



Jardim Botânico
de Brasília

ISSN 1983-6996

Versão impressa

ISSN 2359-165X

Versão on line

 Reringeriana

CRESCIMENTO INICIAL DE AROEIRA DO SERTÃO (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Patrícia Camargos Kratka¹ & Carmen Regina Mendes de Araújo Correia²

RESUMO - Este trabalho buscou avaliar o crescimento de *Myracrodruon urundeuva* Allemão produzida em substratos preparados com lodo de esgoto, composto orgânico e esterco bovino. O trabalho foi conduzido em casa de vegetação por 120 dias no Centro de Referência em Conservação da Natureza e Recuperação de Áreas Degradadas (CRAD), Brasília-DF. Foram testados quatro tipos de adubos: (1) Osmocote®; (2) esterco bovino; (3) composto orgânico e (4) lodo de esgoto seco. As variáveis analisadas foram: Diâmetro do coleto (DC); Altura da muda (H); Número de folhas (NF); Matéria Fresca de Parte Aérea (MFPA); Matéria Seca de Parte Aérea (MSPA); Matéria Fresca de Raiz (MFR); Matéria Seca de Raiz (MSR); Índice de Qualidade de Dickson (IQD). As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados indicaram interação significativa entre os tratamentos. As maiores médias foram obtidas nos tratamentos com esterco bovino, seguidas do tratamento com composto orgânico.

Palavras-chave: biossólido, compostagem, mudas florestais.

ABSTRACT (Initial growth of aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) in different substrates) - This study aimed to evaluate the growth of *Myracrodruon urundeuva* Allemão produced on substrates prepared with sewage sludge, organic compost and cattle manure. The experiment was conducted under greenhouse conditions during 120 days in the Centro de Referência em Conservação da Natureza e Recuperação de Áreas Degradadas (CRAD), Brasília-DF. Four types of fertilizers were tested: (1) Osmocote®, (2) cattle manure, (3) organic compost and (4) dried sewage sludge. The variables analyzed were: Seedling diameter (DC); Seedling height (H), Number of leaves (NF); Fresh Matter of Air Part (MFPA); Dried Matter of Air Part (MSPA); Fresh Matter of Root (MFR), Dried Matter of Root (MSR); Dickson Quality Index (IQD). The averages were compared by Tukey test at 5 % probability. The results indicated a significant interaction between treatments. The highest averages were obtained from treatments with cattle manure, followed by treatment with organic compost.

Key words: biosolids, composting, forest seedlings.

8(1): 40-52. 2014

¹ Bióloga e Engenheira Florestal, Mestra em Ciências Florestais. Dissertação (mestrado), Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília. E-mail: pckratka@gmail.com.

² Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte. CEP: 70910-000 - Brasília, DF - Brasil. E-mail: regicarmen@gmail.com.

INTRODUÇÃO

Atualmente tem crescido a demanda por produtos e serviços voltados à recuperação de áreas degradadas e/ou perturbadas, em especial à produção de mudas de espécies florestais nativas. Esta demanda crescente leva à necessidade de se investir em pesquisas que aperfeiçoem a produção de mudas a baixo custo e com qualidade, que sejam capazes de atender aos objetivos dos plantios de recuperação de áreas degradadas. Neste contexto, verificam-se expressivos aumentos no crescimento e qualidade de mudas por meio da adubação orgânica, o que pode proporcionar um melhor desenvolvimento, influenciando positivamente a sobrevivência das mudas após o plantio (Melotto *et al.*, 2009).

Estudos que visam o uso de resíduos industriais ou urbanos para compor os substratos florestais vêm aumentando nos últimos anos. O uso dos resíduos, além de colaborar com a diminuição do problema ambiental, é uma alternativa viável economicamente e que possui garantia de fornecimento de matéria-prima em longo prazo e baixo custo (Martins *et al.*, 2011). A atividade florestal, por não envolver produção de alimentos para consumo humano, é considerada uma alternativa promissora para a utilização destes materiais, sem apresentar riscos à saúde.

A compostagem é um processo puramente microbiológico e natural de decomposição da matéria orgânica de origem animal ou vegetal (Correia, 2009). Para o produtor rural, a compostagem possui grande importância econômica, pois resíduos de sua

propriedade são reciclados, transformando-se em fertilizantes ou húmus, que podem ser utilizados na produção de mudas florestais. No entanto, alguns fatores devem ser observados para que o processo de compostagem seja satisfatório, como condições favoráveis de temperatura, umidade, aeração, pH, o tipo de compostos orgânicos existentes, a relação carbono e nitrogênio (C/N), a granulometria do material, as dimensões das leiras, entre outros (Oliveira *et al.*, 2008).

A aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) tem seu emprego muito difundido na construção rural por possuir madeira resistente (Caldeira *et al.*, 2008). No entanto, sua exploração comercial tem sido feita de forma predatória, o que a fez ser declarada espécie ameaçada de extinção pelo Ministério do Meio Ambiente, conforme Instrução Normativa MMA nº 6, de 23 de setembro de 2008 (Ministério do Meio Ambiente, 2008). Neste sentido, a aroeira do sertão tem sido estudada e recomendada para recuperação de ecossistemas degradados e/ou perturbados, considerando seu caráter de pioneirismo. Além do mais, é uma espécie altamente exigente do ponto de vista nutricional, necessitando de uma adubação com macro e micronutrientes na produção de mudas desta espécie (Mendonça *et al.*, 1999).

O objetivo deste trabalho foi comparar o crescimento inicial de plantas de *Myracrodruon urundeuva* Allemão, desenvolvidas em substratos preparados com diferentes proporções de lodo de esgoto, composto orgânico, esterco bovino e fertilizante químico com base em algumas características morfológicas, além de recomendar a dosagem adequada dos substratos analisados,

para o bom desenvolvimento de mudas desta espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação por 120 dias, entre novembro de 2012 e março de 2013, em área pertencente ao Centro de Referência em Conservação da Natureza e Recuperação de Áreas Degradadas – CRAD, localizada no Laboratório da Termobiologia da Universidade de Brasília, no Distrito Federal, localizada nas coordenadas 15°46'14,47"S e 47°52'05,51"O, a uma altitude de 1.045 m. O clima da região, segundo Köppen, é Aw (tropical chuvoso), com temperatura média anual entre 20 e 22°C e com precipitação anual média entre 800 e 2.000mm.

Quatro tipos de adubos foram testados: (1) dose de 8 g/dm³ de Osmocote® - fertilizante peletizado (N; P₂O₅; K₂O – 15-9-12) de liberação lenta (5-6 meses) - seguindo recomendação do fabricante para desenvolvimento de mudas nativas; (2) esterco bovino obtido em loja especializada ensacado em 50 kg já curtido; (3) composto orgânico preparado no viveiro do CRAD e (4) lodo de esgoto seco recolhido na ETE Melchior/CAESB, Samambaia, Distrito Federal.

A amostra de solo usada para compor o substrato foi retirada da camada subsuperficial (20 - 40cm) de um latossolo vermelho-amarelo sob cerrado sentido restrito, localizado na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília, Distrito Federal (15°57'16,0"S; 47°55'52,4"W). A amostra de solo foi

previamente peneirada e depois misturada à areia lavada na proporção de 3:1/2 em volume para todos os tratamentos. Todos os adubos, com exceção do Osmocote®, foram peneirados em malha de 4mm antes de serem misturados à porção de solo + areia lavada. A mistura foi feita manualmente com auxílio de enxadas sobre lona plástica de uso único para cada tratamento de adubo.

A composteira foi montada no CRAD em julho de 2012, conforme metodologia descrita por Correia & Morais (2006), contendo os seguintes materiais: esterco de ovelha, cama de bovino e equino, restos vegetais frescos da CEASA, poda de árvores e folhas de bambu triturados, além de resíduos de composteiras anteriores produzidos no CRAD e na Fazenda Água Limpa. As leiras foram reviradas no primeiro mês semanalmente e, na fase mesófila, quinzenalmente. De julho a setembro foi monitorada pela umidade e temperatura, sendo que o processo final de cura deu-se em novembro de 2012.

Os substratos continham três composições diferentes dos adubos orgânicos: (1) 25%; (2) 50%, e (3) 75%, com exceção da testemunha e do Osmocote®, totalizando onze tratamentos com dez repetições cada, assim distribuídos: T1: solo + areia (3:1/2); T2: solo + areia (3:1/2) + osmocote; T3-A: solo + areia (3:1/2) + 25% de esterco bovino; T3-B: solo + areia (3:1/2) + 50% de esterco bovino; T3-C: solo + areia (3:1/2) + 75% de esterco bovino; T4-A: solo + areia (3:1/2) + 25% de composto orgânico; T4-B: solo + areia (3:1/2) + 50% de composto orgânico; T4-C: solo + areia (3:1/2) + 75% de

composto orgânico; T5-A: solo + areia (3:1/2) + 25% de lodo de esgoto; T5-B: solo + areia (3:1/2) + 50% de lodo de esgoto; T5-C: solo + areia (3:1/2) + 75% de lodo de esgoto.

As variáveis analisadas foram: Diâmetro do coleto (DC); Altura da muda (H); Número de

folhas (NF); Matéria Fresca de Parte Aérea (MFPA); Matéria Seca de Parte Aérea (MSPA); Matéria Fresca de Raiz (MFR); Matéria Seca de Raiz (MSR); Índice de Qualidade de Dickson (IQD). As análises químicas dos componentes dos substratos testados estão na tabela 1.

Tabela 1. Análises químicas dos adubos e do solo (dezembro/2012).

Características	Esterco bovino		Composto Orgânico		Lodo de esgoto		Solo
	Base Seca	Base Úmida	Base Seca	Base Úmida	Base Seca	Base Úmida	Base Úmida
pH	6,3	6,3	6,9	6,9	6,3	6,3	5,66
Umidade (65° C) (%)	34,6	-	49,5	-	7,6	-	-
Matéria Orgânica (%)	70,8	46,3	27,4	17,9	54,4	35,6	1,30
Nitrogênio (N) (%)	3,06	2	1,09	0,71	3,91	2,56	0,03
Fósforo total (P) (%)	0,53	0,35	0,33	0,22	0,28	0,18	0,03
Potássio (K) (%)	0,61	0,4	0,56	0,37	0,56	0,37	0,28
Cálcio (Ca) (%)	1,57	1,03	1,76	1,16	1,47	0,96	10,00
Magnésio (Mg) (%)	0,39	0,25	0,51	0,33	0,52	0,34	Traços
Enxofre (S) (%)	0,32	0,21	0,28	0,18	0,35	0,23	
Carbono Orgânico (C) (%)	39,3	25,7	15,2	9,9	30,2	19,8	72,55
Boro (B) (ppm)	30,3	19,8	25	16,3	31,48	20,5	
Cobre (Cu) (ppm)	0,4	0,3	6,7	4,4	11,7	7,6	
Ferro (Fe) (ppm)	4.298	2.809	14.648	9.573	14.130	9.234	
Manganês (Mn) (ppm)	121	79	102	67	54	35	
Zinco (Zn) (ppm)	88	58	57,8	38	530	346	
Condutividade Elétrica (CE, dS/m)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,018
CTC (mE/100g)	67	43	65	42	63	41	
Relação C/N	12,9	8,4	14	9,1	7,7	5,1	
DQO (mg/g)	1.049	685	406	265	806	527	
Alumínio (Al)	N.A.		N.A.		N.A. N.A.		Traços
H ⁺ + Al ³⁺ (mmol _c /dm ³)	N.A.		N.A.				3,63
Arsênio (As) (mg/kg)	0,0005		0,0005		0,0005		
Cádmio (Cd) (mg/kg)	0,01		0,01		0,01		
Chumbo (Pb) (mg/kg)	0,1		0,01		0,01		
Cromo (Cr) (mg/kg)	0,1		0,01		0,01		
Níquel (Ni) (mg/kg)	0,01		0,01		0,01		
Mercúrio (Hg) (mg/kg)	0,030		0,030		0,030		
Selênio (Se) (mg/kg)	5,48		5,48		5,48		

As sacolas plásticas utilizadas tinham as dimensões de 18cm de altura e 8cm de diâmetro, contendo um volume total de substrato de 904,78mL. As sacolas foram preenchidas manualmente com os materiais misturados previamente nas devidas proporções, observando-se a compactação do material. Após o

preenchimento, e antes do transplante, todo o volume foi irrigado até total umidificação do substrato.

As sementes de *Myracrodruon urundeuva* Allemão foram coletadas em aproximadamente 20 indivíduos provenientes da região de Cavalcante-GO, em outubro de 2012, e

doadas ao CRAD. Estas foram semeadas manualmente, sem tratamento prévio, em bandejas de fitocela contendo vermiculita. Foram colocadas duas sementes a 0,5cm de profundidade em cada célula. Quando as plântulas apresentavam um par de folhas (ca. 15 dias), foram transplantadas para as sacolas plásticas contendo os substratos nos tratamentos citados. A irrigação foi realizada manualmente uma vez por dia, com água destilada na quantidade de 50mL por unidade experimental. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado em 10 repetições.

O rodízio das unidades experimentais foi realizado a cada 15 dias. Alternadamente ao rodízio, a cada 15 dias, tomaram-se as medidas de diâmetro do coleto e altura das plantas, assim como a contagem do número de folhas. O diâmetro do coleto foi tomado com auxílio de um paquímetro digital (0,01mm) e a altura foi medida com auxílio de uma régua graduada, desde o coleto até a inserção do primeiro par de folhas.

As unidades amostrais foram cortadas no coleto, separando-se parte aérea e raiz para obtenção dos dados de matéria seca e matéria fresca. Para a obtenção da matéria fresca, a parte aérea foi pesada e acondicionada em embalagens de papel, enquanto as raízes foram cuidadosamente separadas do substrato com auxílio de peneira e pinça, lavadas em água corrente. Ambos os materiais foram pesados em balança analítica (precisão 0,01) e submetidos à secagem em estufa a 70°C por 72 horas. Após este período, os materiais foram pesados novamente para obtenção da matéria seca.

Para avaliar a qualidade das plantas, foi

calculado o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), em função da altura da parte aérea (ALT), do diâmetro do coleto (DIAM), matéria seca da parte aérea (MSPA) e da matéria seca das raízes (MSR), matéria seca total (MST) por meio da fórmula:

$$IQD = \frac{MST(g)}{\frac{ALT(cm)}{DIAM(mm)} + \frac{MSPA(g)}{MSR(g)}}$$

Os dados foram submetidos à Análise de Variância e as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico R versão 3.0.

RESULTADOS

Das 110 amostras cultivadas, apenas 68 sobreviveram. Nos tratamentos com adubação química (T2) e com lodo de esgoto (T5A, T5B e T5C) as plantas morreram após 15 dias do transplantio, restando apenas as que foram transplantadas nos tratamentos sem adubação (T1), com esterco de gado (T3A, T3B, T3C) e com composto (T4A, T4B, T4C).

Os resultados da análise de variância indicam interação significativa entre os tratamentos (Tabela 2).

Observou-se que as plantas que apresentaram as maiores médias em diâmetro do coleto foram as cultivadas nos tratamentos com esterco bovino (Tabela 3), sendo que, as médias destes tratamentos não diferem estatisticamente do tratamento com composto a 25% (T4A). O tratamento sem adubação (T1) apresentou a menor média para DC com valor semelhante aos

obtidos nos tratamentos com composto a 50% e 75%.

Tabela 2. Resultados da Análise de Variância para as variáveis estudadas

	FV	GL	MQ	F	Valor-P
DC	Substrato	6	9,195	14,8	2,36e-10 **
	DC	61	0,621		
H	Substrato	6	22,157	35,665	5,52e-11 **
	H	61	0,621		
NF	Substrato	6	2,526	9,16	0,000332 **
	NF	61	0,2758		
MFPA	Substrato	6	33,38	10,23	8,19e-08 **
	MFPA	61	3,26		
MSPA	Substrato	6	2,7946	10,46	5,97e-08 **
	MSPA	61	0,2672		
MFR	Substrato	6	8,59	7,459	5,15e-06 **
	MFR	61	1,153		
MSR	Substrato	6	0,28423	7,183	8e-06 **
	MSR	61	0,03957		
IQD	Substrato	6	0,3383	6,841	1,39e-05 **
	IQD	61	0,0495		

** significativo a 5% DC: diâmetro do coleto (mm); H: altura (cm); NF: número de folhas; MFPA: matéria fresca de parte aérea (g); MSPA: matéria seca de parte aérea (g); MFR: matéria fresca de raiz (g); MSR: matéria seca de raiz (g); IQD: Índice de Qualidade de Dickson.

De maneira geral, os tratamentos com esterco de gado nas três proporções (T3A, T3B e T3C) apresentaram os melhores resultados para todas as variáveis analisadas. É interessante observar que para a variável altura (H), o resultado do Teste de Tukey não apontou diferença significativa entre os tratamentos, exceto para T1, que apresentou a menor média (Tabela 3).

Os resultados permitiram observar que das oito variáveis analisadas, cinco (DC, NF, MFPA, MSPA, IQD) apontam que os tratamentos com esterco de gado (T3A, T3B e T3C) são estatisticamente iguais ao tratamento com composto 25% (T4A) (Tabela 3).

Para todas as variáveis analisadas, o tratamento sem adubação foi o que apresentou os resultados mais baixos, sendo estes considerados estatisticamente iguais aos tratamentos com composto a 50% e 75% (T4B e T4C).

DISCUSSÃO

A escolha desta espécie se baseou no seu alto grau de exigência nutricional e no fato de ser uma espécie ameaçada de extinção. A morte de todas as plantas tratadas com adubo químico indica que a dosagem utilizada neste trabalho foi alta, mesmo sendo a indicada pelo fabricante para

produção de espécies nativas. Tal fato pode ter levado à fitotoxicidade, cujos sintomas mais evidentes são a clorose e a necrose foliar, sendo

esta última observada neste trabalho, para as mudas cultivadas com adubo químico.

Tabela 3. Médias das variáveis analisadas por tratamentos comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

	DC	H	NF	MFPA	MSPA	MFR	MSR	IQD
T1	1,44 b	2,32 b	7,78 c	0,60 b	0,13 b	0,40 b	0,06 b	0,05 b
T3A	3,80 a	3,27 a	15,40 a	4,86 a	1,37 a	2,51 a	0,46 a	0,52 a
T3B	3,73 a	3,22 a	16,80 a	4,95 a	1,35 a	2,17 a	0,37 a	0,40 a
T3C	3,24 a	3,03 a	15,20 a	3,67 a	1,04 a	1,61 a	0,27 a	0,28 a
T4A	3,02 a	3,07 a	14,33 a	3,49 a	0,95 a	1,00 b	0,16 b	0,17 a
T4B	2,10 b	3,15 a	10,50 b	1,72 b	0,41 b	0,39 b	0,07 b	0,06 b
T4C	1,67 b	2,86 a	9,50 b	0,68 b	0,15 b	0,17 b	0,02 b	0,02 b

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, estatisticamente, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. DC: diâmetro do coleto (mm); H: altura (cm); NF: número de folhas; MFPA: matéria fresca de parte aérea (g); MSPA: matéria seca de parte aérea (g); MFR: matéria fresca de raiz (g); MSR: matéria seca de raiz (g); IQD: Índice de Qualidade de Dickson. T1: tratamento sem adubação; T3A: tratamento com esterco a 25%; T3B: tratamento com esterco a 50%; T3C: tratamento com esterco a 75%; T4A: tratamento com composto a 25%; T4B: tratamento com composto a 50%; T4C: tratamento com composto a 75%.

Em experimento semelhante ao aqui apresentado Scheer e colaboradores (2012a e 2012b) analisaram o desenvolvimento de *Lafoensia pacari* A. St.-Hil. e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan em substrato composto por lodo de esgoto aeróbio compostado com podas de árvores trituradas, com diferentes níveis de fertilização, a saber: 1) testemunha - sem fertilizante; 2) dose padrão - 2,7 g de fertilizante granulado (N; P₂O₅; K₂O - 15-9-12) de liberação lenta (5-6 meses) por dm³; 3) dose alta - 4 g de fertilizante granulado (N; P₂O₅; K₂O - 15-9-12) de liberação lenta (5-6 meses) por dm³. A dose padrão de fertilizantes refere-se ao que é utilizado em viveiros da

SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná), enquanto a dose de 4g/dm³ foi escolhida para verificar se maiores níveis de fertilizante resultam em maior crescimento de mudas. Os autores concluíram que a dose menor de 2,7g/dm³ de fertilizante é capaz de promover um crescimento adequado às mudas, obtendo resultados bastante próximos à adubação com 4g/dm³ para a maioria das variáveis testadas no experimento - altura, diâmetro do coleto e massa seca da parte aérea (folhas e ramos) - representando economia de fertilizante.

Verificou-se que a dose de fertilizante químico utilizada no presente trabalho (8,0g/dm³)

foi o dobro da maior dosagem utilizada por Scheer e colaboradores (2012a e 2012b) e não foram encontrados na literatura, estudos que confirmem esta recomendação, apesar de constar na embalagem do fabricante. Desta forma, recomenda-se que novos experimentos sejam realizados a fim de testar diferentes dosagens de Osmocote® para produção de mudas de *M. urundeuva*.

Quanto às plantas mortas com tratamento de lodo de esgoto, observou-se que o lodo recolhido na CAESB não estava estabilizado. Sabe-se que o único tratamento que o lodo recebeu na ETE Melchior foi a secagem a pleno sol em pátio aberto, sendo que o material era revolvido a cada semana com ajuda de uma retroescavadeira. Quando da irrigação das plantas transplantadas para os tratamentos com este componente, a água reativou a ação dos microrganismos. Observou-se que os substratos se aqueceram, o volume aumentou até extravasar dos recipientes, além de desenvolverem mau cheiro. Estas características indicam atividade microbiana, o que pode ter ocasionado a morte das plantas (Saito, 2007).

Outra questão relevante é que a análise química do lodo de esgoto indicou baixa relação C/N (7,7), o que, por sua vez, também pode favorecer a atividade microbiana. Cerri e colaboradores (2008) consideram que os limites de 26/1 a 35/1 são os mais recomendados para uma rápida e eficiente compostagem. Segundo os autores, resíduos com relação C/N baixa, como o observado para o lodo (tabela 1), perdem nitrogênio na forma amoniacal durante o processo de compostagem, prejudicando a qualidade do

composto. Nesse caso, recomenda-se juntar restos vegetais celulósicos para elevá-la a um valor próximo do ideal.

Neste trabalho observou-se que o lodo de esgoto, da maneira como é tratado na CAESB (ETE Melchior), não é recomendado para a produção de mudas. Ademais, Scheer e colaboradores (2012a e 2012b) indicam o uso de lodo de esgoto associado a algum outro tipo de matéria orgânica, como poda de árvore triturada, na composição do substrato para produção florestal e, principalmente, utilizado após o processo de compostagem.

No trabalho desenvolvido por Scheer e colaboradores (2012a e 2012b) foi utilizado o lodo de esgoto compostado. Este material foi misturado em betoneiras com diferentes proporções de resíduos de podas de árvores triturados e dispostas em leiras estáticas aeradas de aproximadamente 1,1m de altura, 2,2m de base e 4m de comprimento, onde após quatro meses, já estavam prontos para a utilização. Desta forma, acredita-se que, no caso específico do lodo de esgoto da CAESB, o mesmo deveria primeiramente receber algum tratamento de estabilização que neutralizasse a ação dos microrganismos, para depois ser utilizado como fonte de macro e micronutrientes na produção de mudas florestais.

A análise química dos compostos orgânicos (tabela 1) permitiu observar que, dentre todos os materiais utilizados, o esterco de gado apresentou o maior teor de matéria orgânica (70,8g/dm³), enquanto o composto apresentou o menor (27,4g/dm³). No entanto, mesmo com baixo teor de matéria orgânica, o tratamento com

composto a 25% apresentou resultados estatisticamente iguais aos tratamentos com esterco de gado nas três proporções (tabela 3). Este fato pode ser explicado pelo fato de que os adubos orgânicos, além de fornecerem nutrientes às plantas, atuam como condicionadores que melhoram as características físicas do solo e, portanto, melhoram a absorção de nutrientes, levando ao bom desenvolvimento delas (Kämpf, 2005). Maria e colaboradores (2007) avaliaram a aplicação do lodo de esgoto como condicionador do solo, por meio de seu efeito sobre a agregação do solo agrícola, visando sua utilização na recuperação de áreas degradadas e concluíram que este adubo agiu como condicionador, melhorando a agregação do solo.

Os resultados deste trabalho permitiram indicar que a incorporação de matéria orgânica no substrato melhora significativamente o desenvolvimento da planta, uma vez que o tratamento sem adubação apresentou médias significativamente mais baixas em todas as variáveis analisadas (tabela 3). Segundo Caldeira e colaboradores (2008), a matéria orgânica é um dos componentes fundamentais dos substratos, pois possui a finalidade básica de aumentar a capacidade de retenção de água e nutrientes para as mudas, além de apresentar outras vantagens como: redução na densidade aparente e global e aumento da porosidade do meio, porém os mesmos autores, avaliando o desenvolvimento de mudas de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) utilizando composto orgânico no substrato, concluíram que mudas produzidas com altas proporções de composto orgânico (100%) no substrato tiveram um efeito

negativo, tanto no comprimento de raiz como na produção de biomassa seca de raiz, o que corrobora os resultados apresentados aqui.

O maior crescimento em diâmetro do coleto foi observado nos tratamentos com esterco bovino nas três proporções, obtendo-se 3,80 mm para a proporção de 25%; 3,73mm a 50% e 3,24mm a 75% (tabela 3). Resultados semelhantes foram apontados por Artur e colaboradores (2007). Os autores testaram quatro níveis de adubação (correspondentes a 0, 2, 4 e 6 partes que, em massa, equivalem a 0, 101, 175 e 229kg·m⁻³) com esterco bovino em mudas de guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess) e obtiveram valores médios de crescimento de diâmetro do coleto de 3,75 mm.

Cunha e colaboradores (2005), analisando o desenvolvimento de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl, observaram que as plantas cultivadas apenas com terra de subsolo apresentaram diâmetro do coleto inferior ao daquelas que receberam composto orgânico. No entanto, cabe ressaltar que neste trabalho, nos tratamentos com composto a 50% e 75%, o desenvolvimento de diâmetro de coleto foi baixo, sendo comparado estatisticamente ao tratamento sem adubação. Acredita-se que tal fato possa ser explicado pela porosidade do material que foi maior que o desejado. Porém, esta característica não foi avaliada neste trabalho.

É interessante que no trabalho de Daniel e colaboradores (1997), os autores apontam que o diâmetro do coleto da espécie *Acacia mangium* Willd. em torno de 2mm é considerado ideal para comercialização. No entanto, Gonçalves e colaboradores (2000) consideram que o diâmetro

do coleto adequado a mudas de espécies florestais de qualidade está entre 5 e 10mm. Neste trabalho, nenhuma das plantas apresentou valores superiores a 5mm. No entanto, com 120 dias as plantas cultivadas em esterco bovino (em todas as proporções) e em composto a 25% atingiram o padrão de comercialização apontado pelo primeiro autor. O intervalo de valores de diâmetro do coleto sugerido por Gonçalves e colaboradores (2000) parece não ser aplicável para *M. urundeuva* nas condições testadas neste trabalho.

As alturas médias das plantas foram iguais estatisticamente em todos os tratamentos, com exceção daquele sem adubação. Este resultado difere do encontrado por Caldeira e colaboradores (2008), no qual ficou evidente que a adição de esterco representou aumento no desenvolvimento em altura das plantas de *Schinus terebinthifolius*. Esses resultados assemelham-se aos encontrados por Carvalho Filho e colaboradores (2003), no qual os autores apontaram que plantas de *Hymenaea courbaril* L., produzidas em substrato de solo + areia + esterco na proporção de 1:2:1 apresentaram maiores médias de altura de planta do que as cultivadas em solo + areia na proporção 1:1. A média da altura das plantas foi a única variável neste trabalho que não apresentou diferença significativa entre os tratamentos com composto e com esterco.

Houve diferença significativa entre os tratamentos para a variável 'número de folhas'. Neste trabalho, os tratamentos com esterco bovino nas proporções 25, 50 e 75% obtiveram as maiores médias em número de folhas (15,4; 16,8

e 15,2 respectivamente), que são estatisticamente iguais ao tratamento com composto a 25% (14,33). Este resultado também foi encontrado por Carvalho Filho e colaboradores (2002), em que os melhores resultados para número de folhas de canafístula (*Cassia grandis* L.) foram encontrados nos substratos composto por solo + esterco (proporção 2:1) e solo + areia + esterco (proporção 1:2:1), com 12,4 e 12,0 folhas por planta, respectivamente. Caron e colaboradores (2007) também encontraram o número médio de 15,6 folhas por planta de *M. urundeuva*, cultivadas em substrato com 1/3 de matéria orgânica constituída de palha de café, em 112 dias de experimento. No entanto, Artur e colaboradores (2007) encontraram resultados divergentes para plantas de guanandi (*Calophyllum brasiliense*). Estes autores observaram que o maior valor estimado (12 folhas) foi obtido no tratamento que não recebeu esterco. Cabe ressaltar que estes autores apontam que os resultados encontrados para o guanandi contrariam as observações verificadas em outras espécies florestais.

As menores médias de matéria seca e fresca de raiz, que foram observadas nos tratamentos com composto a 50 e 75%, podem ser decorrentes da porosidade que este material apresenta naturalmente. Quando a sua proporção na mistura com o substrato é muito alta, o desenvolvimento das raízes pode ficar prejudicado devido ao aumento da aeração no substrato (Kämpf, 2005). Segundo a autora, a porosidade é responsável pelas trocas gasosas entre o substrato e a atmosfera, bem como determina os movimentos da água no vaso e a

drenagem. Se for excessiva, o processo de trocas gasosas será prejudicado.

A análise dos resultados da massa fresca e seca de parte aérea e de raiz indicaram resultados semelhantes aos observados por Artur e colaboradores (2007) em estudos com muda de guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess). Eles observaram que as médias dos parâmetros de crescimento diminuíram à medida que aumentaram a proporção de esterco bovino. Os pesos de massa fresca de parte aérea (MFPA), massa fresca de raiz (MFR), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) diminuíram com o aumento de esterco bovino e de composto (tabela 3). Caldeira e colaboradores (2008) avaliaram a influência do composto orgânico em *Schinus terebinthifolius* e concluíram que os resultados dos índices de qualidade de mudas produzidas com 100% de composto orgânico, no geral, apresentaram os menores índices.

Os resultados encontrados neste trabalho para o IQD apontam que as plantas cultivadas em esterco bovino, nas três proporções, apresentaram as maiores médias, o que permite classificá-las como as de melhor qualidade. Pode ser observado também que, tanto para os tratamentos com esterco quanto com composto, à medida que ocorreu o aumento na dosagem, o Índice decresceu, evidenciando que nem sempre o aumento nas doses de adubação melhora o crescimento das mudas.

De maneira geral, o tratamento com composto a 25% apresentou médias estatisticamente iguais aos tratamentos com esterco de gado nas três proporções (tabela 3),

assim sendo, o aumento da dosagem tanto de composto, quanto esterco, não significou aumento nos parâmetros de crescimento das plantas analisadas.

CONCLUSÃO

Neste trabalho, ficou evidenciado que o lodo de esgoto, da maneira como ele é ofertado pela CAESB, não pode ser utilizado na produção de mudas florestais. Mais pesquisas devem ser incentivadas, no intuito de avaliar se, após a compostagem do lodo, ou outro processo de inertização, este material pode tornar-lo viável para a produção de mudas florestais em viveiro.

A adubação química, na dosagem que foi utilizada, foi prejudicial ao desenvolvimento das plantas. Acredita-se que a dosagem utilizada foi alta, mesmo sendo a indicada pelo fabricante para produção de mudas nativas.

Pode-se afirmar que o substrato, sem nenhum tipo de adubação, não deve ser utilizado pelos viveiristas. Ficou evidente, que a incorporação de matéria orgânica ao substrato melhora consideravelmente o desenvolvimento das plantas. Mesmo a incorporação da menor dosagem de composto apresentou resposta semelhante à adubação por esterco bovino em todas as proporções.

As plantas de *M. urundeuva* apresentaram melhores índices de crescimento com o esterco bovino na dosagem recomendada de 25% do substrato utilizado, haja vista que os dados mostraram que o aumento na dosagem não implica no aumento dos parâmetros de crescimento analisados. Fica evidente, que qualquer formulação acima deste percentual seria

considerado desperdício.

Quanto ao composto, afirma-se que na proporção de 25%, este material apresentou os mesmos resultados que a adubação com esterco bovino em todas as proporções.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTUR, A.G.; CRUZ, M.C.P.; FERREIRA, M.E.; BARRETTO, V.C.M. & YAGI, R. 2007. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, 42(6):.843-850, jun.

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

CARON, B.O.; MEIRA, W.R.; SCHMIDT, D.; SANTOS FILHO, BG.; MEDEIROS, S.L.P.; MANFRON, P. & MÜLLER,L. 2007. Análise de crescimento de plantas de aroeira vermelha no município de Ji-Paraná, RO. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, 14(1): 1-13.

CORREIA, C.R.M. de A. Compostagem: Adubação Sustentável. In.: FELFILI, J.M.; SAMPAIO, J.C. & CORREIA, C.R.M.A. 2009. **Conservação da natureza e Recuperação de Áreas Degradadas na Bacia do São Francisco**. Universidade de Brasília. CRAD.

CARVALHO FILHO, J.L.S.; ARRIGONI-BLANK, M.F.; BLANK, A.F. & RANGEL,

M.S.A. 2003. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composição de substratos. **Revista Ceres**, 9(1): 109-118.

CERRI, C. E.P.; OLIVEIRA, E.C.A.; SARTORI, R.H. & GARCEZ, T. B. 2008. Compostagem 2008. **Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas**. ESALQ. Piracicaba.

CUNHA, A.; ANDRADE, L.A.; BRUNO, R.L.A.; SILVA, J.A.L.S. & SOUZA, V.C. 2005. Efeitos de Substratos e das Dimensões dos Recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, 29(4): 507-516.

DANIEL, O.; VITORINO, A.C.T.; ALOVISI, A.A.; MAZZOCHIN, L.; TOKURA, A.M.; PINHEIRO, E.R. & SOUZA, E.F. 1997. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium* Wild. **Revista Árvore**, Viçosa, 21(2): 163-168.

GONÇALVES, J.L.M.; SANTARELLI, E.G.; MORAES NETO, S.P. & MANARA, M.P. 2000. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J.L.M. & BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: Ipef. p.309-350.

KÄMPF, A.N. 2005. **Produção Comercial de Plantas Ornamentais**. 2 ed. Ed. Agro Livros.

- MARTINS, C.C.; MACHADO, C.G. & CALDAS, I.G.R.; VIEIRA, I.G. 2011. Vermiculita como substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão. **Ciência Florestal**, Santa Maria, 21(3): 421-427, jul.-set.
- MARTINS, S. V. 2009. **Recuperação de Áreas Degradadas**. Ed. Aprenda Fácil, Viçosa-MG.
- MELOTTO, A.; NICODEMO M.L.; BOCHESE. R.A.; LAURA, V.A.L.; NETO, M.M.G.; SCHLEDER, D.D.; POTT, A. & SILVA, V.P. 2009. Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies florestais nativas do Brasil central indicadas para sistemas silvipastoris. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, 33(3): 425-432.
- MENDONÇA, R.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA-JÚNIOR, M.C.; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T.S. & NOGUEIRA, P.E.N. 1999. Flora lenhosa do bioma Cerrado. Pp. 287-556. *In*: SANO, S.M. & Almeida, S.P. (orgs.). **Cerrado: ambiente e flora**. EMBRAPA-Cerrados, Planaltina.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2008. **Instrução Normativa nº. 006 de 23 de setembro de 2008**. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/MA_IN_N_6.pdf. Acesso em 20 abr.2013.
- OLIVEIRA, E.C.A.; SARTORI, R.H. & GARCEZ, T.B. 2008. **Compostagem**. Universidade de São Paulo/Esalq. Piracicaba.
- SAITO, M.L. 2007. **O uso do lodo de esgoto na agricultura: precauções com os contaminantes orgânicos. – Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente**. Embrapa Meio Ambiente. Documentos: 64, 35p.
- SCHEER M.B.; CARNEIRO C.; SANTOS K.G. & BRESSAN. O.A. 2012a. Crescimento e Nutrição de Mudanças de *Lafoensia pacari* com Lodo de Esgoto. **Revista Floresta e Ambiente** 19(1):55-65. Disponível em: <http://www.floram.org/files/v19n1/v19n1a7.pdf>. Acesso em 20 jan. 2013.
- SCHEER M.B.; CARNEIRO C. & SANTOS K.G. 2012b. Compostos de lodo de esgoto para a produção de mudas de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. **Cerne**, Lavras, 18(4), Dec.