



APROVEITAMENTO DO LODO DE ESGOTO E DA CASCA DE PALMITO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Lantana câmara*

E. P. Barone, F. A. M. Silva*, M. V. Ferraz

UNESP - Universidade Estadual Paulista, Campus Experimental de Registro, Registro, SP, Brasil

Article history: Received 12 March 2018; Received in revised form 18 May 2018; Accepted 24 May 2018; Available online 28 June 2018.

RESUMO

O uso do lodo de esgoto na agricultura tem se mostrado cada vez mais promissor, principalmente no que se refere ao cultivo de florestais e plantas ornamentais. Objetivou-se avaliar a viabilidade da produção de mudas de *Lantana camara*, planta ornamental amplamente produzida no Vale do Ribeira – São Paulo, utilizando lodo de esgoto compostado com casca da pupunha, lodo caleado, ou em combinações com outros componentes estruturantes, como esterco bovino, solo e casca de arroz carbonizada. Para tanto, foram formulados 8 tratamentos (diferentes substratos) com 4 repetições, sendo cada uma composta por 15 mudas em delimitamento inteiramente casualizado (DIC). Foram avaliados a composição química e física dos substratos, bem como a massa seca da parte aérea (MSPA) e raiz (MSR) e teores de macronutrientes na MSPA. Dentre os materiais testados para a produção de mudas de *L. camara* é aconselhado o uso de substrato à base composto de lodo de esgoto e casca de palmito (*Bactris gasipaes* Kunth), sem adição de outros materiais. O substrato amplamente utilizado por produtores da região apresentou problemas do ponto de vista físico e químico. O lodo esgoto caleado não pode ser utilizado na composição de substratos devido ao excesso de sais e elevada alcalinidade.

Palavras-chave: biossólido, planta ornamental, resíduo agroindustrial, substrato.

USE OF SEWAGE SLUDGE AND PALM HEARTH RESIDUE OF *Lantana camara* SEEDLINGS PRODUCTION

ABSTRACT

The sewage sludge use in agriculture has been increasingly promising, especially with regard to the cultivation of forest and ornamental plants. The objective of this study was to evaluate the *Lantana camara* viability seedlings, an ornamental plant widely produced in the Vale do Ribeira - São Paulo - Brazil, using sewage sludge composted with peach palm, lime sludge, or in combination with other structural components, such as cattle manure, soil and peel of charred rice. For this, 8 treatments (different substrates) were formulated with 4 replicates, each one composed of 15 seedlings in a completely randomized design (CRD). The chemical and physical composition of the substrates, as well as the dry mass of shoot and dry mass of root, and macronutrient contents in the dry mass of shoot were evaluated. Among the materials tested for the production of *L. camara* seedlings it is advisable to use substrate to the base composed of sewage sludge and peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth), without addition of other materials. The substrate widely used by producers in the region presented

* alcivania@registro.unesp.br

problems from the physical and chemical point of view. The sludge sewage sludge cannot be used in the composition of substrates due to excess salts and high alkalinity.

Keywords: biosolid, ornamental plant, agro industrial Waste, substrate.

INTRODUÇÃO

Uma ornamental muito cultivada pelos produtores do Vale do Ribeira – Sul do Estado de São Paulo - é a *Lantana Amarela*. Em virtude da beleza de suas folhagens e multiplicidade de cores apresentadas por suas flores, a *Lantana camara* e suas variedades veem se difundindo pelo Brasil e pelo mundo como importante arbusto ornamental. A planta que possui sistema radicular forte, folhas ovaladas e cheiro semelhante ao da erva-cidreira, cresce sob sol pleno sendo bastante resistente a podas, pouco exigente em termos de fertilidade dos solos, possuindo sementes com grande poder germinativo que lhe permitem florescer durante todos os meses do ano e em praticamente todos os Estados brasileiros (ZENIMORI e PASIN, 2006).

Um dos problemas que atingem o segmento de plantas ornamentais no Vale do Ribeira é degradação do solo. Alguns produtores questionam o quanto de terra estaria sendo extraída junto com as mudas que comercializam. Verifica-se que poucos produtores da região têm feito reposição de solo. A maioria dos produtores queixa-se dos elevados custos das fontes de matéria orgânica e manifesta-se favorável à mudança do sistema de produção regional para evitar o empobrecimento do solo, garantindo a viabilidade da pequena produção.

O cultivo de plantas ornamentais é uma opção para o destino final de resíduos sólidos urbanos, como o lixo e o lodo de esgoto, pois estas plantas não são utilizadas na alimentação humana e animal (BACKES; KÄMPF, (1991); STRINGHETA et al., (1996); D'OLIVEIRA, (2003). O uso do bio-sólido como fertilizante no cultivo de plantas ornamentais tem se apresentado como alternativa para sua reciclagem, uma vez que o mercado de flores vem

alcançando grande destaque e importância para a economia nacional (IBGE, 2004).

Backes e Kämpf (1991) recomendam a utilização de resíduos que possam conter metais pesados ou agentes infecciosos na produção de plantas ornamentais, diminuindo a possibilidade de intoxicação de homens e animais.

Neste caso, existe ainda a necessidade do controle efetivo das concentrações destes elementos, para não haver perigo de contaminação humana ao manipular ou transportar o produto (ANSORENA MINER, 1994).

Scheer et al. (2012) observaram que o crescimento de mudas de jasmim amarelo (*Jasminum mesnyi* Hance) produzidas com o composto à base de lodo de esgoto e restos de podas de árvores trituradas foi consideravelmente maior que obtido com o uso do substrato comercial.

D'oliveira (2003), em estudos realizados com crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzevelev) concluiu que o lodo de esgoto pode ser usado como componente de substratos à base de solo e que não foi observado efeito de dose nas plantas cultivadas em substratos contendo lodo não tratado, sugerindo que o mesmo pode substituir completamente o substrato comercial.

Em begônia (*Begonia semperflorens.*) e impatiens (*Impatiens wallerana* Hook. f.) cultivados em vaso, com substratos contendo composto de lodo de esgoto e resíduos de poda, verificou-se aumento linear na altura das plantas e produção de matéria seca (KLOCK-MOORE, 1999).

De acordo com os cenários apresentados, surge então a proposta de um estudo avalie os compostos orgânicos produzidos a partir de lodo de esgoto puro e higienizado (caleado) e compostos obtidos a partir de resíduos agroindustriais

na produção de espécies usadas em paisagismo (forrações).

A proposta é a de que esse estudo possa representar mais alternativas à disposição de lodo de esgoto gerado pelas ETEs, assim como possibilitar o uso de fontes de matéria orgânica de baixo custo para produtores do segmento de plantas ornamentais do Vale do Ribeira – Sul do estado de São Paulo - resultando na

melhoria da qualidade de plantas e cadeia produtiva.

Assim, os objetivos desse trabalho foram avaliar a viabilidade da produção de mudas de *L. camara* a partir do uso de diferentes substratos à base de lodo de esgoto compostado, ou caleado e comparar esses substratos alternativos com o utilizado por produtores da região do Vale do Ribeira - São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da UNESP – Campus Experimental de Registro – SP, localizado no Município de Registro, SP (latitude. 24°29'22" S, longitude 47°50'10" W, altitude de 11,99m).

O Lodo de esgoto utilizado foi fornecido pela SABESP – Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Ilha Comprida – SP, onde o sistema de tratamento é o de lodos ativados por aeração forçada. Para a produção dos substratos, o lodo foi submetido a processos de compostagem e caleamento. Para a compostagem, o lodo foi misturado com um resíduo estruturante, a casca de pupunha (*Bactris gasipae* Kunth). Essas cascas são resultantes da produção do palmito, uma atividade econômica importante no Vale do Ribeira – São Paulo - e que produz grandes volumes de resíduos.

Para a montagem da pilha de compostagem, a casca de pupunha foi triturada e misturada ao lodo de esgoto na proporção 2:1. Essas proporções foram calculadas de acordo com os percentuais de carbono e nitrogênio dos materiais para que a relação C/N final fosse de aproximadamente 30:1. O material alcançou temperaturas variando entre 50 e 55°C por 20 dias, sendo revolvido e

irrigado periodicamente durante 60 dias, quando o composto foi considerado estabilizado. De acordo com a Resolução CONAMA – 375/06, o lodo compostado a altas temperaturas pode ser classificado como Classe B, portanto apto ao uso para aplicação em plantios florestais e paisagismo.

Outra forma de estabilizar e higienizar os lodos é a caleação, um processo de higienização que consiste na mistura de cal virgem (CaO) ao lodo em proporções que variam de 30% a 50% em função do seu peso seco. Nesse experimento, adicionou-se cal virgem na proporção de 40%, em função do peso seco do lodo, deixando o material reagindo por 60 dias. Uma vez que foram atingidas no processo de caleação temperaturas acima de 40° C por duas semanas, considerou-se que os compostos, do ponto de vista biológico estavam aptos para uso agrícola.

O solo utilizado foi um horizonte B de um Latossolo amarelo álico, coletado na fazenda da UNESP (Unidade Agrochá), em Registro – SP. Na tabela 1 são apresentados os resultados das análises químicas, realizadas no Laboratório de análise de solos da Faculdade Ciências Agrônômicas/UNESP de Botucatu – SP, utilizando metodologia proposta por Raij (1987).

Tabela 1. Atributos químicos do solo utilizado no experimento.

pH	M.O.	P	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
CaCl ₂	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³	-----			mmol _c dm ⁻³	-----		(%)
3,9	2,0	9,0	69,0	8,0	7,0	2,0	9,0	79,0	12,0

M.O: Matéria orgânica; P: fósforo; H+Al: acidez potencial; K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; SB: Saturação por base; CTC: Capacidade de troca catiônica e V: Saturação por bases.

Foram avaliadas as seguintes composições de materiais como substratos:

Tabela 2. Composições de materiais como substratos

Substratos	Componentes	Proporção (v.v)
S1	Esterco de bovino + solo + casca de arroz carbonizada**	1:1:0,5
S2	Composto orgânico puro	-
S3	Composto orgânico + solo	1:1
S4	Composto orgânico + solo	2:1
S5	Composto orgânico + solo	3:1
S6	Lodo caleado + solo + casca de arroz carbonizada	1:1:1
S7	Lodo caleado + solo + casca de arroz carbonizada	2:1:1
S8	Lodo caleado + solo + casca de arroz carbonizada	3:1:1

** Substrato amplamente utilizado por produtores da região.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com 8 tratamentos e 4 repetições, sendo cada repetição composta por 15 mudas.

Após as misturas para formulação dos substratos, foram retiradas subamostras para caracterização física e química dos materiais. A determinação de umidade, teores totais de carbono (C), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S) e sódio (Na) foi realizada utilizando os procedimentos adotados pelo Manual de Métodos de Análises da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (1997), no Laboratório de Solos da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista - UNESP. A condutividade elétrica e o pH foram determinados pelo método Pour Thru (CAVINS et al., 2000), com modificações. Esse método consiste em determinar o pH e CE no lixiviado obtido, uma hora após a irrigação de recipientes cultivados. Todas as análises foram feitas com 4 repetições.

Na caracterização física foram mensuradas densidade seca, porosidade total, capacidade de retenção de água (CRA) e espaço de aeração de acordo com metodologia de (KÄMPF et al., 2006)

Foi utilizada a espécie Lantana amarela (*Lantana camara*), amplamente cultivada por produtores de ornamentais do Vale do Ribeira, sendo que as estacas de aproximadamente 5 cm de altura foram adquiridas de produtores da região.

Na instalação dos experimentos, foram utilizadas bandejas plásticas com 15 cavidades, sendo as mesmas preenchidas com os substratos avaliados e em seguida feito o plantio e condução com irrigações diárias e retirada de plantas daninhas até os 60 dias. Após esse período, as plantas foram cortadas, separadas em parte aérea e raiz, pesadas, lavadas e secas a 60°C, determinando-se a massa seca da parte aérea (MSPA) e a massa seca de raiz (MSR). As amostras da MSPA foram moídas e enviadas para laboratório, onde foram determinados os teores de

macronutrientes utilizando metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

Foi utilizando o programa estatístico Sisvar, sendo os dados tabulados

e submetidos à análise de variância e teste tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 3 que os valores de densidade seca variaram entre 0,35 e 0,92 g.cm⁻³ entre os substratos avaliados. O substrato S1 (utilizado pelos produtores da região) apresentou o maior valor entre todos os utilizados. Considerando como referência para substratos valores de densidade seca entre 0,35 e 0,50 g cm⁻³ (BUNT, 1973), apenas o substrato S2 (composto orgânico puro) apresentou valor dentro dessa faixa. De acordo com Kampf et al. (2006), as baixas densidades estão relacionadas com materiais de maior porosidade e, portanto com maior potencial para uso como substrato.

O aumento das proporções de composto à base de lodo e casca de pupunha resultou em reduções na densidade seca dos S3, S4 e S5, o que não foi suficiente para atingir a faixa de densidade considerada ideal. A densidade do substrato é uma característica de grande importância na qualidade das mudas, podendo interferir no desenvolvimento das raízes, já que valores elevados podem promover maior impedância mecânica (KRATZ et al., 2015). Os substratos S6, S7 e S8, com composição predominante de lodo e solo, apresentaram altos valores de densidade, muito acima da faixa considerada adequada. Trigueiro e Guerrini (2014) relatam que elevadas proporções de lodo de esgoto nas misturas aumentam a

densidade dos substratos, diminuindo a drenagem e a aeração, criando um ambiente pouco propício ao desenvolvimento do sistema radicular. A casca de arroz, componente que normalmente é adicionado para aumentar a porosidade das misturas, por não ter variado em proporção, não exerceu esse papel.

A porosidade total, segundo Kämpf (2005), é de fundamental importância para o crescimento das plantas, visto que a alta concentração de raízes formadas nos recipientes exige elevado fornecimento de oxigênio e rápida remoção do gás carbônico formado. Segundo Riviere (1980), o valor de porosidade total deve ser de 75%, enquanto para De Boodt & Verdonck (1972) e Verdonck (1983) deve ser de 85%, assim podemos verificar que nenhum dos materiais avaliados alcançou esses valores. Nesse sentido, o substrato S2 apresentou a maior porosidade total entre os substratos avaliados.

De Boodt e Verdonck (1972), afirmam que os valores ideais de capacidade de retenção de água (CRA) variam de 0,24 m³ m⁻³ – 0,40 m³ . m⁻³. Nenhum dos substratos avaliados (Tabela 7) apresentou valores dentro da faixa considerada adequada por esses autores, porém para substrato S2 e o S4 a CRA situou-se próxima do valor superior ao recomendado.

Tabela 3. Características físicas dos substratos utilizados no experimento

Substrato	Densidade	Poros.	CRA	Espaço de aeração
	Seca g.cm ⁻³	Total %	%	(EA) %
S1	0,92	50,0	0,84	3,9
S2	0,35	68,0	0,42	12,6
S3	0,85	52,0	0,17	17,4
S4	0,71	58,0	0,45	22,0
S5	0,64	56,0	0,60	35,0
S6	0,85	62,0	0,49	6,4
S7	0,74	60,0	0,54	2,7
S8	0,70	60,0	0,49	5,3

S1: Esterco de bovino + solo + casca de arroz carbonizada (1:1:0,5; v/v); S2: Composto orgânico puro; S3: Composto orgânico + solo (1:1; v/v); S4: Composto orgânico + solo (2:1; v/v); S5: Composto orgânico + solo (3:1; v/v); S6: Lodo de esgoto + solo + casca de arroz carbonizada (1:1:1; v/v/v); S7: Lodo de esgoto + solo + casca de arroz carbonizada (2:1:1; v/v/v); S8: Lodo de esgoto + solo + casca de arroz carbonizada (3:1:1; v/v/v).

O espaço de aeração (EA) variou de 2,7 a 35% (Tabela 3) entre os substratos avaliados, sendo considerados valores adequados para cultivo entre 20 e 30% (DE BOODT e VERDONCK, 1972). Os menores valores registrados foram para o S1 (utilizado por produtores) e S7; e o maior valor foi para o S5 (maior volume de composto à base de casca de pupunha), onde o arranjo das partículas de diferente granulometria proporcionado pelo composto e o solo, provavelmente resultou em uma melhor distribuição granulométrica e maior espaço de aeração. Paiva e Gomes (2000) mencionam que a aeração do substrato depende da quantidade e do tamanho das partículas que definem a sua textura. Destacaram-se também os baixos valores de EA apresentados pelos substratos S5, S6 e S7, o que se deve a granulometria fina do solo e ao aumento do volume do lodo de esgoto nas misturas. Trigueiro & Guerrini (2003) avaliando substratos para produção de mudas observaram que o substrato que continha a proporção de 80% de biossólido para 20% de casca de arroz carbonizada foi extremamente prejudicial à germinação das sementes e à sobrevivência das mudas devido às características tais como baixa quantidade de macroporos e alta densidade aparente.

Os materiais avaliados como substratos apresentaram atributos físicos

muito diversificados, de acordo com a adição de composto orgânico, ou lodo de esgoto às misturas. Observou-se também que o substrato utilizado correntemente pelos produtores da região não apresenta características favoráveis do ponto de vista físico. Ferraz et al (2005) consideram que é difícil obter um substrato que atenda todas as características físicas ideais para determinada cultura, devendo-se selecionar as características mais importantes do substrato para o crescimento de cada espécie vegetal.

O pH e condutividade elétrica são as propriedades químicas mais importantes a serem avaliadas antes do uso do substrato e devem ser monitoradas durante o cultivo das plantas. Baixos valores de pH podem aumentar a disponibilidade de alguns micronutrientes e causar fitotoxicidade para algumas plantas (BAILEY et al., 2000). Para substratos utilizados para o cultivo de plantas ornamentais, a faixa ideal de pH varia de 5,5 a 6,5 (WALDEMAR, 2000), com variações para cada tipo de planta.

Todos os substratos avaliados apresentaram valores de pH acima da faixa recomendada. Os substratos 6, 7 e 8 (tabela 4) apresentaram os maiores valores de pH, o que é reflexo do material utilizado para o caleamento (cal virgem), extremamente alcalino, resultado não alterado pela adição de solo e casca de arroz. O pH influencia

indiretamente nas variáveis facilidade de retirada do tubete e agregação das raízes ao substrato, visto que elas estão relacionadas à qualidade do sistema radicular e às propriedades físicas dos substratos. Kratz et al. (2015), avaliando diferentes substratos para o crescimento de mudas de *Mimosa scabrella*, verificaram crescimento dessa espécie com valores de pH variando de 5,47 a 7,5, o que demonstra que podem haver variações de tolerância a acidez, ou alcalinidade em função da espécie. Benito et al. (2006), e sugerem a

mistura desses compostos mais alcalinos a outros materiais que favoreçam a diminuição do pH desses substratos.

A condutividade elétrica (CE) (tabela 4) aumentou à medida que aumentou a dose de composto orgânico e de lodo nas misturas, provavelmente em razão da carga de sais destes materiais, porém todos os valores situaram-se abaixo dos limites recomendados por Gonçalves et al. (2000) ($1,0 \text{ mS cm}^{-1}$, em determinações realizadas a partir de extrato de diluição de 1:1,5).

Tabela 4. Caracterização química dos substratos utilizados no experimento.

Determinações	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
pH	5,8	7,4	7,2	7,3	7,4	9,0	9,1	9,1
CE (mS cm^{-1})	0,35	0,80	0,85	0,92	0,92	0,67	0,92	0,97
Relação C/N	20/1	13/1	13/1	13/1	13/1	20/1	16/1	13/1
Nitrogênio (g.kg^{-1})	3,0	9,0	4,0	6,0	6,0	3,5	5,0	6,0
Fósforo (g.kg^{-1})	3,0	24,0	7,0	12,0	12,0	6,0	6,0	7,0
Potássio (g.kg^{-1})	-	4,0	1,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0
Umidade-65°C (%)	15,0	38,0	10,0	17,0	22,0	14,0	18,0	22,0
MO-total	11,0	21,0	9,0	14,0	14,0	10,0	14,0	15,0
C-Total	6,0	12,0	5,0	8,0	8,0	6,0	8,0	8,0

****Teores totais.**

S1: Esterco de bovino + solo + casca de arroz carbonizada (1:1:0,5; v/v); S2: Composto orgânico puro; S3: Composto orgânico + solo (1:1; v/v); S4: Composto orgânico + solo (2:1; v/v); S5: Composto orgânico + solo (3:1; v/v); S6: Lodo de esgoto + solo + casca de arroz carbonizada (1:1:1; v/v/v); S7: Lodo de esgoto + solo + casca de arroz carbonizada (2:1:1; v/v/v); S8: Lodo de esgoto + solo + casca de arroz carbonizada (3:1:1; v/v/v).

A relação C/N (Carbono/Nitrogênio) é um parâmetro importante para caracterizar o substrato, já que indica a forma como os materiais orgânicos se encontram no final do processo de compostagem. De acordo com a instrução normativa nº 25 do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2009), a relação C/N não pode ultrapassar a 20 e o teor de nitrogênio total deve ser no mínimo de $5,0 \text{ g kg}^{-1}$ para compostos orgânicos. Os substratos avaliados apresentaram relação C/N entre 13 e 20/1, portanto dentro da faixa considerada adequada.

Quanto às concentrações de N, foram comparados com o exigido pela legislação (Brasil, 2009), todos os substratos atendem às exigências.

O substrato utilizado pelos produtores da região (S1) foi o que apresentou os menores teores de N entre os avaliados.

Os maiores teores de P e K encontrados do substrato S2 podem ser atribuídos à riqueza nutricional do composto à base de lodo de esgoto e cascas de pupunha.

Observou-se um índice de mortalidade de 100% nas estacas de *L. camara* quando do uso dos substratos S6, S7 e S8, o que pode ser atribuído à elevada alcalinidade (entre 9,0 e 9,1) dos mesmos (Tabela 4). Para substratos utilizados para o cultivo de plantas ornamentais, a faixa ideal de pH varia de 5,5 a 6,5 (WALDEMAR, 2000), com variações para cada tipo de planta (BAILEY et al., 2000). Mesmo com valores acima dessa faixa

(entre 7,2 e 7,4), houve enraizamento das estacas nos substratos S2, S3, S4 e S5.

As mudas de *L. camara* apresentaram valores médios de altura da parte aérea entre 7,93 e 12,50 cm. Os tratamentos S2, S4 e S5 proporcionaram um maior crescimento em altura, diferenciando-se estatisticamente dos demais (Tabela 5).

Nota-se que o uso do composto à base de lodo de esgoto e casca de pupunha utilizado puro, ou em misturas influenciou positivamente o crescimento em altura das mudas de *L. camara*. Nos tratamentos S4 e S5, o aumento das proporções do composto e a redução da terra de subsolo na constituição dos substratos favoreceram ao crescimento das mudas. Os altos teores de nutrientes e matéria orgânica na composição desses substratos (tabela 8)

certamente contribuíram para esse comportamento. Silva et al. (2015), avaliando diferentes substratos à base lodo de esgoto e cascas de pupunha no crescimento de mudas de juçara (*Euterpe edulis* Martius), também obtiveram melhores resultados com os compostos utilizados puros. Teores elevados de N e P são altamente requeridos nos estágios iniciais de desenvolvimento das mudas (NEVES et al., 1990), atuando no arranque inicial do crescimento da parte aérea.

O fato do tratamento S1, substrato comumente utilizado por produtores da região ter resultado em alturas estatisticamente inferiores aos outros tratamentos se deve, provavelmente, às piores características físicas, bem como aos baixos teores de nutrientes (Tabelas 3 e 4).

Tabela 5. Altura (H), matéria seca de parte aérea (MSPA) e raiz (MSR) de mudas de *Lantana camara*, aos 60 dias após o plantio.

Substrato	H	MSPA	MSR
	cm	g. planta ⁻¹	g. planta ⁻¹
S1	7,93 b	0,10 d	0,08 c
S2	12,50 a	0,67 a	0,49 a
S3	9,38 b	0,32 c	0,23 b
S4	10,75 a	0,39 b	0,27 b
S5	11,75 a	0,44 b	0,27 b

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

S1: Esterco de bovino + solo + casca de arroz carbonizada (1:1:0,5; v/v); S2: Composto orgânico puro; S3: Composto orgânico + solo (1:1; v/v); S4: Composto orgânico + solo (2:1; v/v); S5: Composto orgânico + solo (3:1; v/v).

Para a matéria seca da parte aérea (MSPA) o substrato S2 foi estatisticamente superior aos demais avaliados e os menores valores ocorreram com o uso do substrato utilizado por produtores da região (S1).

O tratamento S1 proporcionou um menor desenvolvimento do sistema radicular (Tabela 4), o que pode ser atribuído às piores características físicas, densidade, CRA, porosidade total e espaço de aeração, (Tabela 4) apresentadas por esse substrato. Trigueiro e Guerrini (2014), afirmam que substratos com alta densidade diminuem a drenagem e, conseqüentemente, a aeração, criando um

ambiente pouco propício ao desenvolvimento do sistema radicular. Já o substrato S2, que apresentou MSR superior aos outros tratamentos, tinha as melhores características físicas. Silva et al. (2012) observaram que os substratos com maior porosidade total promovem maior qualidade do sistema radicular e, por consequência, gera mudas com maior massa seca de parte aérea e radicular. As maiores concentrações de P presentes nesse substrato (Tabela 4) também podem estar associadas ao melhor desenvolvimento do sistema radicular.

As concentrações de N, K e Mg na parte aérea de *L. camara* aos 60 dias após

o plantio não diferiram estatisticamente entre os tratamentos representados pelos substratos S2, S3, S4 e S5, porém essas concentrações foram superiores às encontradas utilizando o substrato S1,

utilizado por produtores da região (Tabela 6). Este resultado evidencia a riqueza nutricional desses compostos, bem como que a adição de solo às misturas não influenciou nessas concentrações.

Tabela 6. Teores de macronutrientes na parte aérea de mudas de *L. camara*, aos 60 dias após o plantio.

Macronutrientes	S1	S2	S3	S4	S5
	----- mg.g ⁻¹ -----				
N	11,75 b	14,25 a	14,50 a	14,00 a	16,25 a
P	1,68 b	1,73 b	2,60 a	2,38 a	2,25 a
K	11,25 b	20,50 a	20,50 a	20,50 a	20,75 a
Ca	7,25 a	5,75 a	7,00 a	7,25 a	6,50 a
Mg	4,73 b	5,70 a	5,38 a	5,98 a	5,83 a
S	1,48 b	1,48 b	1,68 a	1,63 a	1,58 a

Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

S1: Esterco de bovino + solo + casca de arroz carbonizada (1:1:0,5; v/v); S2: Composto orgânico puro; S3: Composto orgânico + solo (1:1; v/v); S4: Composto orgânico + solo (2:1; v/v); S5: Composto orgânico + solo (3:1; v/v).

De acordo com a média geral dos tratamentos, o teor de nutrientes na parte aérea de *L. camara* apresentou a seguinte ordem: N > K > Ca > Mg > P > S para substrato S1 e K > N > Ca > Mg > P > S

para os substratos S2, S3, S4 e S5, nesses, a maior absorção de K pelas plantas é decorrente da maior quantidade desse nutriente nos compostos à base de lodo de esgoto e cascas de palmito.

Tabela 7. Extração dos macronutrientes na parte aérea de mudas de *L. camara*, aos 60 dias após o plantio.

Macronutrientes	S1	S2	S3	S4	S5
	----- mg.planta ⁻¹ -----				
N	0,10	9,55	4,64	5,46	7,15
P	0,17	1,16	0,83	0,93	1,00
K	1,13	13,74	5,56	8,00	9,13
Ca	0,73	3,85	2,24	2,83	2,86
Mg	0,47	3,82	1,72	2,33	2,57
S	0,15	1,00	0,54	0,64	0,70

S1: Esterco de bovino + solo + casca de arroz carbonizada (1:1:0,5; v/v); S2: Composto orgânico puro; S3: Composto orgânico + solo (1:1; v/v); S4: Composto orgânico + solo (2:1; v/v); S5: Composto orgânico + solo (3:1; v/v).

Os comportamentos observados nesse estudo reiteram a importância da avaliação de novos materiais na composição de substratos para a produção de espécies ornamentais. O lodo de esgoto, normalmente utilizado puro, pode

aumentar a densidade do substrato, o que pode ser atenuado pela introdução de materiais estruturantes, como a casca de pupunha na compostagem, que além de melhorar as características físicas, também aporta nutrientes a esses materiais.

CONCLUSÕES

Dentre os materiais testados para a produção de mudas de *L. camara* é aconselhado o uso de substrato à base composto de lodo de esgoto e casca de palmito, sem adição de outros materiais.

O substrato amplamente utilizado por produtores da região apresentou problemas do ponto de vista físico e químico.

O lodo esgoto caledado não pode ser utilizado na composição de substratos devido ao excesso de sais e elevada alcalinidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANSORENA MINER, J. **Substratos, propiedades y caracterización**, Bilbao: Mundi Prensa, 1994. 172 p.

BACKES, M.A.; KÄMPF, A.N. Substratos à base de compostos de lixo urbano para a produção de plantas ornamentais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.26(5):753 – 758, 1991.

BAILEY, D.A. et al. **Substrates pH and water quality**. Raleigh: North Carolina State University, 2000. Disponível em: <<https://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/plugs/ph.pdf>>. Acesso em 27 de out. 2017.

BENITO, M.; MASAGUER, A.; MOLINER, A.; ANTONIO, R. de. Chemical and physical properties of pruning waste compost and their seasonal variability. **Bioresource technology**. n97: 2071-2076, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009. Aprova as **Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 jul. 2009. Seção 1, p.20.

BUNT, A. C. **Some physical and chemical characteristics of loamless pot-plant substrate and their relation to**

plant growth. **Plant and Soil, The Hogue**, v. 38, p. 1954-1954, 1973.

CAVINS, T. J.; WHIPKER, B. E.; FONTENO, W. C.; HARDEN, B.; McCALL, I.; GIBSON J. L. **Monitoring and managing pH and EC using the PourThru extraction method**. Horticulture Information Leaflet, North Carolina, v.590: 1-17, 2000.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – RESOLUÇÃO Nº 375 . **Critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados**. São Paulo, Agosto (2006).

D’OLIVEIRA, P.S. **Uso de lodo de esgoto submetido a diferentes processos de redução de patógenos na produção de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzevelev)**. Tese (Doutorado), UEM, Maringá, 2003. 158f.

DE BOODT, M.; VERDONCK, O. **The physical properties of the substrates in floriculture**. Acta Hortic., Wageningen, v. 26, p. 37-44, 1972.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

FERRAZ, M.V.; CENTURION J.F.; BEUTLER, A. N. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais.

Acta Scientia Agronômica 27: 209-214, 2005.

GONÇALVES, J. L. DE M.; SANTERELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P.; MANARA, M. P. **Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização**. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (ed.) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000.p.309-350. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Caracterização do setor produtivo de flores e plantas ornamentais no Brasil**. 1995-1996. Rio de Janeiro, 2004. (Estudos e Pesquisas – Informação Econômica, nº2).

KÄMPF, A.N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2005. 256p. KÄMPF, A.N.; TAKANE, R.J.; SIQUEIRA, P.T.V. **Floricultura: técnicas de preparo de substratos**. Brasília: LK, 2006. 132p.

KLOCK-MOORE, K.A. Bedding plant growth in greenhouse waste and biosolid compost. **Hort Technology**, v.9(2): p.210-213, 1999.

KRATZ D, AC NOGUEIRA, I WENDLING, PVD SOUZA. Substratos renováveis para produção de mudas de Mimosa scabrella. **Revista Floresta** 45(2): 393-408, 2015. DOI: 10.5380/rf.v45i2.31249

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1997. 319 p.

NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; NOVAIS, R. F. **Fertilização mineral de mudas de eucalipto**. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Ed.). **Relação solo eucalipto**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. p. 100- 124.

PAIVA, H.N.; GOMES, J.M. **Viveiros florestais**. Viçosa: UFV, 2000. 56 p.

RAIJ, B. et al. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987.

RIVIERE, L.M. Importance des caractéristiques physiques dabs le choix des substrats pour les cultures hors sol. **Revue Horticole**, v. 209:23-27, 1980.

SCHEER, M. B.; CARNEIRO, C.; BRESSAN, O. A. & SANTOS, K. G. DOS. Mudas de Jasminum mesnyi Hance produzidas com substratos à base de lodo de esgoto compostado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 16(9): 931-937, 2012.

SILVA, F. A. M.; SOUZA, I, V; ZANON, J, A; NUNES, G.M.; SILVA, R. B. Composto de lodo de esgoto e resíduos agroindustriais como substrato para mudas de *Cedrela odorata L.* In: **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**. v.26 (1), 2015.

SILVA, F.A.M.; NUNES, G.M.; SILVA, R. B; DAMATTO JUNIOR, E.R. FUZITANI, E. J. Composição de Substratos produzidos com Lodo de esgoto e resíduos da Agroindústria do Palmito. In: **Anais... XXX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**. SBCS, 2012.

STRINGHETA, A.C.O. et al. Crescimento de crisântemo em substrato contendo composto de lixo urbano e casca de arroz carbonizada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31(11):795-802, 1996.

TRIGUEIRO, R. de M.; GUERRINI, I. A. **Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto**. Scientia Forestalis, v.64:150-162, 2003. TRIGUEIRO, R.M.; GUERRINI, I.A. Utilização de lodo de esgoto na produção de mudas de Aroeira-pimenteira. **Revista Árvore**, v.38 (4):657-665, 2014.

VERDONCK, O. Reviewing and evaluation of new materials used as substrates. **Acta Horticulturae**, v. 150, p. 467 - 473, 1983.

WALDEMAR, C.C. A experiência do DMLU como fornecedor de resíduos úteis na composição de substratos para plantas. **In:** KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (Ed.) Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Gênese, 2000. p. 171-176.

ZENIMORI, S., PASIN, L.A.A.P. Aspectos da biologia floral de Lantana (*Lantana camara* L.). *Revista Univap*. **In:** Anais do X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós Graduação), v.13 (24): 2006.