além do nitrogênio, o LEC possui elevados teores de outros nutrientes essenciais para as plantas, como fósforo, cálcio e

micronutrientes, e que quando misturados com o substrato comercial, aumentam a qualidade das mudas.

De acordo com estudo realizado por Vieira e Weber (2016), a partir do uso de diferentes combinações para substratos na produção de mudas de *Eucalyptus camaldulensis*, verificou-se que houve um aumento de crescimento de plantas proporcionado pela adição de matéria orgânica (Plantimax + cama de frango). Segundo os mesmos autores, a cama de frango combinada ao substrato comercial melhora as condições de produtividade, evidenciando que em certas condições, os substratos comerciais normalmente utilizados em viveiro, ou substratos compostos unicamente por solo, não são suficientes para suprir as necessidades nutricionais da planta.

T1 (100% SC) e T3 (75% SC + 25% LEC) apresentaram os menores valores para altura em todas as lâminas de água. Esses resultados devem-se possivelmente a grande quantidade de nutrientes presentes no LEC em relação ao SC, evidenciando a importância de se testar diferentes formulações de substratos, a fim de equilibrar as características físicas e químicas de cada composto formando um substrato de maior qualidade. Resultados semelhantes foram obtidos por Delarmina et al. (2014), onde verificou-se que o SC apresentou

resultados inferiores ao LEC para os parâmetros analisados em mudas de cambaí-amarelo (*Sesbania virgata*). O estudo foi constituído por 14 tratamentos, com cinco repetições, sendo que o tratamento que continham LEC (60%) e vermiculita (40%) em sua composição, proporcionaram o melhor desenvolvimento da espécie.

#### 4.2 Diâmetro do coleto

A L2 apresentou valores superiores de diâmetro de coleto de *E. speciosa*, entre 12 mm e 14 mm. De acordo com Puértolas et al. (2012), o padrão de qualidade das mudas possui alta correlação com o diâmetro do coleto, gerando maiores taxas de sobrevivência e de crescimento em campo. Mudas com baixo diâmetro do coleto normalmente apresentam dificuldades de se manterem eretas após o plantio. O tombamento decorrente dessa característica pode resultar em morte ou deformações que comprometem o valor silvicultural dos indivíduos.

No presente estudo, maiores porcentagens de LEC auxiliaram no desenvolvimento do diâmetro de coleto das mudas de *E. speciosa*, corroborando com resultados apresentados por Marques et al. (2018). Estes autores verificaram que o acréscimo da quantidade de LEC foi acompanhado pelo aumento das médias do diâmetro de coleto, com maior ênfase para as médias do tratamento que continha 40% LEC + 60% composto orgânico, sendo este o tratamento que rendeu as maiores médias para as características morfológicas avaliadas. Raízes de plantas jovens necessitam do oxigênio para o processo respiratório, que advém do próprio substrato. Com isso, é sempre recomendada a necessidade de que os substratos apresentem boa aeração para maior crescimento das raízes (Delarmina et al., 2014).

#### 4.3 Análise de matéria fresca e seca

Na presente pesquisa, a mistura do LEC com o SC gerou um equilíbrio entre a microporosidade que melhorou a retenção de água, e a macroporosidade por sua vez, propiciou melhor oxigenação. No presente estudo, o LEC se provou um bom substrato para mudas de *E. speciosa*, mesmo possuindo grande quantidade de microporos. Diferente deste trabalho, para Siqueira et al. (2018), as mudas de mirindiba-rosa (*Lafoensia glyptocarpa*) produzidas em substratos que continham LEC apresentaram valores inferiores de produção de matéria seca total

quando comparadas àquelas produzidas com SC puro.

### 5 CONCLUSÃO

As análises realizadas no presente estudo permitem concluir que o uso de SC com o LEC em maior quantidade proporcionou os melhores desenvolvimentos em crescimento de altura, diâmetro de coleto, matéria seca e matéria fresca em *E. speciosa*. Em T2 (100% LEC), T5 (50% LEC) e T4 (75% LEC) em L1 foram observados os melhores resultados para os parâmetros avaliados. Espera-se que com os dados aqui obtidos possibilitem auxiliar na produção da espécie em viveiro (menor uso de SC e água de irrigação) e o estímulo do reaproveitamento do LEC.

### 6 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq [127662/2017-0] pelo auxílio financeiro da bolsa. A Universidade do Sagrado Coração e ao Viveiro Muda Brasil pelo espaço e infraestrutura. A Profa. Dra. Magali Ribeiro da Silva e ao técnico Cláudio Ribeiro da Silva da UNESP - campus Botucatu pelas contribuições à pesquisa, bem como aos revisores pelas importantes sugestões.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C.A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- BACKES, C. et al. Efeito do lodo de esgoto e nitrogênio na nutrição e desenvolvimento inicial da Mamoneira. *Bioscience Journal*, v. 25, n. 1, p. 90-98, 2009.
- BARRETO FILHO, A.A. et al. Desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão, instalado a nível de campo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.4, n.3, p.309-314, 2000.
- CABREIRA, G.V. et al. Biossólido como componente de substrato para produção de mudas florestais. *Revista Floresta*, v. 47, n. 2, p. 165-176, 2017.
- CALDEIRA, M.V.W. et al. Lodo de esgoto como componente de substrato para produção de mudas de *Acacia mangium* Willd. *Comunicata Scientiae*, v. 5, n.1, p. 34-43, 2014.

- DELARMINA, W.M. et al. Diferentes substratos para a produção de mudas de *Sesbania virgata*. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 2, p. 224-233, 2014.
- FREITAS, C.A.S. et al. Comportamento de cultivares de mamona em níveis de irrigação por gotejamento em Pentecoste, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 10, p. 1059-1066, 2010.
- LANZETI, N.G.A.A. et al. Lodo de esgoto compostado e diferentes lâminas de irrigações no desenvolvimento de *Acacia polyphylla*. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 9, n. 2, p. 201-211, 2021.
- LEITE, T.S. et al. O. Crescimento e partição da biomassa de mudas de mulungu sob adubação fosfatada e inoculação micorrízica. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 80, p. 407-415, 2014.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras. **Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. São Paulo: Plantarum, v.1. 5 ed., 2008. 382 p.
- MARQUES, A.R.F. et al. Produção e qualidade de mudas de *Psidium cattleianum* var. *cattleianum* Sabine (*Myrtaceae*) em diferentes substratos. **Acta Biológica Catarinense**, v. 5, n. 1, p. 5-13, 2018.
- MORAIS, W.W.C. et al. Influência da irrigação no crescimento de mudas de *Schinus terebinthifolius*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 69, p. 23-28, 2012.
- MORGADO, B.T. et al. Growth of *Cecropia hololeuca* in water blades and substrates formulated with sewage sludge. **Journal of Agricultural and Environmental Science/Revista de Ciências Agrárias**, v. 63, p. 1-10, 2020.
- OLHER, I. et al. Utilização de lodo de esgoto compostado e água residuária tratada para produção de pau viola. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 8, n. 4, 304-310, 2020.
- OLIVEIRA, R.F.S. et al. Produção de mudas de *Cojoba arborea* var. *angustifolia* (Rusby) Barneby & J.W. Grimes mediante substratos alternativos. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, e16910716324, 2021.
- PUÉRTOLAS, J. et al. Costbenefit analysis of different container capacities and fertilization regimes in Pinus stock-type production for forest restoration in dry Mediterranean areas. **Ecological Engineering**, v. 44, p. 210-215, 2012.
- ROSSA, U.B. et al. Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento de mudas de *Anadenathera peregrina* (angico-vermelho) e *Schinus terebinthifolius* (aroeira-vermelha). **Ciência Florestal**, v. 25, n. 4, p. 841-852, 2015.
- SANTANA, L.O. et al. Desenvolvimento de mudas de dedaleiro (*Lafoensia pacari*. A.St.-Hil.) mediante diferentes substratos e lâminas de irrigação. **Revista do Instituto Florestal**, v.31, n. 2, p. 147-156, 2019.
- SANTOS, E.V.F. et al. Características químicas de substratos formulados com lodo de esgoto para produção de mudas florestais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 971-979, 2014.
- SILVA, D.M.R. et al. Resposta do feijoeiro a lâminas de água aplicada em relação à evapotranspiração da cultura. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 38, n. 2, p. 71-77, 2017.
- SILVA, M.R.; SILVA, R.B.G. **Análise das propriedades físicas de substrato**. Botucatu: UNESP/FCA, 2011.
- SIQUEIRA, D.P. et al. Lodo de esgoto tratado na composição de substrato para produção de mudas de *Lafoensia glyptocarpa*. **Revista Floresta**, v. 48, n. 2, p. 277-284, 2018.
- TRAZZI, P.A. et al. Substratos de origem orgânica para produção de mudas de teca (*Tectona grandis* Linn.F.). **Ciência Florestal**, v. 23, n. 3, p. 401-409, 2013.
- TRIGUEIRO, R.M.; GUERRINI, I.A. Utilização de lodo de esgoto na produção de mudas de Aroeira- pimenteira. **Revista Árvore**, v.38, n.4, p. 657-665, 2014.
- VIEIRA, C.R.; WEBER, O.L.S. Produção de mudas de eucalipto em diferentes composições de substratos. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 18, n. 2, p. 25-34, 2016.