



## Diferentes Misturas de Substratos com Lodo de Esgoto Compostado Enriquecido e Substrato Comercial em Quaresmeira

Thomaz Figueiredo Lobo <sup>1</sup>

Fernando Carvalho Oliveira <sup>2</sup>

Bruna Tavares Morgado <sup>3</sup>

Marcos Vinicius Bohrer Monteiro Siqueira <sup>4</sup>

### RESUMO

*Tibouchina granulosa* (Quaresmeira) é utilizada em projetos de reflorestamento devido ao seu crescimento rápido. Para garantir melhores resultados, alternativas viáveis como o lodo de esgoto vêm sendo procurada, pois oferece qualidade às mudas, além disso, contribui para o ambiente por ser uma substância reutilizada. Avaliamos aqui os efeitos do substrato com lodo de esgoto. No delineamento experimental foram utilizados 5 tratamentos com diferentes misturas de substratos de lodo de esgoto compostado e comerciais e 4 repetições. A irrigação foi realizada 3 vezes ao dia, por período de 2,5 minutos. Os resultados revelaram que os melhores tratamentos em altura foram 75% LC + 25% SC, 50% LC + 50% SCe 25% LC + 75% BSC para o diâmetro do coleto foram 75% LC + 25% SCe 50% LC + 50% SCe na avaliação nutricional 75% LC + 25% SC. Para a produção de mudas de *T. granulosa* é recomendado a utilização da combinação de lodo de esgoto e substrato comercial.

**Keywords:** Nutricao Mineral de Plantas; Reflorestamento; *Tibouchina granulosa*; Viveiro.

<sup>1</sup> Doutorado em Agricultura pela Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" Faculdade de Ciências, FCA, Brasil. Docente na Universidade do Sagrado Coração, USC, Brasil. [thomaz.lobo@superig.com.br](mailto:thomaz.lobo@superig.com.br)

<sup>2</sup> Doutorado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade de São Paulo, USP, Brasil. Companhia de Saneamento de Jundiaí, ETE-JUNDIAÍ, Brasil. [fernando@biossola.com.br](mailto:fernando@biossola.com.br)

<sup>3</sup> Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade do Sagrado Coração, USC, Brasil. [bruna-tm@live.com](mailto:bruna-tm@live.com)

<sup>4</sup> Doutorado em Ecologia Aplicada pela ESALQ, USP, Brasil. / Docente na Universidade Sagrado Coração, USC, Brasil. [mvbsiqueira@gmail.com](mailto:mvbsiqueira@gmail.com)

Thomaz Figueiredo Lobo; Fernando Carvalho Oliveira; Bruna Tavares Morgado;  
Marcos Vinicius Bohrer Monteiro Siqueira

**A** *Tibouchina granulosa* conhecida como quaresmeira é da família *Melastomataceae*, nativa da Mata Atlântica. Essa planta arbórea é utilizada como ornamento em projetos paisagísticos e também pode ser utilizada para reflorestamento, devido ao seu rápido crescimento. Apresenta flores que vão de tons roxo à rosa e pode atingir 12 m de altura e o seu tronco 40 cm de diâmetro. Floresce nos meses de julho e setembro e seu fruto amadurece de dezembro a fevereiro. É abundante na mata semidecídua de altitude, no entanto sua dispersão é irregular, tendo uma abundante ocorrência em mata ciliar em regiões de altitude (Lorenzi 1998). A quaresmeira apresenta-se como uma grande colonizadora de áreas degradadas na Mata Atlântica, o que a torna um potencial para projetos de restauração (Zaia et al. 1998).

A ocorrência de áreas degradadas é causada pelo uso inapropriado do solo causado por diversos fertilizantes, a exploração agropecuária, desmatamento, construção de rodovias, crescimento urbano e poluição por atividades industriais (Neves 2004). Devido a essas ocorrências, a busca por alternativas para recuperação de áreas degradadas com baixo custo visando melhores condições ecológicas vem se tornando cada vez mais procurada (Martins et al. 2008). Para acelerar o processo de restauração florestal e economizar recursos financeiros, substratos, que contém suplementação nutricional, podem ser utilizados nas áreas de reflorestamento a serem plantadas ou nas áreas com indivíduos em desenvolvimento. Solos degradados possuem atividade biológica reduzida, decorrente da retirada de cobertura vegetal e degradação das camadas superficiais, tornando as características físicas e químicas impróprias para o crescimento e restauração da flora. Uma solução menos impactante para recuperar esses solos seria a utilização de lodo de esgoto compostado. Tal substrato apresenta os nutrientes básicos em altas concentrações para o desenvolvimento de cobertura vegetal e restauração do bioma (Colodro et al. 2007; Bettiol & Camargo 2010; Martins 2014).

O reflorestamento depende de vários fatores, sendo um deles a utilização de mudas de boa qualidade. De acordo com Carrijo et al. (2004), para o melhor desenvolvimento das plantas é essencial o uso de substratos, cuja função é promover boa capacidade de retenção de água, alta disponibilização de oxigênio para as raízes e capacidade de troca de catiônica. No entanto, é necessário levar em conta questões ambientais e de custos operacionais. O substrato deve ser de preferência de baixo custo, longa durabilidade e reciclável, podendo ser ainda reaproveitado.

Uma alternativa de substrato para a produção de mudas arbóreas que tenha essas características é o lodo de esgoto compostado, hoje considerado como composto orgânico classe D, que melhoram os atributos físicos, químicos e biológicos para o solo, promovendo melhorias para

Thomaz Figueiredo Lobo; Fernando Carvalho Oliveira; Bruna Tavares Morgado;  
Marcos Vinicius Bohrer Monteiro Siqueira

planta. Além disso, contribui com o meio ambiente por poder ser uma substância de possível reutilização (Delarmelina et al. 2014).

O objetivo deste experimento foi avaliar os efeitos do substrato com lodo de esgoto compostado na quaresmeira, avaliando o desenvolvimento e a nutrição mineral das mudas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **LOCAL DA ÁREA EXPERIMENTAL**

O experimento foi realizado na Fazenda Vista Alegre, Viveiro Matas Nativas, no município de Itatinga-SP, cuja a área abrange os biomas Cerrado e Mata Atlântica (IBGE 2015). A cidade se estende por 979,8 km<sup>2</sup>, localizada a 841 metros de altitude e tem como coordenadas circunscritas a Latitude de 23° 6' 9" e Longitude de 48° 36' 55".

### **DELINEAMENTO EXPERIMENTAL**

O delineamento experimental foi inteiramente em blocos ao acaso, sendo cinco tratamentos com quatro repetições. Os tratamentos foram os seguintes: T1 – 100% do substrato de lodo compostado enriquecido (LC), T2 – 75% do substrato LC + 25% do substrato comercial (SC), T3 – 50% do substrato da LC + 50% do substrato SC, T4 – 25% do substrato LC + 75% do substrato SC e T5 – 100% do substrato SC.

### **CARACTERÍSTICAS DOS SUBSTRATOS**

O substrato comercial apresentou as seguintes características: umidade – 55%, densidade – 280 kg m<sup>-3</sup>, pH – 5,8 ± 0,5 e condutividade elétrica – 1,0 ± 0,3. O substrato LC que é gerado da compostagem de lodo de esgoto e bagaço de cana, apresenta as seguintes características: umidade – 40%, Capacidade de retenção de água – 70, densidade – 650 kg m<sup>-3</sup>, pH – 6,0 ± 0,5 e condutividade elétrica – 2,5 ± 0,3.

### **CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DAS MISTURAS DE SUBSTRATOS**

As características químicas das misturas foram realizadas no Laboratório de Fertilizantes e Corretivos do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu – SP. Determinaram-se as análises químicas dos seguintes parâmetros: N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, umidade MO, C, Ca, Mg, S, Na, Cu, Fe, Mn, Zn, pH e condutividade elétrica (Brasil 1988). As características químicas de macronutrientes dos substratos ao natural e na matéria seca estão

Thomaz Figueiredo Lobo; Fernando Carvalho Oliveira; Bruna Tavares Morgado;  
Marcos Vinicius Bohrer Monteiro Siqueira

representadas na Tabela 01, e as características químicas de micronutrientes estão representadas na Tabela 02.

**Tabela 01.** Características químicas dos substratos (macronutrientes) ao natural e na matéria seca.

T	% ao natural								
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S	C	C/N	pH
100% LC	1,18	1,21	0,29	0,83	0,20	3,92	16,40	14/1	6,84
75% LC+ 25% SC	1,11	1,27	0,30	0,94	0,24	4,02	18,40	17/1	6,21
50% LC+ 50% SC	0,84	1,19	0,27	0,93	0,23	3,69	17,78	21/1	5,60
25% LC+ 75% SC	0,73	0,84	0,23	0,69	0,28	0,41	17,96	25/1	5,10
100% SC	0,39	0,68	0,18	0,66	0,27	0,19	17,67	45/1	4,87

  

T	% na matéria seca								
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S	C	C/N	pH
100% LC	1,63	1,67	0,40	1,15	0,27	5,43	22,71	14/1	6,84
75% LC+ 25% SC	1,54	1,76	0,42	1,31	0,33	5,59	25,58	17/1	6,21
50% LC+ 50% SC	1,32	1,87	0,42	1,46	0,36	5,79	27,89	21/1	5,60
25% LC+ 75% SC	1,19	1,37	0,38	1,13	0,45	0,67	29,42	25/1	5,10
100% SC	0,73	1,28	0,34	1,24	0,51	0,36	33,21	45/1	4,87

Fonte: Os Autores. Descrição: T – Tratamentos, LC – Lodo Compostado, SC – Substrato Comercial.

**Tabela 02.** Características químicas dos substratos (micronutrientes).

	mg kg <sup>-1</sup> matéria seca					
	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn
100% LC	1097	154	223	21385	259	1198
75% LC+ 25% SC	1132	128	197	15042	293	1100
50% LC+ 50% SC	1059	103	164	16095	164	930
25% LC+ 75% SC	719	104	85	18183	176	523
100% SC	519	76	20	8627	135	59

Fonte: Os Autores. Descrição: LC – Lodo Compostado, SC – Substrato Comercial.

A condutividade elétrica inicial foi de 1,6, 1,5, 1,4, 1,1 e 0,51, respectivamente nos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5.

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS MISTURAS DE SUBSTRATO

As características físicas das misturas de substratos estão representadas na Tabela 03. A determinação das propriedades físicas do substrato foi feita de acordo com a metodologia descrita por Silva e Silva (2011).

**Tabela 03.** Características físicas da mistura de substratos.

Tratamentos	Macro. (%)	Micro. (%)	PT (%)	RA (%)
100% LC	12,73	60,15	72,85	60,15
75% LC+ 25% SC	15,10	54,70	69,79	54,70
50% LC+ 50% SC	11,38	57,91	69,29	57,91
25% LC+ 75% SC	21,79	52,81	74,60	52,81
100% SC	39,13	37,26	76,34	37,26

Fonte: Os Autores. Descrição: Macro – Macroporosidade, Micro – Microporosidade, PT - Porosidade total, RA - Retenção de água, LC – Lodo Compostado, SC – Substrato Comercial.

Thomaz Figueiredo Lobo; Fernando Carvalho Oliveira; Bruna Tavares Morgado;  
Marcos Vinicius Bohrer Monteiro Siqueira

## MANEJO DO VIVEIRO

As sementes de quaresmeira foram obtidas pelo viveiro através de matrizes localizadas na área de estudo e semeadas em um canaleta de areia lavada, localizada em casa de sombra. Quando atingiram aproximadamente 05 cm de altura, as plântulas foram repicadas em tubetes que já tinham sido previamente preparados com os substratos. Após a repicagem a quaresmeira ficou por 101 dias em casa de vegetação (temperatura aproximada de 25 a 30°C e umidade de 50 a 70%), sendo irrigadas tres vezes ao dia às 08, 12 e 15 horas por um período de 2,5 minutos (totalizando 45mm/dia).

## PARÂMETROS AVALIADOS

Para análise do crescimento foi avaliado a altura das plantas nos seguintes dias: 02, 15, 30, 44, 58, 73, 86 e 100. A avaliação de diâmetro do coleto e matéria seca da raiz, parte aérea e total foram feitas 141 após a repicagem. Em função da altura de plantas, do diâmetro de coleto, da massa seca da parte aérea e da parte radicular foi calculado o índice de Dickson (Dickson et al. 1960).

As avaliações de altura e diâmetro de coleto foram feitas com uma trena (cm) e paquímetro (mm), respectivamente. Para avaliação da massa seca da parte aérea e do sistema radicular foram coletadas 10 plantas por parcelas. As raízes foram lavadas, secas e pesadas em estufa a 62°C por 72 horas até adquirir peso constante, sendo a matéria seca pesada em balança de precisão.

Foi avaliado o teor e calculado o acúmulo de nutrientes na raiz e na parte aérea. Para obtenção destes dados, foram moídas e analisadas no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo/Botucatu/SP, determinando-se os teores de: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn.

No final do experimento foram avaliados os teores de nutrientes que ficaram no substrato utilizando a metodologia proposta por (Brasil 1988).

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias foram realizadas pelo teste de Tukey com 5% de significância. O processamento estatístico dos dados foi realizado utilizando-se o software SAEG 7.0 (1997).

## RESULTADOS

### ALTURA DE PLANTAS NO DESENVOLVIMENTO

Os tratamentos 75% LC + 25% SC, 50% LC + 50% SC e 25% LC + 75% SC representados na Tabela 04, apresentaram maiores alturas que os tratamentos 100% LC e 100% SC

**Tabela 04.** Altura de plantas de quaresmeira ao longo do tempo após a repicagem.

T	Altura de plantas (cm) dias após a repicagem							
	02	15	30	44	58	73	86	100
100% LC	0,92 b	1,12 c	1,59 c	2,71 c	6,41 b	12,22 b	15,96 c	18,77 b
75% LC + 25% SC	1,62 a	3,25 a	3,87 a	5,71 a	13,98 a	22,31 a	28,85 a	33,09 a
50% LC + 50% SC	0,74 b	1,38 bc	1,93 bc	2,67 c	7,92 b	17,37 ab	26,54 ab	33,80 a
25% LC + 75% SC	0,98 b	1,86 b	2,64 b	4,24 ab	10,36 ab	18,95 ab	24,00 abc	30,14 a
100% SC	0,93 b	1,89 b	2,53 b	3,70 bc	8,29 b	13,21 b	18,77 bc	21,02 b
F	8,99*	36,07*	23,66*	13,02*	6,83*	4,38*	5,64*	11,74*
Média	1,04	1,90	2,51	3,81	9,39	16,81	22,82	27,36
CV	21,70	14,44	14,27	18,26	23,83	23,62	19,77	14,93

Fonte: Os Autores. Descrição: T- Tratamento, LC – Lodo Compostado, SC – Substrato Comercial. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tuckey 0,5% de probabilidade. As letras diferenciam-se dos valores da coluna. \* Valores significativos a 5%.

### AValiação DE QUALIDADE DE MUDAS DA QUARESMEIRA

Os tratamentos que obtiveram maior altura das plantas foram 75% LC + 25% SC, 50% LC + 50% SC, 25% LC + 75% SC. Esses tratamentos apresentaram maior desenvolvimento em altura do que os tratamentos puros 100% SC e 100% LC. O mesmo ocorre para o diâmetro do caule, na qual seu desenvolvimento foi maior em tratamentos misturados com 75% LC + 25% SC e 50% LC + 50% SC.

**Tabela 05.** Índices de qualidade de mudas de quaresmeira.

Tratamentos	Alt cm	DC mm	PMSR	PMSCF g em 10 plantas	PMST	ID
100% LC	16,44 c	2,68 bc	4,32 c	6,61 b	10,93 c	0,14
75% LC + 25% SC	41,17 a	3,45 a	9,70 a	15,06 a	24,76 a	0,19
50% LC + 50% SC	40,95 a	3,28 a	6,26 abc	13,38 a	19,64 ab	0,13
25% LC + 75% SC	37,97 a	3,02 ab	8,54 ab	12,11 a	20,65 a	0,15
100% SC	26,14 b	2,56 c	5,76 bc	7,59 b	13,35 bc	0,12
F	29,34*	13,56*	6,29*	16,39*	12,14*	1,56 ns
Média	32,53	3,00	6,92	10,95	17,87	0,15
CV	12,37	6,88	25,07	16,61	18,10	28,65

Fonte: Os Autores. Descrição: LC – Lodo Compostado, SC – Substrato Comercial, Alt – Altura, DC – Diâmetro do coletoe caule, PMSR – Produção de Matéria seca da raiz, PMSCF – Produção de Matéria seca do caule e folha, PMST – Produção de Matéria seca total, ID – Índice de Dickson. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tuckey 05% de probabilidade. ns – valores não significativos. \* Valores significativos a 5%.

A maior quantidade de matéria seca na raiz foi obtida pelo tratamento 75% LC + 25% SC assim como no acúmulo de matéria seca total obtida também pelo tratamento 75% + 25% SC e 25%

LC + 75% SC (Tabela 05). Quanto ao Índice de Dickson não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos.

## AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA QUARESMEIRA

### 1. NITROGÊNIO

Os tratamentos 75% LC + 25% SC, 50% LC + 50% SC, 25% LC + 75% SC obtiveram maior acúmulo de N na parte aérea que os tratamentos 100% LC e 100% SC. O tratamento 50% LC + 50% SC apresentou maior teor de N na folha e caule que o tratamento 100% LC. O maior teor de N na raiz foi obtido pelo tratamento 100% LC. Já o tratamento 75% LC + 25% SC acumulou mais N que os tratamentos puros. Pode-se observar que os tratamentos 75% LC + 25% SC, 50% LC + 50% SC, 25% LC + 75% SC obtiveram maior acúmulo total de N na planta que os tratamentos puros 100% LC e 100% SC (Tabela 06).

### 2. FÓSFORO

O tratamento 100% SC obteve teor de P na parte aérea superior que todos os tratamentos. O tratamento 25% LC + 75% SC obteve maior teor de P na parte aérea do que os tratamentos que receberam maior porcentagem de LC. O tratamento 100% LC apresentou menor teor de P na parte aérea e menos acúmulo de P na parte aérea. Quanto ao teor de P nas raízes não houve diferenças entre os tratamentos, porém o tratamento 75% LC + 25% SC acumulou mais P nas raízes que os tratamentos puros, isto devido a maior produção de matéria seca das raízes. Os tratamentos que foram misturados dois substratos obtiveram um maior acúmulo total de P na planta que o tratamento 100% LC (Tabela 06).

### 3. POTÁSSIO

Os tratamentos que apresentaram teor de K na parte aérea e maior acúmulo de K na parte aérea que os tratamentos puros foram 75% LC + 25% SC e 50% LC + 50% SC. O tratamento 100% LC obteve um maior teor de K nas raízes que os tratamentos de uma concentração menor que 50% LC. Quanto ao acúmulo de K na raiz o tratamento 75% LC + 25% SC foi superior que os tratamentos 100% LC, 50% LC + 25% SC e 100% SC. O tratamento 75% LC + 25% SC obteve acúmulo de K superior que os tratamentos 100% LC, 25% LC + 75% SC e 100% SC. Já o tratamento 100% LC apresentou acúmulo total de K inferior que os tratamentos misturados de dois tipos de substratos (Tabela 06). Este nutriente é importante também para o aumento do diâmetro de coleto.

Thomaz Figueiredo Lobo; Fernando Carvalho Oliveira; Bruna Tavares Morgado;  
Marcos Vinicius Bohrer Monteiro Siqueira

#### 4. CÁLCIO

Os tratamentos 75% LC + 25% SC e 50% PV + 50% SC apresentaram maior teor de Ca na parte aérea. Os tratamentos combinados de dois tipos de substratos acumularam maior quantidade de Ca na parte aérea que os substratos puros. O maior acúmulo total foi obtido pelos tratamentos 75% LC + 25% SC e 50% PV + 50% SC, superior aos tratamentos puros. O tratamento 25% LC + 75% SC obteve maior acúmulo total de Ca que o substrato 100% SC (Tabela 06). Quanto ao teor e acúmulo de Ca nas raízes não houve diferença entre os tratamentos.

#### 5. MAGNÉSIO

Os tratamentos 75% LC + 25% SC, 50% LC + 50% SC, 25% LC + 75% SC obtiveram maior acúmulo de Mg na parte aérea. O tratamento 100% LC obteve teor na parte aérea inferior que os demais tratamentos. O substrato SC inicialmente apresentou teor de Mg maior que o substrato LC. Os teores de Mg nas raízes não se diferenciaram entre os tratamentos, e o tratamento 75% PV + 25% SC obteve maior acúmulo de Mg na raiz que o tratamento 100% LC. Os tratamentos combinados com dois substratos apresentaram maior acúmulo total de Mg que os tratamentos de substratos puros (Tabela 06).

#### 6. ENXOFRE

Observou-se que os teores da parte aérea de S não houveram variações, no entanto, para o acúmulo da parte aérea os tratamentos que foram realizadas combinações de dois substratos acumularam mais que os tratamentos puros. O acúmulo superior de S na raiz foi obtido no tratamento 100% LC, já o tratamento 100% SC obteve teor de S inferior que os outros tratamentos. O tratamento 75% PV + 25% SC acumulou mais S na raiz que os tratamentos 100% v, 50% LC + 50% SC e 100% SC. O maior acúmulo total de S foi obtido pelo tratamento 75% LC + 25% SC, sendo superior que os tratamentos puros (Tabela 06).

**Tabela 06.** Acúmulo total de macronutrientes nas mudas de quaresmeira.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	<b>g planta<sup>-1</sup></b>					
<b>100% LC</b>	0,11 b	0,04 b	0,12 d	0,11 bc	0,04 b	0,03 b
<b>75% LC+ 25% SC</b>	0,24 a	0,10 a	0,30 a	0,26 a	0,08 a	0,07 a
<b>50% LC+ 50% SC</b>	0,21 a	0,08 a	0,23 ab	0,23 a	0,07 a	0,05 ab
<b>25% LC+ 75% SC</b>	0,20 a	0,09 a	0,22 bc	0,19 ab	0,07 a	0,05 ab
<b>100% SC</b>	0,12 b	0,07 ab	0,14 cd	0,10 c	0,05 b	0,03 b
<b>F</b>	14,54*	9,35*	18,15*	14,59*	19,20*	9,97*
<b>M</b>	0,18	0,08	0,20	0,18	0,06	0,05
<b>CV</b>	17,76	20,41	16,66	20,39	14,54	21,18

Fonte: Os Autores. Descrição: LC – Lodo Compostado, SC – Substrato Comercial. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tuckey 05% de probabilidade. \* Valores significativos a 5%.



Thomaz Figueiredo Lobo; Fernando Carvalho Oliveira; Bruna Tavares Morgado;  
Marcos Vinicius Bohrer Monteiro Siqueira

### 7. *BORO*

Não houve diferença significativa nos teores de B na parte aérea. Os tratamentos 75% LC + 25% SC e 50% LC + 50% SC acumularam mais B na parte aérea que os tratamentos que receberam o tratamento puro. Para o parâmetro teor de B na raiz não houve diferença significativa entre os tratamentos. O tratamento 75% LC + 25% SC acumulou maior quantidade de B na raiz que o tratamento 100% LC. O maior acúmulo total de B foi obtido pelo tratamento 75% LC + 25% SC (Tabela 07) em função da maior produtividade de fitomassa seca.

### 8. *COBRE*

Não houve diferença entre os tratamentos para o teor de Cu na parte aérea. O maior acúmulo de Cu na parte aérea foi obtido pelo tratamento 75% LC + 25% SC, superior que os tratamentos puros. O tratamento 100% SC apresentou teor e acúmulo de Cu inferior aos tratamentos 100% LC e 75% LC + 25% SC (Tabela 07).

### 9. *FERRO*

O tratamento 100% LC obteve um teor de Fe na parte aérea maior que todos os tratamentos. O tratamento 50% LC + 50% B obteve um teor de Fe na parte aérea inferior que o tratamento 100% SC. O acúmulo de Fe na parte aérea não apresentou significância entre os tratamentos. O teor e Fe superior na raiz foi obtido pelo tratamento 100% LC. O tratamento 75% LC + 25% SC apresentou maior acúmulo de Fe na raiz que os tratamentos puros. O maior acúmulo total de Fe foi obtido pelo tratamento 75% LC + 25% SC, superior aos tratamentos 100% LC, 50% LC + 50% SC e 100% SC (Tabela 07).

### 10. *MANGANÊS*

O tratamento 100% LC obteve maior teor de Mn na parte aérea que todos os tratamentos. Os tratamentos 75% LC + 25% SC obteve maior acúmulo de Mn na parte aérea que os tratamentos 50% LC + 50% SC e 100% B. O tratamento 100% LC obteve teor de Mn na raiz superior que os tratamentos 50% LC + 50% SC. O tratamento 100% LC obteve um teor de Mn na raiz superior que os tratamentos 50% LC + 50% SC, 25% LC + 75% SC e 100% SC. O tratamento 75% LC + 25% SC acumulou mais Mn na raiz e total na quaresmeira que os tratamentos 50% LC + 50%, 25% LC + 75% SC e 100% SC (Tabela 07).

Thomaz Figueiredo Lobo; Fernando Carvalho Oliveira; Bruna Tavares Morgado;  
Marcos Vinicius Bohrer Monteiro Siqueira

## 11. ZINCO

Os tratamentos 100% LC e 75% LC + 25% SC obtiveram um maior teor de Zn na parte aérea que os tratamentos 25% LC + 75% SC e 100% SC. O tratamento 25% LC + 75% SC obteve um maior teor de Zn na parte aérea que o tratamento 100% SC. O tratamento 75% LC + 25% SC obteve um maior acúmulo na parte aérea que os tratamentos 100% LC, 50% LC + 50% SC e 100% SC. O tratamento 75% LC + 25% SC obteve um maior teor de Zn na raiz que os tratamentos 50% LC + 50% SC, 25% LC + 75% SC e 100% SC. O tratamento 100% SC obteve um teor de Zn na raiz inferior que todos os tratamentos. O tratamento 75% LC + 25% SC obteve um maior acúmulo de Zn na raiz e total superior que todos os tratamentos. Os tratamentos 50% LC + 50% SC e 25% LC + 75% SC obtiveram um maior acúmulo de Zn na raiz e total que o tratamento 100% SC (Tabela 07).

**Tabela 07.** Acúmulo total de micronutrientes nas mudas de quaresmeira.

Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	mg planta <sup>-1</sup>					
100% LC	0,29 c	0,53 ab	39,24 b	2,29 ab	4,56 bc	0,29 c
75% LC+ 25% SC	0,65 a	1,05 a	67,38 a	3,75 a	10,76 a	0,65 a
50% LC+ 50% SC	0,57 ab	0,60 ab	42,18 b	1,95 b	5,64 b	0,57 ab
25% LC+ 75% SC	0,55 ab	0,80 ab	58,73 ab	2,03 b	5,26 b	0,55 ab
100% SC	0,39 bc	0,36 b	40,34 b	1,60 b	0,82 c	0,39 bc
F	9,79	4,09	5,06	5,53	15,29	9,79
M	0,49	0,67	49,57	2,32	5,41	0,49
CV	18,92	39,10	22,82	30,44	33,59	18,92

Fonte: Os Autores. Descrição: LC – Lodo Compostado, SC – Substrato Comercial. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey 05% de probabilidade.

## AVALIAÇÃO QUÍMICA FINAL DO SUBSTRATO

### 1. MACRONUTRIENTE

Os maiores teores de N no final do substrato foram obtidos pelos tratamentos 100% LC e 75% LC + 25% SC, e os menores teores foram dos tratamentos 25% LC + 75% e 100% SC. O tratamento 100% LC não conseguiu absorver satisfatoriamente o N devido à alta porcentagem de microporos e o tratamento 100% SC não absorveu N adequadamente, pois a relação de C/N do substrato estava acima de 30. Os substratos 100% LC, 75% LC + 25% SC e 50% LC + 50% B obtiveram um teor de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> superior que os demais substratos testados e o substrato 25% LC + 75% SC obteve um teor de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> superior que o substrato 100% SC. Todos os substratos apresentaram um teor de K<sub>2</sub>O de 0. Não houve diferença entre os tratamentos nos teores de Ca no final do substrato. Os tratamentos 100% LC e 75% LC + 25% SC apresentaram teores de 0% na matéria seca inferior a todos os tratamentos e à medida que foi acrescentado o substrato SC foi aumentando o teor de Mg ao final. Os tratamentos 100% LC, 75% LC + 25% SC e 50% LC + 50% SC obtiveram um teor de S no final

Thomaz Figueiredo Lobo; Fernando Carvalho Oliveira; Bruna Tavares Morgado;  
Marcos Vinicius Bohrer Monteiro Siqueira

do substrato superior que o tratamento 100% SC. O tratamento 100% LC obteve pH superior aos demais tratamentos.

## 2. MICRONUTRIENTE

Os tratamentos 100% LC, 75% LC + 25% SC e 50% LC + 50% SC apresentaram teor de Na no substrato ao final do experimento superior aos tratamentos 25% LC + 75% SC e 100% SC. Não houve variação de teor de B no final dos substratos. A medida que foi diminuindo a porcentagem do substrato LC, diminuiu também o teor de Cu no substrato final. O tratamento 100% LC obteve um teor de Fe e teor de Mn superior que os tratamentos 25% LC + 75% SC e 100% SC. Os tratamentos 100% LC e 75% LC + 25% SC obtiveram um teor de Zn superior aos demais tratamentos. Até 75% LC + 25% SC os teores de Zn no substrato foram aumentando.

## DISCUSSÃO

Os tratamentos que obtiveram menor altura foram 100% LC e 100% SC. A possível razão para este fato é que a planta da quaresmeira necessita de nutrientes e de macroporosidade para o seu melhor desenvolvimento em altura, e o substrato LC promoveu a nutrição, mas não promoveu a macroporosidade adequada. Já o substrato SC promoveu uma boa aeração, porém não promoveu um teor adequado de nutrientes para o desenvolvimento em altura de plantas. De acordo com Cunha et al. (2005) o composto orgânico auxilia para o enriquecimento do substrato, causando um positivo desenvolvimento em relação a crescimento em altura das mudas, podendo estar relacionado a disponibilidade de P, Ca, Mg, K e com pH adequado para o desenvolvimento da planta. Além disso, o composto orgânico adicionado ao substrato promove benefícios, fornecendo macronutrientes e micronutrientes, alcançando assim melhores médias de desenvolvimento em altura.

Um dos parâmetros mais utilizados para verificar a qualidade das mudas visando o reflorestamento é a altura e diâmetro do coleto, já que são parâmetros que asseguram a resistência e fixação no solo. O baixo diâmetro do coleto causa dificuldades para planta se manter ereta, podendo ocorrer tombamento resultando em morte ou deformação da mesma (Sturion & Antunes 2000). Neste trabalho foi possível afirmar que os compostos de dois substratos obtiveram melhores resultados em altura e diâmetro do coleto que os tratamentos puros. O mesmo ocorre no experimento de uso de lodo de esgoto em *Sesbania virgata*, de Delarmelina et al. (2013), que observou que os maiores valores para diâmetro do coleto e melhor crescimento em altura foram obtidos por substratos formulados com composto orgânico.

Thomaz Figueiredo Lobo; Fernando Carvalho Oliveira; Bruna Tavares Morgado;  
Marcos Vinicius Bohrer Monteiro Siqueira

Para avaliação da qualidade de mudas é utilizado o Índice de Dickson, sendo um importante indicador. Para seu cálculo são considerados a robustez e o equilíbrio de distribuição da biomassa na muda, fatores que darão o resultado de parâmetros importantes para avaliação da qualidade na muda (Fonseca et al. 2002). De acordo com Delarmelina et al. (2013) os valores superiores para o índice de Dickson foram obtidos por tratamentos com composto orgânico. Atualmente ainda é inexistente o Índice de Dickson específico para espécies nativas. Para *Tectona grandis* todos os tratamentos compostado com lodo de esgoto obtiveram maiores resultados. O tratamento 60% lodo de esgoto + 40% fibra de coco obtiveram maior média que os demais tratamentos (Trazzi et al. 2014). Foi observado na quaresmeira que maior índice de Dickson obtido foi pelo tratamento 75% LC + 25% SC.

O N é um nutriente mineral muito importante para plantas, sendo um nutriente exigido em grande quantidade pelas culturas (Raij 1991). Uma adequada nutrição com composto orgânico resulta em melhorias para teores foliares e outros elementos, consequentemente o aumento de P, crescimento e produção (Bonneau et al. 1993 *apud* Cruz et al. 2006). Nos teores de N os dois tratamentos que receberam maior porcentagem de LC apresentaram uma relação C/N menor que 20, ou seja, os microorganismos irão fornecer este nutriente para a planta. Quanto menor a relação C/N, maior será a disponibilidade de N para a planta, porém, no tratamento de maior quantidade de N (100% lodo compostado), obteve-se um acúmulo menor de N. Acredita-se que o composto de lodo de esgoto, por apresentar mais microporos, dificultou a oxigenação para absorção de nutrientes para a planta.

Já no tratamento 50% LC + 50% SC os microorganismos não irão fornecer este nutriente para a planta e nos tratamentos 25% LC + 75% SC e 100% SC os microorganismos irão roubar este nutriente da planta para decompor o substrato.

O K é um macronutriente em teor contido nas plantas, sendo o segundo nutriente mais consumido como fertilizante pela agricultura (Raij 1991). É um nutriente de grande importância para as plantas por agir como agente osmótico nas células vegetais, ativador de mais de quarenta enzimas e como contra-íons de cargas negativas. A nutrição de K promove benefícios como aumento no crescimento das raízes, aumento da resistência a seca e as baixas temperaturas, resistência a pragas (Meurer 2006). De acordo com Oliveira et al. (1995), o lodo de esgoto é pobre em K, e acarretou deficiência em algumas plantas de Sorgo granífero durante o experimento. No presente estudo, o acúmulo total superior deste nutriente foi proveniente do tratamento 75% LC + 25% SC. O tratamento 100% LC obteve resultado inferior aos demais tratamentos. Ocorreu também uma lixiviação de K, tendo em vista que no final do substrato todos os tratamentos apresentaram teores 0 de K (dados não

Thomaz Figueiredo Lobo; Fernando Carvalho Oliveira; Bruna Tavares Morgado;  
Marcos Vinicius Bohrer Monteiro Siqueira

apresentados). Cabe aqui sublinhar que não existem dados na literatura sobre os teores adequados de nutrientes para espécies nativas em geral.

O S é um elemento funcional de organismos vivos, auxiliam nas funções estruturais e reguladoras, participando de transporte de elétrons através de ferro-enxofre. As folhas são mais ativas do que a raiz em relação a absorção do enxofre, sendo transportados para áreas de síntese proteica (Taiz & Zeiger 2006). No experimento realizado por Veloso e Muraoka (1993) sobre sintomas de deficiência de macronutrientes em pimenta do reino, foi possível observar que na privação de enxofre as folhas da pimenta exibiram-se pequenas e com coloração verde claro. Na quaresmeira houve absorção deste nutriente, o resultado superior foi obtido pelo tratamento 75% LC + 25% SC. Ressaltamos novamente que pela carência de estudos e informações sobre nutrição em espécies nativas, buscamos informações de outros grupos que receberam tipos de tratamentos similares.

Os resultados aqui obtidos podem auxiliar na qualidade de mudas de quaresmeira produzidas em viveiro, visando maior capacidade de sobrevivência as condições do ambiente, conseqüentemente causando menor número de mortalidade no plantio.

## CONCLUSÃO

Para a quaresmeira a formulação de substratos de lodo de esgoto e substrato comercial proporciona melhores desenvolvimentos de crescimento em altura, diâmetro do coleto, produção de matéria seca da raiz, produção de matéria seca do caule e folha, produção de matéria seca total e nutrição. Os melhores tratamentos para a quaresmeira dos parâmetros avaliados foi 75% LC + 25% SC, 50% LC + 50% SC, 25% LC + 75% SC, portanto é possível afirmar que a combinação de dois substratos favorece o desenvolvimento da espécie.

## REFERÊNCIAS

Bettiol W, Camargo OA 2010. De resíduo a fertilizante: uma análise prospectiva do meio ambiente. In AR Coscione, TAR Nogueira, AMM Pires. *Uso agrícola de lodo de esgoto: avaliação após a resolução n° 375 do CONAMA4*. ed. Botucatu FEPAF, p 13-25.

Brasil 1988. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Vegetal. *Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes: métodos oficiais*. Ministério da Agricultura, Brasília, 104p.

Carrijo AO, Idal, MC, Reis NVB, Souza RB, Makishima N 2004. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. *Hort. bras.*, 22:05-09.

Colodro G, Espíndola CR, Cassiolato AMR, Alves MC 2007. Atividade microbiana em um Latossolo degradado tratado com lodo de esgoto. *Rev bras eng agríc amb*, 11(2):195-198.

Diferentes Misturas de Substratos com Lodo de Esgoto Compostado Enriquecido e Substrato Comercial em Quaresmeira

Thomaz Figueiredo Lobo; Fernando Carvalho Oliveira; Bruna Tavares Morgado;  
Marcos Vinicius Bohrer Monteiro Siqueira

- Cruz CAF, Paiva HN, Guerrero CRA 2006. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de Sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms Ducke). *Rev. Árvore*, 30:537-546.
- Cunha AO, Andrade LA, Bruno RLA, Silva JAL, Souza VC 2005. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa*. *Rev. Árvore*, 29:507-516.
- Delarmelina WM, Caldeira MVW, Faria JCT, Gonçalves EO 2013. Uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata*. *RBA*, 7:184-192.
- Delarmelina WM, Caldeira MVW, Faria JCT, Gonçalves EO, Rocha RLF 2014. Diferentes substratos para produção de mudas de *Sesbania virgata*. *Floresta Ambient.*, 2:224- 233.
- Fonseca ÉP, Valéri SV, Miglioranza É, Fonseca NAN, Couto L 2002. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. *Rev. Árvore*, 26:515-523.
- Lorenzi H 1998. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. *Plantarum*, 2:230.
- Martins SV 2014. *Recuperação de áreas degradadas: Ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração*. 3 ed. Aprenda Fácil, Viçosa.
- Martins SV, Almeida DP, Fernandes LV, Ribeiro TM 2008. Banco de sementes como indicador de restauração de uma área degradada por mineração de caulim em Brás Pires. *Rev. Árvore*, 32:1081-1088.
- Meurer EJ 2006. Potássio. In MS Fernandes (ed.), *Nutrição mineral de plantas*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, p. 281-298.
- Neves LG 2004. *Eficiência conservacionista de medidas biológicas em reabilitação de áreas degradadas no domínio ecológico da Mata Atlântica*. Seropédica, SP: p. 14.
- Oliveira FC, Marques MO, Bellingieri PA, Perecin D 1995. Lodo de esgoto como fonte de macronutriente para a cultura do Sorgo granífero. *Sci. Agric.*, 52:360-367.
- Raij BVan 1991. *Fertilidade do solo e adubação*. Potafos, Piracicaba, 343 pp.
- SAEG 1997. *Sistema para análises estatísticas*. Versão 7.0. Fundação Arthur Bernardes, Viçosa MG.
- Silva MR, Silva RBG 2011. *Análise das propriedades físicas de substrato*. Material didático. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônômicas Campus de Botucatu.
- Sturion JA, Antunes BMA 2000. Produção de mudas de espécies florestais. In APM Galvão. *Reflorestamento de propriedades rurais para fins de produtivos e ambientais*. Colombo, p. 125-150.
- Taiz L, Zeiger E 2006. *Fisiologia Vegetal*. Artmed, Porto Alegre, 722pp.
- Trazzi PA, Caldeira MVW, Reis EF, Silva AG 2014. Produção de mudas *Tectona grandis* em substratos formulados com biossólido. *Cerne*, 20(2):293–302.

Thomaz Figueiredo Lobo; Fernando Carvalho Oliveira; Bruna Tavares Morgado;  
Marcos Vinicius Bohrer Monteiro Siqueira

Veloso CAC, Muraoka T 1993. Diagnóstico de sintomas de deficiência de macronutrientes em pimenteira do reino. *Sci. Agric.*, 50:232-236.

Zaia JE, Takaki M 1998. Estudo da germinação de sementes de espécies arbóreas pioneiras: *Tibouchina pulchra* Cogn. e *Tibouchina granulosa* Cogn. (*Melastomataceae*). *Acta bot. bras.*, 12(3):221–229.

## Different Mixtures of Substrates with Composted Sewage Sludge Enriched and Commercial Substrate to Quaresmeira

### ABSTRACT

*Tibouchina granulosa* (Quaresmeira) is used in reforestation projects due to its rapid growth. To ensure best results, viable alternatives, such as the sewage sludge, have been searched, since it offers quality to the seedlings and also contributes to the environment for being a reused substance. We evaluate the effects of the substrate with sewage sludge. In the experimental design, 5 treatments were used with 4 repetitions. The irrigation was performed 3 times a day for a period of 2.5 minutes. The best treatments were: regarding the height, 75% LC + 25% SC, 50% LC + 50% SC and 25% LC + 75% SC; the stem diameter, 75% LC + 25% SC and 50% LC + 50% SC; and the nutritional assessment, 75% LC + 25% SC. To produce *T. granulosa* seedlings, it is recommended the use of a combination of sewage sludge and commercial substrate.

**Keywords:** Mineral Plant Nutrition; Reforestation; *Tibouchina granulosa*; Seedbed.

Submissão: 09/05/2017  
Aceite: 12/12/2017