



Aproveitamento de Resíduo Agroindustrial na Produção de Mudanças de Angico Vermelho

Thomaz Figueiredo Lobo ¹

Izabella Olher ²

Marcos Vinícius Bohrer Monteiro Siqueira ³

Fernando Carvalho Oliveira ⁴

RESUMO

O crescimento urbano desordenado tem causado inúmeros problemas ao ambiente em função da produção de resíduos em larga escala. A problemática dos efluentes das cidades faz com que seja necessário o gerenciamento destes, sendo um dos principais desafios à destinação final. Estes resíduos podem ser utilizados na produção de substratos em viveiros de mudas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o lodo de esgoto compostado (LEC) e substrato comercial (SC), através de diferentes misturas, na produção de mudas de angico vermelho. Foram constituídos 5 tratamentos (T), sendo T1 (100% LEC); T2 (75% LEC e 25% SC); T3 (50% LEC e 50% SC); T4 (25% LEC e 75% SC) e T5 (100% SC). Os parâmetros biométricos analisados foram: altura, diâmetro de colo, massa seca total, Índice de Qualidade de Dickson e teores finais de nutrientes contidos no substrato. T3 apresentou os melhores valores em grande parte dos parâmetros avaliados. Estes resultados apresentam uma alternativa promissora do uso do LEC na composição de substratos para a produção de mudas de espécies florestais.

Palavras-chave: Lodo de esgoto compostado, Mudanças nativas, Nutrição mineral de plantas, *Parapiptadenia pterosperma*.

¹ Doutorado em Agricultura pela Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP. Docente na Universidade do Sagrado Coração. <https://orcid.org/0000-0001-8070-7003>. thomazfigueiredolobo@gmail.com

² Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade do Sagrado Coração, SP, Brasil. Auxiliar em Controle de Qualidade. <https://orcid.org/0000-0003-4531-345X>. izaolher@yahoo.com.br

³ Doutorado em Ciências pela Universidade de São Paulo, ESALQ. Docente na Universidade do Sagrado Coração. <https://orcid.org/0000-0002-6541-0903>. mvbsiqueira@gmail.com

⁴ Doutorado em Agronomia pela Universidade de São Paulo. Sócio Fundador da Empresa Biossolo - Agricultura e Ambiente Ltda. <https://orcid.org/0000-0002-2616-1844>. fernando@biossolo.com.br

Thomaz Figueiredo Lobo, Izabella Olher, Marcos Vinícius Bohrer Monteiro Siqueira, Fernando Carvalho Oliveira

P*arapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan conhecida como angico vermelho, pertence a família leguminosae – Mimosoideae. Apresenta crescimento rápido, podendo atingir alturas de 12 a 20 m. A madeira é indicada para a construção civil, fonte de energia, entre outros. As flores são apícolas e a árvore é ornamental, indicada para a arborização paisagística (Backes & Irgang 2009). Apresenta expressiva regeneração natural, ocorrendo indiferentemente em solos secos ou emidos. É tolerante a solos rasos, compactados, mal drenados e até encharcados, de textura média a argilosa (Carvalho 2003). Sua característica de rápido crescimento a torna interessante para ser aproveitada em reflorestamentos de áreas degradadas.

Para produção de mudas em viveiros é necessário que o substrato apresente boa qualidade, tanto física como quimicamente. Segundo Menezes Junior et al. (2000), o tipo de substrato e o tamanho do recipiente são itens de grande importância no desenvolvimento do sistema radicular e na nutrição mineral das plantas. Durante a produção de mudas, o substrato é um dos componentes que mais interferem na germinação e no crescimento. Na escolha de um substrato, devem-se observar principalmente suas características físicas e químicas, além dos aspectos econômicos bem como sua disponibilidade (Fonseca 2001). Vários são os materiais que podem ser usados na composição do substrato para a produção de mudas de espécies florestais. O lodo de esgoto compostado (LEC), nas suas múltiplas aplicações, nomeadamente na produção de substratos, tem sido amplamente utilizado e testado em inúmeras espécies florestais (Garcia et al. 2009; Scheer et al. 2010; Santana et al. 2019; Morgado et al. 2020).

Mudas de qualidade são fundamentais para a implantação de cultivos comerciais, recuperação de áreas degradadas ou recomposição de florestas, por isso, é necessário o aperfeiçoamento de técnicas de produção (Trazzi et al. 2012a; Trazzi et al. 2012b). Colodro et al. (2007) mostraram que o LEC promove aumento do carbono na biomassa microbiana, e do carbono do CO₂, os quais constituem indicadores de qualidade adequados ao monitoramento da recuperação do solo. Apesar de haver variações quanto ao percentual de LEC a ser aplicado em espécies nativas, Rieling et al. (2014) identificaram que os melhores resultados de crescimento de *Schinus terebinthifolius* e *Parapiptadenia rigida*, espécies nativas da Floresta Estacional Semidecidual, foram obtidos pelo substrato que utilizou 50% de LEC e 50% de terra.

No processo de produção de mudas de espécies florestais, o uso do LEC tem sido uma alternativa viável como fonte de matéria orgânica e de nutrientes, demonstrando resultados satisfatórios quando combinados com componentes orgânicos na formulação de substrato (Delarmina et al. 2013).

Thomaz Figueiredo Lobo, Izabella Olher, Marcos Vinícius Bohrer Monteiro Siqueira, Fernando Carvalho Oliveira

O lodo de esgoto, originário das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), é um resíduo rico em matérias orgânicas e nutrientes. Frequentemente, seu descarte é realizado por meio de combustão ou deposição em aterros sanitários, cuja prática pode causar impactos ambientais, não sendo eficiente para minimizar os processos de degradação ou poluição ambiental (Mesquita et al. 2017). Uma alternativa para a destinação final deste resíduo seria na produção florestal, onde ocorre a reintrodução no ciclo dos nutrientes, conferindo a esse resíduo um destino mais correto (Santos et al. 2013). Faria et al. (2013) concluíram que o LEC apresenta todos os nutrientes essenciais para planta, porém, por apresentar baixa concentração de K, este deve ser suplementado devido à alta demanda deste nutriente para as culturas.

O trabalho teve como objetivo analisar a resposta do angico vermelho ao LEC e substrato comercial (SC), utilizando-se de parâmetros biométricos, nutricionais, qualidade de mudas, produção de matéria seca e teores finais de nutrientes.

MATERIAL E MÉTODOS

LOCAL DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado na Fazenda Vista Alegre, Viveiro Matas Nativas, no município de Itatinga-SP. Itatinga está localizada a uma distância de 221 km da capital do Estado pela Rod. Pres. Castelo Branco (SP-280). A cidade se estende por 979,8 km², está a 841 metros de altitude, e tem como coordenadas a Latitude: 23° 6' 9" Sul e Longitude: 48° 36' 55" Oeste.

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto de cinco tratamentos (T) com quatro repetições e quatro blocos, totalizando 450 plantas, divididos da seguinte forma: T1 – 100% LEC, T2 – 75% LEC + 25% SC, T3 – 50% LEC + 50% SC, T4 – 25% LEC + 75% SC e T5 – 100% SC.

CARACTERÍSTICAS DOS SUBSTRATOS

O SC apresentou as seguintes características: umidade – 55%, densidade – 280 kg m⁻³, pH – 5,8+- 0,5 e condutividade elétrica – 1,0+- 0,3. O LEC gerado da compostagem de lodo de esgoto e

Thomaz Figueiredo Lobo, Izabella Olher, Marcos Vinícius Bohrer Monteiro Siqueira, Fernando Carvalho Oliveira

bagaco de cana apresentou as seguintes características: umidade – 40%, capacidade de retenção de água – 70% de umidade, densidade – 650 kg m⁻³, pH – 6,0 +- 0,5 e condutividade elétrica – 2,5+- 0,3.

CARACTERÍSTICA QUÍMICA DAS MISTURAS DE SUBSTRATO

As análises químicas do substrato foram realizadas no Laboratório de Fertilizantes e Corretivos do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu – SP. Foram determinados os seguintes parâmetros: N, P₂O₅, K₂O, Umidade, MO, C, Ca, Mg, S, Na, Cu, Fe, Mn, Zn, pH e Condutividade Elétrica (Lanarv 1988). As características químicas de macro e micronutrientes dos substratos utilizados estão apresentadas nas Tabelas 01 e 02, respectivamente.

Tabela 01. Características químicas dos substratos (macronutrientes).

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

LEC – Lodo de Esgoto Compostado, SC – Substrato Comercial

Tabela 02. Características químicas dos substratos (micronutrientes).

Tratamentos	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn
mg kg ⁻¹						
100% LEC	792	111	161	15,444	187	865
75% LEC + 25% SC	741	84	129	9,848	172	720
50% LEC + 50% SC	625	61	97	9,499	130	549
25% LEC + 75% SC	396	57	47	10,01	97	288
100% SC	307	45	12	5,104	80	35

LEC – Lodo de Esgoto 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 SUBSTRATOS

Thomaz Figueiredo Lobo, Izabella Olher, Marcos Vinícius Bohrer Monteiro Siqueira, Fernando Carvalho Oliveira

As características físicas das misturas de substratos estão apresentadas na Tabela 03. A determinação das propriedades físicas do substrato foi realizada seguindo a metodologia descrita por Silva & Silva (2011).

Tabela 03. Características físicas da mistura de substratos.

Tratamentos	Macroporosidade	Microporosidade	Porosidade total %	Retenção de água
100% LEC	12,73	60,15	72,85	60,15
75% LEC + 25% SC	15,1	54,7	69,79	54,7
50% LEC + 50% SC	11,38	57,91	69,29	57,91
25% LEC + 75% SC	21,79	52,81	74,6	52,81
100% SC	39,13	37,26	76,34	37,26

LEC – Lodo de Esgoto Compostado, SC – Substrato Comercial

MANEJOS NO VIVEIRO

O angico vermelho foi plantado a partir de sementes em uma canaleta de areia lavada. Quando as mudas atingiram aproximadamente 5 cm de altura elas foram repicadas em tubetes redondos de 50 cm³ com 4 estrias, onde já apresentava os substratos descritos no delineamento. Após a repicagem, o angico vermelho permaneceu por 99 dias na casa de vegetação, sendo irrigado 3 vezes ao dia, às 8, 12 e 15 h durante 2,5 min. Dos 99 aos 146 dias após a repicagem, as mudas ficaram em pleno sol. Não foi efetuado suplementação de adubação em nenhum dos tratamentos durante o ciclo da cultura.

PARÂMETROS AVALIADOS

Durante o desenvolvimento foi avaliado a altura das plantas nos seguintes dias após a repicagem: 1, 12, 26, 41, 55, 69, 84, 97 e 111. Foi realizada avaliação de diâmetro de colo e matéria seca de raiz, parte aérea e total 146 dias após a repicagem. Em função da altura de plantas, o diâmetro de colo, massa seca da parte aérea, massa seca da parte radicular foi calculado o Índice Qualidade de Dickson (IQD), sendo uma forma que possibilita verificar a qualidade da muda. Este método foi desenvolvido por Hunt (1990) e citado por Fonseca (2002). O IQD é um índice ponderado das características morfológicas das mudas e quanto maior o seu valor, melhor será o padrão de qualidade das mudas (Gomes & Paiva 2004).

As avaliações de altura e diâmetro de colo foram realizadas com uma trena e um paquímetro, respectivamente. As raízes foram lavadas e pesadas, e para avaliação de massa seca da parte aérea e do sistema radicular foram coletadas 10 plantas por parcelas.

Thomaz Figueiredo Lobo, Izabella Olher, Marcos Vinícius Bohrer Monteiro Siqueira, Fernando Carvalho Oliveira

Para a determinação dos teores nutricionais foram separados a parte aérea (caule e folha) das raízes. Estas amostras 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 (Malavolta et al. 1997). Tendo a produção de matéria seca tanto da parte aérea como das raízes e os seus teores de cada nutriente estes valores foram multiplicados e corrigidos as unidades, com isto obteve-se a quantidade de nutrientes que apresenta em cada parcela.

Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias realizada pelo teste de Tukey com 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

DESENVOLVIMENTO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MUDA

Aos 111 dias após a repicagem não houve diferença na altura das plantas entre os tratamentos. Ros et al. (2015) obtiveram resultados superior em altura e diâmetro de colo com mudas de *Eucalyptus Durni* e *Cordia trichotoma* utilizando substrato com LEC e SC. O único parâmetro de qualidade de muda que apresentou diferença entre os tratamentos foi a produção de matéria seca das raízes, onde o tratamento 50% LEC + 50% SC e 100% SC obteve uma maior produção de matéria seca de raízes que o tratamento 100% LEC (Tabela 4). Caldeira et al. (2012) concluíram que o uso de LEC como componente de substrato influenciou nas características morfológicas das mudas de *Timbó* (*Ateleia glazioviana*), tais como altura, diâmetro de colo e massa seca da parte aérea.

Tabela 04. Qualidade de mudas de angico vermelho aos 146 dias após a repicagem.

Tratamentos	A cm	DC	MSR mm	MSCF g em 10 plantas	MST	IQD
100% LEC	16,25	1,87	2,91 b	3,47	6,38	0,06
75% LEC + 25% SC	17,05	1,70	3,97 ab	3,26	7,23	0,07
50% LEC + 50% SC	17,14	1,71	5,43 a	3,23	8,66	0,08
25% LEC + 75% SC	17,09	1,75	4,88 ab	3,46	8,34	0,08
100% SC	18,25	1,73	6,20 a	3,13	9,33	0,07
F	0,34	0,62	5,27	0,1	1,46	1,1
Média	17,16	1,75	4,68	3,31	7,99	0,07
CV	14,30	10,06	23,86	29,38	24,4	22,57

LEC – Lodo de Esgoto Compostado, SC – Substrato Comercial, A – Altura, DC - Diâmetro do colo, MSR – Matéria Seca da Raiz, MSCF – Matéria Seca do Caule e Folha, MST – Matéria Seca Total, IQD – Índice de Qualidade de Dickson.

NUTRIÇÃO DE PLANTAS

Thomaz Figueiredo Lobo, Izabella Olher, Marcos Vinícius Bohrer Monteiro Siqueira, Fernando Carvalho Oliveira

De acordo com Furtini Neto et al. (2005) a demanda por nutrientes varia entre espécies, estação climática e estado de crescimento, e é mais intensa na fase inicial de crescimento das plantas, já que na fase inicial possuem maior capacidade de absorção de nutrientes, característica intimamente relacionada com o potencial de crescimento ou taxa de síntese de biomassa. Portanto é necessário que haja disponibilidade para absorção de nutrientes em proporções adequadas via solução do solo ou como suplementação via foliar, pois cada nutriente tem uma função no metabolismo das plantas.

O único macronutriente que apresentou diferenças significativas em função dos diferentes tipos e misturas de substrato foi o P. No presente trabalho, o acúmulo de N, no angico vermelho, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Gonçalves et al. (2008) verificaram o efeito positivo da adubação nitrogenada sobre a característica diâmetro, cultivando a espécie angico vermelho. Marques et al. (2006), estudando diferentes fontes de N na produção de mudas de angico vermelho, verificaram que a dose de 180 mg.dm⁻³ foi a que proporcionou melhor desenvolvimento e crescimento para as características estudadas. Observou-se no presente trabalho que o tratamento 100% de SC obteve um maior acúmulo de P que o substrato com LEC e suas diferentes misturas (Tabela 05).

Tabela 05. Quantidade de macronutrientes em 10 plantas de angico vermelho em função dos diferentes substratos.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	g 10 plantas					
100% LEC	0,06	0,008 b	0,04	0,05	0,010	0,021
75% LEC + 25% SC	0,06	0,009 b	0,05	0,05	0,010	0,023
50% LEC + 50% SC	0,07	0,011 b	0,06	0,05	0,013	0,027
25% LEC + 75% SC	0,07	0,012 b	0,06	0,05	0,012	0,026
100% SC	0,07	0,017 a	0,07	0,05	0,014	0,027
F	0,27	8,92	1,68	0,20	1,04	1,58
Média	0,067	0,011	0,057	0,05	0,012	0,025
CV	26,11	19,98	26,23	27,69	27,04	19,89

LEC – Lodo de Esgoto Compostado, SC – Substrato Comercial

O tratamento 100% SC obteve um teor de P na raiz superior que os tratamentos 75% LEC + 25% SC e 50% LEC + 50% SC. O tratamento 100% SC acumulou mais P que os outros tratamentos, e o tratamento 100% SC apresentou maior quantidade de macroporos, melhorando sua absorção. Schumacher et al. (2004) verificaram que o melhor crescimento das mudas de angico vermelho (*Parapiptadenia rigida*) ocorreu com a dose de 450 mg kg⁻¹ de P. A exemplo, Ceconi et al. (2006) observaram que o melhor crescimento das mudas de açoita-cavalo (*Luebea divaricata*) ocorreu com a dose de 360 mg dm⁻³ de P. Outro efeito da aplicação de P com resposta positiva foram verificados por Nicoloso et al. (2001) e Missio et al. (2004) em mudas de grápia (*Apuleia leiocarpa*).

Thomaz Figueiredo Lobo, Izabella Olher, Marcos Vinícius Bohrer Monteiro Siqueira, Fernando Carvalho Oliveira

Estudos com K indicam que as espécies florestais nativas respondem de maneira distinta à fertilização com esse nutriente. Estudando o crescimento de 14 espécies nativas, Silva et al. (1997) observaram que sob condições de maior disponibilidade de K no solo, o bico-de-pato (*Machaerium nycitans*) não apresentou resposta em altura e diâmetro do caule, contrastando assim, com o fedegoso (*Senna macranthera*) e o angico vermelho, que mostraram uma redução nesses parâmetros, quando o K estava ausente na adubação.

Os dados de Novais et al. (1979) apresentaram ausência de resposta à aplicação de K em mudas de *Eucalyptus grandis*, ainda que o nível de K no solo estivesse em 4 mg dm⁻³ e também com os de Balieiro et al. (2001) em mudas de *Acacia holosericea* e *Acacia auriculiformis*, que verificaram ausência de efeitos sob aplicação de K com relação às características diâmetro do caule, altura e matéria seca da parte aérea. Rocha et al. (2013) obtiveram um maior acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S nas plantas de eucalipto com substrato a base LEC quando comparado com SC.

Dentre os micronutrientes os únicos que obtiveram diferença entre os tratamentos foi o Fe e o Zn. As plantas de angico que utilizaram o substrato (50% LEC + 50% SC) acumularam mais Fe em seus tecidos que as plantas que utilizaram em seus substratos 100% LEC, 100% SC e 25% LEC + 75% SC. As plantas que se usou 50% LEC + 50% SC acumularam mais Zn que as plantas que usaram 100% SC (Tabela 06).

Tabela 6. Quantidade de micronutrientes em 10 plantas de angico vermelho em função dos diferentes substratos.

Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn
			mg 10 plantas ⁻¹		
100% LEC	0,16	0,07	7,50 b	0,97	1,42 ab
75% LEC + 25% SC	0,16	0,08	11,85 ab	0,62	1,30 ab
50% LEC + 50% SC	0,21	0,11	15,95 a	1,24	1,66 a
25% LEC + 75% SC	0,20	0,07	8,67 b	0,77	1,09 ab
100% SC	0,23	0,06	8,21 b	1,34	0,33 b
F	1,48	2,71	4,92	3,00	4,00
Média	0,19	0,08	10,44	0,99	1,16
CV	26,93	29,31	30,27	35,61	43,67

LEC – Lodo de Esgoto Compostado, SC – Substrato Comercial

Lobo et al. (2018) verificaram que para a quaresmeira as misturadas de 25, 50, 75% de LEC no SC obtiveram maiores produções de matéria seca e acumularam mais nutrientes que a utilização de LEC e SC puro. Com isto pode se observar que cada espécie nativa terá um comportamento bem diferente com a utilização do LEC.

TEORES FINAIS DE MACRONUTRIENTES NO SUBSTRATO

Os tratamentos 100% LEC e 75% LEC + 25% SC obtiveram um teor mais elevado de N no final do substrato que os tratamentos 25% LEC + 75% SC e 100% SC (Tabela 07). Os substratos dos tratamentos 100% LEC, 75% LEC + 25% SC e 50% LEC + 50% SC apresentaram uma relação C/N favorável para a mineralização de N, ou seja abaixo de 20/1. O substrato do tratamento 25% LEC + 75% SC obteve um equilíbrio entre a mineralização do N e imobilização entre 20 a 30. O substrato 100% SC foi favorável à imobilização do N os microrganismos para decompor o material irão necessitar do N para decompor o substrato, podendo causar certa deficiência de N temporária, a relação C/N está acima de 30.

Tabela 07. Teor final de macronutrientes no substrato após a retirada do angico vermelho.

Tratamentos	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	C	C/N	pH
	g kg ⁻¹								
100% LEC	1,36 a	1,60 a	0	0,74	0,0 b	0,37 a	24,69 b	18,5 b	5,35 a
75% LEC + 25% SC	1,35 a	1,36 a	0	0,74	0,0 b	0,49 a	23,31 b	17,25 b	5,57 a
50% LEC + 50% SC	1,20 ab	1,34 a	0	0,76	0,0 b	0,32 ab	22,29 b	18,75 b	5,55 a
25% LEC + 75% SC	1,02 bc	1,40 a	0	0,79	0,12 b	0,12 bc	26,04 ab	26,75 b	5,37 a
100% SC	0,78 c	0,78 b	0	0,9	0,48 a	0,00 c	30,72 a	39,75 a	4,97 b
F	14,34	6,58	0	2,32	46,88	12,64	8,71	17,94	21,3
Média	1,14	1,3	0	0,79	0,12	0,26	25,41	24,2	5,36
CV	11,32	18,43	0	11,26	50,91	42,82	8,77	18,48	1,94

LEC – Lodo de Esgoto Compostado, SC – Substrato Comercial

Segundo Kiehl (1985) quando o adubo ou resíduo orgânico apresenta uma relação C/N superior a 30 predominará o efeito da imobilização de N, ou seja, os microrganismos para decompor o resíduo orgânico irá sequestrar o N para decompor. Com isto, a planta irá apresentar deficiência deste nutriente neste momento, e quando esta relação estiver menor que 20 predominará o efeito da mineralização deste nutriente, ou seja, irá ocorrer a liberação deste nutriente para a planta. Em vista deste conceito, pode ser verificado que os substratos que irão mineralizar o N seria até a mistura de 50% do SC e o substrato 100% SC ocorrerá a imobilização, ou seja, nas plantas que forem plantadas com o SC irá necessitar uma maior quantidade de N para a muda não ficar deficiente deste nutriente quando forem plantadas no campo.

Os substratos que obtiveram na sua mistura o LEC, apresentaram no final um maior teor de P₂O₅ que o substrato 100% SC. Houve um esgotamento total nos teores finais de K₂O em todos os tratamentos (Tabela 07). Os teores finais de Ca nos substratos não variaram entre os tratamentos. O substrato 100% SC obteve no final um teor de Mg superior que os demais tratamentos. Os tratamentos

Thomaz Figueiredo Lobo, Izabella Olher, Marcos Vinícius Bohrer Monteiro Siqueira, Fernando Carvalho Oliveira

que receberam em sua mistura uma quantidade maior que 50% LEC esgotou todo o Mg do substrato (Tabela 07).

Os tratamentos 100% LEC e 75% LEC + 25% SC obtiveram um maior teor de S no substrato final que o tratamento 25% LEC + 75% SC e 100% SC. O substrato 100% SC esgotou todo o S presente no substrato. O substrato 100% SC obteve um teor de C na sua composição superior que os tratamentos acima de 50% LEC + 50% SC. O substrato 100% SC apresentou um pH inferior que os demais tratamentos (Tabela 07).

TEORES FINAIS DE MICRONUTRIENTES NO SUBSTRATO

Os tratamentos 100% LEC e 75% LEC + 25% SC apresentaram um teor de Na no substrato final superior que o tratamento 100% SC. Os tratamentos acima de 50% LEC obtiveram um teor de B no final do substrato superior que o tratamento 100% SC (Tabela 08).

Tabela 08. Teor final de micronutrientes no substrato após a retirada do angico vermelho.

Tratamentos	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg kg ⁻¹					
100% LEC	210 a	131 a	205 a	23,025 ab	199 ab	1,236 a
75% LEC + 25% SC	220 a	128 a	192 a	26,412 a	237 a	1,173 a
50% LEC + 50% SC	150 ab	131 a	154 b	20,225 ab	223 ab	981 b
25% LEC + 75% SC	160 ab	123 ab	116 c	17,887 ab	195 ab	750 c
100% SC	120 b	114 b	40 d	16,875 b	189 b	127 d
F	6,26	6,19	80,41	3,48	3,78	121,93
Média	171,97	125,33	141,26	20,885	208,55	853
CV	19,55	4,45	10,49	19,98	10,19	9,51

LEC – Lodo de Esgoto Compostado, SC – Substrato Comercial

Os tratamentos 100% LEC e 75% LEC + 25% SC apresentaram um teor de Cu e Zn no final do substrato superior que os demais tratamentos. A medida que diminuiu a concentração de LEC no substrato foi decrescendo os teores de Cu e Zn no substrato final (Tabela 8). O tratamento 75% LEC + 25% SC obteve um maior teor de Fe e Mn que no tratamento 100% SC.

CONCLUSÃO

Para os parâmetros altura e diâmetro não houve diferenças entre os substratos e suas diferentes misturas. O SC acumulou mais P na planta que o substrato de LEC e das misturas de substratos. A mistura de 50% SC e LEC acumularam mais Fe na planta que as plantas que utilizaram

Thomaz Figueiredo Lobo, Izabella Olher, Marcos Vinícius Bohrer Monteiro Siqueira, Fernando Carvalho Oliveira

somente o SC e LEC. Esta mistura de 50% LEC e SC acumulou mais Zn do que a utilização de 100% SC.

Na qualidade de mudas não houve diferenças dos substratos e suas misturas. O substrato com 50% SC e 50% LEC obteve uma maior produção de matéria seca do sistema radicular do que os substratos puros de LEC e SC. Quanto maior a concentração de LEC no substrato foi obtido uma maior concentração de N, P, S, Na, B, Cu e Zn no próprio substrato final.

REFERÊNCIAS

- Baliero FC, Oliveira IG, Dias LE 2001. Formação de mudas de *Acacia holosericea* e *Acacia auriculiformis*: resposta a calagem, fósforo, potássio e enxofre. *Revista Árvore*, 25(2):183-191.
- Backes P, Irgang, B 2009. Árvores do sul: guia de identificação e interesse ecológico. Porto Alegre: Paisagem do Sul.
- Caldeira MVW, Delarmelina WM, Lübe SG, Gomes DR, Gonçalves EO, Alves AF 2012. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. *Floresta*, 42:77-84.
- Carvalho PER 2003. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, p.1039.
- Ceconi DE, Poletto I, Brun EJ, Lovato T 2006. Crescimento de mudas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart.) sob influência da adubação fosfatada. *Revista Cerne*, 12(3):292-299.
- Colodro G, Espíndola CR, Cassiolato AMR, Alves MC 2007. Atividade microbiana em um Latossolo degradado tratado com lodo de esgoto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 11 (2):195-198.
- Delarmelina WM, Caldeira MVW, Faria JCT, Gonçalves EO 2013. Uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania Virgata* (Lav.) Pers *Revista Agroambiente*, 7:184-192.
- Faria JCT, Caldeira MVW, Delarmelina WM, Lacerda LC, Gonçalves EO 2013. Substratos a base de lodo de esgoto na produção de mudas de Senna Alata. *Comunicata Scientiae*, 4: 342-351.
- Fonseca EP, Valéri SV, Miglioranza E, Fonseca NAN, Couto L 2002. Padrão de qualidade de mudas de *Trema microrhiza* (L.) Blume, produzida sob diferentes períodos de sombreamento. *Revista Árvore*, 26(4):515-523.
- Fonseca TG 2001. Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO₂ na água de irrigação. 2001. 72f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- Furtini Neto AE, Siqueira JO, Curi N, Moreira FMS 2005. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. In: Gonçalves JLM, Benedetti V. Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba, SP: IPEF.

Thomaz Figueiredo Lobo, Izabella Olher, Marcos Vinícius Bohrer Monteiro Siqueira, Fernando Carvalho Oliveira

Garcia GO, Gonçalves IZ, Madalão JC, Nazário AA, Reis EF 2009. Análise nutricional de mudas de eucalipto submetidas à aplicação de lodo de esgoto doméstico. *Engenharia Ambiental*, 6(3): 275-290.

Golçalves EO, Paiva HN, Neves JCL, Gomes JM 2008. Crescimento de mudas de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) sob diferentes doses de macronutrientes. *Revista Árvore*, 32(6):1029-1040.

Gomes JM, Paiva HN 2004. Viveiros florestais (propagação sexuada). Viçosa: Editora UFV, 116p. (Caderno didático, 72).

Hunt GA 1990. Effect of styroblock design and Cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: target seedling symposium, meeting of the western forest nursery associations, general technical report rm-200, Roseburg. Proceedings. Fort Collins: USDA Forest Service, p. 218.

Kiehl ES 1985. Fertilizantes orgânicos. São Paulo: Editora Agronomica Ceres, 491p.

Lanarv, Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes: métodos oficiais. Brasília: Ministério da Agricultura, 1988. 104p.

Lobo TF, Oliveira FC, Morgado BT, Siqueira MVBM 2018. Diferentes misturas de substratos com lodo de esgoto compostado enriquecido e substrato comercial em Quaresmeira. *Fronteiras Journal of social, technological and environmental science*. 7(1):326-340.

Malavolta E, Vitti GC, Oliveira SA 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. 2ª edição. Piracicaba – SP. Editora Potafos, 319p.

Marques VB, Paiva HN, Gomes JM, Neves JCL, Bernardino DCS 2006. Efeito de fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento inicial e qualidade de mudas de jacarandá-da-baía (*Dalbergia nigra* (Vell) Fr All ex Benth) *Revista Árvore*, 30(5): 725-735.

Matas Nativas, 2015 Restauração Ecológica Disponível em: <<http://matasnativasblogspotcombr/2015/04/nossa-historiahtml>> Acesso em: 11 dez 15

Menezes Junior FOG, Fernandes HS, Mauch CR, Silva JB 2000. Caracterização de diferentes substratos e seu desempenho na produção de mudas de alface em ambiente protegido *Horticultura Brasileira*, 18(3): 164-170.

Mesquita GRA, Randow JRV, Oliveira RL, Gonçalves MVVA 2017. Viabilidade do lodo de esgoto na agricultura *Persp. Online: exatas & eng.*, 17(7):80-87.

Missio EL, Nicoloso FT, Jucoski GO, Sartori L 2004. Exigências nutricionais da grápia ao fósforo e enxofre em Argissolo Vermelho distrófico arênico: efeito da adubação no crescimento *Ciencia Rural*, 34(4):1051-1057.

Morgado BT, Olher I, Rossi M, Timo T, Lobo T, Siqueira MVBM 2020. Growth of *Cecropia Hololeuca* in water blades and substrates formulated with sewage sludge. *Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 63:1-10.

Thomaz Figueiredo Lobo, Izabella Olher, Marcos Vinícius Bohrer Monteiro Siqueira, Fernando Carvalho Oliveira

Nicoloso FT, Fogaça MAF, Zancheti F, Fortunato RP, Missio EL 2001. Nutrição mineral de mudas de grápia (*Apuleia leiocarpa*) em Argissolo Vermelho Distrófico arênico Efeito da adubação NPK no crescimento *Ciência Rural*, 31 (6):1-8.

Novais RF, Gomes JM, Rocha D 1979. Calagem e adubação mineral na produção de mudas de eucalipto (*Eucalyptus grandis* W Hill ex Maiden) I Efeitos da calagem e dos nutrientes N, P e K *Revista Árvore*, 3(2): 121-134.

Raij B 1991. Fertilidade do solo e adubação Piracicaba: Agronômica Ceres, Potafos, 343 p.

Rieling RC, Zampar R, Navarrete LP, Silva JP 2014. Efeito residual do lodo de esgoto na produção de mudas de espécies nativas para reflorestamento 2014, SaBios: *Rev. Saúde e Biol*, 9(2): 31-39.

Rocha JHT, Backes C, Diogo FA, Pascotto CB, Boreli K 2013. Composto de lodo de esgoto como substrato para mudas de eucalipto. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 33 (73): 27-36.

Ros COD, Rex FE, Ribeiro IR, Kafer PS, Rodrigues AC, Silva RF, Somavilla L 2015. Uso de substrato compostado na produção de mudas de *Eucalyptus Dunni* e *Cordia Trichotoma*. *Floresta Ambiente*, 22(4):549-558.

Santana LO, Araújo F, Souza FLP, Leme MC, Timo T, Lobo TF, Siqueira MVBM 2019. Desenvolvimento de mudas de Dedaleiro (*Lafoesia Pacari A. St.-Hill*) mediante diferentes substratos e lâminas. *Revista do Instituto Florestal (Online)*, 31:147 - 156.

Santos FEV, Caldeira MVW, Kunz SH 2013. Qualidade de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth) Brenan produzidas em diferentes substratos com lodo de esgoto e casca de arroz. *Ecologia e Nutrição Vegetal*, 1(2): 55-62.

Silva IR, Furtini Neto AE, Curi N, Vale FR 1997. Crescimento inicial de quatorze espécies florestais nativas em resposta à adubação potássica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 32(2): 205-212.

Silva MR, Silva RBG 2011. Análise das propriedades físicas de substrato Material didático Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônomicas Campus de Botucatu.

Schumacher MV, Ceconi DE, Santana CA 2004. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de angico vermelho *Revista Árvore*, 28(1): 149-155.

Scheer MB, Carneiro C, Santos KG 2010. Substratos à base de lodo de esgoto compostado na produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth) Brenan *Scientia Forestalis*, 38(88): 637-644.

Trazzi PA, Caldeira MVW, Colombi R, Peroni L, Godinho TO 2012a. Estercos de origem animal em substratos para a produção de mudas florestais: atributos físicos e químicos *Scientia Forestalis*, 40(96): 455-462.

Trazzi PA, Caldeira MVW, Colombi R, Gonçalves EO 2012b. Qualidade de mudas de *Murraya paniculata* produzidas em diferentes substratos *Floresta*, 42(3): 621-630.

Use of Agroindustrial Residue in The Production of Angico Vermelho Seedlings

ABSTRACT

Disorganized urban growth has caused numerous problems to the environment due to large scale waste production. The problem of the effluents of the cities indicate that the waste management is necessary, showing one of the main challenges to the final destination. These residues can be used in the production of substrates in nursery seedlings. The objective of this work was to evaluate the composted sewage sludge (LEC) and commercial substrate (SC), through different mixtures, in the production of angico vermelho seedlings. Five treatments (T) were constituted, T1 (100% LEC); T2 (75% LEC and 25% SC); T3 (50% LEC and 50% SC); T4 (25% LEC and 75% SC) and T5 (100% SC). The biometric parameters analyzed were height, neck diameter, total dry mass, Dickson Quality Index and final levels of nutrients contained in the substrate. T3 presented the best values in most of the evaluated parameters. These results present a promising alternative for the use of LEC in the composition of substrates for the seedlings forest species production.

Keywords: Composted sewage sludge, Native seedlings *Parapiptadenia pterosperma*, Plant nutrition.

Submissão: 01/11/2018

Accite: 09/09/2020