

Produção de mudas de *Acacia mangium* e *Mimosa artemisiana* utilizando resíduos urbanos como substratos, associados a fungos micorrízicos arbusculares



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agrobiologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 67

Produção de mudas de *Acacia mangium* e *Mimosa artemisiana* utilizando resíduos urbanos como substratos, associados a fungos micorrízicos arbusculares

Fábio de Alcântara Fonseca
Paulo Sérgio dos Santos Leles
Orivaldo José Saggin Junior
Eliane Maria Ribeiro da Silva
Sílvio Nolasco de Oliveira Neto

Embrapa Agrobiologia
Seropédica, RJ
2010

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agrobiologia

BR 465, km 7, CEP 23.851-970, Seropédica, RJ

Caixa Postal 74505

Fone: (21) 3441-1500

Fax: (21) 2682-1230

Home page: www.cnpab.embrapa.br

E-mail: sac@cnpab.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: Norma Gouvêa Rumjanek

Secretária-Executivo: Carmelita do Espírito Santo

Membros: Bruno José Alves, Ednaldo da Silva Araújo, Guilherme

Montandon Chaer, José Ivo Baldani, Luis Henrique de Barros Soares

Revisão de texto: Ednaldo da Silva Araújo, Gustavo Ribeiro

Xavier, Veronica Massena Reis

Normalização bibliográfica: Carmelita do Espírito Santo

Tratamento de ilustrações: Maria Christine Saraiva Barbosa

Editoração eletrônica: Marta Maria Gonçalves Bahia

Fotos da capa: Fábio de Alcantara Fonseca

1ª edição

1ª impressão (2010): 50 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Agrobiologia**

PRODUÇÃO de mudas de *Acacia mangium* e *Mimosa artemisiana* utilizando resíduos urbanos como substratos, associados a fungos micorrízicos arbusculares. / Fábio de Alcantara Fonseca et al. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2010. 24 p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 67).

ISSN 1676-6709

1. Lixo urbano. 2. Composto orgânico. I. Fonseca, Fábio de Alcantara. II. Leles, Paulo Sérgio dos Santos. III. Saggin Junior, Orivaldo José. IV. Silva, Eliane Maria Ribeiro da. V. Oliveira Neto, Sílvio Nolasco de. VI. Embrapa Agrobiologia. VII. Série.

663.72 CDD. 23. ed.

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	8
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	11
Conclusões	19
Referências Bibliográficas	21

Produção de mudas de *Acacia mangium* e *Mimosa artemisiana* utilizando resíduos urbanos como substratos, associados a fungos micorrízicos arbusculares

*Fábio de Alcântara Fonseca*¹

*Paulo Sérgio dos Santos Leles*²

*Orivaldo José Saggin Junior*³

*Eliane Maria Ribeiro da Silva*³

*Sílvio Nolasco de Oliveira Neto*⁴

Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento de mudas de *Acacia mangium* Wild. e *Mimosa artemisiana* Heringer e Paula em diferentes substratos formados a base de resíduos urbanos. Utilizaram-se como recipientes vasos de 980 mL. Os tratamentos utilizados foram substratos formados por composto de lixo urbano (CLU) + composto do resíduo de poda (CRP), nos seguintes percentuais, em volume: (90 + 0; 70 + 20; 45 + 45; 20 + 70; 0 + 90), juntamente com 5% de moinha de carvão e 5% de subsolo argiloso, em todos os tratamentos. A testemunha foi o substrato utilizado pela Embrapa Agrobiologia, constituído em volume, de 30% de composto orgânico de resíduos vegetais, 30% de areia, 30% de subsolo argiloso e 10% de fosfato de rocha (v/v). Os tratamentos foram testados na presença e na ausência de inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 6x2. Aos 120 dias após o transplante

¹ Mestre em Ciências Ambientais e Florestais do Instituto Estadual de Florestas. Rodovia Prefeito Américo Gianetti, s/n, Bairro Serra Verde, CEP 31630-900, Belo Horizonte, MG.

² Professor da UFRRJ. Instituto de Florestas. BR 465, km 7, CEP 23890-000, Seropédica, RJ.

³ Pesquisadores da Embrapa Agrobiologia. BR 465, km 7, CEP 23890-000, Seropédica, RJ.

⁴ Professor da Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Florestal. Av. P.H. Rolfs, s.n., Campus Universitário, CEP 36570-000, Vicosá, MG.

foram avaliados o crescimento em altura, diâmetro da parte aérea, peso de matéria seca da parte aérea, peso de matéria seca das raízes, colonização micorrízica e a densidade de esporos no substrato. O substrato S2 (70/20), com 70% de CPU e 20% de CRP, destacou-se juntamente com a testemunha nas avaliações do crescimento das mudas de ambas as espécies. Ao final do experimento não foi observada diferença estatística em função da inoculação dos fungos. Verificou-se que os substratos que continham composto de resíduo de poda acima de 45% não foram adequados para a produção das mudas.

Seedlings of *Acacia mangium* and *Mimosa artemisiana* using urban waste as substrates associated with arbuscular mycorrhizal fungi

Abstract

The aim of this work was evaluate the seedlings growth of Acacia mangium Wild. and Mimosa artemisiana Heringer e Paula in differents substrates formed by urban residues. It was used pots of 980 mL like tube recipients. The treatments used were substrates formed by urban waste compost (CLU) + pruning waste compost (CRP), in the following percentage by volume: 90 + 0, 70 + 20, 45 + 45, 20 + 70, 0 + 90, also with 5% charcoal powder and 5% clay subsoil in all treatments. The control was the substrate used by Embrapa Agrobiologia, constituted, in volume, by 30% organic compound of plant residues, 30% sand, 30% clay subsoil and 10% phosphate rock (v/v). The treatments were tested in the presence and absence of inoculation with mycorrhizal fungi (AMF). The experimental design was completely randomized factorial 6x2. At the end of 120 days after transplant were assessed growth in height, shoot diameter, shoot dry weight, roots dry weight, mycorrhizal colonization and spore density in the substrate. The substrate S2(70/20), with 70% CPU and 20% CRP and the control treatment showed the best results on seedling height on both tree species. At the end of the experiment there was no statistical difference due to inoculation of AMF. It was found that substrates containing pruning waste compost over 45% were not suitable for the production of seedlings.

Keywords: urban waste, tree legumes, organic compound.

Introdução

A reutilização de resíduos urbanos, principalmente do lixo urbano (denominada de "lixo úmido" de origem domiciliar) e dos resíduos de poda é hoje objeto de diversos estudos. Estes resíduos vêm apresentando utilidades quando reaproveitados pelo processo de compostagem, sendo utilizada na composição de substratos para a produção de mudas de forma a contribuir com o aumento dos teores de matéria orgânica e com a disponibilidade de nutrientes para as plantas. Segundo Haug (1980) e Mesquita e Pereira Neto (1992), o processo de compostagem proporciona o retorno de matéria orgânica e nutrientes ao solo. Este processo é resultado da decomposição biológica aeróbica do substrato orgânico, sob condições que permitam o desenvolvimento natural de altas temperaturas, com formação de um produto suficientemente estável para armazenamento e aplicação ao solo, sem efeitos ambientais indesejáveis.

No caso da produção de mudas, efeitos indesejáveis de alguns substratos, como níveis exagerados de metais, repercutem no crescimento das plantas, e a melhora da exploração desses substratos pelas plantas pode ser conseguida com a inoculação dos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs).

Grande parte das plantas estabelece relações simbióticas com fungos micorrízicos. Nas pesquisas com leguminosas arbóreas, estas se destacam apresentando ótimos resultados por consequência desta associação simbiótica. Ela pode ser determinante para planta em sua fase de crescimento inicial, quando os FMAs proporcionam aumento da área de absorção de nutrientes, beneficiando particularmente a absorção de fósforo que possui pouca mobilidade no solo. Os FMAs promovem crescimento diferenciado entre as espécies nativas, com forte interação com os níveis de P no solo (SIQUEIRA e SAGGIN JÚNIOR, 2001). Este efeito pode influenciar o crescimento inicial (SIQUEIRA et al., 1998) e, possivelmente, também a sua capacidade de sobrevivência e competição (BRANDON et al., 1997).

Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento de mudas de *A. mangium* e *M. artemisiana* em diferentes formulações de substratos a base de compostos de resíduos urbanos quando inoculados, ou não, com FMAs.

Material e Métodos

Os experimentos, com as espécies *Acacia mangium* Wild. e *Mimosa artemisiana* Heringer e Paula, foram conduzidos em casa de vegetação da Embrapa Agrobiologia. Utilizou-se como recipiente copos plásticos de 700 mL, no fundo do qual foi acoplado um tubete de 280 mL, totalizando uma capacidade de 980 mL de substrato. Os substratos testados foram compostos por cinco combinações de resíduos urbanos compostados a partir de lixo urbano (CLU) e de poda da arborização urbana (CRP). Todas as formulações foram acrescidas por 5% de moinha de carvão e 5% de subsolo argiloso. As características químicas dos materiais utilizados na confecção dos substratos são apresentadas na Tab. 1. Como testemunha utilizou-se o substrato comumente empregado na produção de mudas de espécies arbóreas na Embrapa Agrobiologia, constituído de 30% de composto orgânico de resíduos vegetais, 30% de areia, 30% de subsolo argiloso e 10% de fosfato de rocha (v/v). As proporções de CLU e CRP nas formulações dos substratos e suas caracterizações químicas são apresentadas na Tab. 2. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6 X 2 (seis substratos e presença ou ausência dos FMAs) com cinco repetições. A parcela experimental foi composta de uma planta por vaso.

O CLU foi obtido no município de Seropédica, RJ, através da compostagem do lixo úmido separado por catação manual dos resíduos sólidos secos. O material é compostado, seco e peneirado no próprio local de separação. O CRP foi obtido no município de Ubatuba, SP, preparado pela trituração em máquina de grande porte do resíduo de podas de árvores das ruas do município. Assim o resíduo é composto grandemente por material de troncos e galhos triturados, sendo grosseiro e fibroso, e apesar de compostado, apresenta menor estágio de decomposição.

Para o plantio, as sementes foram desinfestadas com hipoclorito de sódio 5%, por 20 minutos e germinadas em areia autoclavada. Após a emissão da radícula, transplantaram-se duas plântulas por recipiente. No momento do transplante inoculou-se os FMAs colocando no orifício de cada vaso

Tabela 1. Características químicas dos materiais utilizados na composição dos substratos.

Material dos substratos	pH (H ₂ O)	P (mg dm ⁻³)	K (mg dm ⁻³)	Al (cmolc dm ⁻³)	Ca (cmolc dm ⁻³)	Mg (cmolc dm ⁻³)	C (g dm ⁻³)	N (%)	M.O (%)
CLU	7,5	1273	2856	0,0	16,4	6,4	5,88	1,359	10,14
CRP	5,7	321	4080	0,0	20,4	8,8	27,34	0,509	47,14
Subsolo argiloso	5,1	12	44	0,5	2,5	0,7	0,24	0,042	0,41
Moinha de carvão	8,3	303	3060	0,0	6,0	2,6	6,47	0,468	11,15

CLU: composto de lixo urbano; CRP: Composto de resíduo de poda.

Tabela 2. Substratos testados com sua composição percentual, em volume, de composto de lixo urbano (CLU) e de resíduo de poda (CRP) e respectivas características químicas de fertilidade.

Substrato	CLU (%)	CRP (%)	pH (H ₂ O)	P (mg dm ⁻³)	K (mg dm ⁻³)	Al (cmolc dm ⁻³)	Ca (cmolc dm ⁻³)	Mg (cmolc dm ⁻³)	C (g dm ⁻³)	N (%)	M.O (%)
S1(90/0)	90	0	7,8	1207	2652	0,0	10,0	8,1	5,29	0,853	9,12
S2(70/20)	70	20	8,0	1092	2652	0,0	18,4	7,4	5,59	0,972	9,63
S3(45/45)	45	45	7,9	1126	2652	0,0	15,4	5,9	9,70	0,812	16,73
S4(20/70)	20	70	7,8	802	2958	0,0	17,6	5,0	12,94	0,733	22,30
S5(0/90)	0	90	7,1	349	3060	0,0	14,6	5,6	20,29	0,454	34,97
S6 (TEST.)	Substrato Embrapa		6,9	3739	120	0,0	5,6	3,0	1,41	0,082	2,43

S1 a S5: Substratos formados por diferentes proporções de composto de lixo urbano/composto do resíduo de poda, sendo 90/0; 70/20; 45/45; 20/70 e 0/90 em percentagens (v/v). S6: Substrato testemunha (TEST.) constituído de composto orgânico (30%), areia (30%), subsolo argiloso (30%) e fosfato de rocha (10%) em v/v.

1 mL de inóculo de solo, onde se cultivou em *Brachiaria decumbens*, contendo esporos, hifas e fragmentos de raízes colonizadas. Para *A. mangium* inoculou-se uma mistura de *Gigaspora margarita* e *Glomus clarum* que continha um total de 10⁶ esporos mL⁻¹ e para *M. artemisiana* uma mistura de *Glomus etunicatum* e *Glomus clarum* que continha um total 10¹ esporos mL⁻¹. As plantas de *A. mangium* foram inoculadas com as estirpes de rizóbio BR-3609 e BR-6009 e as de *M. artemisiana* com as estirpes BR-3609 e BR-3462, através da pipetagem no orifício de plantio

de 1 mL de suspensão de inoculante turfoso em água. Aos 20 dias após a inoculação realizou-se um desbaste, ficando apenas a muda de maior tamanho, por recipiente. As plantas foram conduzidas por 120 dias após o transplante para os vasos, com irrigações diárias com água desmineralizada.

A altura das plantas e o diâmetro da parte aérea, ambos no ponto de maior extensão, foram coletados quinzenalmente entre 60 e 120 dias após o transplante. Após a última medição, as plantas foram colhidas e foi realizada a separação da parte aérea e do sistema radicular, que foram pesados e colocados em estufa a 65°C até obter peso constante, para a determinação do peso da matéria seca. Em seguida determinaram-se os teores de N, P, K, Mg e Ca da parte aérea. As análises químicas foram realizadas segundo a metodologia da Embrapa (CLAESSEN, 1997). Concomitantemente a colheita das plantas, de cada recipiente foram separados 50 cm³ de substrato para as extrações dos esporos dos FMAs por peneiramento úmido (GERDEMANN e NICOLSON, 1963) e centrifugações em água e sacarose 45% por 3000 rpm por 3 minutos e 2000 rpm por 2 minutos, respectivamente. Os esporos foram contados em microscópio estereoscópico. Amostras de raízes frescas foram coloridas seguindo a metodologia de Koske e Gemma (1989) e a colonização radicular foi avaliada em microscópio ótico (200x). Os valores obtidos para colonização das raízes foram transformados utilizando $\arcsen\sqrt{x/100}$. Os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A taxa de sobrevivência das plantas nos substratos é apresentada na Tab. 3. Verifica-se que a sobrevivência nos substratos S4 (20/70) e S5 (0/90) para *A. mangium* e S3 (45/45), S4 (20/70) e S5 (0/90) para *M. artemisiana* não ultrapassou 40%, geralmente sendo nula ou 20%, indicando que o composto de resíduo de poda com níveis acima de 45%

não é apropriado para a produção de mudas destas duas espécies. Isto ocorreu, provavelmente, pelo alto teor de matéria orgânica lignificada (oriunda de galhos e troncos triturados), que promoveu a elevação da relação C/N nestes substratos (Tab. 1). Substratos orgânicos com alta relação C/N podem apresentar mineralização lenta, provocando a imobilização de certos nutrientes, principalmente nitrogênio (SILVA e RESCK, 1997) e assim, afetar o desenvolvimento das plantas. Verificou-se que a elevação, nos tratamentos, da quantidade de matéria orgânica proveniente do composto de lixo urbano proporcionou um aumento gradativo na sobrevivência das mudas, até o nível de 70% de CLU. Com 90% de CLU já houve redução da sobrevivência das mudas. Lui et al. (2008) verificaram que substratos preparados com até 40% de CLU aumentava a sobrevivência de mudas de eucalipto em tubetes em relação a substratos com 80 e 100% de CLU.

Além da possibilidade de deficiência de N por imobilização no substratos com alta relação C/N, observou-se durante as avaliações iniciais de crescimento que as mudas apresentavam sinais de clorose nas folhas, tal como deficiência de Fe, e em seguida senesciam. Algumas já emergiram apresentando uma tonalidade que se podia caracterizar como albinismo. Os substratos S4 (20/70) e S5 (0/90) apresentavam um alto potencial de retenção de umidade provavelmente devido às características físicas do CRP. Segundo Malavolta (1989), a deficiência de Fe nas plantas provoca esse branqueamento nas folhas, sendo que em substratos muito úmidos o ferro pode reduzir e se tornar indisponível às plantas. Segundo revisado por Ferrareze (2006), tem-se observado com frequência sintomas visuais de deficiência de Fe em mudas produzidas em substratos. Isto tem sido associado a condições de baixa solubilidade do ferro presente, baixa concentração de ferro no substrato, condições alcalinas que precipitam o Fe e fatores que podem reduzir a mobilidade do Fe dentro da planta, como excesso de P, Mn ou Co e deficiência de K.

Para avaliação do crescimento das mudas foram descartados os substratos com maior índice de mortalidade. Aos 60 dias após a semeadura, nos substratos S1 (90/0) e S6 (TEST.) a altura e o diâmetro da parte aérea das

plantas inoculadas com FMAs foram significativamente superiores ao das não inoculadas (Figs. 1 e 2). Entretanto, aos 120 dias após o plantio esta diferença deixou de existir e as plantas não apresentavam mais efeito da inoculação micorrízica.

A Fig. 1 sugere que para *A. mangium* havia tendência de em alguns substratos o efeito da inoculação micorrízica continuar sendo positivo mesmo aos 120 dias após o transplante, não havendo confirmação estatística possivelmente por variabilidade dos dados. Já para *M. artemisiana* (Fig. 2) os gráficos sugerem uma tendência inversa, ou seja, de haver menor crescimento das plantas inoculadas em alguns substratos. Possivelmente, também, com menos variabilidade esse efeito poderia ter sido estatisticamente significativo. Isto poderia acontecer porque *M. artemisiana* é uma planta cujo grau de dependência micorrízica é baixo, podendo a simbiose ser substituída por adubação fosfatada (SIBINEL, 2003). Quando as plantas apresentam baixa dependência micorrízica e são cultivadas em substrato rico em fósforo é comum a redução de crescimento comparada com plantas isentas de micorrizas (SIQUEIRA e SAGGIN JÚNIOR, 2001).

Entretanto, a não existência de efeitos da inoculação micorrízica ao final do experimento deve-se também a que as plantas não inoculadas não se apresentavam isentas de micorrizas, pelo fato dos substratos não terem sido esterilizados eliminando os FMAs nativos. As linhagens selecionadas inoculadas podem promover mais crescimento que os fungos nativos, porém num substrato muito rico em fósforo (Tab. 1), há também a ação de inibição da simbiose micorrízica.

De maneira geral, as mudas do substrato S6 (TEST.) apresentaram crescimento significativamente superior às produzidas nos demais substratos (Tabs. 4 e 5). Isto acontece provavelmente devido à alta dose de fosfato disponível neste substrato e a ausência de compostos inibidores, tais como fenóis oriundos da lignina ou metais presentes no lixo que possivelmente estão presentes nos outros substratos (BARATTA JÚNIOR, 2007; SABONARO, 2006). Além disto, as características físicas deste

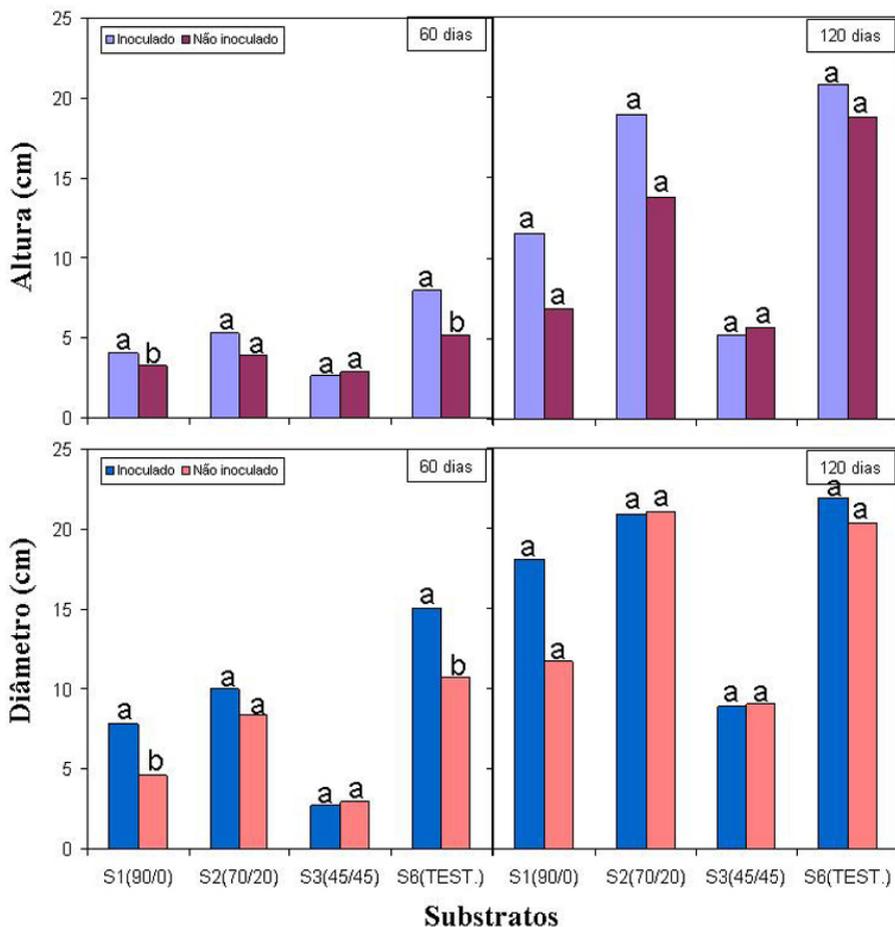


Fig. 1. Altura e diâmetro da parte aérea de *Acacia mangium*, inoculada e não inoculada com fungos micorrízicos arbusculares nos substratos S1 (90% de composto de lixo urbano - CLU e 0% de composto do resíduo de poda - CLR); S2 (70% de CLU e 20% de CRP); S3 (45% de CLU e 45% de CRP) e S6: Substrato testemunha (TEST. - constituído de composto orgânico (30%), areia (30%), subsolo argiloso (30%) e fosfato de rocha (10%) em v/v). Letras diferentes sobre as barras indicam diferenças entre os tratamentos de inoculação micorrízica pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

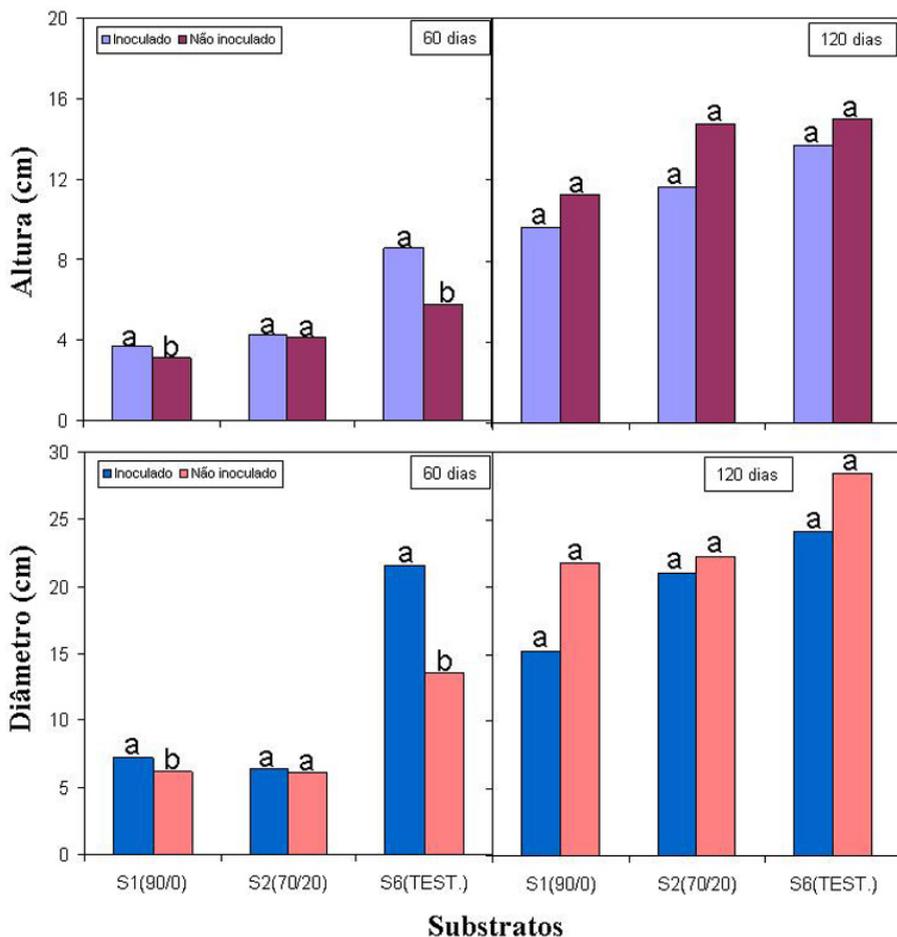


Fig. 2. Altura e diâmetro da parte aérea de *Mimosa artemisiana*, inoculadas e não inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares nos substratos S1 (90% de composto de lixo urbano - CLU e 0% de composto do resíduo de poda - CLR); S2 (70% de CLU e 20% de CRP) e S6: Substrato testemunha (TEST. - constituído de composto orgânico (30%), areia (30%), subsolo argiloso (30%) e fosfato de rocha (10%) em v/v). Letras diferentes sobre as barras indicam diferenças entre os tratamentos de inoculação micorrízica pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

substrato (não avaliadas no presente trabalho) podem ter sido mais adequadas a nutrição das plantas.

Quando observados os substratos à base de resíduos urbanos, constatou-se que o substrato S2 (70/20) teve o melhor desempenho igualando-se na maioria das variáveis de crescimento avaliadas ao S6 (TEST.). Portanto, em dosagem adequada a aplicação agrônômica do composto de lixo urbano é viável, particularmente quando este é obtido de modo adequado, apresentando riqueza em matéria orgânica e nutrientes e ausência de microrganismos patogênicos (XIN et al., 1992; CRAVO, 1995).

No período de condução do experimento, a temperatura dentro da casa de vegetação era alta, aumentando a evapotranspiração. Com isso, à medida que as plantas cresciam aumentava a necessidade por água. Através da necessidade de irrigação observou-se que o CRP propiciava maior retenção de água aos substratos, sendo que isto pode ter ocasionado a diferença favorecendo o S2 (70/20) em relação ao S1 (90/0), já que as características químicas destes dois substratos foram

Tabela 3. Taxa de sobrevivência de mudas de *Acacia mangium* e *Mimosa artemisiana*, inoculadas e não inoculadas com FMAs aos 120 dias após o transplante em diferentes substratos.

Substrato	<i>Acacia mangium</i>		<i>Mimosa artemisiana</i>	
	Inoculada	Não inoculada	Inoculada	Não inoculada
S1 (90/0)	100	60	40	40
S2 (70/20)	100	100	60	40
S3 (45/45)	100	100	20	20
S4 (20/70)	0	0	20	0
S5 (0/90)	0	0	20	40
S6 (TEST.)	100	100	100	100

S1 a S5: Substratos formados por diferentes proporções de composto de lixo urbano/composto do resíduo de poda, sendo 90/0; 70/20; 45/45; 20/70 e 0/90 em percentagens (v/v). S6: Substrato testemunha (TEST.) constituído de composto orgânico (30%), areia (30%), subsolo argiloso (30%) e fosfato de rocha (10%) em v/v.

Tabela 4. Altura (H), diâmetro da parte aérea (DPA) e peso da matéria seca da parte aérea (PMSA) e das raízes (PMSR), de *A. mangium*, aos 120 dias após semeadura, em diferentes substratos.

Substrato	Altura (cm)	DPA	PMSA (g.planta ⁻¹)	PMSR
S1 (90/0)	6,2 b	14,9 b	1,24 ab	0,33 bc
S2 (70/20)	9,2 b	21,0 a	3,98 a	1,31 ab
S3 (45/45)	2,9 c	9,0 b	0,20 c	0,06 c
S6 (TEST.)	12,9 a	21,1 a	3,70 ab	1,58 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P > 0,05$). S1 a S3: Substratos formados por diferentes proporções de composto de lixo urbano/composto do resíduo de poda, sendo 90/0; 70/20; 45/45 em percentagens (v/v). S6: Substrato testemunha (TEST.) constituído de composto orgânico (30%), areia (30%), subsolo argiloso (30%) e fosfato de rocha (10%) em v/v.

semelhantes. Uma adequada retenção de umidade no substrato é essencial para emergência de sementes e crescimento das plantas (LEMAIRE, 1995), principalmente para volume de recipientes inferior a 2 L de substrato. Substratos como casca de arroz carbonizada, areia e moinha de carvão apresentam baixa retenção de água enquanto que terra de subsolo e materiais orgânicos, particularmente os fibrosos, como fibra de coco, apresentam maior capacidade de retenção de água (SAMPAIO et al., 2008).

Em relação a micorrização das mudas, não se constatou diferenças significativas entre as plantas inoculadas e não inoculadas com FMAs na densidade de esporos no substrato e na colonização micorrízica das raízes. Isto indica claramente a presença de fungos indígenas em todos os substratos, já que estes não foram desinfestados. Os fungos indígenas são em parte responsáveis pela pouca resposta a inoculação obtida nestes experimentos.

Foi observada grande densidade de esporos nos substratos composta pelos fungos nativos e inoculados (Tab. 6). A abundante esporulação indica que os substratos permitiram a multiplicação dos FMAs, estando estes fungos adaptados a sobreviver mesmo quando as condições não são propícias à simbiose. As baixas colonizações micorrízicas em todos os substratos

Tabela 5. Altura (H), diâmetro da parte aérea (DPA) e peso da matéria seca da parte aérea (PMSA) e das raízes (PMSR), de *M. artemisiana*, aos 120 dias após semeadura, em diferentes substratos.

Substrato	Altura (cm)	DPA	PMSA (g.planta ⁻¹)	PMSR
S1 (90/0)	6,7 b	18,5 b	0,94 b	0,70 c
S2 (70/20)	6,3 b	21,6 ab	3,02 a	2,21 b
S6 (TEST.)	17,5 a	26,3 a	4,53 a	3,88 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P > 0,05$). S1 e S2: Substratos formados por diferentes proporções de composto de lixo urbano/composto do resíduo de poda, sendo 90/0 e 70/20 em percentagens (v/v). S6: Substrato testemunha (TEST.) constituído de composto orgânico (30%), areia (30%), subsolo argiloso (30%) e fosfato de rocha (10%) em v/v.

Tabela 6. Percentual de colonização de raízes e densidade de esporos em *Acacia mangium* e *Mimosa artemisiana*, em diferentes substratos.

Substrato	<i>Acacia mangium</i>		<i>Mimosa artemisiana</i>	
	Colonização (%)	Densidade de esporos (esporos.50mL ⁻¹)	Colonização (%)	Densidade de esporos (esporos.50mL ⁻¹)
S1 (90/0)	0,2 c	478 b	2,3 c	609 b
S2 (70/20)	3,8 b	720 a	8,4 b	800 a
S3 (45/45)	0,1 c	429 b	----	----
S6 (TEST.)	10,4 a	276 c	14,4 a	400 c

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P > 0,05$). S1 a S3: Substratos formados por diferentes proporções de composto de lixo urbano/composto do resíduo de poda, sendo 90/0; 70/20; 45/45 em percentagens (v/v). S6: Substrato testemunha (TEST.) constituído de composto orgânico (30%), areia (30%), subsolo argiloso (30%) e fosfato de rocha (10%) em v/v.

indicam a condição experimental não foi propícia à simbiose micorrízica, possivelmente e em maior parte, por causa do excesso de nutrientes, particularmente P, disponíveis nos substratos.

Quando comparados os substratos, o S1 (90/0) e o S3 (45/45) se destacaram como menos conducentes a simbiose micorrízica apresentando colonização de raízes insignificante. Os substratos S2 (70/20) e S6 (TEST.) se destacaram na micorrização das mudas, sendo o S6 (TEST.) superior ao

S2 (70/20) na colonização das raízes. A densidade de esporos indica que a esporulação dos FMAs foi favorecida no substrato S2 (70/20). Foi observada a menor esporulação no substrato S6 (TEST.). A inversão de resposta entre colonização das raízes e esporulação indica tentativa do fungo em sobreviver em condições não adequadas a simbiose, que podem ter sido causa pelo excesso de P nos substratos.

A disponibilidade de P no substrato é o fator mais importante para o funcionamento da simbiose micorrízica. Um substrato deficiente em P para produção de mudas é raro, sendo que o efeito de alto P disponível, mais consistente e comum nos estudos com esta simbiose, é o de redução acentuada da colonização micorrízica das raízes (SAGGIN JÚNIOR e SIQUEIRA, 1996). Com o incremento do P disponível, antes que se verifique a quase ausência de colonização nas raízes, já não se verifica benefícios da micorrização no crescimento da planta (SAGGIN JÚNIOR e LOVATO, 1999). Quando a planta se encontra em substrato rico em P os fungos são dispensáveis à sua nutrição e tornam-se uma carga energética para a planta, consumindo fotossintatos sem promover benefício nutricional (SIQUEIRA e COLOZZI-FILHO, 1986).

Conclusões

Para a maioria das características de crescimento e da micorrização avaliadas o substrato padrão de formação de mudas da Embrapa Agrobiologia apresentou os melhores resultados que os substratos à base de resíduos urbanos.

O substrato formulado com 70% de composto de lixo urbano e 20% de composto de resíduos de poda se destacou dos demais substratos à base de resíduos urbanos, em geral obtendo resultados estatisticamente iguais ao do substrato padrão da Embrapa Agrobiologia.

Os substratos testados promoveram baixa colonização micorrízica, mas permitiram abundante esporulação dos fungos micorrízicos arbusculares, sugerindo condições não ideais para a simbiose planta-fungo.

Os substratos contendo mais de 45% de composto de resíduo de poda não permitiram a sobrevivência da maioria das plantas, sendo inadequados para a produção de mudas de *A. mangium* e *M. artemisiana*.

Referências Bibliográficas

BARATTA JÚNIOR, A. P. **Utilização do composto de resíduos da poda da arborização urbana em substratos para produção de mudas.** 2007. 53 fl. Dissertação. (Mestrado Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

BRANDON, N. J.; SHELTON, H. M.; PECK, D. M. Factors affecting the early growth of *Leucaena leucocephala* - 2: importance of arbuscular mycorrhizal fungi, grass competition and phosphorus application on yield and nodulation of leucaena in pots. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 37, n. 1, p. 35-43, Jan. 1997.

CRAVO, M. S. **Composto de lixo urbano como fonte de nutrientes e metais pesados para alface.** 1995. 135 f. Tese. (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo.** 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

FERRAREZE, R. S. **Fontes de ferro no desenvolvimento de porta-enxertos cítricos produzidos em substratos**. 2006. 102 f. Dissertação. (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico de Campinas.

GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from Transaction of the Bristish Nycological Society, soil by wit sieving and decanting. **Transactions of the British Mycological Society**, London, v. 46, p. 235-244, 1963.

HAUG, R. T. **Compost engineering**: principles and practices. Ann Arbor: Ann Arbor Science Publishers, 1980. 655 p.

KOSKE, R. E.; GEMMA, J. N. Amodified procedure for stining roots to detect VA mycorrhizas. **Mycological Research**, Cambridge, v. 92, n. 4, p. 486-488, June 1989.

LEMAIRE, F. Physical, chemical and biological properties of growing medium. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 396, p. 273-284, 1995.

LUI, J. J. ; GALBIATTI, J. A.; MALHEIROS, E. B. Efeito da irrigação e utilização de lixo orgânico na formação de mudas de eucalipto. **Holos Environment**, Rio Claro, v. 8, p. 179-194, 2008.

MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201 p.

MESQUITA, M. M. F.; PEREIRA NETO, J. T. A compostagem no atual panorama da gestão de resíduos sólidos urbanos. **Ambiente Magazine**, Lisboa, v. 25, p. 21-23, 1992.

SABONARO, D. Z. **Utilização de composto de lixo urbano em substratos para produção de mudas de espécies arbóreas nativas com dois níveis de irrigação**. 2006. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

SAGGIN JÚNIOR, O. J.; LOVATO, P. E. Aplicação de micorrizas arbusculares na produção de mudas e plantas micropropagadas. In: SIQUEIRA J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; CARVALHO, J. G. (Ed.) **Inter relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Lavras: UFLA, 1999. p. 725-774.

SAGGIN JÚNIOR, O. J.; SIQUEIRA, J. O. Micorrizas arbusculares em cafeeiro. In: SIQUEIRA, J. O. (Ed.). **Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas**. Lavras: UFLA/DCS e DCF, 1996. p. 203-254.

SAMPAIO, R. A.; RAMOS, S. J.; GUILHERME, D. O.; COSTA, C. A.; FERNANDES, L. A. Produção de mudas de tomateiro em substratos contendo fibra de coco e pó de rocha. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 26, p. 499-503, 2008.

SIBINEL, A. H. M. **Resposta da leguminosa *Mimosa artemisiana* a inoculação de diferentes fungos micorrízicos arbusculares na recuperação de áreas degradadas**. 2003. 73 f. Dissertação. (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S. Matéria orgânica do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Biologia dos solos do Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1997. p. 465-516

SIQUEIRA, J. O.; CARNEIRO, M. A. C.; CURI, N.; ROSADO, S. C. S.; DAVIDE, A. C. Mycorrhizal colonization and mycotrophic growth of native woody species as related to successional groups in southeastern Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 107, n. 1/3, p. 241-252, Aug. 1998.

SIQUEIRA, J. O.; COLOZZI-FILHO, A. Micorrizas vesículo-arbusculares em mudas de cafeeiro II. Efeito do fósforo no estabelecimento e funcionamento da simbiose. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 10, n. 3, p. 207-211, set./dez. 1986.

SIQUEIRA, J. O.; SAGGIN JÚNIOR, O. J. Dependency on arbuscular mycorrhizal fungi and responsiveness of some Brazilian native woody species. **Mycorrhiza**, Heidelberg, v. 11, p. 245-255, 2001.

XIN, T. H., TRAINA, S. J., LOGAN, T. J. Chemical properties of municipal solid waste compost. **Journal of Environmental Quality**, Madison, 1992. v. 21, n. 3, p. 318-329.

Embrapa

Agrobiologia

**Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**