

Efeito do composto de lixo urbano e calagem no crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) MorongEffect of urban waste compost and liming on initial growth of *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong seedlingsRafaela Simão Abrahão Nóbrega¹, Paulo Ademar Avelar Ferreira²,
José Geraldo Donizetti dos Santos³, Rogério Custódio Vilas Boas⁴,
Júlio César Azevedo Nóbrega⁵, Fátima Maria de Souza Moreira⁶

Resumo

A fertilização do substrato tem sido um dos principais desafios para a obtenção de mudas de boa qualidade e de baixo custo em viveiros. Com o objetivo de avaliar o efeito do composto de lixo urbano no crescimento inicial de mudas de orelha-de-macaco - *Enterolobium contortisiliquum*, cultivadas em tubetes, instalou-se um experimento em casa de vegetação, disposto em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5. Foram testados dois níveis de calagem no solo (sem calagem e com calagem) e cinco proporções de composto de lixo urbano (0, 10, 20, 40 e 80% v/v), sem adubação complementar, com cinco repetições. Um tratamento adicional comparativo foi constituído da adubação mineral usualmente recomendada para produção de mudas de espécies arbóreas. A altura da parte aérea (H), o diâmetro do colo (D) e a relação H/D das mudas foram avaliados aos 60 e 120 dias após a sementeira. No final do período de crescimento - 120 dias, as mudas foram coletadas para determinação dos parâmetros morfológicos, suas relações e índice de qualidade de Dickson (IQD). O composto de lixo melhorou a fertilidade dos substratos aumentando o pH, os teores de P, K, Ca, Mg, matéria orgânica e teores de micronutrientes, proporcionando aumento no diâmetro e na altura das plantas, na produção de matéria seca e no IQD das mudas. Estes efeitos variaram de acordo com as proporções de composto empregadas, sendo que a proporção de 80% de composto de lixo e 20% solo sem calagem mostrou-se a mais adequada para o preparo do substrato, visando à produção das mudas de *E. contortisiliquum*.

Palavras-chave: Adubação, Leguminosa, Qualidade de mudas, Substrato

Abstrat

Substrate fertilization has been one of the main challenges for the production of seedlings of good quality and low cost in nurseries. Aiming to assess the effects of solid urban waste and liming in the initial growth of *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong cultivated in tubes, a greenhouse experiment was installed. The tubes were displayed in a complete randomized factorial design of 2x5, being the factors samples of the soil classified as "Latosolo vermelho distroférico" (LV) without liming and with liming and five urban waste compost proportions(%): 0:100; 20:80; 40:60; 60:40 and 80:20, without complementary fertilization in five replications. An additional comparative treatment was composed of a mineral fertilizer recommended for production of woody species. Shoot height of the seedlings (H) and stem diameter (D) of the seedlings were evaluated 60 days after sowing and at the end of 120 days. The seedlings were then collected; a determination of the morphological parameters followed their relations, and Dickson Quality Indexes (IQD). The waste compost enhanced substrate fertility, increasing the pH, the amounts of P, K, Ca, Mg, organic matter and micronutrient contents. This fact allowed an increase of diameter and height of the plants,

¹Professora Adjunta da Universidade Federal do Piauí - Campus Professora Cinobelina Elvas - Caixa Postal 58 - Bom Jesus, PI - 64900-000 - E-mail: rafaela.nobrega@gmail.com

²Mestrando em Solos e Nutrição de Plantas do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras - Caixa Postal 3037 - Lavras, MG - 37200-000 - E-mail: avelarufila@gmail.com

³Doutor em Solos e Nutrição de Plantas pelo Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras - Caixa Postal 3037 - Lavras, MG - 37200-000 - E-mail: jgsanttos@yahoo.com.br

⁴Mestre em Microbiologia Agrícola do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras - Caixa Postal 3037 - Lavras, MG - 37200-000 - E-mail: avelarufila@gmail.com

⁵Professor Adjunto da Universidade Federal do Piauí - Campus Professora Cinobelina Elvas - Caixa Postal 58 - Bom Jesus, PI - 64900-000 - E-mail: jnobrega@ufpi.br

⁶Professora Adjunta do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras - Caixa Postal 3037 - Lavras, MG - 37200-000 - E-mail: fmoreira@ufla.br

shoot dry matter and seedlings IQD. Such effects varied according to the proportions of compost used. The proportion of 80% of waste compost and 20% soil without liming was the best substrate to enhance *E. contortisiliquum* seedlings growth.

Keywords: Fertilization, Leguminous species, Seedlings quality, Substrate

INTRODUÇÃO

A utilização de amostras sub-superficiais de solo para a produção de mudas de espécies florestais tem sido prática comum para suprir a fração inorgânica dos substratos. Contudo, correções de fertilidade devem ser adotadas para se obter bom crescimento das mudas, uma vez que esses materiais apresentam, na maioria das vezes, baixos teores de nutrientes, além das condições moderada a elevada de acidez (GOMES e SILVA, 2004).

Para compor a fração orgânica dos substratos, a matéria orgânica tem como finalidade básica aumentar a capacidade dos substratos em reter água e nutrientes para as mudas, reduzir a densidade e aumentar a porosidade do meio (CARNEIRO, 1995; ROSA JÚNIOR *et al.*, 1998; GUERRINI e TRIGUEIRO, 2004).

Dentre os materiais utilizados para suprir a fração orgânica dos substratos, o composto de lixo domiciliar urbano surge como uma alternativa, já que sua aplicação ao solo incrementa a fertilidade (OLIVEIRA *et al.*, 2002; MANTOVANI *et al.*, 2005). Com isso, a utilização de composto de lixo urbano tem sido indicada para estimular o crescimento de mudas de espécies arbóreas, pois tem contribuído para o aumento do acúmulo de nutrientes e vigor das mudas, possibilitando assim, melhor crescimento das mesmas após transplante. COUTINHO *et al.* (2005) ao avaliarem o crescimento de *Sesbania virgata* plantada em área degradada pela extração de argila, verificaram que a adição de composto de lixo nas covas de plantio estimulou a produção de raízes finas, em relação às mudas cultivadas com outros fertilizantes. ALVES e PASSONI (1997) recomendaram a utilização exclusiva de composto de lixo na composição de substratos para produção de mudas de oiti (*Licania tomentosa*), sem prejuízo no desenvolvimento das plantas. FACHINI *et al.* (2004) afirmaram que a mistura de 60% de casca de pinus e 40% de lixo orgânico mostrou-se bastante efetiva com relação ao fornecimento de nutrientes para mudas de citrus.

O composto de lixo pode ser utilizado para fins agrícolas e florestais desde que se considere a possível presença de contaminantes, tais como:

metais pesados, teores elevados de sais e outros produtos potencialmente tóxicos (SILVA *et al.*, 2003). Como sua constituição química pode apresentar variação de acordo com os hábitos sociais, tipo de processo utilizado na compostagem, coleta seletiva de lixo nos municípios, entre outros fatores (CRAVO *et al.* 1998), pesquisas são necessárias para avaliar a possibilidade de sua utilização para determinadas espécies vegetais, assim como para compor substratos de cultivo de mudas florestais.

A espécie *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae) é conhecida vulgarmente como timbaúva, orelha-de-macaco, tamboril, pau-de-sabão, entre outros nomes. Ocorre no Pará, Maranhão, Piauí até Mato Grosso do Sul e no Rio Grande do Sul (LORENZI, 2002), sendo recomendada, em algumas situações, para reflorestamentos e recuperação ambiental (CARVALHO, 2003). Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adição do composto de lixo urbano e da calagem no crescimento inicial de *E. contortisiliquum*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, durante 120 dias, entre setembro de 2005 e janeiro de 2006. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 5, com cinco repetições. Foram testados dois níveis de calagem (sem calagem e com calagem) e cinco proporções de composto de lixo urbano no substrato (0, 10, 20, 40 e 80% v/v). A calagem foi realizada para elevar a saturação por bases (V) a 60% com calcário dolomítico (PRNT 100%).

O composto de lixo urbano utilizado neste estudo foi proveniente da usina de reciclagem e compostagem de lixo urbano do município de Alterosa, MG (Tabela 1). Este foi misturado a amostras de Latossolo Vermelho distroférico de textura muito argilosa, que foi coletado na profundidade de 0,40 a 0,60 m, no município de Lavras, MG. Utilizou-se também um tratamento adicional, constituído de adubação mineral (CARVALHO *et al.*, 1978):

700 L de solo de sub-superfície, corrigido para elevar a saturação por bases a 60%; 300 L de esterco bovino curtido; 5 kg de superfosfato simples + 0,5 kg de KCl. Todos os substratos foram acondicionados em tubetes com capacidade para 288 cm³, os quais foram distribuídos em bandejas plásticas, suspensas a 1 m da superfície do solo.

A secagem do composto de lixo e do solo foi feita ao ar, espalhando-se os materiais sobre lona plástica. Posteriormente, ambos foram passados em peneira com malha de 4 mm. Após a preparação dos substratos, estes foram incubados por 15 dias em casa de vegetação, com irrigações diárias. Em seguida, amostras dos substratos com as proporções 0:100 e 80:20 (composto de lixo:solo) foram coletadas para análise química: pH em água, matéria orgânica (M.O), soma de bases (SB), fósforo disponível (P), enxofre (S), hidrogênio mais alumínio (H+Al), alumínio trocável (Al³⁺) e micronutrientes (Fe, Zn, Cu, B, Mn), utilizando os métodos compilados da Embrapa (1997). Os índices soma de bases (SB), saturação por Al (%) e saturação por bases (%) foram calculados de acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo

do Estado de Minas Gerais (CFSEMG, 1999). A fertilidade dos substratos foi analisada segundo os critérios de interpretação adotados pela mesma Comissão. Esse procedimento foi realizado somente nesses substratos, objetivando-se avaliar os teores mínimos e máximos atingidos para cada atributo químico avaliado.

Seguindo os procedimentos preconizados por Davide *et al.* (1995), posteriormente à quebra de dormência foram semeadas três sementes de orelha-de-macaco por tubete. Após 15 dias da semeadura, foi feito o raleio, deixando-se apenas a muda mais vigorosa e que ocupava a posição mais central do tubete. Aos 60 e 120 dias de cultivo avaliaram-se a altura (H), diâmetro do colo (D) e relação de altura da parte aérea com diâmetro do colo (H/D) das plantas. Aos 120 dias, as mudas foram coletadas, sendo determinadas as seguintes variáveis: matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca das raízes (MSR) e matéria seca total (MST), a relação entre altura com peso da matéria seca da parte aérea (H/MSPA), a relação entre o peso da matéria seca da parte aérea com peso da matéria seca da raiz (MSPA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON *et al.*, 1960).

Tabela 1. Caracterização química dos substratos compostos das proporções 0:100 e 80:20 de Latossolo Vermelho distroférrico (LV) sem calagem (Scal) e com calagem (Cal) e composto de lixo urbano.

Table 1. Chemical characterization of substrates in the proportions 0:100 and 80:20 of "Latossolo vermelho distroférrico" (LV) without liming (Scal) and with liming (Cal) and urban waste compost.

Atributo químico	LV Scal		LV Cal	
	0:100	80:20	0:100	80:20
pH (H ₂ O)	5,7	7,7	6,7	8,0
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,5	9,9	2,0	9,7
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,2	4,4	0,5	4,7
Soma de bases (cmol _c dm ⁻³)	0,7	15,6	2,5	15,6
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,2	0	0	0
H+Al (cmol _c dm ⁻³)	2,3	0,7	1,2	0,6
T (cmol _c dm ⁻³)	3,0	16,3	3,7	16,2
t (cmol _c dm ⁻³)	0,7	15,6	2,5	15,6
P (mg dm ⁻³)	0,6	523,3	0,4	538,2
P-rem (mg L ⁻¹)	6,3	25,2	5,6	26,3
K (mg dm ⁻³)	6,0	487,0	8,0	456,0
S (mg dm ⁻³)	30,1	171,9	23,4	163,0
Cu (mg dm ⁻³)	1,2	1,8	1,3	1,6
Mn (mg dm ⁻³)	4,9	65,8	7,3	67,7
Zn (mg dm ⁻³)	0,4	57,5	0,5	59,9
Fe (mg dm ⁻³)	31,6	94,3	35,3	74,5
B (mg dm ⁻³)	0,1	0,8	0,7	1,1
Pb (mg dm ⁻³)	nd ⁽¹⁾	nd	nd	nd
Ni (mg dm ⁻³)	nd	nd	nd	nd
Cr (mg dm ⁻³)	nd	nd	nd	nd
Cd (mg dm ⁻³)	nd	nd	nd	nd
Saturação por Al (%)	22	0	0	0
Saturação por bases (%)	23,8	95,7	67,7	96,3
Matéria orgânica (dag kg ⁻¹)	1,3	9,7	1,4	8,9

(1) nd: Não determinado.

O diâmetro de colo foi medido com paquímetro de precisão de 0,05 cm e a altura das plantas com régua, tomando-se como padrão a gema terminal (meristema apical). A matéria seca foi avaliada através da pesagem das partes vegetais, após a secagem em estufa a 70 °C, por um período de aproximadamente 72 h. O IQD foi calculado pela fórmula:

$$IQD = \frac{MST(g)}{[H(cm)/DC(mm) + MSR(g)/MSPA(g)]}$$

sendo H em cm e D em mm. Os resultados das variáveis avaliadas foram submetidos às análises de variância e regressão, empregando-se o programa estatístico SISVAR 4.2 (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adição do composto de lixo nos substratos constituídos de solo com e sem calagem promoveu acréscimos nos teores de macronutrientes (P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, S), soma de bases (SB), CTC potencial (T) e redução do Al trocável e da acidez potencial (H+Al), em relação aos substratos com as proporções 0:100 (composto de lixo:solo) (Tabela 1). As modificações desses atributos de fertilidade corroboram o observado por Mantovani *et al.* (2005) que ao avaliarem amostras de solo coletadas após o período de incubação em vasos, verificaram que o composto de lixo urbano propiciou aumentos lineares nos teores de P, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺, sendo constatados acréscimos de 81, 27, 178 e 100 %, respectivamente, quando se comparou o tratamento testemunha ao que recebeu a maior proporção do adubo orgânico.

Para os substratos contendo composto de lixo e solo sem calagem, o pH variou de 5,7 (acidez média) (0:100) a 7,7 (alcalinidade fraca) (80:20) e no solo com calagem foi de 6,7 (acidez fraca) na proporção de 0:100 a 8,0 (alcalinidade elevada) na proporção de 80:20 (Tabela 1) (CFSEMG, 1999). Esse aumento, provavelmente, foi ocasionado pelo consumo de íons H⁺ na reação

do solo com os radicais orgânicos presentes no composto de lixo (WONG *et al.*, 1998).

Com referência aos micronutrientes, observa-se que a adição do composto de lixo promoveu aumento nos teores de B, Zn, Mn, Fe e Cu, que alcançaram teores máximos classificados como altos na proporção 80:20 (composto de lixo:solo), com exceção do B, que no substrato constituído de solo sem calagem, foi classificado como bom, e Cu nos substratos com solo com e sem calagem, também foram classificados como bons (CFSEMG, 1999). A disponibilidade de metais como Zn, Cu, Cr, Cd, Pb e Mn no solo reduz com o aumento do pH, pela geração de cargas dependentes de pH. Esse decréscimo pode ser explicado, em parte, pela insolubilização através da formação de óxidos e hidróxidos e, talvez, pela co-precipitação com fosfato (MALAVOLTA, 1981).

Os níveis de matéria orgânica aumentaram com a adição do composto de lixo nos substratos com solo sem calagem e com calagem (Tabela 1). Nos substratos constituídos de solo sem calagem houve aumento de 1,3 (0:100) para 9,7 dag kg⁻¹ (80:20) e para os substratos constituídos solo com calagem de 1,4 dag kg⁻¹ (0:100) para 8,9 dag kg⁻¹ (80:20), sendo que nos substratos constituídos de solo com e sem calagem estes níveis foram classificados como muito bons (CFSEMG, 1999) na proporção (80:20) (composto de lixo:solo). Alves e Passoni (1997), ao aplicarem composto de resíduos urbanos sólidos a substratos para produção de mudas, também verificaram esse efeito. Tal acréscimo no nível de matéria orgânica é desejável devido ao efeito benéfico que proporciona no substrato de cultivo (CARNEIRO, 1995; ROSA JÚNIOR *et al.*, 1998).

Com relação às variáveis relacionadas ao crescimento inicial de orelha-de-macaco, houve efeito significativo dos substratos de cultivo (constituídos de solo com e sem calagem e das proporções de composto de lixo) para os parâmetros morfológicos H, D, MSR, MSPA, MST, MSPA/MSR e IQD (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo do quadro de análise de variância das médias dos parâmetros de avaliação da qualidade de mudas de *E. contortisiliquum* aos 120 dias.

Table 2. Summary of the variance analysis of the averages of the parameters of quality of *E. contortisiliquum* seedlings at age 120 days.

FV ⁽¹⁾	GL ⁽²⁾	Quadrado Médio						
		MSPA ⁽³⁾	MSR ⁽⁴⁾	MST ⁽⁵⁾	D ⁽⁶⁾	H ⁽⁷⁾	MSPA/MSR	IQD ⁽⁸⁾
Calagem	1	0,625*	0,189 ^{ns}	1,505*	0,0008 ^{ns}	9,464 ^{ns}	0,161*	0,084 ^{ns}
Proporção de composto	4	4,277*	14,311*	34,218*	7,585*	28,072*	0,037*	4,049*
Calagem x proporção de composto	4	0,094 ^{ns}	0,403 ^{ns}	0,727 ^{ns}	0,828 ^{ns}	10,403*	0,041*	0,129 ^{ns}
CV experimental (%)		22,71	22,58	20,0	18,61	15,81	22,36	38,81

(1) FV: fonte de variação, (2) GL: graus de liberdade, (3) MSPA: Matéria seca da parte aérea, (4) MSR: matéria seca da raiz, (5) MST: matéria seca total; (6) D: diâmetro de colo, (7) H: altura da parte aérea, (8) IQD: índice de qualidade de Dickson. (*significativo a 5% de probabilidade, ns: não significativo a 5 %)

A altura da parte aérea (H), avaliada aos 60 dias, não apresentou diferença ($p>0,05$) entre os tratamentos. Na segunda avaliação, aos 120 dias, houve interação entre os tratamentos níveis de calagem e proporções do composto de lixo, com efeito linear crescente para os substratos com solo e calagem e com solo sem calagem (Figura 1a). Já as mudas cultivadas somente com o substrato contendo a adubação padrão apresentaram 13,8 cm de H. Devido ao acréscimo de nutrientes promovido pela adição do composto de lixo ao substrato (Tabela 1), as mudas cultivadas com as diferentes proporções de composto de lixo: solo apresentaram maior altura que as cultivadas sem a adição do composto de lixo.

Resultado semelhante foi observado para o diâmetro de colo (D), avaliado aos 60 dias, que não apresentou diferença ($p>0,05$) entre os tratamentos. Aos 120 dias houve efeito individual para as proporções de composto de lixo urbano, sendo este linear e crescente ($p<0,05$) (Figura 1b). As mudas cultivadas com os substratos na proporção de 80:20 (composto de lixo: solo) tiveram a média máxima estimada de D (5,65 mm), valor situado dentro da faixa estabelecida por Gonçalves *et al.* (2000) que considera uma muda de boa qualidade com valor de D entre 5 a 10 mm.

As relações H/D avaliadas aos 60 e 120 dias não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Esta variável indica a qualidade da muda em qualquer fase do período de produção, devendo situar-se abaixo de 10,

segundo Birchler *et al.* (1998), pois uma baixa relação garante às mudas melhor resistência à dessecação pelo vento, maior sobrevivência e crescimento em solos mais secos. As médias apresentadas pelas mudas nos tratamentos com o substrato constituído de solo sem calagem e com calagem foram de 2,73 e 2,98 (aos 60 dias, respectivamente) e de 3,19 e 3,22 (aos 120 dias, respectivamente), portanto, inferiores ao limite de 10.

Verificou-se que a massa seca de raiz (MSR) apresentou efeito individual para as proporções de composto, sendo que a produção máxima ($4,43 \text{ g planta}^{-1}$) foi obtida na proporção 80:20 (composto de lixo:solo) (Figura 2a), que foi superior às cultivadas com substrato padrão ($1,99 \text{ g planta}^{-1}$). Este efeito pode ser atribuído à melhoria da fertilidade do substrato, que promoveu o fornecimento de nutrientes e matéria orgânica, estimulando o crescimento radicular das plantas. Considerando que mudas de uma mesma espécie com sistema radicular mais desenvolvido em determinada condição ambiental podem apresentar maior aclimatação do que aquelas com sistema radicular reduzido (CLAUSSEN, 1996), verifica-se que as produzidas com a proporção de 80:20 (composto de lixo:solo) podem ser potencialmente mais competitivas em condições de plantio no campo. Contudo, na avaliação da qualidade das mudas se recomenda a utilização de vários parâmetros, uma vez que isoladamente eles podem não avaliar adequadamente a qualidade delas (FONSECA *et al.*, 2002; CHAVES e PAIVA, 2004).

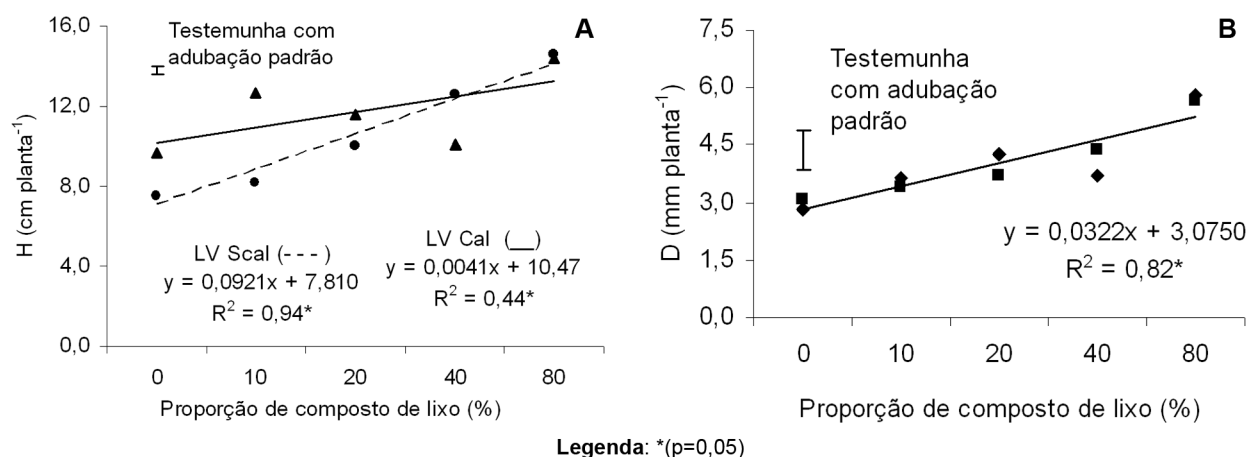
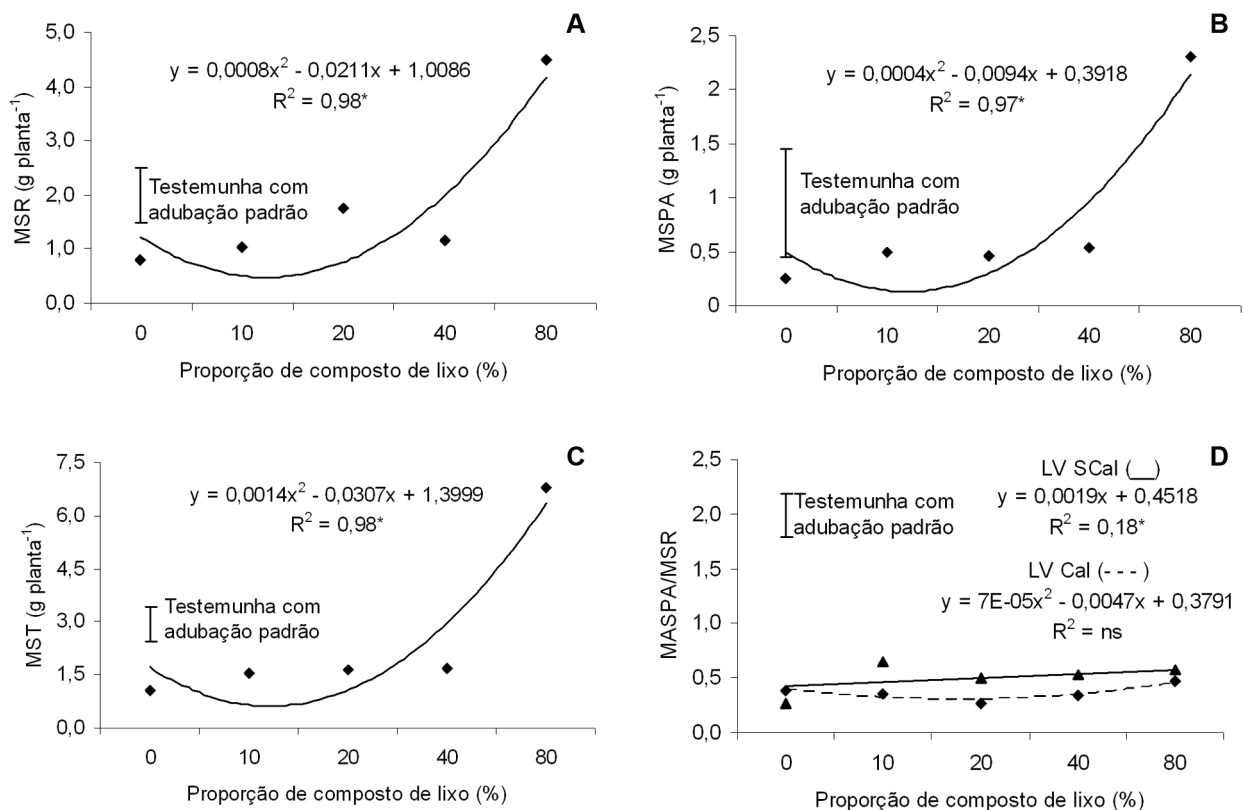


Figura 1. (a) Altura da parte aérea (H), (b) diâmetro de colo (D) de mudas de *E. contortisiliquum*, aos 120 dias, cultivadas com diferentes proporções de substrato constituído de Latossolo Vermelho distroférrico (LV) (sem calagem (Scal) e com calagem (Cal)) e composto de lixo urbano e testemunha com adubação padrão.

Figure 1. (a) Shoot height (H), (b) Stem diameter (D) of *E. contortisiliquum* seedlings, at 120 days, cultivated with different proportions of substrate composed of "Latossolo Vermelho distroférrico" soil (LV), without liming (Scal) and with liming (Cal) and urban waste compost and a control of usual seedling fertilization.



Legenda: ns:não significativo ($p < 0,05$); * ($p < 0,05$)

Figura 2. (a) Massa seca de raiz (MSR), (b) massa seca da parte aérea (MSPA), (c) total (MST) e (d) massa seca da parte aérea/massa seca de raiz (MSPA/MSR) de mudas de *E. contortisiliquum*, aos 120 dias, cultivadas com diferentes proporções de substrato constituído de Latossolo Vermelho distroférico (LV) sem calagem, Scal e com calagem, Cal e composto de lixo urbano e testemunha com adubação padrão.

Figure 2. (a) Root dry matter (MSR), (b) Shoot dry matter (MSPA), (c) Total (MST) and (d) shoot/ root dry matter (MSPA/MSR) of *E. contortisiliquum* seedlings at 120 days, cultivated with different proportions of substrate composed of "Latossolo Vermelho distroférico" (LV) soil, without liming (Scal) and with liming (Cal), and urban waste compost and a control of standard seedling fertilization.

Para a massa seca da parte aérea (MSPA) houve efeito individual dos níveis de calagem e das proporções de composto de lixo. Para as mudas cultivadas com os substratos com solo sem calagem a produção de MSPA foi de 0,97 g planta⁻¹ e para as cultivadas com solo e calagem de 0,67 g planta⁻¹. Para as proporções do composto, a produção máxima de 2,28 g planta⁻¹ foi obtida na proporção 80:20 (composto de lixo: solo) (Figura 2b). Maior produção de matéria seca para a parte aérea ocorre na maioria das plantas com suprimento adequado de nutrientes (SCHUMACHER *et al.*, 2004). Isto reflete na maior produção de MSPA no substrato com 80:20 (composto de lixo:solo), que inclusive foi bastante superior às das mudas com adubação padrão (0,95 g planta⁻¹).

O comportamento para a variável massa seca total (MST) foi o mesmo apresentado pela MSPA, ou seja, efeito individual para os substratos com solo (com e sem calagem) e para as proporções de composto de lixo ($p < 0,05$) (Figura 2c). Observou-se que as proporções do com-

posto de lixo aumentaram a MST das mudas de orelha-de-macaco, ($p < 0,05$), sendo a média de 6,79 g planta⁻¹ para as mudas cultivadas com a proporção de 80:20 (composto lixo:solo), enquanto as cultivadas com o substrato padrão foram de 1,99 g planta⁻¹. Resultado semelhante em mudas de mesma espécie, aos 140 dias de cultivo, foi encontrado por SCALON *et al.* (2006) ao avaliarem, entre outros fatores, o efeito de tratamentos químicos.

As produções de MSPA, MSR e MST são consideradas como bons parâmetros para a avaliação da qualidade de mudas (BERNARDINO *et al.*, 2005). Analisando essas três variáveis, verificou-se que a proporção de 80:20 (composto de lixo: solo) proporcionou as maiores médias, inclusive com valores superiores aos obtidos para as mudas cultivadas com substrato padrão. Apesar dos resultados do presente trabalho indicarem que o substrato produzido com a mistura de solo e composto de lixo é capaz de promover o crescimento inicial de mudas de orelha-de-macaco e que a calagem pode ser dispensada como com-

ponente destes substratos, os resultados aqui apresentados só são válidos para o composto de lixo urbano do município de Alterosa, MG.

Para a relação MSPA/MSR, houve interação entre os tratamentos níveis de calagem e proporções do composto de lixo, com efeito linear crescente para o substrato com solo e sem calagem ($p < 0,05$) e sem ajuste significativo para o substrato com solo e calagem (Figura 2d). Verificou-se também que a proporção de 80:20 (composto de lixo:solo) proporcionou as maiores médias, inclusive com valores superiores aos obtidos para mudas cultivadas com substrato padrão.

Houve efeito individual com ajuste quadrático crescente para o IQD, de acordo com as proporções de composto utilizadas. Na proporção de 80:20 (composto de lixo:solo), obteve-se a maior média (Figura 3), inclusive superior à das mudas cultivadas com o substrato padrão (0,85). As mudas com os maiores valores de IQD também apresentaram maiores valores de D, MSPA, MSR e MST. Como o IQD pondera os resultados de vários parâmetros importantes (FONSECA *et al.*, 2002) e quanto maior seu valor, melhor a qualidade de mudas (BERNARDINO *et al.*, 2005), a proporção de 80:20 (composto de lixo:solo) é a mais indicada para o crescimento inicial das mudas de orelha-de-macaco.

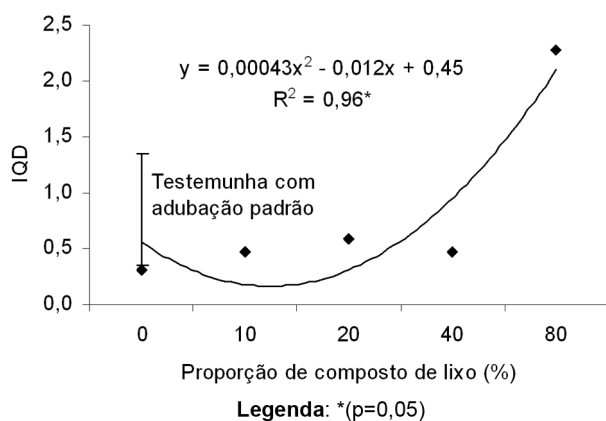


Figura 3. Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *E. contortisiliquum*, aos 120 dias, cultivadas com diferentes proporções de substrato constituído de Latossolo Vermelho distroférico (LV) (sem calagem (Scal) e com calagem (Cal)) e composto de lixo urbano e testemunha com adubação padrão.

Figure 3. Dickson Quality Index (IQD) of *E. contortisiliquum* seedlings, 120 days old, cultivated with different proportions of substrate composed of "Latossolo vermelho distroférico" (LV) soil, without liming (Scal) and with liming (Cal) and urban waste compost and a control of standard seedling fertilization.

As mudas que receberam o substrato contendo composto de lixo apresentaram melhor desenvolvimento vegetativo em relação às que

foram cultivadas sem a adição desse material, concordando com Alves e Passoni (1997). Para as variáveis MSR, MSPA, MST e IQD a proporção de 80:20 promoveu um aumento de, cerca de três vezes em relação à proporção de 40:60. Isto pode ser atribuído não só ao efeito químico relacionado à disponibilidade de nutrientes, como também ao físico que a adição de material orgânico proporciona no substrato, como menor densidade, maior porosidade total, aeração, retenção de água e matéria orgânica (GROLLI e KAMPE, 1994). Além disso, como verificado por Alves e Passoni (1997) para mudas de oiti, pôde-se observar que, mesmo nas proporções mais elevadas de composto de lixo, não ocorreram problemas no desenvolvimento das plantas. Tal fato, também ocorrido no presente estudo, pode ser atribuído à presença de ânions orgânicos solúveis em resíduos orgânicos, que, ao serem liberados, podem adsorver H^+ da solução do solo por meio de reação de troca, envolvendo íons como o Ca^{2+} e o K^+ (SILVA *et al.*, 2006) Quando oxidados, os compostos originados liberam CO_2 e H_2O , diminuindo, assim, a acidez do solo (WONG *et al.*, 1998) (Tabela 1). Assim, os teores de metais pesados, considerados altos, poderiam estar menos disponíveis para a absorção pelas mudas, podendo, possivelmente, não causar toxidez. Além disso, orelha-de-macaco possui boa adaptabilidade, elevada rusticidade, ressaltada pelo cultivo com poucos tratos culturais e apresenta certa tolerância a metais pesados, sendo promissor para pesquisas que objetivem a revegetação de solos com esses elementos em excesso (MOSTASSO, 1997; TRANNIN *et al.*, 2001; ANDRADE, 2005).

CONCLUSÕES

O composto de lixo urbano estudado foi capaz de fornecer nutrientes às mudas de orelha-de-macaco e estimular seu crescimento.

Dentre os tratamentos estudados, a proporção de 80% de composto de lixo e 20% de terra de subsolo de Latossolo Vermelho distroférico sem calagem foi a mais adequada para o preparo do substrato visando a produção de mudas de orelha-de-macaco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, W.L.; PASSONI, A.A. Composto e vermicomposto de lixo urbano na produção de mudas de oiti (*Licania tomentosa* (Benth)) para arborização. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.32, n.10, 1997.

- ANDRADE, J.C.M. **Fitotransporte de metais em espécies arbóreas e arbustivas em aterro de resíduos sólidos urbanos (Rio de Janeiro)**. 2005. 263p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro, 2005.
- BERNARDINO, D.C.S.; PAIVA, H.N.; NEVES, J.C.L.; GOMES, J.M.; MARQUES, V.B. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.863-870, 2005.
- BIRCHLER, T.; ROSE, R.W.; ROYO, A.; PARDOS, M. La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. **Investigación Agraria, Sistemas y Recursos Forestales**, Madrid, v.7, n.1/2, p.109-121, 1998.
- CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR / FUPEP, 1995. 451p.
- CARVALHO, M.M.; DUARTE, G.S.; RAMALHO, M.A.P. Efeito da composição do substrato, no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.): 1- esterco de curral. **Ciência e Prática**, Lavras, v.2, n.1, p.20-34, 1978.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v.1, 1039p.
- CFSEMG - COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5ª aproximação**. Viçosa, 1999. 359p.
- CHAVES, A.S.; PAIVA, H.N. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de fegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.65, p.22-29, 2004.
- CLAUSSEN, J.W. Acclimation abilities of three tropical rainforest seedlings to an increase in light intensity. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.80, n.1/3, p.245-255, 1996.
- COUTINHO, M.P.; CARNEIRO, J.G.A.; BARROSO, D.G.; RODRIGUES, L.A.; FIGUEIREDO, F.A.M.M.A.; MENDONÇA, A.V.R.; NOVAES, A.B. Crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. plantadas em uma área degradada por extração de argila. **Floresta**, Curitiba, v.35, n.2, p.231-239, 2005.
- CRAVO, M.S. Caracterização química de compostos de lixo de algumas usinas brasileiras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, n.3, p.547-553, 1998.
- DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R.; BOTELHO, S.A. **Propagação de espécies florestais**. Belo Horizonte: CEMIG / UFLA / FAEPE, 1995. 40p.
- DICKSON, A.; LEAF, A.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Quebec, v.36, p.10-13, 1960.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- FACHINI, E.; GALBIATTI, J.A.; PAVANI, L.C. Níveis de irrigação e de composto de lixo orgânico na formação de mudas cítricas em casa de vegetação. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.578-588, 2004.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows 4.0. In: REUNIÃO ANUAL BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., São Carlos, 2000. **Anais...** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2000. p.255-258.
- FONSECA, E.P.; VALERI, S.V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N.A.N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.4, p.515-523, 2002.
- GOMES, J.M.; SILVA, A.R. Os substratos e sua influência na qualidade de mudas. In: BARBOSA, J.G.; MARTINEZ, H.E.P.; PEDROSA, M.W.; SEDIYAMA, M.A. (Ed.). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, 2004. p.190-225.
- GONÇALVES, J.L.M.; SANTARELLI, E.G.; MORAES NETO, S.P.; MANARA, M.P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L.M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.309-350.
- GROLLI, P.R.; KAMPE, A.N. Crescimento inicial de *Grevillea robusta* A.Cunn. (Proteaceae) em substratos com composto de lixo domiciliar urbano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.5, p.757-762, 1994.

- GUERRINI, I.A.; TRIGUEIRO, R.M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólido e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.6, p.1069-1076, 2004.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 368p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 216p.
- MANTOVANI, J.R.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; BARBOSA, J.C. Alterações nos atributos de fertilidade em solo adubado com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, p.817-824, 2005.
- MOSTASSO, F.L. **Crescimento e nodulação de leguminosas em solo contaminado com metais pesados**. 1997. 50p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.
- OLIVEIRA, F.C.; MATTIAZZO, M.E.; MARCIANO, C.R.; ABREU JÚNIOR, C.H. Alterações em atributos químicos de um Latossolo pela aplicação de composto de lixo urbano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 529-538, 2002.
- ROSA JÚNIOR, E.J.; DANIEL, O.; VITORINO, A.C.T.; SANTOS FILHO, V.C. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill, em tubetes. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v.1, n.2, p.18-22, 1998.
- SCALON, S.P.Q.; MUSSURY, R.M.; GOMES, A.A.; SILVA, K.A.; WHATIER, E.; SCALO FILHO, H. Germinação e crescimento inicial da muda de orelha-de-macaco (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong): efeito de tratamentos químicos e luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.4, p.529-536, 2006.
- SCHUMACHER, M.V.; CECONI, D.E.; SANTANA, C.A. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de angico vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Bentham). Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.1, p.149-155, 2004.
- SILVA, F.C.; SILVA, C.A.; BERGAMASCO, A.F.; RAMALHO, A.L. Efeito do período de incubação e doses do composto de lixo urbano na disponibilidade de metais pesados em diferentes solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38. n.3, 403-412, 2003.
- SILVA, L.S.; CAMARGO, F.A.O.; CERETTA, C.A. Composição da fase sólida orgânica do solo. In: BISSANI, C.A.; CASTILHOS, D.D.; MEURER, E.J.; TEDESCO, M.J. (Ed.). **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre, 2006. 285p.
- TRANNIN, I.C.B.; MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. Crescimento e nodulação de *Acacia mangium*, *Enterolobium contortisiliquum* e *Sesbania virgata* em solo contaminado com metais pesados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n.3, p.743-753, 2001.
- WONG, M.T.F.; NORTCLIFFE, S.; SWIFT, R.S. Method for determining the acid meliorating capacity of plant residue compost, urban waste compost, farmyard manure, and peat applied to tropical soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.29, p.2927-2937, 1998.

Recebido em 13/09/2007

Aceito para publicação em 24/09/2008

