

UFRRJ
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E FLORESTAIS

DISSERTAÇÃO

**Produção de mudas de *Acacia mangium* Wild. e
Mimosa artemisiana Heringer & Paula, em diferentes
recipientes, utilizando compostos de resíduos urbanos,
para a recuperação de áreas degradadas**

Fábio de Alcântara Fonseca

2005



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS**

PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Acacia mangium* Wild. e *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula, EM DIFERENTES RECIPIENTES, UTILIZANDO COMPOSTOS DE RESÍDUOS URBANOS, PARA A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

FÁBIO DE ALCÂNTARA FONSECA

Sob a Orientação do Professor
Paulo Sérgio dos Santos Leles

e Co-orientação do Pesquisador
Orivaldo José Saggin Junior

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza

Seropédica, RJ
Agosto de 2005

634.956
S676p
T

Fonseca, Fábio de Alcântara, 1976-
Produção de mudas de Acácia mangium Wild e Mimosa artemisiana Heringer & Paula, em diferentes recipientes, utilizando compostos de resíduos urbanos, para a recuperação de áreas degradadas / Fábio de Alcântara Fonseca. – 2005.
61 f. : il.

Orientador: Paulo Sérgio dos Santos Leles.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas.
Bibliografia: f. 47-54.

1. Árvores – Mudas - Cultivo - Teses. 2. Fertilizantes orgânicos – Teses. 3. Degradação ambiental - Teses 4. Florestas - Deterioração - Teses. I. Leles, Paulo Sérgio dos Santos, 1966- II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Florestas. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS**

FÁBIO DE ALCÂNTARA FONSECA

Dissertação submetida ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de Concentração Conservação da Natureza, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** em Ciências Ambientais e Florestais.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 26/08/05

Paulo Sérgio dos Santos Leles. Prof. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Eduardo Francia C. Campello. Dr. Embrapa Agrobiologia

Silvio Nolasco de Oliveira Neto. Prof. Dr. UFRRJ

DEDICO

Aos meus Pais, Família e Amigos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida.

Aos meus pais, Celso Fonseca e Ozenir de Alcântara Fonseca, pela dedicação e incentivo durante toda minha vida.

À minha família pelo apoio e incentivo.

À Universidade Federal Rural de Rio de Janeiro e ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, pela oportunidade, apoio e ensino.

À Embrapa Agrobiologia, pelo apoio técnico e infra-estrutura.

Ao Professor Paulo Sérgio dos Santos Leles, pela amizade, confiança, companherismo e orientação.

Ao Pesquisador Orivaldo José Saggin-Junior, pela atenção, paciência e co-orientação.

Aos Professores Silvio Nolasco de Oliveira Neto e aos pesquisadores Eliane Maria Ribeiro da Silva e Eduardo Francia Carneiro Campello, pela colaboração e sugestões.

Ao meu amigo Rodrigo Teixeira Moreira, pela amizade e pela indispensável ajuda nos experimentos e avaliações.

À Fazenda Cachoeirão, nas pessoas de Dr. Rossi, Ronaldo e Alcino, por possibilitar a implantação, manutenção e avaliações da fase de campo.

À Janaina Ribeiro Costa (Embrapa Agrobiologia), pelos ensinamentos em estatística.

Aos amigos Luciano (Piá), Fernando, Rodolfo, Daniel, Marcelo, Marilene, Murilo, Raimundo e Geângelo, companheiros do Laboratório de Pesquisas e Estudos em Reflorestamentos – LAPER, pela ajuda na instalação e nas avaliações dos experimentos.

Aos amigos, Miguel, Ranuza, Carla, Candido, Elias, Cristiane e Wallace companheiros do Laboratório de Micorrizas, pela ajuda nas práticas de laboratório.

Em especial, à Luz, pelo companherismo, incentivo e, importantíssima, colaboração.

Aos amigos André, Julia, Tatiara, Ari, Milton, Ester e Henrique pela convivência e ajuda nas avaliações.

Ao Itamar, pela amizade e apoio técnico no laboratório de micorrizas.

Ao Sebastião (Tião), pelo auxílio na manutenção das plantas no viveiro.

Aos professores, pesquisadores e funcionários, pelos ensinamentos e convívio.

Aos amigos em geral, professores, colegas de turma, de alojamento, de corredor, de curso, todos que direta ou indiretamente colaboraram para a conclusão deste trabalho.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Importância da Qualidade das Mudanças	4
2.2 Substratos	5
2.3 Resíduos Urbanos.....	6
2.4 Recipientes	7
2.5 Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs).....	8
2.6 Recuperação de Áreas Degradadas e Potencial do Uso de Leguminosas Arbóreas na Revegetação Destas Áreas.....	9

CAPÍTULO I

PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Acacia mangium* Wild. E *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula UTILIZANDO RESÍDUOS URBANOS COMO SUBSTRATOS, ASSOCIADOS À FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES

Resumo..	12
Abstract	13
1. Introdução	14
2. Material e Métodos	15
2.1 Formulação do substrato	15
2.2 Ajustes na formulação do substrato	16
3. Resultados e Discussão	17
3.1 Formulação do substrato	17
3.2 Ajustes na formulação do substrato	21
4. Conclusões	24
5. Referências Bibliográficas	24

CAPÍTULO II

PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Acacia mangium* Wild. E *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula, EM DIFERENTES RECIPIENTES, PARA A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Resumo..	28
Abstract	29
1. Introdução	30
2. Material e Métodos	31
2.1 Produção das mudas.....	31
2.2 Potencial de regeneração das raízes (PRR).....	33
2.3 Avaliação das mudas no campo	33
3. Resultados e Discussão	33
3.1 Produção das mudas.....	34

3.2 Potencial de regeneração das raízes (PRR).....	37
3.3 Avaliação das mudas no campo.....	42
4. Conclusões.....	43
5. Referências Bibliográficas.....	43
3. CONCLUSÕES GERAIS.....	46
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
5. ANEXOS.....	55

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Percentual, em volume, de composto de lixo urbano (CLU) e de composto do resíduo de poda (CRP) e suas características químicas.	16
Tabela 2. Taxa de sobrevivência de mudas de <i>Acacia mangium</i> e <i>Mimosa artemisiana</i> , inoculadas e não inoculadas com FMAs, aos 120 dias após repicagem, em diferentes substratos.....	17
Tabela 3. Altura (H), diâmetro da parte aérea (DPA), peso da matéria seca da parte aérea (PMSA), peso da matéria seca das raízes (PMSR), peso da matéria seca total (PMST) e relação PMSA/PMSR (PA/R), de mudas de <i>Acacia mangium</i> , aos 120 dias após repicagem, em diferentes substratos	19
Tabela 4. Altura (H), diâmetro da parte aérea (DPA), peso da matéria seca da parte aérea (PMSA), peso da matéria seca das raízes (PMSR), peso da matéria seca total (PMST) e relação PMSA/PMSR (PA/R), de mudas de <i>Mimosa artemisiana</i> , aos 120 dias após repicagem, em diferentes substratos.	20
Tabela 5. Taxa de colonização de raízes (TCR) e densidade de esporos no substrato (DE) em mudas de <i>Acacia Mangium</i> e <i>Mimosa artemisiana</i> , aos 120 dias após repicagem, em diferentes substratos.....	21
Tabela 6. Altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso da matéria seca da parte aérea (PMSA), das raízes (PMSR), total (PMST) e relação PMSA/PMSR (PA/R), de <i>A. mangium</i> , aos 120 dias após semeadura, em diferentes substratos.....	22
Tabela 7. Altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso da matéria seca da parte aérea (PMSA), das raízes (PMSR), total (PMST) e relação PMSA/PMSR (PA/R), de <i>M. artemisiana</i> , aos 120 dias após semeadura, em diferentes substratos .	22
Tabela 8. Macronutrientes na parte aérea de <i>A. mangium</i> , aos 120 dias após semeadura, em diferentes substratos.....	23
Tabela 9. Macronutrientes na parte aérea de <i>M. artemisiana</i> , aos 120 dias após semeadura, em diferentes substratos.....	23

CAPÍTULO II

Tabela 1. Taxa de sobrevivência de <i>A. mangium</i> e <i>M. artemisiana</i> , aos 105 e 150 dias após repicagem, em diferentes recipientes.....	34
Tabela 2. Altura (H), diâmetro de coleto (DC), peso da matéria seca da parte aérea (PMSA), das raízes (PMSR), total (PMST) e relação PMSA/PMSR (PA/R), de <i>A. mangium</i> , aos 150 dias após repicagem, em diferentes recipientes.....	35
Tabela 3. Altura (H), diâmetro de coleto (DC), peso da matéria seca da parte aérea (PMSA), das raízes (PMSR), total (PMST) e relação PMSA/PMSR (PA/R), de <i>M. artemisiana</i> , aos 150 dias após repicagem, em diferentes recipientes.	35
Tabela 4. Taxa de colonização de raízes (TCR) e densidade de esporos no substrato (DE) em <i>A. Mangium</i> e <i>M. artemisiana</i> , aos 150 dias após repicagem, em diferentes recipientes.....	36
Tabela 5. Macronutrientes na parte aérea de <i>A. mangium</i> , aos 150 dias após repicagem, em diferentes recipientes.....	37
Tabela 6. Macronutrientes na parte aérea de <i>M. artemisiana</i> , aos 150 dias após repicagem, em diferentes recipientes.....	37

Tabela 7. Potencial de regeneração das raízes, em comprimento linear, de <i>A. mangium</i> e <i>M. artemisiana</i> , em diferentes recipientes, até os 20 dias e dos 20 até 30 dias após transplante.....	37
Tabela 8. Altura (H), diâmetro de coleto (DC), peso da matéria seca da parte aérea (PMSA), das raízes (PMSR), total (PMST) e relação PMSA/PMSR (PA/R), de <i>A. mangium</i> em diferentes recipientes, aos 30 dias após transplante para a avaliação do potencial de regeneração de raízes.....	38
Tabela 9. Altura (H), diâmetro de coleto (DC), peso da matéria seca da parte aérea (PMSA), das raízes (PMSR), total (PMST) e relação PMSA/PMSR (PA/R), de <i>M. artemisiana</i> em diferentes recipientes, aos 30 dias após transplante para a avaliação do potencial de regeneração de raízes.....	39
Tabela 10. Incremento no peso da matéria seca das raízes de <i>A. mangium</i> e <i>M. artemisiana</i> , produzidas em diferentes recipientes, 30 dias após transplante.....	39
Tabela 11. Taxa de sobrevivência no campo de mudas de <i>A. mangium</i> e <i>M. artemisiana</i> , produzidas em diferentes recipientes, aos 20 dias após o plantio.....	42
Tabela 12. Altura (H) e diâmetro de coleto (DC), de mudas de <i>A. mangium</i> e <i>M. artemisiana</i> , produzidas em diferentes recipientes aos 180 dias após plantio no campo.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1. Curva de crescimento em altura e diâmetro da parte aérea de mudas de *Acacia mangium*, inoculadas (linha contínua) e não inoculadas (linha pontilhada) com FMAs, em diferentes substratos: S1 (◆), S2 (■), S3 (●) e S6 (▲), de 60 a 120 dias após a semeadura. 18
- Figura 2. Curva de crescimento em altura e diâmetro da parte aérea de mudas de *Mimosa artemisiana*, inoculadas (linha contínua) e não inoculadas (linha pontilhada) com FMAs, em diferentes substratos: S1(◆), S2 (■) e S6 (▲), de 60 a 120 dias após a semeadura. 18
- Figura 3. Curva de crescimento em altura de *Acacia mangium* (a) e *Mimosa artemisiana* (b), em diferentes substratos: S2a (■), S2b (▲) e S6 (◆)..... 22

CAPÍTULO II

- Figura 1. Bloco prensado, sobre o fundo telado, nas dimensões 60x40x10 com 54 locais de semeadura..... 31
- Figura 2. Curva de crescimento em altura de *Acacia mangium* (a) e *Mimosa artemisiana* (b), em diferentes recipientes: Bloco prensado (■), Bandeja de isopor (▲) e Tubetes (◆). 34
- Figura 3. Potencial de regeneração das raízes de *Acacia mangium*. Diagrama das raízes até aos 20 dias e dos 20 aos 30 dias, dos blocos prensados (a), bandeja de isopor (b) e tubetes (c). 40
- Figura 4. Potencial de regeneração das raízes de *Mimosa artemisiana*. Diagrama das raízes até aos 20 dias e dos 20 aos 30 dias, dos blocos prensados (a), bandeja de isopor (b) e tubetes (c)..... 41

RESUMO

FONSECA, Fábio de Alcântara. **Produção de mudas de *Acacia mangium* Wild. e *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula em diferentes recipientes, utilizando compostos de resíduos urbanos, para a recuperação de áreas degradadas.** Seropédica: UFRRJ, 2005. 61p. (Dissertação, Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais)

Com o objetivo de testar metodologias para a produção de mudas de *Acacia mangium* e *Mimosa artemisiana* para recuperação de áreas degradadas, este trabalho avaliou substratos a base de composto de lixo urbano (CLU) + composto do resíduo de poda (CRP), nos seguintes percentuais de volume: S1: (90+0); S2: (70+20); S3: (45+45); S4: (20+70); S5: (0+90), todos adicionados de 5% de moinha de carvão e 5% de subsolo argiloso, sendo inoculados ou não com fungos micorrízicos arbusculares (FMAs). Onde destacou-se o substrato S2, entretanto, foram observados sintomas de deficiência nutricional das plantas. Em outro experimento testou-se duas novas fórmulas partindo do substrato S2, sendo elas, S2a: CLU (60%) e CRP (20%), e subsolo argiloso (20%); S2b: S2a + fosfato de araxá (30g.L^{-1} de substrato). Os substratos S2a e S2b apresentaram resultados satisfatórios. Em ambos os experimentos a testemunha foi o substrato utilizado pela Embrapa Agrobiologia. Avaliou-se o crescimento das plantas, a colonização micorrízica e os teores de N, P, K, Mg e Ca na parte aérea. Utilizando o substrato S2b + FMAs + rizóbio, comparou-se a produção de mudas em diferentes recipientes, verificou-se o potencial de regeneração de raízes (PRR) e o crescimento destas mudas em uma área degradada. Os recipientes foram os blocos prensados (440 mL/planta), tubetes (280 mL), bandejas de isopor (150 mL/célula). Constatou-se que, em geral, nos tubetes e nos blocos prensados, as mudas apresentaram um maior crescimento. O volume do recipiente influenciou a colonização micorrízica. No campo, destacaram-se em crescimento as mudas produzidas em tubetes.

Palavras chave: lixo urbano, micorrizas, blocos prensados.

ABSTRACT

FONSECA, Fábio de Alcântara. **Seedlings production of *Acacia mangium* Wild. and *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula, in different recipients, using urban residues compound, to recover damaged areas.** Seropédica: UFRRJ, 2005. 61p. (Dissertation, Master Scientiae in Environment and Forestry Sciences)

The objective of this work was to test methodologies in the production of *Acacia mangium* and *Mimosa artemisiana* seedlings to recover damaged areas. Were used substrates of organic compound urban waste (OCUW) + organic compound of pruning residue (OCPR) in the following volume percentage: S1: (90+0); S2: (70+20); S3: (45+45); S4: (20+70); S5: (0+90), all of the with 5% of powdered coal and 5% clay sub-soil, inoculated or not with arbuscular mycorrhizal fungi (AMFs). It was observed that where the substrate S2 was more evident, more nutritional deficient symptoms were noticed in the plants. In another experiment two new formulas were tested starting from substrate S2. They are: S2a: OCUW (60%), OCPR (20%), and clay sub-soil (20%); S2b: S2a + araxá rock phosphate (30g.L^{-1} of substrate). The substrates S2a and S2b presented satisfactory results. In both experiments the testimony used was the substrate used by Embrapa Agrobiologia. Plants growth, AMFs colonization, spores density in the substrate and concentration of N, P, K, Mg and Ca in the aerial part were evaluated. Using the S2b substrate + AMFs + rizobium the seedlings production in different recipients was compared. The root potential regeneration (RPR) with these seedlings growth in land reclamation was evaluated. The recipients were pressed blocks (440 mL/plant), tubes (280 mL), and polystyrene trays (150 mL /cell). It was verified that, generally, in the tubes and in the pressed blocks the seedlings showed the best growth. The recipients volume influenced mycorrhizal colonization. In the field, it was verified that the seedlings produced in the tubes presented a better growth.

Key words: urban waste, mycorrhiza, pressed blocks.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Na Região Sudeste do Brasil, uma das grandes demandas de mudas florestais é a recuperação de áreas degradadas. Para o sucesso de programas de recuperação com espécies florestais é importante o uso de mudas de qualidade, pois, as que apresentam parte aérea e sistema radicular bem formado e em bom estado nutricional, geralmente têm alta taxa de sobrevivência e crescimento no campo, aumentando o seu poder de competição com a vegetação espontânea, diminuindo a frequência de limpeza e, conseqüentemente os custos, da recuperação da área em questão. Entre os fatores que influenciam a qualidade das mudas destacam-se a qualidade das sementes, substratos, recipientes, fertilizações e técnicas de manejo.

O substrato é de fundamental importância para produção de mudas de espécies florestais. Além de sustentar as plantas e fornecer-lhes nutrientes, cumpre a função de atender às suas necessidades de água e de oxigênio (CARNEIRO, 1995). De acordo com SANTOS et al. (2000), na escolha do substrato como meio de crescimento de mudas, devem ser consideradas algumas características físicas e químicas do substrato relacionadas com a espécie a plantar, além dos aspectos econômicos. Na sua escolha CARNEIRO (1995) menciona que devem ser consideradas a homogeneidade, a densidade, a porosidade, a drenagem, a capacidade de troca catiônica e a isenção de pragas, de organismos patogênicos e de sementes indesejáveis.

Um problema, de cunho social, que vem e a cada dia ganhando espaço em discussões e gerando preocupações aos órgãos públicos governamentais, ONGs, e grupos de pesquisa é o volume de lixo domiciliar produzidos nos grandes centros urbanos. Uma saída para este material, além da reciclagem convencional, é a utilização da fração orgânica, que tem alto potencial agrônômico, sendo utilizada para produção de composto orgânico, e sua aplicação na produção de mudas de espécies florestais e ornamentais, cujas mesmas, não têm participação da dieta alimentar de seres humanos e animais.

Segundo MESQUITA & PEREIRA NETO (1992), composto orgânico é o material resultante da decomposição de restos vegetais e/ou animais, sendo que o processo da compostagem consiste em amontoar esses resíduos e, mediante tratamentos físicos ou químicos, acelerar a sua decomposição, com controle sistemático da temperatura e da umidade. Neste contexto, o composto de lixo urbano, além de ser considerado um excelente fertilizante como fonte de nutrientes, é também uma fonte de matéria orgânica para o solo (SANTANA FILHO et al., 1997). O potencial agrônômico do composto de lixo urbano está, fundamentalmente, na elevada concentração de C orgânico e nos nutrientes a ele associados. Aumentar o teor de nutriente no solo pode significar melhorias em suas propriedades químicas físicas e biológicas (XIN et al., 1992).

Outro aspecto importante para a produção de mudas florestais de qualidade é o uso do recipiente adequado. A escolha do recipiente é refletida diretamente no crescimento da muda. No Brasil, o recipiente mais utilizado para produção de mudas de espécies florestais arbóreas é o saco plástico (CARNEIRO, 1995). Devido à necessidade de implantação de grandes áreas com *Eucalyptus* spp e *Pinus* spp foram desenvolvidas embalagens que permitiam a mecanização dos viveiros e a produção de mudas em larga escala. Assim, no início da década de 80 surgiram os tubetes plásticos para produção de mudas de *Eucalyptus* spp (CAMPINHOS JR. & IKEMORI, 1983).

Na tentativa de desenvolver novos recipientes para produção de mudas de espécies florestais, iniciou-se uma linha de pesquisa de produção de mudas em blocos prensados (CARNEIRO & PARVIANEN, 1988; CARNEIRO & BRITO, 1992; LELES, 1998; MORGADO, 1998; NOVAES, 1998; BARROSO, 1999). Neste sistema, iniciado na Finlândia com a utilização de turfa, as mudas são produzidas em blocos, com os sistemas radiculares completamente livres, sem qualquer parede que os possa confinar ou direcionar. As raízes, tanto a pivotante como as laterais, desenvolvem-se numa posição natural. Devido aos blocos permanecerem em caixas apropriadas com fundo telado, as raízes pivotantes sofrem poda natural. Por ocasião do plantio, as mudas são individualizadas, por meio de cortes longitudinais e transversais, adquirindo o substrato a forma de torrão. Estes cortes também promovem a poda das raízes laterais.

A maioria das áreas para recuperação ambiental é de baixa fertilidade natural e, comumente usam-se leguminosas arbóreas que são tolerantes a acidez e à baixa disponibilidade de nutrientes. Segundo BAREA & AZCÓN-AGUILAR (1983), a utilização da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e rizóbio pode contribuir para a qualidade das mudas, pois esses simbioses promovem maior tolerância a estresses diversos, favorecendo a absorção de fósforo e, no caso das leguminosas, a fixação biológica do N₂ atmosférico.

A formação de micorrizas consiste na associação simbiótica entre as raízes finas e fungos altamente especializados. Segundo SIQUEIRA & PAULA (1986) o fungo utiliza substâncias sintetizadas pelas plantas como açúcares e aminoácidos propiciando em contrapartida maior aquisição de nutrientes para estas, principalmente P.

Além da associação micorrízica, as leguminosas arbóreas ainda apresentam outras características que favorecem a sua utilização na recuperação de áreas degradadas. CAMPELLO (1998) descreveu estes atributos, sendo eles: o rápido estágio de muda no viveiro, disponibilidade de sementes e ciclo de desenvolvimento curto, permitindo o ingresso de outras espécies em sucessão florestal. Por fim, a proteção do solo e a capacidade de deposição de material orgânico, a qualidade deste material e a formação de manta orgânica, apoiada em sistemas radiculares mais profundos e eficientes em buscar nutrientes não disponíveis para outras plantas, são características desejáveis em árvores empregadas em recuperação de áreas degradadas. Principalmente quando estas habilidades podem ser associadas com a capacidade de fixar N₂.

Entre as espécies arbóreas de rápido crescimento que apresentam potencial para recuperação de áreas degradadas estão *Acacia mangium* Wild. (acácia) e *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula (jurema-branca). A primeira espécie destaca-se pela rusticidade e adaptabilidade às condições adversas de solo e clima, rápido crescimento, elevada biomassa e capacidade de formar simbioses com microrganismos do solo (COLONNA et al., 1991). Segundo (FRANCO et al., 1992) sua madeira pode ser usada para produção de celulose, carvão e outros produtos. A *Mimosa artemisiana* é uma espécie de leguminosa arbórea de rápido crescimento que pode ser usada, com sucesso, na recuperação de áreas degradadas (SIBINEL, 2003). Sua madeira é usada como lenha e carvão e é empregada também na construção civil. Segundo HERINGER & PAULA (1979), esta espécie apresenta uma altura de 12 a 25 m, possuindo copa ampla, irregular e rala e ocorre preferencialmente no interior de formações secundárias e em áreas abertas, de terrenos profundos e bem supridas de água. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis (LORENZI, 1992).

Os objetivos deste trabalho foram testar substratos à base de resíduos urbanos compostados, para a produção de mudas de *Acacia mangium* e *Mimosa artemisiana*, uma vez determinada a formulação mais eficiente, comparar a qualidade das mudas produzidas neste mesmo substrato em diferentes recipientes, sendo eles os blocos

prensados, tubetes e bandejas de isopor, avaliando também a eficiência de fungos micorrízicos arbusculares nos diferentes substratos e recipientes propostos para a produção de mudas das espécies florestais deste estudo.

Este trabalho foi organizado em dois capítulos, que são seqüencialmente dependentes.

No Capítulo I, teve-se o objetivo de formular um substrato que fosse adequado ao crescimento das mudas, utilizando em sua composição compostos de resíduos urbanos combinados à inoculação ou não com fungos micorrízicos arbusculares. E, com base nestes resultados, num segundo experimento, foram propostas novas formulações, visando melhorar o desempenho das mudas e constatar a possibilidade de uso dos resíduos urbanos como substrato.

No Capítulo II, buscou-se identificar os principais fatores que influenciam na formação, adaptação e crescimento das mudas provenientes de diferentes recipientes, utilizando resíduos urbanos como substrato. Comparou-se o crescimento das mudas no viveiro, o potencial de regeneração das raízes (PRR) e o crescimento destas mudas no campo, em uma área degradada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância da Qualidade das Mudanças

A formação de mudas florestais de boa qualidade envolve os processos de germinação de sementes, iniciação e formação do sistema radicular e da parte aérea, que estão diretamente relacionados com características que definem o nível de eficiência dos substratos, tais como: aeração, drenagem, retenção de água e disponibilidade balanceada de nutrientes. Por sua vez, as características dos substratos são altamente correlacionadas entre si: a macroporosidade com aeração e drenagem, e a microporosidade com a retenção de água e nutrientes (GONÇALVES & POGGIANI, 1996; CALDEIRA et al., 2000).

A qualidade das mudas é fundamental, pois influencia na percentagem de sobrevivência, na velocidade de crescimento e conseqüentemente no sucesso do plantio. Além disso, mudas de melhor qualidade, por terem maior potencial de crescimento, exercem uma melhor competição com a vegetação invasora, reduzindo os custos dos tratamentos culturais (MORGADO, 2000).

A sobrevivência, o estabelecimento, a necessidade dos tratamentos culturais e o crescimento inicial das florestas são avaliações que indicam o sucesso do empreendimento florestal, e que estão diretamente relacionadas com a qualidade das mudas por ocasião do plantio (CARNEIRO, 1995; FONSECA, 2000). É importante ressaltar, também, que o potencial genético, as condições fitossanitárias e a conformação do sistema radicular são fundamentais para a boa produtividade dos povoamentos florestais (CARVALHO, 1992).

CARNEIRO (1995) definiu que os critérios para a classificação da qualidade de mudas. Baseiam-se fundamentalmente em aumentar o percentual de sobrevivência das plantas após o plantio e diminuir a frequência dos tratamentos culturais de manutenção do povoamento recém implantado. De acordo com este mesmo autor, o padrão de qualidade das mudas varia entre as espécies, e numa mesma espécie, entre sítios. O objetivo é atingir uma qualidade em que as mudas apresentem características que possam oferecer resistência às condições adversas que porventura ocorrem, mesmo tendo sido o plantio efetuado em período de condições favoráveis.

A altura e diâmetro do coleto são considerados como as variáveis morfológicas mais antigas e importantes na classificação e seleção de mudas e ainda continuam, podendo ser indicadas como variáveis de grande utilidade para essa avaliação (PARVIAINEN, 1981). Além destas, hoje a mensuração da massa é comumente utilizada como uma das principais variáveis na classificação da qualidade das mudas, sendo o peso total da muda, o peso da matéria seca da parte aérea e o peso da matéria seca do sistema radicular os mais encontrados em publicações científicas.

Estas variáveis são fortemente influenciadas pelas técnicas de produção, notadamente pela densidade de mudas, podas, espécies de fungos micorrízicos e seu grau de colonização, fertilidade do substrato e tipo de recipiente (CARNEIRO, 1995).

O Potencial de regeneração de raízes (PRR) é uma das mais importantes variáveis fisiológicas. Sendo a combinação do potencial de alongamento das raízes laterais com o potencial de iniciação de crescimento destas (STONE et al. 1962, citados por CARNEIRO, 1995).

O PRR é comprovadamente uma variável para a avaliação da qualidade das mudas, sendo que, LELES (1998) e BARROSO (1999) evidenciaram correlações positivas e significativas do PRR de plantas de eucalipto com o seu crescimento no campo.

2.2 Substratos

Entende-se como “substrato para plantas” o meio em que se desenvolvem as raízes das plantas cultivadas fora do solo *in situ* (KÄMPF, 2000a). Considera-se, como sua função primordial, prover suporte às plantas nele cultivadas (FERMINO, 1996; KÄMPF, 2000a) podendo ainda regular a disponibilidade de nutrientes (KÄMPF, 2000b) e de água (FONTENO, 1996).

De acordo com ROSA JR. et al. (1998) e TRIGUEIRO (2002), os substratos para a produção de mudas podem ser definidos como sendo o meio para sua sustentação e retenção das quantidades necessárias de água, oxigênio e nutrientes, além de oferecer pH compatível, ausência de elementos químicos em níveis tóxicos e condutividade elétrica adequada.

Segundo CARNEIRO (1995), GONÇALVES & POGGIANI (1996) e GONÇALVES et al. (2000), o substrato ideal deve oferecer boa estrutura e consistência, de forma a sustentar as sementes e estacas durante a germinação ou enraizamento; ser suficientemente poroso e permitir a drenagem do excesso de água para que se mantenha uma adequada aeração junto ao sistema radicular. Além disso, devem apresentar boa capacidade de retenção de água para que se evite estresse hídrico e diminua a necessidade de irrigação; não expandir-se ou contrair-se facilmente devido as oscilações de umidade; não dispor de substâncias tóxicas, inóculos de doenças, plantas invasoras e demais pragas. GONÇALVES et al. (2000), ainda acrescenta que o substrato deve estar prontamente disponível em quantidades adequadas e custos economicamente viáveis e deve ser bem padronizado e homogeneizado, com características físicas e químicas pouco variáveis de lote pra lote.

As propriedades químicas dos substratos referem-se principalmente ao valor de pH, à capacidade de troca de cátions (CTC) e à salinidade, tendo em vista que a nutrição das plantas é manejada pelo viveirista, utilizando adubações de base e complementares. Segundo KÄMPF (2000), a investigação do teor de nutrientes nos materiais puros e nas misturas só é realizada em casos especiais, quando houver interesse ou necessidade de quantificar os elementos presentes.

De acordo com CORDELL & FILER JR. (1984), a matéria orgânica é um componente fundamental dos substratos, cuja finalidade básica é aumentar a capacidade de retenção de água e nutrientes para as mudas. Devem-se, ainda, considerar outras vantagens desse componente sobre o desenvolvimento vegetal, tais como, redução na densidade aparente e global e aumento da porosidade do meio, características que podem melhorar a aeração dos substratos.

Entre os materiais utilizados nas diferentes misturas que compõem os substratos para a produção de mudas florestais em recipientes destacam-se: vermiculita, composto orgânico, esterco bovino, lixo urbano, húmus de minhoca, turfas, moinha de carvão, terra de subsolo, serragem, bagaço de cana, acícula de *Pinus*, (PAIVA & GOMES, 1993; GONÇALVES & POGGIANI, 1996).

O arranjo quantitativo e qualitativo dos materiais minerais e orgânicos empregados influencia diretamente no suprimento de nutrientes, água disponível e oxigênio, e conseqüentemente no crescimento e desenvolvimento das plantas (ROSA JR. et al., 1998).

CARNEIRO & BRITO (1992) estudaram 15 composições de mistura de bagaço de cana (50 a 100%), xaxim (0 a 35%) e musgo tipo “sphagnum” (0 a 35%) na confecção dos blocos prensados para produção de mudas de *Pinus taeda* L. Concluíram que nenhuma das misturas apresentou impedimentos para formação de um bom sistema radicial das mudas, aos 11 meses após a semeadura. O bagaço de cana mostrou qualidades como componente do substrato, devendo-se limitar sua participação em até 60% da mistura. Com a participação do xaxim (30 a 35%) e do “sphagnum” (10 a 15%) na mistura, as mudas apresentaram características morfológicas indicativas de alta qualidade.

2.3 Resíduos Urbanos

Os resíduos urbanos vêm sendo material de estudo de diversas linhas de pesquisa, sendo uma delas sua utilização como substrato. Porém esta utilização também gera muita discussão quanto ao efeito residual e a forma de aplicação. Em geral, a utilização de resíduos urbanos como substrato acontece após o processo de compostagem destes resíduos. MARTINS (1998) define a compostagem como a decomposição biológica dos resíduos orgânicos, sob condições controladas, dando origem a uma matéria orgânica estabilizada ou humificada, condição em que o material orgânico não cause problemas às mudas.

Segundo VALE et al. (1995), os resíduos urbanos devem ser usados, preferencialmente, em solos com o pH acima de 6,5, condição essa que resulta na indisponibilidade dos metais pesados. Quando os metais estão presentes, os resíduos devem ser usados para a produção vegetal sem consumo direto pelo homem e animal como em gramados, jardins e silvicultura. Este mesmo autor menciona que mesmo para grãos, evidências mostram que a aplicação dentro de dosagens recomendadas e em solo com pH corrigido, os metais pesados presentes não chegam até os grãos.

Neste contexto, OLIVEIRA et al. (2000) consideram que a alta concentração de carbono orgânico presente no composto de lixo urbano exalta o seu potencial agrônomo, visto que a adição de quantidades superiores a 20 Mg.ha⁻¹ proporcionou o aumento da CTC e nos valores de pH, o que revelam as melhorias nas propriedades químicas do solo.

Segundo GONÇALVES et al. (2000), os substratos adequados para a propagação de mudas através de semente ou estaca podem ser obtidos a partir da mistura de 70 a 80 % de um componente orgânico (esterco bovino, casca de eucalipto ou pinus, bagaço de cana, composto orgânico de lixo urbano, húmus de minhoca e outros resíduos), com 20 a 30 % de um componente usado para elevar a macroporosidade (casca de arroz carbonizada, cinza de caldeira de biomassa, bagaço de cana carbonizado).

Além dos materiais citados acima, podem também ser empregados para aumentar a macroporosidade o composto de restos de poda, poliestireno expandido (isopor), espuma fenólica, areia, sub-produtos da madeira como serragem e maravalha, fibra de madeira, solo mineral, xaxim e vermicomposto (KÄMPF, 2000a; PUCHALSKI, 1999; BURGER et al., 1997; FONTENO, 1996). Entretanto, alguns componentes da matéria orgânica, classificados como fitotoxinas, causam injúrias e eventualmente matam plantas quando presentes em substratos. Muitas cascas e serragens utilizadas contêm fitotoxinas, com variações de acordo com a espécie (HANDRECK & BLACK, 1999). ORTEGA et al. (1996) demonstram a influência negativa de compostos fenólicos presentes em cascas de árvores na germinação e no desenvolvimento vegetal.

A utilização de resíduos da agroindústria, disponíveis regionalmente, como componente para substratos pode propiciar a redução de custos, assim como auxiliar na redução da poluição decorrente do acúmulo desses materiais no meio ambiente (FERMINO, 1996).

2.4 Recipientes

Um dos fatores mais importantes para a qualidade de mudas florestais é o recipiente. Entre os mais usados encontram-se o saco plástico e o tubete. Segundo GOMES et al. (1995), o saco plástico tem como vantagem maior disponibilidade no mercado, menor custo de aquisição e baixo investimento em infra-estrutura na implantação dos viveiros. E, como desvantagens a dificuldade de mecanização das operações, maior volume de área de viveiro, maior intensidade das operações de manejo (CARNEIRO, 1995) e maior dificuldade de transporte para o campo. Os tubetes, segundo este mesmo autor, normalmente, tem a vantagem de conter menor volume de substrato, diminuindo a área de preparo para produção das mudas, exige menor quantidade de mão de obra e maior facilidade de manejo. Além disso, REIS et al., (1991) mencionam que este recipiente evita o envelhecimento das raízes devido ao mesmo ser suspenso e a poda ser natural. CARNEIRO (1995) ressalta, ainda, que o uso de tubetes facilita a mecanização das operações no viveiro. No entanto, o reduzido volume de substrato e a necessidade de irrigações mais frequentes tornam necessários maiores cuidados com a adubação. Além disso, a presença de parede impõe severa restrição ao crescimento do sistema radicular das mudas, o que pode provocar, dependendo da espécie, estresse e deformações do sistema radicular após o plantio (REIS et al., 1991). Como consequência, pode ocorrer diminuição da capacidade das plantas de absorverem água e nutrientes do solo e menores taxas de crescimento inicial no campo, principalmente quando plantadas em locais de baixa fertilidade natural, como os encontrados em áreas degradadas.

Para a produção de mudas florestais nativas, em geral, os tubetes de pequeno volume (50 cm^3 e 56 cm^3) não são recomendados, devido ao tempo mais longo de produção (GOMES et al., 1990). REIS (2003) testou tubetes de 56 cm^3 , tubetes de 280 cm^3 e sacolas plásticas de 330 cm^3 para produção de mudas de *Schizolobium amazonicum* e concluiu que, tanto as mudas produzidas nos tubetes maiores, como as de sacolas plásticas apresentaram uma boa qualidade. No entanto, considerando mão-de-obra e manejo, recomendou a produção de mudas em tubetes de 280 cm^3 . O tubete de 56 cm^3 não foi indicado por apresentar mudas de qualidade inferior. SANTOS et al. (2000) testaram tubetes de 56 cm^3 , 120 cm^3 e 240 cm^3 para produção de mudas de *Cryptomeria japonica* e concluíram que, considerando a qualidade das mudas e os aspectos econômicos, os tubetes de 120 cm^3 foram os mais indicados. GOMES et al. (1990) atribuíram importância às dimensões, uma vez que o uso de recipientes maiores que os recomendáveis resultou em custos desnecessários de recursos materiais na produção de mudas de *Tabebuia serratifolia*, *Copaifera langsdorffii* e *Piptadenia peregrina*. Além disso, o diâmetro e altura dos recipientes, e a forma de manejo de produção das mudas devem variar com as características de cada espécie e respectivo tempo de permanência no viveiro.

Na tentativa de desenvolver novas metodologias para a produção de mudas, alguns trabalhos têm sido desenvolvidos no Brasil, empregando os blocos prensados. Carneiro & Parviainen (1988), citados por LELES (1998) compararam a qualidade de mudas de *Pinus elliotti* produzidas nestes blocos com as originárias de tubetes, potes de taquara e sacos plásticos. Constataram uma má formação do sistema radicular na produção de mudas em recipientes, que limitam o crescimento radicular, pois as paredes

criam obstáculos ao crescimento natural das raízes. Estes autores também observaram que nos tubetes ocorreu uma rápida lixiviação da água de irrigação.

NOVAES (1998) observou que aos seis meses após a semeadura, mudas de *Pinus taeda* L. produzidas em blocos finlandeses, apresentaram maior crescimento da parte aérea e do sistema radicial, do que as provenientes de tubetes. Constatou também que, aos 24 meses após o plantio no campo, o crescimento em altura e diâmetro no nível do solo das plantas oriundas dos blocos foram significativamente superiores às de tubetes. Os índices de sobrevivência no campo, dois meses após o plantio, foram equivalentes.

MORGADO et al. (2000) verificaram, três meses após o plantio no campo, que mudas de *Eucalyptus grandis* produzidas em blocos prensados apresentaram maior crescimento inicial em altura e diâmetro no nível do solo, quando comparadas às de tubetes. LELES et al. (2000) constataram que plantas de 10 meses de idade de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. pellita* oriundas de mudas produzidas em blocos prensados apresentaram maior altura e diâmetro no nível do solo, do que as de tubetes. O mesmo comportamento foi observado por BARROSO et al. (2000) quando compararam o crescimento no campo de plantas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla* produzidas em blocos prensados e tubetes.

Segundo LELES et al. (2001) uma das possíveis explicações é que as plantas de blocos prensados apresentaram maior número de raízes laterais e menor coeficiente de deformação radicial do que as de tubetes.

2.5 Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs)

Devido à baixa fertilidade natural dos solos degradados e aos altos preços dos fertilizantes industrializados, tem sido dada ênfase ao estudo das associações de plantas com microrganismos que favoreçam o aproveitamento de nutrientes em meio com baixa disponibilidade dos mesmos. Pesquisas agrônomicas têm mostrado que as limitações à produção na região tropical são minimizadas de forma mais eficiente através de tecnologias baseadas em processos biológicos (SIEVERDING, 1991). Os efeitos dos fungos que formam as micorrizas arbusculares (MAs) na utilização de fósforo e crescimento das plantas são avaliados em algumas culturas de interesse econômico, visando minimizar os custos das mesmas e maximizar a eficiência de utilização dos fosfatos.

As MAs aumentam a área explorada pelo sistema radicular, favorecendo uma maior eficiência de absorção do fósforo presente no solo. Plantas não micorrizadas ou mesmo colonizadas por fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) ineficientes, crescendo em condições de baixa disponibilidade de fósforo, em geral necessitam de mais fertilizante fosfatado do que plantas eficientemente micorrizadas.

A maioria das áreas destinadas ao reflorestamento é de baixa fertilidade natural e nas áreas degradadas o potencial de propágulos de FMAs é muito baixo, o que justifica a prática de inoculação das mudas no viveiro. CARNEIRO et al. (1995), trabalhando com solos degradados pela retirada dos horizontes superficiais, verificaram que a inoculação com FMAs favoreceu o crescimento de mudas de *Albizia lebbek* e *Senna multijuga*.

Para FRANCO et al. (1992), as leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio que formam micorrizas arbusculares são as mais indicadas para a recuperação de áreas degradadas. MONTEIRO (1990) constatou efeitos benéficos da micorrização no crescimento de *Mimosa caesalpinifolia* e *Mimosa scabrella*, após transplante para solo ácido.

As diferentes espécies de planta exibem diferenças na susceptibilidade à colonização micorrízica e no grau de dependência aos fungos micorrízicos. Mudanças de espécies arbóreas nativas com alta dependência micorrízica podem apresentar respostas à presença de FMAs mesmo com altos níveis de P no solo (SIQUEIRA e SAGGIN-JÚNIOR, 2001). Exemplos destas espécies são *Copaífera langsdorffii*, *Tabebuia serratifolia* e *Cedrella fissilis* (SAGGIN JÚNIOR, 1997). Estas espécies se caracterizam por apresentarem respostas às micorrizas mesmo com alto nível de P disponível no solo, embora em algumas delas as respostas às micorrizas não sejam de grande magnitude, devido ao seu crescimento lento ou grande reserva cotiledonar na fase de muda.

Algumas mudas espécies de arbóreas apresentam grande resposta às micorrizas em solo pobre, mas que não respondem à micorrização em solo com alto teor de P (SAGGIN JÚNIOR, 1997). Sua grande resposta deve-se ao crescimento rápido e grande exigência nutricional, que é satisfeita pelo fungo micorrízico em solo pobre. São exemplos deste grupo as espécies pioneiras como *Luechea grandiflora*, *Croton florinbundus*, *Tibouchina granulosa*, *Cecropia pachystachya*, *Trema micrantha*, *Lithraea molleoides*, *Solanum granuloso-leprosum*. Porém, estas espécies possuem sistema radicular eficiente e, assim, na presença de solo fértil não necessitam de associação micorrízica. Outras espécies não dependem dos fungos micorrízicos na fase de mudas, não respondendo à inoculação mesmo em solos pobres. Estas apresentam outra estratégia nutricional para sobreviverem em solos pobres ou crescem apenas em solos florestais onde a ciclagem de nutrientes é eficiente (SIQUEIRA & SAGGIN JÚNIOR, 2001). São exemplo deste grupo *Platyciamus regnellii*, *Ormosia arborea* e *Platypodium elegans*.

SIBINEL (2003) observou que *Mimosa artemisiana* apresenta dependência micorrízica intermediária, deixando de responder à inoculação quando o teor de fósforo disponível no solo foi maior que 187 mg/kg. Esta autora também concluiu, que as espécies de fungos *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* apresentaram alta eficiência em promover o crescimento e nutrição de *Mimosa artemisiana*.

2.6 Recuperação de Áreas Degradadas e Potencial do Uso de Leguminosas Arbóreas na Revegetação Destas Áreas

A recuperação de áreas degradadas pode ser conceituada, segundo DIAS & GRIFFITH (1998), como um conjunto de ações idealizadas e executadas por especialistas de diferentes áreas do conhecimento humano, que visam proporcionar o restabelecimento de condições de equilíbrio e sustentabilidade existentes anteriormente num sistema natural.

Segundo o IBAMA (1990), a degradação de uma área ocorre quando a “vegetação nativa e a fauna forem destruídas, removidas ou expulsas; a camada superficial do solo for perdida, removida e a qualidade do regime hídrico for alterada”.

A recuperação se dá através da definição de um plano que considere os aspectos ambientais, estéticos e sociais, de acordo com a destinação que se pretende dar à área, permitindo um novo equilíbrio ecológico.

As leguminosas são, comprovadamente, plantas que apresentam características que as tornam peça fundamental na recuperação de áreas degradadas. Em torno de 97% e 90% das plantas testadas, das subfamílias Papilionoideae e Mimosoideae, respectivamente, possuem capacidade de nodular. Segundo BARBIERI et al. (1998) essa capacidade é importante sob o ponto de vista econômico e ecológico, pois podem dispensar o uso total ou parcial de fertilizantes nitrogenados, contribuindo para a viabilização de reflorestamentos e minimizando possíveis impactos ambientais decorrentes da utilização destes insumos.

Entre as espécies pioneiras, as leguminosas arbóreas despertam grande interesse, já que em sua maioria são lenhosas, perenes e formam simbiose que fixa nitrogênio do ar. Quando associadas aos fungos micorrízicos, propiciam maior aproveitamento do fósforo e de outros nutrientes no solo (FRANCO et al., 1992).

Os projetos de recuperação de áreas degradadas objetivam devolver a área características próximas as que originalmente existiam, e, sobretudo, condições de sustentabilidade. Contudo, em locais onde ocorre a degradação do solo, a ausência de matéria orgânica faz com que estas apresentem baixa resiliência, ou seja, a reação ambiental para retorno às condições anteriores pode não ocorrer ou ser muito lenta (CARPANEZZI et al., 1992).

Segundo PIAGENTINNI et al. (2002), as leguminosas arbóreas, além das associações com microrganismos, apresentam outras características desejáveis para a finalidade de recuperação de áreas degradadas: rápido recobrimento do solo, intensa formação de serrapilheira, sistemas radiculares profundos, absorvendo nutrientes não disponíveis para outras culturas, sendo eficientes na ciclagem de nutrientes.

A magnitude da deposição de nutrientes por meio da produção de serrapilheira em plantios de leguminosas arbóreas, aos quatro anos de idade em Planossolo no Estado do Rio de Janeiro (ANDRADE et al., 2000) supera a faixa observada para fragmentos da Floresta Atlântica - RJ (OLIVEIRA & LACERDA, 1993; LOUZADA et al., 1995).

De acordo com COSTA et al. (2002), a deposição de material orgânico de baixa relação C/N, em solos de baixa fertilidade, torna a associação das leguminosas arbóreas com as espécies de bactérias fixadoras de N essenciais em modelos de recuperação de áreas degradadas.

O sucesso de um projeto de recuperação de área degradada pode ser avaliado por meio de indicadores de recuperação (RODRIGUES & GANDOLFI, 1998; MARTINS, 2001). Através destes indicadores é possível definir se determinado reflorestamento necessita sofrer novas interferências ou até mesmo ser redirecionado, visando acelerar o processo de sucessão e de restauração das funções da vegetação implantada (MARTINS, 2001).

CAPITULO I

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Acacia mangium* Wild. E *Mimosa artemisiana*
Heringer & Paula UTILIZANDO RESÍDUOS URBANOS COMO
SUBSTRATOS, ASSOCIADOS À FUNGOS MICORRÍZICOS
ARBUSCULARES**

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo testar diferentes formulações de substrato a base de resíduos urbanos no crescimento de mudas de *Acacia mangium* Wild. e *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula. Utilizou-se como recipiente 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: S1: (90+0); S2: (70+20); S3: (45+45); S4: (20+70); S5: (0+90), todos adicionados de 5% de moinha de carvão e 5% de subsolo argiloso. A testemunha (S6) foi o substrato padrão 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. Os tratamentos foram testados na presença e na ausência de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6 x 2, com 5 repetições. Aos 120 dias avaliou-se o crescimento em altura, diâmetro da parte aérea, peso de matéria seca, colonização micorrízica e a densidade de esporos no substrato. O substrato S2 destacou-se juntamente com a testemunha. Não houve efeito devido a inoculação de FMAs. Diante dos resultados e da observação de sintomas de deficiência nutricional das plantas foram propostas, num segundo experimento duas novas formulações partindo do substrato S2. Os tratamentos, em volume, foram: S2a: CLU (60%) e CRP (20%) e subsolo argiloso (20%); S2b: (S2a + 30g.L⁻¹ de fosfato de araxá). Manteve-se a mesma testemunha (S6) da etapa anterior. Utilizaram-se tubetes de 280 mL. Aos 120 dias avaliou-se o crescimento em altura, diâmetro do coleto, peso de matéria seca e os teores de N, P, K, Mg e Ca na parte aérea. Constatou-se que o melhor substrato para o crescimento das mudas de *A. mangium* foram S2a e S2b. Para *M. artemisiana* não foram detectadas diferenças.

Palavras chave: lixo urbano, leguminosas arbóreas, micorrizas

CHAPTER I

SEEDLINGS PRODUCTION OF *Acacia mangium* Wild. AND *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula USING URBAN RESIDUES AS SUBSTRATE ASSOCIATED WITH ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI

ABSTRACT

The objective of this work was to test different formulations of substrates using urban residues in the growth of *Acacia mangium* Wild. and *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula seedlings to recover damaged areas. Some 980 mL vases were used as recipients. The treatments used were substrates of organic compound urban waste (OCUW) + organic compound of pruning residue (OCPR) in the following volume percentage: S1: (90+0); S2: (70+20); S3: (45+45); S4: (20+70); S5: (0+90), all of the with 5% of powdered coal and 5% clay sub-soil. The testimony (S6) used was the pattern substrate used by Embrapa Agrobiologia, which, in volume, has 30% of organic compound of vegetative residues, 30% of sand, 30% of clay sub-soil and 10% rock phosphate. The treatments were tested in both presence and absence of arbuscular mycorrhizal fungi (AMFs). The experimental design was factorial 6 x 2. After 120 days, growth in height, aerial part diameter, dry material weight, mycorrhizal colonization and substrate's spore density were noticed. The substrate S2, together with the testimony showed better results. There was no effect due to the AMFs inoculation. Facing the results and observing the nutritional deficiency symptoms of the plants, a second experiment was proposed. Starting from the substrate S2, the treatments, in volume, were: S2a: OCUW (60%), OCPR (20%), and clay sub-soil (20%); S2b: S2a + araxá rock phosphate (30 g.L⁻¹ of substrate). The same testimony (S6) from the last stage was kept. 280 mL tubes were used. After 120 days, growth in height, collar diameter, dry material weight, and concentration of N, P, K, Mg and Ca in the aerial part were observed. It was noticed that the best substrates for the *A. mangium* seedlings growth were S2a and S2b e SB. Concerning *M. artemisiana* no differences were detected.

Key words: urban waste, arboreous legume, mycorrhiza

1. Introdução

Um dos fatores mais importantes na formação de mudas de qualidade é o substrato. Este deve oferecer características químicas e físicas adequadas ao crescimento de cada espécie e proporcionar que as mudas sobrevivam e apresentem altos índices de crescimento quando levadas às condições de campo.

Segundo CARNEIRO (1995), substrato é o meio em que as raízes proliferam-se, para fornecer suporte estrutural à parte aérea das mudas e também as necessárias quantidades de água, oxigênio e nutrientes. Desta forma, as principais características físicas de um substrato são textura, estrutura, porosidade e densidade e, as químicas são, capacidade de troca catiônica (CTC), pH e fertilidade.

Compostos orgânicos à base de resíduos urbanos têm sido utilizados na composição dos substratos com o intuito de reaproveitar este material, que tem alto potencial agrônomo. Segundo VALE et al. (1995), o uso de resíduos urbanos apresenta as vantagens normalmente atribuídas ao uso de fertilizantes orgânicos. Todavia, pela natureza do material, podem trazer problemas de fitotoxicidade ao meio ambiente e à saúde humana e animal.

O lixo domiciliar é um dos resíduos urbanos mais estudados, buscando minimizar o impacto causado pela enorme quantidade deste material que é despejada diariamente em aterros sanitários. Além da abundância, a fração “lixo úmido” apresenta características favoráveis quando reaproveitada através do processo de compostagem. Este material tem potencial para ser utilizado na composição de substratos para a produção de mudas, devido à sua riqueza em matéria orgânica e nutrientes (XIN et al., 1992; CRAVO, 1995; MELO et al., 1997).

Segundo HAUG (1980) e MESQUITA & PEREIRA NETO (1992), o processo de compostagem proporciona o retorno de matéria orgânica e dos 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. É comprovadamente viável a utilização deste material na produção de mudas, e a exploração deste material pode ser potencializada quando as raízes destas mudas são colonizadas por fungos micorrízicos arbusculares (FMAs)

Grande parte das plantas estabelece relações com FMAs. As pesquisas com leguminosas arbóreas vêm se destacando e apresentando ótimos resultados por consequência desta associação simbiótica, podendo ser determinante para planta em sua fase inicial. Os FMAs, proporcionam o aumento da área de captação de nutrientes, destacando-se o fósforo que possui pouca mobilidade no solo. Sendo assim, podem promover um crescimento diferenciado entre as espécies nativas, com forte interação com os níveis de P no solo (SIQUEIRA & SAGGIN JÚNIOR, 2001), influenciando o crescimento inicial (SIQUEIRA et al., 1998) e, possivelmente, a sua capacidade de sobrevivência e competição (BRANDON et al., 1997).

Na produção de mudas, enfocando a recuperação de áreas degradadas, é extremamente importante que os substratos contenham uma reserva de fósforo para garantir o estabelecimento no campo, pois áreas degradadas geralmente são de baixa fertilidade e a mobilidade deste nutriente no solo é lenta. O fósforo, sendo um dos nutrientes principais para o estabelecimento das plantas, deve ser oferecido em quantidades adequadas suprimindo a necessidade deste elemento na adaptação da muda no campo. Segundo RAIJ (1991), dos três macronutrientes este é o menos exigido, porém é

o mais utilizado em adubação no Brasil, devido à carência generalizada de fósforo nos solos brasileiros.

Segundo MALAVOLTA (1989), as plantas não conseguem aproveitar mais que 10% do fósforo total aplicado, pois nos solos tropicais ácidos, ricos em ferro e alumínio, ocorre intensa adsorção deste elemento. O fósforo na planta estimula o crescimento das raízes, garantindo uma arrancada vigorosa da muda no campo.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento das mudas de *Acacia mangium* e *Mimosa artemisiana* sob diferentes formulações de substratos a base de compostos de resíduos urbanos, na presença e ausência de FMAs. Também foi objetivo deste trabalho, verificar a colonização micorrízica das raízes quando estabelecida nestes substratos.

2. Material e Métodos

Estudou-se a formação de mudas de duas leguminosas arbóreas, sendo as espécies, *Acacia mangium* Wild. e *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula. A experimentação foi dividida em duas etapas. A primeira foi conduzida em casa de vegetação da Embrapa Agrobiologia e a segunda no Viveiro Florestal do Instituto de Florestas da UFRRJ.

2.1 Formulação do substrato

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 compostados de lixo urbano e de poda da arborização urbana, nas proporções apresentadas na Tabela 1. Outros dados relativos aos constituintes destes substratos são encontrados no Anexo 1. Todas as formulações foram acrescidas de 5% de moinha de carvão e 5% de subsolo argiloso. Como testemunha utilizou-se o substrato comumente usado para produção de mudas de espécies arbóreas na 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. A caracterização química dos substratos é apresentada na Tabela 1. Para todas as formulações de substratos desenvolvidas, as mudas foram produzidas na presença e na ausência de fungos micorrízicos arbusculares. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, num fatorial 6 X 2 (6 substratos e presença ou ausência dos FMAs), com 5 repetições.

As sementes foram desinfestadas com hipoclorito de sódio 5%, por 20 minutos e colocadas para germinar em areia autoclavada. Após a emissão da radícula, em torno de 30 dias após a semeadura, foram transplantadas duas plântulas por recipiente. No momento do transplante, realizou-se a inoculação de FMAs, colocando-se no orifício 1 mL de inóculo de solo. O inóculo foi obtido com o cultivo de *Brachiaria decumbens* e continha esporos, hifas e fragmentos de raízes colonizadas. Para *Acacia 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 *Mimosa artemisiana* com as estirpes BR-3609 e BR-3462, através da pipetagem no orifício de plantio de 1 mL de suspensão de inoculante turfosso em água. Aos 20 dias após a inoculação e transplante realizou-se um desbaste, ficando apenas a muda de maior tamanho por recipiente.

Tabela 1. Percentual, em volume, de composto de lixo urbano (CLU) e de composto do resíduo de poda (CRP) e suas características químicas

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

* Substrato da Embrapa Agrobiologia para formação de mudas para recuperação de áreas degradadas

1-Extrator Mehlich I; 2-Extrator Ca(H₂PO₄)₂, 500mgP/l, em HOAc 2N; 3- Extrator KCl 1N.

Os dados de altura e o diâmetro da parte aérea foram coletados quinzenalmente, dos 60 até os 120 dias após a repicagem. Após a última medição, as plantas foram colhidas e, realizada a separação da parte aérea e do sistema radicular, que após a pesagem foram colocadas em estufa a 65°C até obter peso constante, para a determinação do peso da massa 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 (1997). Concomitantemente de cada recipiente, foram separados 50 cm³ de substrato para as extrações dos esporos dos FMAs por peneiramento úmido (GERDEMANN & NICOLSON, 1963) e centrifugações em água e sacarose. Os esporos foram contados em microscópio estereoscópico. Amostras de raízes frescas foram coloridas seguindo a metodologia de KOSKE & GEMMA (1989) e a colonização radicular foi avaliada em microscópio ótico (200 x). Os valores obtidos para colonização das raízes foram transformados utilizando arco-seno√(x/100). Os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Os dados foram processados utilizando o Software estatístico SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genética (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

2.2 Ajustes na formulação do substrato

Com base nos resultados e observações dos sintomas apresentados pelas plantas da etapa anterior, utilizou-se uma nova formulação a partir do substrato S2, formada, em volume, por 60% de composto de lixo urbano, 20% de composto do resíduo de poda e 20% de subsolo argiloso (S2a) e um segundo tratamento utilizando a mesma formulação, S2a, acrescida de uma dose de fosfato de araxá na base de 30 g.L⁻¹ de substrato (S2b). Como testemunha, utilizou-se o substrato comumente usado na produção de mudas 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 araxá (S6). O recipiente utilizado foi o tubete de 280 mL. As plantas tiveram suas sementes desinfestadas com hipoclorito de sódio 5%, por 20 minutos e foram semeadas diretamente nos substratos. Após 20 dias houve um desbaste, ficando apenas a planta que apresentava o maior crescimento por tubete. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo três tratamentos de substrato com quatro repetições. Cada repetição foi composta por três tubetes. Os dados de altura foram

coletados quinzenalmente, dos 60 até os 120 dias após a semeadura. Nesta última medição coletou-se também o diâmetro do coleto, e em seguida, todas as plantas foram colhidas e foi realizada a separação da parte aérea e do sistema radicial, para a determinação do peso da matéria seca e, em seqüência, os teores de N, P, K, Mg e Ca na parte aérea. As análises químicas foram realizadas segundo EMBRAPA (1997). 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. Os dados foram processados utilizando o Software SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genética.

3. Resultados e Discussão

O resumo das análises de variância encontra-se no Anexo 2.

3.1 Formulação do substrato

A taxa de sobrevivência de *A. mangium* nos substratos S4 e S5 e de *M. artemisiana* nos substratos S3, S4 e S5 não ultrapassaram 30% (Tabela 2), indicando que o composto de resíduo de poda estudado, com níveis acima de 45% (Tabela 1), não é apropriado para a formação de mudas destas duas espécies. Isto ocorreu, provavelmente, pelo alto teor de matéria orgânica lignificada que elevou a relação C/N nestes substratos (Tabela 1). Segundo GONÇALVES et al. (2000), os substratos orgânicos devem ser estáveis biologicamente. Materiais com alta relação C/N, normalmente apresentam atividade de microrganismos competindo com as mudas por nutrientes, principalmente N e S, resultando na deficiência destes nutrientes.

Observou-se na fase inicial que algumas mudas apresentavam sinais de clorose nas folhas e, logo, em seguida, morriam. Algumas apresentavam uma tonalidade que se poderia caracterizar como albinismo. Segundo MALAVOLTA (1989), a deficiência em Fe provoca esse branqueamento nas folhas das plantas e em substratos muito úmidos o ferro pode ser reduzido e ficar indisponível às plantas. Os substratos S4 e S5 apresentavam um alto potencial de retenção de umidade, nestes substratos o composto do resíduo de poda é um material que se encontrava em um menor estágio de decomposição, causando maiores alterações nas propriedades físicas. Devido à alta taxa de mortalidade, estes substratos foram desconsiderados nas análises estatísticas, além destes, para *M. artemisiana*, também se desconsiderou o substrato S3.

Tabela 2. Taxa de sobrevivência de mudas de *Acacia mangium* e *Mimosa artemisiana*, inoculadas e não inoculadas com FMAs, aos 120 dias após repicagem, em diferentes substratos

Substrato	<i>A. mangium</i>		<i>M. artemisiana</i>	
	Inoculada	Não inoculada	Inoculada	Não inoculada
S1	100	60	40	40
S2	100	100	60	40
S3	100	100	20	20
S4	0	0	20	0
S5	0	0	20	40
S6	100	100	100	100

Aos 60 dias após a semeadura, avaliando-se o crescimento das mudas, constatou-se que independentemente do substrato, sendo agrupados todos os substratos como repetições e verificando apenas a influência da inoculação, a altura e o diâmetro da parte aérea das plantas inoculadas com FMAs foram significativamente superiores as não inoculadas. A partir desta avaliação até 120 dias após a semeadura, construiu-se a curva de crescimento em altura e diâmetro da parte aérea para cada substrato, inoculado e não inoculado (Figura 1 e 2).

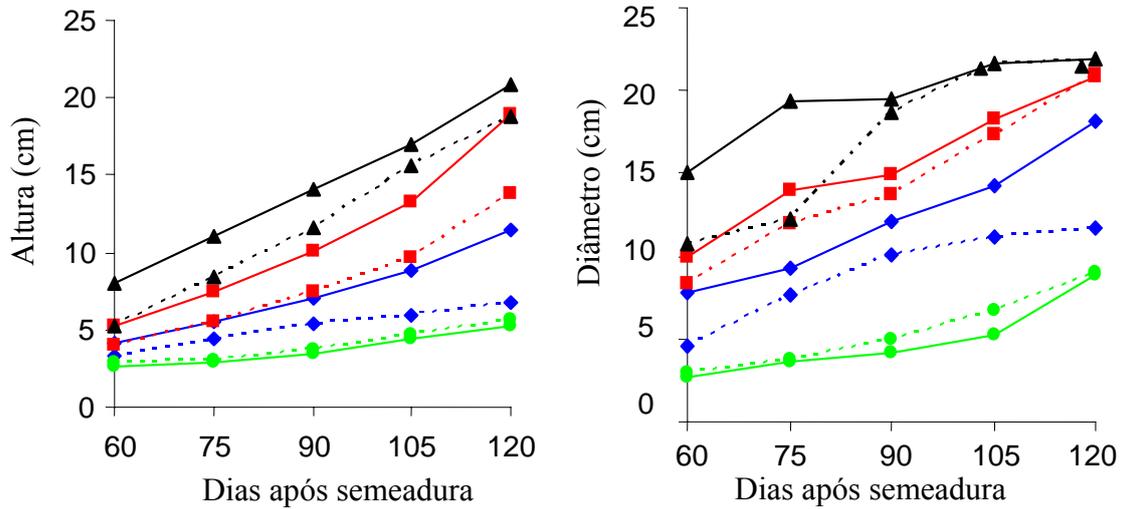


Figura 1. Curva de crescimento em altura e diâmetro da parte aérea de mudas de *Acacia mangium*, inoculadas (linha contínua) e não inoculadas (linha pontilhada) com FMAs, em diferentes substratos: S1 (♦), S2 (■), S3 (●) e S6 (▲), de 60 a 120 dias após a semeadura

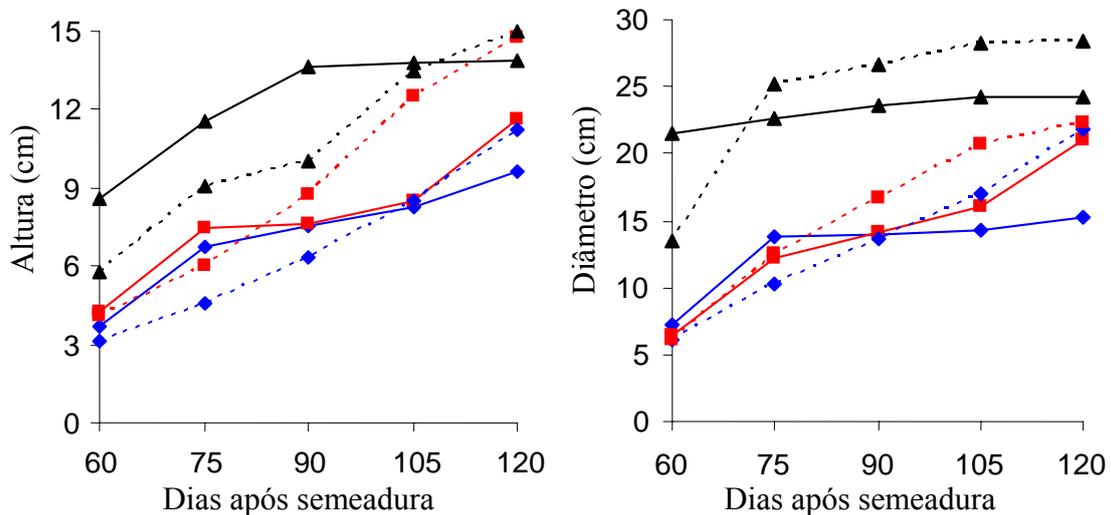


Figura 2. Curva de crescimento em altura e diâmetro da parte aérea de mudas de *Mimosa artemisiana*, inoculadas (linha contínua) e não inoculadas (linha pontilhada) com FMAs, em diferentes substratos: S1 (♦), S2 (■) e S6 (▲), de 60 a 120 dias após a semeadura

Pelas Figuras 1 e 2, constata-se que em três dos quatro substratos estudados, a tendência ao crescimento das plantas de *A. mangium* inoculadas com FMAs foi superior às não inoculadas. Já *M. artemisiana* não apresentou uma tendência definida. Porém, as plantas não micorrizadas, apesar de não diferirem estatisticamente das demais, apresentavam maiores médias ao final de 120 dias. Quanto aos substratos, em geral, as médias do S6, S2, S1, S3 aparecem em ordem decrescente para *A. mangium*. Para *M. artemisiana* o comportamento é o mesmo com exceção do S3 que não compôs a avaliação devido à alta taxa de mortalidade das mudas.

Aos 120 dias após semeadura, haviam diferenças significativas apenas entre os substratos testados. Observou-se que a inoculação e a interação substrato x inoculação, não apresentavam nenhum efeito com significância estatística, no crescimento de ambas as espécies (Anexo 2). Um fator que pode ter inibido o efeito da micorrização foi o alto nível de fósforo disponível nos substratos (Tabela 1). SIBINEL (2003) constatou que a presença de altos níveis de fósforo não impedia a colonização das raízes de *M. artemisiana*. Geralmente, em concentrações próximas do ótimo para o crescimento da planta hospedeira, já ocorre inibição da colonização micorrízica (SIQUEIRA et al., 1994). Porém, para algumas plantas, SAGGIN JUNIOR & LOVATO (1999) relatam que a disponibilidade de fósforo não é suficiente para promover efeitos negativos no crescimento. FLORES-AYLAS et al., (2003), avaliando os efeitos da disponibilidade de fósforo no solo, da micorriza formada por *Glomus etunicatum* e do estimulante Mycoform, na competição inicial de seis espécies arbóreas, em solos com diferentes níveis de fósforo, constataram que *Glomus etunicatum* só beneficia o crescimento das plantas em condições de baixo nível de fósforo disponível no solo.

De forma geral, na avaliação realizada aos 120 dias após a repicagem, as plantas de *A. mangium* apresentaram um crescimento significativamente superior quando repicadas para os substratos S6 (testemunha) e S2 (Tabela 3). Para *M. artemisiana*, apesar de detectadas diferenças estatísticas entre os substratos S6 e S2, as médias continuaram seguindo a tendência de maiores valores para o S6 seguidas do S2 (Tabela 4). Justifica-se um melhor desempenho do substrato S6, devido à alta dose de fosfato aplicada neste substrato. Quando observados os substratos à base de resíduos urbanos, constatou-se que o substrato S2 apresentou um desempenho semelhante ao S6 igualando-se na maioria das características avaliadas em ambas as espécies.

Tabela 3. Altura (H), diâmetro da parte aérea (DPA), peso da matéria seca da parte aérea (PMSA), peso da matéria seca das raízes (PMSR), peso da matéria seca total (PMST) e relação PMSA/PMSR (PA/R), de mudas de *Acacia mangium*, aos 120 dias após repicagem, em diferentes substratos

Substrato	H	DPA	PMSA	PMSR	PMST	PA/R
	----- cm -----	-----	----- g.planta ⁻¹ -----	-----	-----	
S1	9,1 b	14,9 b	1,24 b	0,33 bc	1,57 b	2,46 b
S2	16,3 a	21,0 a	3,97 a	1,31 ab	5,28 a	3,67 ab
S3	5,4 b	9,0 b	0,20 c	0,06 c	0,26 c	3,97 a
S6	19,8 a	21,1 a	3,70 a	1,58 a	5,28 a	2,46 b
CV (%)	41,97	38,50	102,63	104,11	102,19	40,60

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (P > 0,05).

Tabela 4. Altura (H), diâmetro da parte aérea (DPA), peso da matéria seca da parte aérea (PMSA), peso da matéria seca das raízes (PMSR), peso da matéria seca total (PMST) e relação PMSA/PMSR (PA/R), de mudas de *Mimosa artemisiana*, aos 120 dias após repicagem, em diferentes substratos

Substrato	H	DPA	PMSA	PMSR	PMST	PA/R
	----- cm -----	-----	-----	g.planta ⁻¹ -----	-----	
S1	10,4 b	18,5 b	0,94 b	0,70 c	1,64 c	1,19 a
S2	13,2 ab	21,6 ab	3,02 a	2,21 b	5,23 b	1,43 a
S6	14,3 a	26,3 a	4,53 a	3,88 a	8,41 a	2,26 a
CV (%)	26,65	22,72	50,30	51,39	49,69	60,97

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P > 0,05$).

À medida que o percentual do composto de resíduo de poda (CRP) foi sendo aumentado na formulação do substrato, piores tornavam-se os resultados expressos pelas variáveis de crescimento avaliadas. Sendo assim, esperava-se que o substrato S1, com menor proporção deste material, apresentasse resultados melhores que o S2. Porém, no período em que foi conduzido o experimento, foi observado que a temperatura dentro da casa de vegetação encontrava-se alta, aumentando a evapotranspiração e com isso, à medida que as plantas cresciam aumentava a necessidade por água. Dessa maneira, acredita-se que a proporção entre os componentes utilizados no substrato S2 proporcionou melhores condições às propriedades físicas aumentando a retenção de água, favorecendo o substrato S2 em relação ao S1, já que as características químicas de ambos são semelhantes.

Em relação à micorrização, não se constataram diferenças significativas entre as plantas inoculadas e não inoculadas, na densidade de esporos no substrato e na colonização das raízes. Na avaliação da densidade de esporos foi observada uma grande quantidade de esporos de fungos nativos, tanto no tratamento que foi inoculado quanto no não inoculado. Isto indica que os substratos permitiram a presença dos FMA e justifica a ausência de resposta a estes fungos no experimento. A presença de fungos nativos deve-se ao fato dos substratos utilizados não terem sido esterilizados. Estes fungos provavelmente promoveram nas plantas inoculadas um aumento na competição com os fungos que foram isolados e inoculados, e nas mudas não inoculadas favoreceu a simbiose mesmo que com menor eficiência.

Quando avaliados em função dos substratos (Tabela 5), o S1 e o S3 inibiram a colonização de raízes e diminuíram a densidade de esporos em ambas as espécies. O substrato S2 promoveu maior esporulação dos FMA e o S6 maior colonização micorrízica das mudas, sendo estes os substratos que mais favoreceram a micorrização das mudas de *A. mangium* e *M. artemisiana*.

A análise química do tecido da parte aérea ficou comprometida devido a alguns tratamentos não atingirem um volume suficiente de material para a sua realização. Conseqüentemente, o número reduzido de repetições analisada não permitiu uma análise de variância consistente. Diante disso, juntaram-se todas as repetições, por tratamento, numa só amostra e os resultados de teores de nutrientes são apresentados apenas para a caracterização de cada substrato (Anexo 2D e 2E). *A. mangium* crescida no substrato S6 apresentava o maior teor de fósforo e o menor teor de nitrogênio. *M. artemisiana* no mesmo S6 apresentava o menor teor para potássio, fósforo e nitrogênio.

Tabela 5. Taxa de colonização de raízes (TCR) e densidade de esporos no substrato (DE) em mudas de *Acacia Mangium* e *Mimosa artemisiana*, aos 120 dias após repicagem, em diferentes substratos

Substrato	<i>A. mangium</i>		<i>M. artemisiana</i>	
	TCR	DE	TCR	DE
	----%----	esporos.50ml ⁻¹	----%----	esporos.50ml ⁻¹
S1	0,2 c	478 b	2,3 c	609 b
S2	3,8 b	720 a	8,4 b	800 a
S3	0,1 c	429 b	----	----
S6	10,4 a	276 c	14,4 a	400 c
CV (%)	62,05	23,04	52,57	19,00

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (P > 0,05).

3. Ajustes na formulação do substrato

Nos experimentos onde se promoveu um ajuste na formulação do substrato tendo como base o substrato S2, verificou-se que o crescimento em altura, de ambas as espécies, até os 90 dias após semeadura foi lento e a partir desta data constatou-se uma alta taxa de crescimento em altura, destacando-se as plantas de *A. mangium* (Figura 3). O substrato S6 apresentou resultados inferiores aos demais, provavelmente devido ao excesso de água de irrigação. As plantas crescidas nos substratos S2a e S2b apresentavam uma maior necessidade de irrigação, o substrato S6, por conta do desenho experimental, também recebia esta mesma quantidade de água, para que não houvesse diferenciação entre os tratamentos. É possível que as propriedades físicas deste substrato quando submetidas às estas condições de excesso de irrigação tenha prejudicado o crescimento das mudas, já que verificava-se que após períodos de chuva ou após a rega, a formação de uma lâmina d'água sobre este substrato. Em condições anaeróbicas, segundo RAIJ (1991), citando MENGEL & KIRKBY (1987), as raízes não conseguem mais oxidar carboidratos e forma-se álcool por fermentação, com considerável prejuízo para o crescimento vegetal. Práticas de irrigação utilizadas são, da mesma forma, essenciais na definição das características de porosidade, assim como a forma como o material é manejado antes da colocação da planta ou da semente (compactação, conteúdo de umidade, técnica de enchimento) (FONTENO, 1996).

Na avaliação de crescimento realizado aos 120 dias após a semeadura, observou-se um comportamento diferenciado entre as espécies (Tabela 6 e 7). Para *A. mangium*, as médias do substrato da Embrapa (S6), apresentaram resultados significativamente inferiores aos demais substratos. Para o peso da matéria seca total e a relação parte aérea/raiz, apesar de não constatadas diferenças estatísticas, a diferença numérica entre as médias também caracteriza um menor crescimento das plantas no substrato S6. Para *M. artemisiana*, as variáveis que avaliaram o crescimento das mudas foram iguais estatisticamente entre os tratamentos, comprovando a eficiência das formulações dos substratos S2a e S2b. Também foi constatado o encharcamento do substrato S6 nesta espécie, atribuiu-se à rusticidade da espécie a possibilidade de resistir a este efeito.

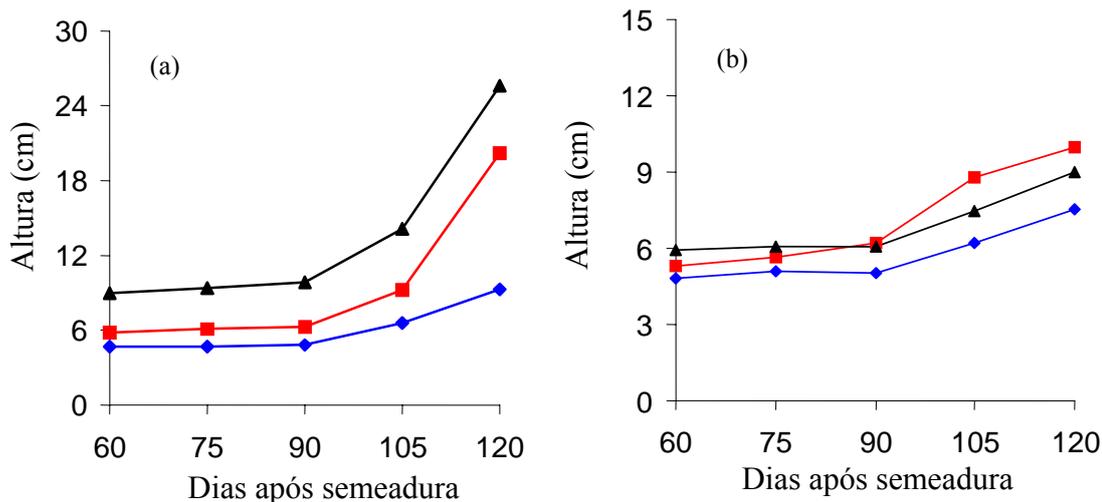


Figura 3. Curva de crescimento em altura de *Acacia mangium* (a) e *Mimosa artemisiana* (b), em diferentes substratos: S2a (■), S2b (▲) e S6 (◆)

Tabela 6. Altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso da matéria seca da parte aérea (PMSA), das raízes (PMSR), total (PMST) e relação PMSA/PMSR (PA/R), de *A. mangium*, aos 120 dias após semeadura, em diferentes substratos

Substrato	H	DC	PMSA	PMSR	PMST	PA/R
	----- cm -----		----- g.planta ⁻¹ -----			
S2a	21,56 a	3,16 a	4,83 a	1,49 a	6,31 a	3,19 a
S2b	23,31 a	3,88 a	4,72 a	1,48 a	6,20 a	2,97 a
S6	8,44 b	1,80 b	0,95 b	0,64 b	1,68 a	7,01 a
CV (%)	47,60	34,35	93,43	76,26	88,01	127,11

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P > 0,05$).

Tabela 7. Altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso da matéria seca da parte aérea (PMSA), das raízes (PMSR), total (PMST) e relação PMSA/PMSR (PA/R), de *M. artemisiana*, aos 120 dias após semeadura, em diferentes substratos

Substrato	H	DC	PMSA	PMSR	PMST	PA/R
	----- cm -----		----- g.planta ⁻¹ -----			
S2a	10,13 a	2,96 a	0,79 a	0,91 a	1,70 a	0,69 a
S2b	8,75 a	2,91 a	0,86 a	1,30 a	2,16 a	1,35 a
S6	6,96 a	2,56 a	0,70 a	0,90 a	1,60 a	1,16 a
CV (%)	27,46	14,07	48,84	64,36	56,30	45,77

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P > 0,05$).

Comprovou-se pelas análises apresentadas nas tabelas 8 e 9 que nutricionalmente as plantas de ambas as espécies foram estatisticamente equivalentes para todos os tratamentos. Todos os macronutrientes foram disponibilizados pelos

substratos em teores adequados, não sendo limitantes ao crescimento das plantas, pois não foram observados sintomas visuais típicos de deficiência nutricional. A fertilidade de compostos como o de lixo é muito variável, pois o material de origem é muito heterogêneo e a concentração dos nutrientes pode variar a cada leira formada para a realização do processo de compostagem, neste caso, a fertilidade do substrato foi adequada. A semelhança das médias dos substratos S2a e S2b invalidam a utilização da dose de fosfato, porém, quando se produzem mudas para recuperação de áreas degradadas, é importante que estas levem uma reserva de fósforo para a fase de crescimento inicial no campo. Como o fósforo na muda é aplicado na forma de fosfato ele apresenta lenta liberação, conseguindo fornecer P às mudas no campo lentamente por um longo período. A solubilização do fosfato é facilitada pela presença de solos ácidos nas áreas degradadas. Assim, mesmo sem resposta nutricional à aplicação de fosfato de rocha durante a formação de mudas, FRANCO (1984) recomenda a aplicação de fosfato de rocha para a formação de mudas que se destinam a áreas degradadas ou áreas que serão pouco fertilizadas no plantio. Isto garante uma reserva ao crescimento inicial da planta até que se inicie a ciclagem da serrapilheira.

Diversos autores estudaram o efeito do fósforo no crescimento inicial das plantas, respostas à adubação fosfatada em programas de recuperação de áreas degradadas são relatadas na literatura a respeito de várias espécies (DIAS et al., 1991; RENÓ, 1994; FERNANDES et al., 2000).

Tabela 8. Macronutrientes na parte aérea de *A. mangium*, aos 120 dias após semeadura, em diferentes substratos

Substrato	N	P ¹	K ²	Ca ³	Mg ³
	----- g.kg ⁻¹ -----				
S2a	16,81 a	1,42 a	4,00 a	15,80 a	1,55 a
S2b	17,26 a	2,05 a	3,87 a	15,13 a	1,55 a
S6	16,21 a	3,22 a	5,56 a	15,37 a	1,60 a
CV (%)	6,62	31,77	30,21	48,21	11,31

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (P > 0,05).

1-Extrator Mehlich I; 2-Extrator Ca(H₂PO₄)₂, 500mgP/l, em HOAc 2N; 3- Extrator KCl 1N.

Tabela 9. Macronutrientes na parte aérea de *M. artemisiana*, aos 120 dias após semeadura, em diferentes substratos

Substrato	N	P ¹	K ²	Ca ³	Mg ³
	----- g.kg ⁻¹ -----				
S2a	21,46 a	3,31 a	8,43 a	18,23 a	2,18 a
S2b	17,17 a	3,95 a	8,50 a	20,91 a	2,58 a
S6	17,15 a	4,22 a	10,12 a	18,05 a	2,37 a
CV (%)	17,28	31,54	27,71	20,23	21,90

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (P > 0,05).

1-Extrator Mehlich I; 2-Extrator Ca(H₂PO₄)₂, 500mgP/l, em HOAc 2N; 3- Extrator KCl 1N.

4. Conclusões

Para mudas de *A. mangium*, os substratos S2 e S6 se destacaram promovendo maior crescimento. Para *M. artemisiana*, o substrato S6 não diferiu do S2 em todos as variáveis de crescimento. Porém, ambos se destacaram na sobrevivência das plântulas.

O substrato S6 destacou-se pela maior promoção da colonização das raízes, enquanto o S2 promoveu maior esporulação.

Substratos contendo teores acima de 45% de composto de resíduo de poda foram inadequados para a produção de mudas de *A. mangium* e *M. artemisiana*

Os substratos, S2a e S2b, com base em resíduos urbanos compostados, além do S6, são indicados para a formação de mudas de *A. mangium* e *M. artemisiana*.

Apesar de não ter sido necessária a adição de fosfato na formação de mudas de *A. mangium* e *M. artemisiana*, recomenda-se o uso de doses mais altas de fosfato quando as mudas são destinadas a áreas degradadas.

5. Referências Bibliográficas

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**, v. 37, n. 1, p. 35-43, Jan. 1997.

CARNEIRO, J. G. DE A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, Campos: UENF, 451p. 1995.

CRAVO, M. S. **Composto de lixo urbano como fonte de nutrientes e metais pesados para alface**. Piracicaba, 1995. 148p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

DIAS, L. E.; ALVAREZ, V. H.; BRIENZA JÚNIOR, S. Formação de mudas de *Acacia mangium* Willd. 2. Resposta a nitrogênio e potássio. **Revista Árvore**, v.15, n.1, p.11-22, 1991.

EMBRAPA. Centro Nacional de pesquisa de solos. **Manual e métodos de análise de solos**. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. (Embrapa-CNPA. Documentos,1).

FERNANDES, L. A., FURTINI NETO, A. E., FONSECA, F. C. *et al.* Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.6, p.1191-1198, 2000

FLORES-AYLAS, W. W., SAGGIN-JUNIOR, O. J., SIQUEIRA, J. O. *et al.* Effects of *Glomus etunicatum* and phosphorus on initial growth of woody species at direct seeding. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.2, p.257-266, 2003.

FONTENO, W. C. Growing media: types and physical/chemical properties. In: Reed, D.W. (ed.) **A Growers Guide to Water, Media, and Nutrition for Greenhouse Crops**. Batavia: Ball, 1996. p.93-122.

FRANCO, A. A. Fixação de nitrogênio em árvores e fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, p.253-261, 1984.

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

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., Eds. **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba, IPEF, 2000. p.309-350.

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

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

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

MELO,W. J.; MARQUES, M. O.; SILVA, F. C.; BOARETO, A. E. Uso de resíduos sólidos urbanos na agricultura e impactos ambientais (Compact disc). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., Rio de Janeiro, 1997. **Anais**. Rio de Janeiro: Embrapa; SBCS, 1997.

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

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 3.ed. Bern: International Potash Institute, 1982. 655 p.

RENÓ, N. **Requerimentos nutricionais e resposta ao P e fungo micorrízico de espécies nativas no Sudeste brasileiro**. Lavras : ESAL, Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) 62p., 1994.

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**. Viçosa, MG. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, UFLA, p.725-774, 1999.

SIBINEL, A. H. M. **Resposta da leguminosa *Mimosa artemisiana* a inoculação de diferentes fungos micorrízicos arbusculares na recuperação de áreas degradadas**. Seropédica: UFRRJ (Tese – Mestrado em Ciência do solo). 73p., 2003.

SIQUEIRA, J. O.; CARNEIRO, M. A. C.; CURTI, 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**, v. 107, n. 1/3, p. 241-252, 1998.

SIQUEIRA, J. O.; PAULA, M. A. Efeitos de micorrizas vesículo-arbusculares na nutrição e aproveitamento de fósforo pela soja em solos do cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. n.10, p.97-102, 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.

SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F.M.S.; GRISI, B. M.; HUNGRIA, M; ARAUJO, R. S. **Microorganismos e processos biológicos do solo**: perspectiva ambiental. EMBRAPA, Brasília: EMBRAPA, 142p, 1994.

VALE, F. R.; GUEDES, G. A. A.; GUILHERME, L. R. G. **Manejo da fertilidade do solo**. Minas Lavras: UFLA; FAEPE, 1995, 206p.

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

CAPITULO II

PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Acacia mangium* Wild. E *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula, EM DIFERENTES RECIPIENTES, PARA A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos recipientes na produção de mudas de *Acacia mangium* Wild. e *Mimosa artemisiana* Heringer e Paula, em condições de viveiro e no plantio no campo, em uma área degradada. Também foi avaliado o potencial de regeneração de raízes (PRR) das mudas produzidas nos diferentes recipientes. Os tratamentos utilizados foram os blocos prensados com aproximadamente 440 mL de substrato por muda, tubetes de 280 mL e bandejas de isopor de 150 mL por célula. Como substrato utilizou-se uma mistura, em volume, de 60% de composto orgânico de lixo urbano, 20% de composto orgânico de resíduo de poda, 20% de subsolo argiloso e fertilizado com fosfato de Araxá na base de 30g.L^{-1} . No final da fase de viveiro, aos 150 dias após a repicagem, constatou-se que, em geral, nos tubetes e nos blocos prensados, as mudas apresentaram maior crescimento. Para avaliar o PRR as mudas produzidas nos três recipientes foram transplantadas para sacos plásticos de 3,5 L, sendo avaliados aos 20 e 30 dias após o transplante. Verificou-se que as mudas produzidas nos blocos prensados apresentaram maior crescimento de raízes nas duas datas avaliadas. No campo constatou-se que não houve diferença na taxa de sobrevivência e que aos 180 dias após o plantio, as mudas originárias de tubetes apresentaram maior crescimento.

Palavras chave: Lixo urbano, Leguminosas arbóreas, Potencial de regeneração de raízes.

CHAPTER II

SEEDLING PRODUCTION OF *Acacia mangium* Wild. AND *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula IN DIFFERENT RECIPIENTS TO RECOVER DAMAGED AREAS

ABSTRACT

The objectives of this work were evaluate the recipients effect in the seedling production of *Acacia mangium* Wild and *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula, in nursery and field conditions, in a land reclamation. Also it was evaluated the root potential regeneration (RPR) of the seedling production in different recipients. The treatments used were pressed blocks contend approximately 440 mL/seedling, tubes 280 mL, polystyrene trays 150 mL/cell. As substrates there were, in volume, 60% of organic compound of urban waste, 20% of organic compound of pruning residue, 20% of clay sub-soil and fertilized araxá rock phosphate (30g.L⁻¹ of substrate). In the end of the nursery phase, 150 days after the transplantation, evidenced that, in general, in tubes and the pressed blocks, the seedlings had presented greater growth. To evaluate the RPR the seedlings produced in the three containers had been transplanted for 3,5 L plastic bags, being evaluated 20 and 30 days after the transplant. It was verified that the seedlings produced in the pressed blocks had presented greater growth of roots in the two evaluated dates. In the field it was evidenced that it there was no difference in the survival tax and that 180 days after the plantation, the originary changes of tubes had presented greater growth.

Key words: urban waste, arboreous legume, root growth potential.

1. Introdução

Para a produção de mudas, o tipo, o formato e o volume do recipiente são de grande importância para o seu crescimento. Segundo CARNEIRO (1995), as funções ideais dos recipientes são: propiciar suporte das mudas, proteger as raízes de danos mecânicos e desidratação, moldar as raízes de forma favorável para o crescimento das mudas, aumentar a taxa de sobrevivência e o crescimento inicial no campo e facilitar o manuseio no viveiro e no plantio.

No Brasil, os recipientes mais utilizados para produção de mudas de espécies arbóreas são os sacos plásticos e os tubetes plásticos. Segundo GOMES et al. (1990), os sacos plásticos têm sido os recipientes mais utilizados, principalmente nos pequenos viveiros, em virtude de sua maior disponibilidade e menor preço. Porém, existe uma tendência à substituição destes pelos tubetes, devido às seguintes desvantagens descritas por CAMPINHOS & IKEMORI (1983), sendo, enovelamento do sistema radicular, dificuldade das operações de viveiro, transporte para o campo e distribuição das mudas, em virtude de o substrato utilizado (solo) ser muito pesado. No uso de sacos plásticos é necessário que a terra esteja seca, o enchimento é manual, e há necessidade de se retirar o recipiente no momento do plantio, retardando tal operação, além do enovelamento do sistema radicular provocado por recipientes de paredes e fundo liso, observado por PARVIAINEN (1981). Atualmente, os viveiros florestais de grande porte utilizam na sua grande maioria o sistema de tubetes, apresentando uma grande variedade de modelos e tamanhos, atendendo as diferentes necessidades de mudas florestais, tendo destaque na produção de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*, aumentando a praticidade na produção destas mudas, que são de grande escala neste País.

Outro recipiente também utilizado para a produção de mudas são as bandejas de isopor. Estas apresentam como maior vantagem o peso e o volume de substrato reduzido, favorecendo o transporte das mudas no campo. Porém, espécies de sistema radicular mais agressivo podem causar problemas na retirada da muda deste recipiente, causando danos a muda e perda de substrato.

Nos últimos anos, tem sido testado o sistema de blocos prensados, de origem finlandesa para produção de mudas e apresenta como principal vantagem o crescimento sem deformações radiculares apresentando uma morfologia radicular mais próxima à natural, já que a ausência de paredes evita o confinamento ou direcionamento das raízes. Este sistema também proporciona a exploração de um volume de substrato cinco vezes maior que o dos tubetes, sem gastar mais espaço no viveiro (BARROSO et al., 2000) e exige menor número de irrigações (LELES et al., 2000). Os blocos prensados ao receber as sementes ou plântulas ficam sobre um fundo telado, favorecendo a drenagem e promovendo a poda natural da raiz pivotante quando esta entra em contato com o ar e conseqüentemente estimulando o desenvolvimento das raízes laterais. Ainda neste sistema, a individualização das mudas é feita através do corte do bloco, normalmente com a utilização de um facão. Este corte promove a poda das raízes laterais, exercendo um efeito positivo, aumentando a ramificação e o número de extremidades de novas raízes que possuem a capacidade de absorção de água e nutrientes (LELES, 1998; BARROSO, 1999). SCHIAVO & MARTINS (2003) testaram blocos prensados e tubetes na produção de mudas de *Acacia mangium*, com a utilização de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e rizóbio. Constataram que os blocos prensados com inóculo de FMAs + rizóbio foi o tratamento em que a acácia apresentou melhores resultados.

Uma das maneiras de estudar a qualidade das mudas é através do potencial de regeneração de raízes (PRR), que, segundo CARNEIRO (1995), representa a

capacidade da muda iniciar e desenvolver novas raízes, em um determinado intervalo de tempo. Este índice é considerado um indicador da qualidade fisiológica das mudas (TANAKA et al., 1997). Podendo ser quantificado através de diversas características, sendo, mais comumente, o comprimento total de novas raízes (NOVAES, 1998) e o número total de novas raízes (LELES, 1998; MORGADO, 1998).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito dos recipientes no crescimento das mudas *Acacia mangium* e *Mimosa artemisiana*, e nas características de micorrização das mesmas.

2. Material e Métodos

As espécies utilizadas foram *Acacia mangium* e *Mimosa artemisiana*, cujas sementes foram doadas pela Embrapa Agrobiologia. Os experimentos foram divididos em três fases: produção de mudas, avaliação do potencial de regeneração das raízes (PRR) e desempenho no campo. As duas primeiras fases foram conduzidas no Viveiro Florestal do Departamento de Silvicultura do Instituto de Florestas da UFRRJ e a última em um pasto degradado, da Fazenda Cachoeirão, no Município de Além Paraíba – MG.

2.1 Produção das mudas

Os tratamentos testados foram os blocos prensados com aproximadamente 440 mL de substrato por planta, tubetes de 280 mL, bandejas de isopor de 150 mL por célula. A Figura 1 mostra os blocos prensados prontos para receber as plântulas.



Figura 1. Bloco prensado, sobre o fundo telado, nas dimensões 60x40x10 com 54 locais de semeadura, pronto para receber as plântulas.

Para a prensagem dos blocos foi preparada uma forma metálica nas dimensões 60 x 40 x 20 cm (comprimento x largura x altura). Cada forma foi constituída por uma estrutura reforçada de ferro, que recebeu paredes laterais removíveis de chapa de ferro. Esta estrutura foi colocada sobre um fundo de madeira com 2 cm de espessura. Foram confeccionadas caixas de madeira com fundos telados, utilizados como suporte para os blocos após a prensagem, propiciando a poda natural das raízes. Para a confecção dos blocos, o substrato foi uniformemente umedecido e colocado na forma metálica. Após o seu enchimento até atingir 3 cm da borda colocou-se uma tampa de madeira e prensado, por 15 minutos, em uma prensa hidráulica. Após a prensagem a forma foi desmontada e os blocos secaram ao ar livre, por quatro dias, sobre as caixas de fundo telado. A Metodologia da confecção dos blocos foi adaptada de LELES (1998) e MORGADO (1998).

Como substrato utilizou-se uma mistura, em volume, de 60% de resíduos compostados de lixo urbano, 20% de resíduos compostados de poda, 20% de subsolo argiloso, acrescido de uma dose de fosfato de araxá na base de 30g.L⁻¹ de substrato.

As sementes de *Acacia mangium* e *Mimosa artemisiana* foram desinfestadas com hipoclorito de sódio 5%, por 20 minutos e foram germinadas em areia. Após a emissão da radícula, repicaram-se duas plântulas por ponto no bloco prensado, célula na bandeja de isopor ou tubete.

No momento da repicagem, todas as mudas foram inoculadas com FMAs colocando-se no orifício 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 planta de maior crescimento por local de plantio. Aos 90 dias as plantas dos tubetes foram reespaçadas, pois foi o único recipiente testado que permite esta prática.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com três repetições por tratamento, cada repetição foi formada por 54 mudas ou ponto de repicagem.

Os dados de altura foram coletados quinzenalmente, dos 75 até os 150 dias após a repicagem. O diâmetro do coleto foi mensurado somente aos 150 dias. Após a última medição as plantas foram colhidas e foi realizada a separação da parte aérea e do sistema radicular, pesadas e colocadas em estufa a 65 °C até obter peso constante, para a determinação do peso da massa seca. Em seguida, através de três plantas por repetição, escolhidas ao acaso, determinaram-se os teores de N, P, K, Mg e Ca da parte aérea. As análises químicas foram realizadas segundo EMBRAPA (1997). Também, através de três amostras de substrato por repetição foram separados 50 cm³ de substrato para as extrações dos esporos dos FMAs por peneiramento úmido (GERDEMANN & NICOLSON, 1963) e centrifugações em água e sacarose. Os esporos foram contados em microscópio estereoscópico. Três amostras de raízes frescas, provenientes dos mesmos recipientes que foi realizada as extrações de esporos, foram coloridas seguindo a metodologia de KOSKE & GEMMA (1989) e a colonização radicular foi avaliada em microscópio ótico (200x). 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, utilizando o software SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas.

2.2 Potencial de regeneração das raízes (PRR)

Aos 150 dias após a repicagem, de cada repetição foram selecionadas três mudas de dimensão (altura e diâmetro) mais próximas dos valores médios para a avaliação do PRR. Estas plantas foram transplantadas para um saco plástico transparente de 13 cm de diâmetro x 30 cm de altura, contendo aproximadamente 3,5 L de substrato formado por 70% de subsolo argiloso e 30% de areia. Os sacos plásticos foram furados para permitir a drenagem e cobertos por uma lona preta para impedir a incidência de luz. Aos 20 dias após o transplante, todas as raízes que faziam contato com a parte interna dos sacos plásticos, foram sobrepostas, com canetas do tipo marcador permanente, esta metodologia foi adaptada de LELES (1998). Esta operação foi repetida, utilizando uma caneta de outra cor, aos 30 dias, demarcando o crescimento radicular dos 20 aos 30 dias após o transplante. Após a última avaliação foram mensurados a altura e o diâmetro do coleto. Em seguida, foram retirados os sacos plásticos com o desenho das raízes para a avaliação quantitativa do comprimento das raízes. Esses desenhos foram “scaneados” e avaliados utilizando o programa SIARCS 3.0. Seqüencialmente, as plantas foram colhidas e foi realizada a separação da parte aérea e do sistema radicular, pesadas e colocadas em estufa a 65 °C até obter peso constante, para a determinação do peso da massa seca. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições, cada unidade amostral foi constituída por três plantas. 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.

2.3 Avaliação das mudas no campo

No final da produção das mudas, aos 150 dias após a repicagem, foram selecionados de cada unidade amostral 16 mudas mais homogêneas em termos de altura, para o plantio no campo. Esta fase foi instalada em uma área de pasto degradado, em declive, com solo exposto de textura argilosa, na Fazenda Cachoeirão, no Município de Além Paraíba - MG, cuja análise química do solo apresentou os seguintes resultados: pH (em água) = 4,4; P e K = 0 e 19 mg/dm³ de solo, respectivamente; Ca + Mg e Al = 0,5 e 1,5 cmol/dm³ de solo, respectivamente.

O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso com três repetições alocadas acompanhando a toposeqüência do terreno. Cada unidade amostral foi constituída por 16 covas dispostas em um quadrado de 4 X 4 plantas.

O espaçamento utilizado foi 2 x 2 m e foram abertas covas de 30x30x30 cm. Em seguida, aplicou-se 100 g de fosfato de araxá, antes do plantio e realizou-se o plantio. Para a manutenção, realizaram-se dois coroamentos (60 e 150 dias após o plantio) e o controle das formigas cortadeiras.

Aos 60 dias após plantio, verificou-se a taxa de sobrevivência das mudas oriundas de diferentes recipientes. O crescimento em altura da parte aérea (*Acacia mangium*) e o comprimento até a ponta do maior galho (*Mimosa artemisiana*) e o diâmetro do coleto de ambas as espécies, foi realizadas 180 dias após o plantio.

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. Utilizando o mesmo programa estatístico já descrito.

3. Resultados e Discussão

Os resumo das análises de variância encontram-se no Anexo 3.

3.1 Produção das mudas

Verificou-se, para ambas as espécies, maior taxa de sobrevivência das mudas produzidas em tubetes. Isto, provavelmente, ocorreu devido aos tubetes permitirem a realização de um reespaçamento, diminuindo a competição por espaço entre as mudas (Tabela 1). Para *A. mangium* a menor taxa de sobrevivência foi observada quando utilizaram-se os blocos prensados e para *M. artemisiana*, a bandeja de isopor, nestes recipientes não é possível o reespaçamento das mudas. Com isso, a tendência é que o rápido crescimento de alguns indivíduos promova a supressão e a morte de parte dos indivíduos menores. Constatou-se que, devido às plantas de *M. artemisiana*, apresentarem um maior crescimento horizontal da parte aérea, a partir dos 105 dias, as plantas maiores já interferiam no crescimento das menores.

Nos diferentes tipos de recipientes o crescimento em altura apresentou um comportamento mais regular para as mudas de *A. mangium*, do que para as de *M. artemisiana* (Figura 2). Nesta última espécie as mudas produzidas nos blocos prensados apresentaram uma tendência ao maior crescimento do que as dos outros recipientes.

Tabela 1. Taxa de sobrevivência das mudas *A. mangium* e *M. artemisiana*, aos 105 e 150 dias após repicagem, em diferentes recipientes

Recipiente	<i>A. mangium</i>		<i>M. artemisiana</i>	
	105 dias	150 dias	105 dias	150 dias
----- % -----				
Bloco prensado	63,6	60,5	82,1	61,1
Bandeja de isopor	92,0	92,0	71,0	59,3
Tubetes	95,1	92,6	91,4	85,2

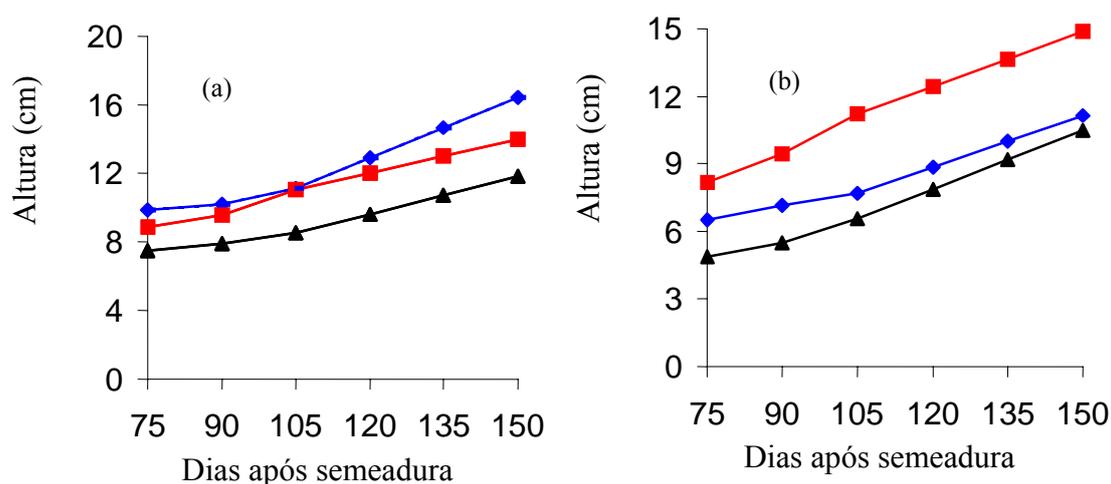


Figura 2. Curva de crescimento em altura de *Acacia mangium* (a) e *Mimosa artemisiana* (b), em diferentes recipientes: Bloco prensado (■), Bandeja de isopor (▲) e Tubetes (◆).

Na avaliação realizada na época de expedição das mudas para o campo, aos 150 dias após a repicagem, constata-se para *A. mangium*, que os tubetes formaram mudas

significativamente maiores que as dos demais recipientes (Tabela 2). Isto provavelmente ocorreu devido ao reespaçamento das mudas, que permitiu uma menor competição por água e ar. FONTENO (1996) aponta quatro fatores que afetam o *status* da água e do ar em recipientes: o substrato (componentes e quantidades), o recipiente, as práticas de irrigação e os procedimentos de manuseio dos substratos. Nesta espécie destacou-se o peso da massa seca da parte aérea (PMSA), das raízes (PMSR) e total (PMST) sendo superiores quando utilizados os tubetes, estes, ainda, conferiram a melhor relação parte aérea / raiz (PA/R), apesar de não apresentar diferença estatística. Em geral as mudas produzidas nas bandejas de isopor apresentaram um desempenho inferior quando comparada com os demais recipientes (Tabela 2).

Tabela 2. Altura (H), diâmetro de coleto (DC), peso da matéria seca da parte aérea (PMSA), das raízes (PMSR), total (PMST) e relação PMSA/PMSR (PA/R), de *A. mangium*, aos 150 dias após repicagem, em diferentes recipientes

Recipiente	H	DC	PMSA	PMSR	PMST	PA/R
	----- cm -----	-----	-----	g.planta ⁻¹	-----	
Bloco prensado	13,9 ab	2,4 a	1,73 b	0,67 b	2,40 b	2,70 a
Bandeja de isopor	11,8 b	2,3 a	1,13 c	0,80 b	1,93 c	2,00 a
Tubetes	16,4 a	2,5 a	3,03 a	1,53 a	4,63 a	1,70 a
CV (%)	10,90	11,04	9,28	17,95	6,01	26,10

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (P > 0,05).

Para *M. artemisiana* (Tabela 3), as mudas produzidas nos tubetes e nos blocos prensados, apresentaram igualdade estatística em quase todas as características de crescimento avaliadas, exceto pela altura e PMSR. No PMSR, a média dos blocos foi inferior a dos tubetes, porém, esse resultado pode ter sido influenciado pela perda de raízes quando se faz a poda na individualização das mudas. Assim como para *A. mangium*, as mudas de *M. artemisiana* produzidas em bandejas de isopor não obtiveram desempenho satisfatório, apresentando os menores valores médios para todas as características avaliadas com exceção do peso da matéria seca das raízes. Estes resultados evidenciam o melhor desempenho de mudas de *A. mangium* produzidas em tubetes, além deste recipiente apresentar maior facilidade em seu manejo, tanto no viveiro quanto no transporte para o plantio no campo.

Tabela 3. Altura (H), diâmetro de coleto (DC), peso da matéria seca da parte aérea (PMSA), das raízes (PMSR), total (PMST) e relação PMSA/PMSR (PA/R), de *M. artemisiana*, aos 150 dias após repicagem, em diferentes recipientes

Recipiente	H	DC	PMSA	PMSR	PMST	PA/R
	----- cm -----	-----	-----	g.planta ⁻¹	-----	
Bloco prensado	14,8 a	3,6 a	1,22 a	0,77 b	2,00 ab	1,56 ab
Bandeja de isopor	10,4 b	3,1 b	1,02 a	0,60 b	1,60 b	1,90 a
Tubetes	11,1 b	3,5 a	1,21 a	1,33 a	2,53 a	1,13 b
CV (%)	8,48	4,00	19,10	24,00	15,55	18,32

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (P > 0,05).

CARNEIRO e PARVIAINEN (1988) compararam a qualidade de mudas de *Pinus elliotti* produzidas em blocos com as originárias de tubetes, potes de taquara e sacos plásticos. Concluíram que a altura da parte aérea, o diâmetro do colo e os pesos de matéria seca da parte aérea e radicial foram menores em recipiente de menor volume de substrato. LELES et al. (2000), em experimento com *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. pellita*, verificaram que todas estas espécies produzidas em blocos prensados apresentaram valores de altura da parte aérea, diâmetro de colo e área foliar, significativamente superiores aos das plantas produzidas em tubetes.

O comportamento dos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), foi diferenciado entre as espécies. Em geral as plantas de *M. artemisiana* apresentaram médias de colonização radicular e esporulação maiores que as de *A. mangium* (Tabela 4). Para *A. mangium* apenas a colonização das raízes apresentou diferença estatística entre os tratamentos, tendo o bloco prensado seguido dos tubetes como melhores resultados. Para *M. artemisiana* a densidade de esporos no solo foi quem diferiu, onde destacou-se a bandeja de isopor.

Apesar da interação dos FMAs com as plantas acontecer de forma diferenciada entre as espécies e ser dependente dos fatores nutricionais oferecidos pelos substratos, principalmente pelo elemento fósforo, observou-se que quanto maior o volume do recipiente maior a colonização das raízes e menor esporulação. Isto pode ser provocado devido ao confinamento das raízes, provocando um estresse que promova maior esporulação. SCHIAVO & MARTINS (2002), estudando o comportamento de mudas de goiabeira produzidas em tubetes ou blocos prensados, encontraram efeitos positivos da inoculação micorrízica sobre o crescimento e acúmulos de nutrientes, apenas nas mudas produzidas no sistema de blocos prensados. SCHIAVO & MARTINS (2003) não encontraram diferença estatística na colonização radicular entre plantas de *Acácia mangium* originárias de tubetes de 250 cm³ e blocos prensados com 250 cm³ de substrato por planta, quando inoculadas com FMAs ou FMAs + Rizóbio. O mesmo foi constatado por LEAL et al. (2005), também, utilizando tubetes e blocos prensados de 250 cm³, quando inoculados com FMAs.

Tabela 4. Taxa de colonização de raízes (TCR) e densidade de esporos no substrato (DE) em *A. Mangium* e *M. artemisiana*, aos 150 dias após repicagem, em diferentes recipientes

Recipiente	<i>A mangium</i>		<i>M. artemisiana</i>	
	TCR	DE	TCR	DE
	----%----	esporos.50ml ⁻¹	----%----	esporos.50ml ⁻¹
Bloco prensado	10,7 a	975 a	37,4 a	1313 b
Bandeja de isopor	5,1 b	1090 a	31,6 a	2355 a
Tubetes	8,5 ab	609 a	24,5 a	679 c
CV (%)	20,00	34,71	28,66	11,61

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (P > 0,05).

De modo geral, não houve diferenças significativas na concentração de nutrientes nas folhas das mudas produzidas nos três tipos de recipientes estudados (Tabelas 5 e 6). Não foram observados sintomas visuais de deficiência nutricional, evidenciando que em todos os recipientes as mudas foram capazes de absorver os nutrientes disponíveis no substrato e estes foram suficientes.

Tabela 5. Macronutrientes na parte aérea de *A. mangium*, aos 150 dias após repicagem, em diferentes recipientes

Recipiente	N	P ¹	K ²	Ca ³	Mg ³
	----- g.kg ⁻¹ -----				
Bloco prensado	18,83 a	1,26 a	6,66 a	11,73 b	1,66 a
Bandeja de isopor	20,56 a	1,30 a	6,00 a	13,60 ab	1,46 a
Tubeletes	21,03 a	1,13 a	5,66 a	17,23 a	1,46 a
CV(%)	6,73	4,25	18,70	10,89	5,32

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (P > 0,05).

1-Extrator Mehlich I; 2-Extrator Ca(H₂PO₄)₂, 500mgP/l, em HOAc 2N; 3- Extrator KCl 1N.

Tabela 6. Macronutrientes na parte aérea de *M. artemisiana*, aos 150 dias após repicagem, em diferentes recipientes

Recipiente	N	P ¹	K ²	Ca ³	Mg ³
	----- g.kg ⁻¹ -----				
Bloco prensado	29,73 a	1,16 a	7,33 a	11,36 a	1,53 a
Bandeja de isopor	30,56 a	1,33 a	8,33 a	15,76 a	1,73 a
Tubeletes	28,86 a	1,56 a	7,83 a	14,63 a	1,73 a
CV (%)	8,07	18,57	17,67	15,77	17,32

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (P > 0,05).

1-Extrator Mehlich I; 2-Extrator Ca(H₂PO₄)₂, 500mgP/l, em HOAc 2N; 3- Extrator KCl 1N.

3.2 Potencial de regeneração das raízes (PRR)

No experimento de regeneração das raízes constatou-se que as plantas de *A. mangium*, produzidas nos blocos prensados apresentaram comprimentos de raízes regeneradas significativamente maiores até os 20 dias (Tabela 7). Entretanto, dos 20 aos 30 dias após o transplante a bandeja de isopor promoveu igual comprimento de raízes regeneradas do que os blocos prensados, sendo ambos superiores aos tubeletes.

Tabela 7. Potencial de regeneração das raízes, em comprimento linear, de *A. mangium* e *M. artemisiana*, em diferentes recipientes, até os 20 dias e dos 20 até 30 dias após transplante

Recipiente	<i>A. mangium</i>		<i>M. artemisiana</i>	
	Até 20 dias	20 a 30 dias	Até 20 dias	20 a 30 dias
	----- cm -----			
Bloco prensado	1844 a	265 a	702 a	175 a
Bandeja de isopor	895 b	296 a	688 a	183 a
Tubeletes	874, b	114 b	806 a	138 a
CV (%)	24,11	29,77	11,09	19,57

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (P > 0,05).

Para *M. artemisiana*, os tratamentos não apresentaram diferença estatística quanto ao comprimento das raízes regeneradas. LELES (1998), utilizando mudas de *Eucalyptus grandis* e *E. camaldulensis*, constatou que as mudas produzidas em blocos prensados apresentaram o crescimento e número de raízes regeneradas equivalentes aos das produzidas em tubetes, para *E. pellita* os blocos prensados apresentaram-se superiores.

Na avaliação das características de crescimento, evidenciou um comportamento diferenciado entre as espécies (Tabela 8). Para *A. mangium*, as mudas produzidas nos tubetes e os blocos prensados apresentaram médias estatisticamente superiores para altura, diâmetro do coleto e peso da matéria seca da parte aérea. No peso da matéria seca das raízes, os blocos obtiveram os piores resultados. Atribui-se a este fato a dificuldade da coleta das raízes já que houve perda de raízes na individualização das mudas e, durante a limpeza e separação das raízes, tornou-se difícil a distinção das raízes escuras das plantas da textura grosseira e material diverso proveniente do lixo urbano. Em relação ao peso da matéria seca total e à relação parte aérea / raiz (PA/R), não foram constatadas diferenças significativas, o desempenho inferior do PA/R para os blocos prensados é atribuído, novamente, à dificuldade ocorrida na coleta das raízes.

Tabela 8. Altura (H), diâmetro de coleto (DC), peso da matéria seca da parte aérea (PMSA), das raízes (PMSR), total (PMST) e relação PMSA/PMSR (PA/R), de *A. mangium* em diferentes recipientes, aos 30 dias após transplante para a avaliação do potencial de regeneração de raízes

Recipiente	H	DC	PMSA	PMSR	PMST	PA/R
	----- cm -----	-----	----- g.planta ⁻¹ -----	-----	-----	
Bloco prensado	38,11 ab	6,27 a	10,41 a	2,15 b	12,56 a	4,99 a
Bandeja de isopor	36,05 b	5,06 b	7,03 b	3,10 a	10,13 a	2,77 a
Tubetes	44,44 a	5,96 a	9,76 ab	4,00 a	13,76 a	2,99 a
CV (%)	6,90	3,94	15,44	49,56	20,30	25,01

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (P > 0,05).

Para *M. artemisiana* (Tabela 9), a bandeja de isopor e os tubetes apresentaram os melhores resultados para altura e para o peso da matéria seca das raízes do que os blocos prensados. Os blocos prensados destacaram-se no diâmetro do coleto. O peso da matéria seca da parte aérea e o peso da matéria seca total não apresentaram diferença estatística. A relação PA/R mais equilibrada ocorreu para a bandeja de isopor. Esse resultado deve-se às bandejas de isopor apresentarem a maior média para o peso da matéria seca das raízes, pois, as médias das partes aéreas foram próximas. Isto sugere que as mudas de bandeja de isopor apresentaram o maior crescimento radicular após o transplante, já que na fase de mudas eram as de menor sistema radicular (Tabela 3). S

Segundo CHAVES (2001) o PRR é um parâmetro variável com a espécie, a procedência, o ambiente, o substrato e outros requisitos, sendo, segundo LELES (1998), de difícil comparação entre espécies e estudos devido a falta de padrões comparativos, onde, os parâmetros representam diferentes processos fisiológicos. Estudos como o de CARNEIRO (1995) apontam o PRR como um bom indicador para sobrevivência, porém, BARROSO (1999) sugere que o PRR não deve ser utilizado como indicador para esta característica. Para MCTAGUE & TINUS (1996), o PRR consistiu em um importante atributo na explicação da sobrevivência de mudas de *Pinus ponderosa*.

BRISSETTE et al. (1988) relataram que o PRR, em muitas espécies, mostra estreita relação com o vigor, a tolerância à seca, os danos físicos decorrentes da retirada das mudas dos canteiros, o armazenamento e o plantio. Assim como o PRR de *M. artemisiana* não se destacou nas bandejas de isopor (Tabela 7), mas este tratamento promoveu maior peso radicular aos 30 dias após o transplante (Tabela 9) e, em *A. mangium* os tubetes apresentaram o menor PRR (Tabela 7), porém, o maior sistema radicular após o transplante (Tabela 8), sugere-se que o PRR não seja um bom indicador do crescimento em massa do sistema radicular. Provavelmente o PRR indica o crescimento radicular mais longelíneo, o que não reflete no acúmulo de massa.

Tabela 9. Altura (H), diâmetro de coleto (DC), peso da matéria seca da parte aérea (PMSA), das raízes (PMSR), total (PMST) e relação PMSA/PMSR (PA/R), de *M. artemisiana* em diferentes recipientes, aos 30 dias após transplante para a avaliação do potencial de regeneração de raízes

Recipiente	H	DC	PMSA	PMSR	PMST	PA/R
	----- cm -----	-----	----- g.planta ⁻¹ -----	-----	-----	
Bloco prensado	32,27 b	6,22 a	7,54 a	3,10 b	10,65 a	2,88 a
Bandeja de isopor	35,78 a	5,78 b	7,60 a	5,30 a	12,90 a	1,64 b
Tubetes	33,27 ab	5,70 b	8,20 a	3,90 ab	12,10 a	2,23 ab
CV (%)	3,91	2,65	6,56	21,05	10,51	16,37

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P > 0,05$).

As figuras 3 e 4 ilustram o PRR diagramado, apresentando o comprimento das raízes das espécies estudadas, nos diferentes tipos de recipientes, demonstrando a quantidade de raízes que desenvolveram-se em contato com o saco plástico e foram sobrepostas com canetas de cor diferente, que distinguem o crescimento até os 20 e dos 20 aos 30 dias. Para a demonstração selecionou-se uma imagem do crescimento radicular de cada tratamento, cuja imagem fosse a mais representativa do conjunto e próxima à média apresentada na Tabela 7. É visualmente perceptível um maior comprimento de raízes regeneradas nas mudas produzidas em blocos prensados nas plantas de *A. mangium*, isto não ocorre quando são observadas as plantas de *M. artemisiana*, onde as de tubetes também são abundantes. Porém, o PRR não demonstra que ocorreu o maior incremento no peso de massa seca das raízes nas mudas da bandeja, sendo este de 287% em *A. mangium* e 783% em *M. artemisiana*. (Tabela 10).

Tabela 10. Incremento no peso da matéria seca das raízes de *A. mangium* e *M. artemisiana*, produzidas em diferentes recipientes, 30 dias após transplante

Recipiente	<i>A. mangium</i>	<i>M. artemisiana</i>
	----- Incremento -----	
	----- % -----	
Bloco prensado	220	302
Bandeja de isopor	287	783
Tubetes	161	193

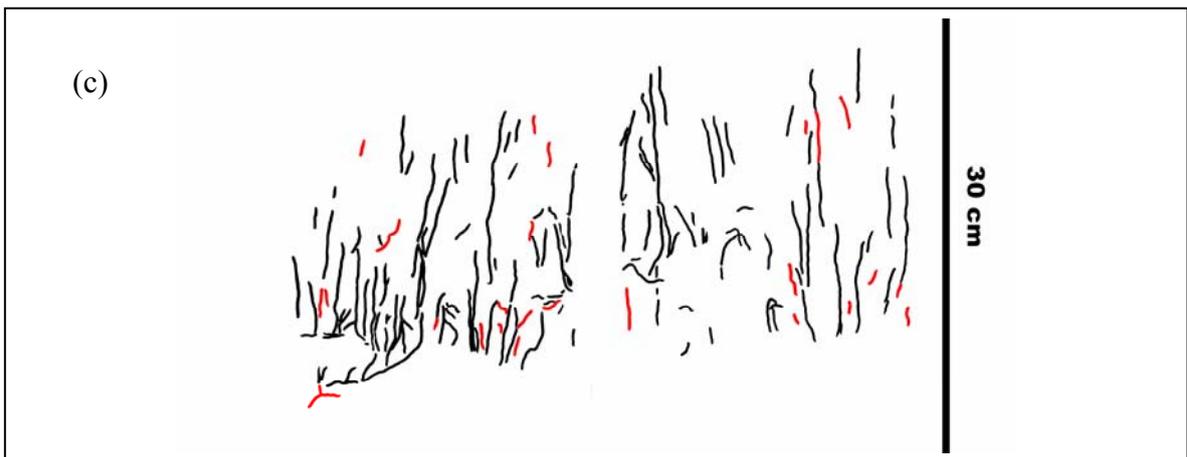


Figura 3. Potencial de regeneração das raízes de *Acacia mangium*. Diagrama das raízes até aos 20 dias (---) e dos 20 aos 30 dias (---), dos blocos prensados (a), bandeja de isopor (b) e tubetes (c).

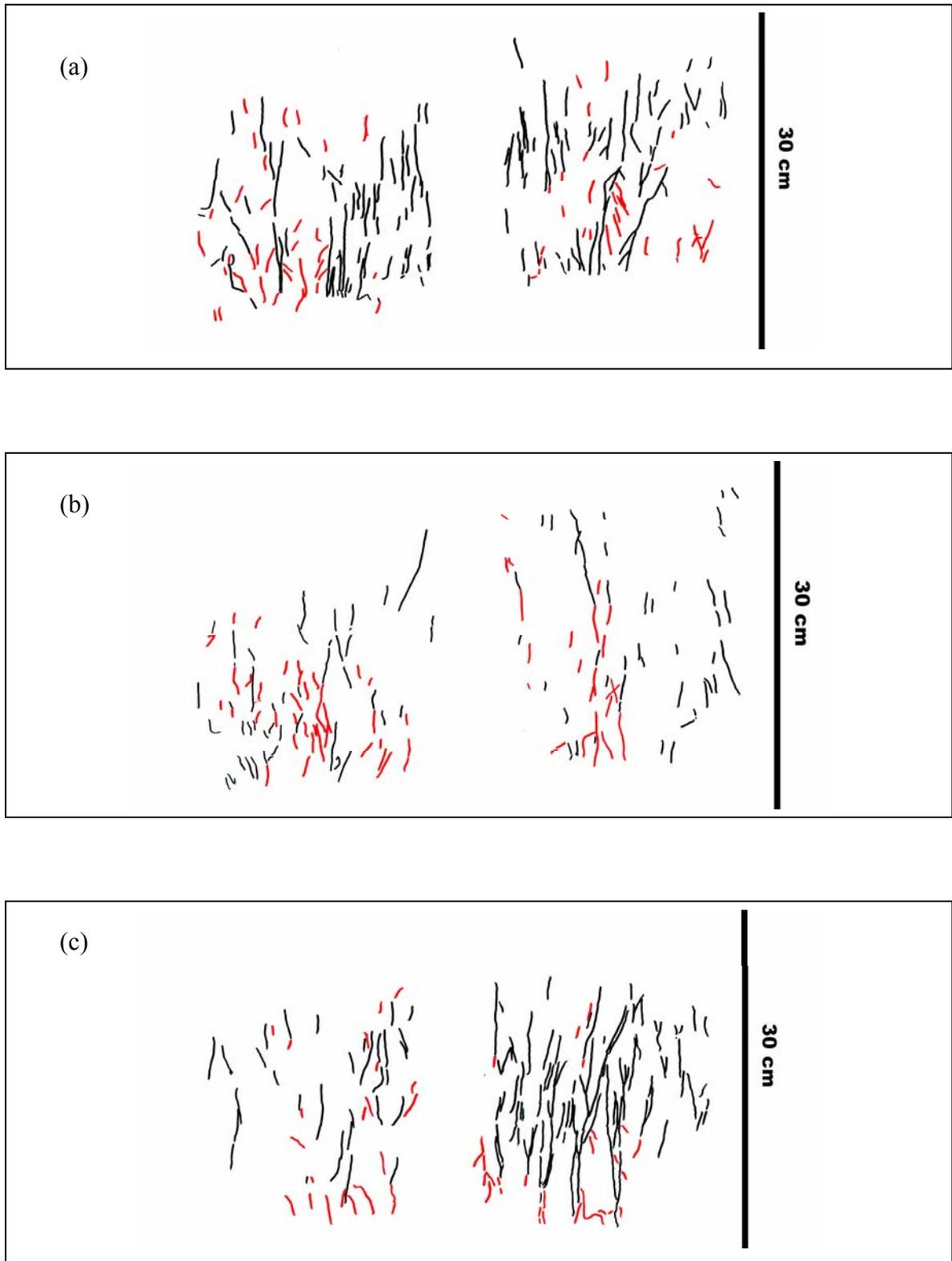


Figura 4. Potencial de regeneração das raízes de *Mimosa artemisiana*. Diagrama das raízes até aos 20 dias (---) e dos 20 aos 30 dias (-.-), dos blocos prensados (a), bandeja de isopor (b) e tubetes (c).

3.3 Avaliação das mudas no campo

A taxa de sobrevivência aos 60 dias após o plantio, em todos os tratamentos foi superior a 90%, evidenciando que não houve perdas significativas por falhas (Tabela 11). Segundo SIMÕES et al. (1981) para povoamentos florestais com taxa de mortalidade inferior a 10% na maioria das situações não são necessários os replantios. LELES (1998) não constatou diferenças para a taxa de sobrevivência das mudas de *Eucalyptus camadulensis*, *E. grandis* e *E. pellita* produzidas em blocos prensados e tubetes, aos 30 e 60 dias após o plantio no campo, os valores encontrados foram superiores a 90%. NOVAES (1998) comparando mudas de *Pinus taeda* produzidas em blocos prensados e tubetes, também observou que as plantas das duas metodologias apresentaram alto índices de sobrevivências, 5 meses após o plantio.

Tabela 11. Taxa de sobrevivência no campo de mudas de *A. mangium* e *M. artemisiana*, produzidas em diferentes recipientes, aos 20 dias após o plantio

Recipiente	<i>A mangium</i>	<i>M. artemisiana</i>
	----- % -----	
Bloco prensado	91,7	91,7
Bandeja de isopor	100,0	95,8
Tubetes	97,9	100,0

Em relação ao crescimento avaliado aos 6 meses após o plantio, a altura e o diâmetro do coleto das plantas de *A. mangium* foi maior nas plantas originárias de mudas produzidas em tubetes (Tabela 12). Já para *M. artemisiana*, os tratamentos de recipientes de produção das mudas não apresentaram diferença estatística. No espaçamento utilizado para as mudas dos blocos prensados, apesar do maior volume de substrato por planta, após a individualização houve uma diminuição desse volume, o que reduziu o torrão das mudas em torno de 50%. Esta perda de substrato aliado à poda das raízes levou as plantas oriundas dos blocos prensados a sofrerem um maior estresse no plantio, permitindo que as mudas das bandejas de isopor, mesmo sendo menores, iguallassem em crescimento às do bloco prensado em campo. Apesar do estresse, a poda das raízes promove maiores ramificações de raízes finas e com o decorrer do tempo as plantas oriundas do bloco prensado podem se recuperar e apresentarem um crescimento igual às produzidas em outros recipientes. A bandeja de isopor, além do menor volume de substrato que reduziu o crescimento das mudas, apresentou dificuldade na retirada das mudas do recipiente durante o transplante, com o substrato utilizado. Porém, apesar das mudas terem ido ao campo com um porte menor que os demais, têm respondido bem em crescimento e sobrevivência, provavelmente pelo aumento considerável da massa de seu sistema radicular, tal como observado no item 3.2.

Esperava-se que as características de crescimento em altura e diâmetro do coleto das mudas no campo apresentassem um crescimento mais aproximado do avaliado pelo PRR, porém, não houve grande correspondência entre estes resultados. Isto possivelmente e deve a diferença de tempo na avaliação, sendo o PRR avaliado aos 30 dias após o transplante e no campo a avaliação foi feita aos 180 dias após o transplante. Nesta época, no campo, já havia ocorrido a resposta em crescimento de parte aérea de acordo com o crescimento radicular mostrado no PRR. Assim é mais próxima a relação entre o peso radicular no PRR e a altura no campo aos 180 dias.

Tabela 12. Altura (H) e diâmetro de coleto (DC), de mudas de *A. mangium* e *M. artemisiana*, produzidas em diferentes recipientes aos 180 dias após plantio no campo

Recipiente	<i>A. mangium</i>		<i>M. artemisiana</i>	
	H	DC	H	DC
	-----cm-----	-----mm-----	-----cm-----	-----mm-----
Bloco prensado	82,17 b	9,49 b	56,16 a	11,79 a
Bandeja de isopor	101,25 ab	11,09 b	76,73 a	13,12 a
Tubetes	136,53 a	16,59 a	66,10 a	13,16 a
CV (%)	18,31	14,01	22,55	16,58

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P > 0,05$)

4. Conclusões

Os tubetes apresentaram as melhores características para a formação das mudas de *A. mangium* e *M. artemisiana* quando utilizados resíduos urbanos como substratos.

Em geral, os tubetes as bandejas de isopor e os blocos prensados podem ser usados para a formação de mudas de *A. mangium* e *M. artemisiana* quando utilizados estes substratos.

Para a formação de mudas de *A. mangium* e *M. artemisiana* em blocos prensados recomenda-se utilizar um maior espaçamento entre plantas, ou então, a individualização e o reespaçamento das mudas aos 90 dias após a semeadura.

Para o aumento da colonização radicular por FMAs recomenda-se a utilização de recipientes com maior volume e que permitam um maior crescimento radicular, já a esporulação é favorecida por recipientes de menor volume, promovendo o confinamento das raízes.

Os recipientes não influenciaram na nutrição da planta.

Blocos prensados, pela maior poda das raízes, estimulam a ramificação e alongamento radicular, particularmente em *A. mangium*, porém isto não reflete em grande aumento de massa seca de raízes após o transplante.

5. Referências Bibliográficas

BARROSO, D. G. **Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla* produzidas em blocos prensados e em tubetes com diferentes substratos.** Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Campos dos Goytacazes: UENF. 73p., 1999.

BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.; LELES, P. S. S. Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *eucalyptus urophylla* produzidas em tubetes e blocos prensados, com diferentes substratos. **Floresta e Ambiente**, v.7, n.1, p.238-251, 2000.

BRISSETTE, J. C.; BARNETT, J. P.; GRAMLING, C. L. Root growth potential of southern pine seedlings grown at the W. Ashe nursery. SOUTHERN FOREST NURSERY ASSOCIATION, 1988.: Charleston. **Proceedings...** New Orleans: USDA. Forest Service. Southern Forest Experiment Station, 1988. p. 173-183.

CAMPINHOS JR. E.; IKEMORI, Y. K. Nova técnica para produção de essências florestais. **IPEF**, v.23, n.1, p.47-52. 1983.

CARNEIRO, J. G. DE A.; PARVIAINEN, J. V. Comparison of production methods for containerized pinus (*Pinus elliotti*) seedlings in Southern Brazil. **Metsantutkimuslaitoksen Tiedonantoja**. v.302, p.6-24, 1988.

CARNEIRO, J. G. DE A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, Campos: UENF, 451p. 1995.

CHAVES, L. L. B. **Emprego de diferentes fontes e doses de fertilizantes nitrogenados na produção de mudas de duas espécies de leguminosas florestais em substrato constituído de resíduos agro-indústriais**. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 89p. 2001.

EMBRAPA. Centro Nacional de pesquisa de solos. **Manual e métodos de análise de solos**. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. (Embrapa-CNPA. Documentos,1).

FONTENO, W. C. Growing media: types and physical/chemical properties. In: Reed, D.W. (ed.) **A Growers Guide to Water, Media, and Nutrition for Greenhouse Crops**. Batavia: Ball, 1996. p.93-122.

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

GOMES, J. M.; COUTO, L.; BORGES, R. C. G.; FREITAS, S. C. Influência do tamanho da embalagem plástica na produção de mudas de ipê (*Tabebuia serratifolia*), de copaíba (*Copaifera langsdorffii*) e de angico-vermelho (*Piptadenia peregrina*). **Revista Árvore**, v.14, n.1, p. 26-34, 1990.

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

LEAL, P. L., MARTINS, M. A., RODRIGUES, L. A., SCHIAVO, J. A. Crescimento de mudas micropropagadas de bananeira micorrizadas em diferentes recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, , v.27, n.1, p.84-87, 2005.

LELES, P. S. S. **Produção de mudas de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. pellita* em blocos prensados e em tubetes**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 71p. 1998.

LELES, P. S. S.; CARNEIRO, J.G.A., BARROSO, D. G.; MORGADO, I. F. Qualidade de mudas de *Eucalyptus* spp. produzidas em blocos prensados e em tubetes. **Revista Árvore**, v.24, n.1., p. 13-20, 2000.

McTAGUE, J. P.; TINUS, R. The effects of seedlings quality and forest site weather on field survival of ponderosa pine. **Tree Planters' Notes**, n. 1, v. 47, p. 16-23, 1996.

MORGADO, I. F. **Nova metodologia de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Saccharum spp.* utilizando resíduos prensados como substrato.** Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 103p.1998.

NOVAES, A. B. **Avaliação morfofisiológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes.** Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Curitiba-PR, Universidade Federal do Paraná-UFPR, 118p. 1998.

PARVIAINEN, J. O desenvolvimento radicular das mudas florestais no viveiro e no local de plantio. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1981, v.2, p.111-130.

RAIJ, B. VAN; **Fertilidade do solo e adubação.** São Paulo; Piracicaba: Ceres, Potafos, 1991. 343p.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG.** Viçosa: UFV, 301p., 2001.

SCHIAVO, J. A.; MARTINS, M. A. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.), inoculadas com o fungo micorrízico arbuscular *Glomus clarum*, em substrato agroindustrial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, p.519-523, 2002.

SCHIAVO, J. A.; MARTINS, M. A. Produção de mudas de acácia colonizadas com micorrizas e rhizóbios em diferentes recipientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n.2, p.173-178, 2003.

SIMÕES, J. W.; BRANDI, R.M.; LEITE, N.B; BALLONI, E.A. **Formação, manejo e exploração de florestas com espécies de rápido crescimento.** Brasília: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal., 1981. 31p.

TANAKA, Y.; BROTHERTON, P.; HOSTETTER, S.; CHAPMAN,D.; DYCE, S.; BELANGER, J.; JOHNSON, B.; DUKE, S. Theoperational planting stock quality testing program at Weyerhaeuser. **New Forests**, v.13, p.423-437, 1997.

3. CONCLUSÕES GERAIS

Concluiu-se neste trabalho, que a utilização de substratos alternativos é indicada às práticas silviculturais, havendo grande contribuição na fertilidade e nas propriedades físicas do substrato. Verificou-se a eficiência do composto orgânico de lixo urbano (CLU) e do composto orgânico do resíduo da poda de árvores na constituição destes substratos, que neste estudo, destacaram-se quando utilizados na proporção de 60% de CLU e 20% de CRP. Substratos contendo percentuais acima de 45% de composto de resíduo de poda foram inadequados.

A fertilidade dos substratos derivados de compostos de resíduos urbanos é variável, porém, neste trabalho o acréscimo de uma dose extra de fosfato de Araxá não provocou diferença significativa na nutrição e crescimento das mudas. Entretanto, sugere-se que quando a muda destine-se a práticas de recuperação de áreas degradadas, o fosfato de araxá seja aplicado para que a muda formada esteja provida de uma reserva de fósforo de lenta solubilização.

Devido aos substratos testados não terem sido esterilizados, a adição dos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) não promoveu diferença na formação das mudas. Porém, também, sugere-se a inoculação com FMAs às mudas destinadas a recuperação de áreas degradadas.

Os tubetes apresentaram as melhores características para a formação das mudas de *A. mangium* e *M. artemisiana* quando utilizados resíduos urbanos como substratos, sendo volume satisfatório de substrato, raízes com boa produção de massa, fácil manejo no viveiro, fácil manuseio no transplante, ausência de perda radicular no transplante, boa regeneração radicular com alongamento e ganho de massa, bom desenvolvimento das plantas no campo.

Os recipientes não influenciaram na nutrição da planta. Em geral, todos os recipientes testados, produziram mudas que apresentaram características de sobrevivência e crescimento adequados. Para os blocos prensados recomenda-se utilizar um maior espaçamento entre plantas, ou então, realizar a individualização e o reespaçamento das plantas, antes que o espaço se torne limitante ao seu crescimento.

A colonização radicular pelas micorrizas, e densidade de esporos respondem, respectivamente, de forma positiva e negativa ao tamanho dos recipientes, podendo isto ser utilizado como estratégia de introdução destes fungos em áreas degradadas.

Existe uma tendência de que, em campo, o efeito de cada recipiente no crescimento das mudas seja minimizado. Entretanto, o o potencial de aumento de massa radicular logo após o transplante parece refletir no crescimento inicial das mudas no campo.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. G.; COSTA, G. S. & FARIA, S. M. Decomposição e deposição da serapilheira em povoamentos de *Mimosa caesalpinifolia*, *Acacia mangium* e *Acacia holosericea* com quatro anos de idade em Planossolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.777-785, 2000.

BARBIERI, A.; CARNEIRO, M. A. C.; MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Nodulação em leguminosas florestais em viveiros do Sul de Minas Gerais. **Cerne**, v.4, n.1, p.145-153. 1999.

BAREA, J. M.; AZCÓN-AGUILAR, C. Mycorrhizas and their significance in nodulating nitrogen-fixing plants. **Advances in Agronomy**. v.36, p.1-54, 1983.

BARROSO, D. G. **Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla* produzidas em blocos prensados e em tubetes com diferentes substratos**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Campos dos Goytacazes: UENF. 73p., 1999.

BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.; LELES, P. S. S. Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *eucalyptus urophylla* produzidas em tubetes e blocos prensados, com diferentes substratos. **Floresta e Ambiente**, v.7, n.1, p.238-251, 2000.

BRISSETTE, J. C.; BARNETT, J. P.; GRAMLING, C. L. Root growth potential of southern pine seedlings grown at the W. Ashe nursery. SOUTHERN FOREST NURSERY ASSOCIATION, 1988.: Charleston. **Proceedings...** New Orleans: USDA. Forest Service. Southern Forest Experiment Station, 1988. p. 173-183.

CAMPELLO, E. F. C. Sucessão vegetal na recuperação de áreas degradadas. *In*: **Recuperação de áreas degradadas**. Dias, L. E.; Mello, J. V. M. (ed). – Viçosa: UFV, Departamento de solos; sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p. 183-196.

CAMPINHOS JR. E.; IKEMORI, Y. K. Nova técnica para produção de essências florestais. **IPEF**, v.23, n.1, p.47-52. 1983.

CARNEIRO, J. G. DE A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, Campos: UENF, 451p. 1995.

CARNEIRO, J. G. DE A.; BRITO, M. A. R. Nova metodologia para produção mecanizada de mudas de *Pinus taeda* L. em recipientes com raízes laterais podadas. **Floresta**, v.22, n.1/2, p.63-77, 1992.

CARNEIRO, J. G. DE A.; PARVIAINEN, J. V. Comparison of production methods for containerized pinus (*Pinus elliotti*) seedlings in Southern Brazil. **Metsantutkimuslaitoksen Tiedonantoja**. v.302, p.6-24, 1988.

CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; VALE, F. R.; CURI, N. Limitação nutricional e efeito do pré-cultivo com *Brachiaria decumbens* e da inoculação com *Glomus etunicatum* no crescimento de mudas de espécies arbóreas em solo degradado. **Ciência e Prática**, v.19, n.3, p.281-288, 1995.

CARPANEZZI, A. A.; COSTA, L. G. S. KAGEYAMA, P. Y. & CASTRO, C. F. A. Espécies pioneiras para a recuperação de áreas degradadas: observações de laboratórios naturais. In: Congresso Florestal Brasileiro, 6^o, Campos do Jordão, 1990. **Anais...**, São Paulo, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. p.216-221.

CARVALHO, C. M. Produção de mudas de espécies florestais de rápido crescimento. In: Novaes, A. B. et al. **Reflorestamento no Brasil**. Vitória da Conquista-BA, UESB, 1992. p. 93-103.

CHAVES, L. L. B. **Emprego de diferentes fontes e doses de fertilizantes nitrogenados na produção de mudas de duas espécies de leguminosas florestais em substrato constituído de resíduos agro-industriais**. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 89p. 2001.

COLLONA, J. P.; THOEN, D.; DUCOUSSO, M.; BRADJI, S. Comparative effects of *Glomus etunicatum* and P fertilizer on foliar mineral composition of *Acacia Senegal* seedlings inoculate with *Rhizobium*. **Mycorrhiza**, v.1. p. 35-38, 1991.

CORDELL, C. E. & FILER JR., T. H. Integrated nursery pest management. In: **Southern Pine Nursery Handbook**: Atlanta, USDA. Forest Service, Southern Region, p.1-17, 1984.

COSTA, P.; CORREIA, M. E. F.; FRANCO, A. A. Fauna do solo em plantios experimentais de eucalipto e de leguminosas arbóreas utilizadas para fim de recuperação de áreas degradadas. I Densidade. In: V Simpósio Nacional Sobre Recuperação de Áreas Degradadas "Água e Biodiversidade" 2002, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte: SOBRADE, 2002. p.150-151

COSTA, G. S., FRANCO, A. A., DAMASCENO, R. N. **Aporte de nutrientes pela serapilheira em uma área degradada e revegetada com leguminosas arbóreas**. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.5, p.919-927, 2004.

CRAVO, M. S. **Composto de lixo urbano como fonte de nutrientes e metais pesados para alface**. Piracicaba, 1995. 148p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

DIAS, L. E.; ALVAREZ, V. H.; BRIENZA JÚNIOR, S. Formação de mudas de *Acacia mangium* Willd. 2. Resposta a nitrogênio e potássio. **Revista Árvore**, v.15, n.1, p.11-22, 1991.

DIAS, L. E.; GRIFFITH, J. J. Conceituação e Caracterização de áreas degradadas. In: **Recuperação de áreas degradadas**. Dias, L. E.; Mello, J. V. M. (ed). – Viçosa: UFV, Departamento de solos; sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p.1-7.

EMBRAPA. Centro Nacional de pesquisa de solos. **Manual e métodos de análise de solos**. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. (Embrapa-CNPA. Documentos,1).

FERMINO, M. H. **Aproveitamento de Resíduos Industriais e Agrícolas como Alternativas de Substratos Hortícolas**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 90 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), 1996.

FERMINO, M. H.; TRENTIN, A. L.; KÄMPF, A. N. Caracterização física e química de materiais alternativos para composição de substratos para plantas: 1. Resíduos industriais e agrícolas. In: K Kämpf, A.N.; Fermino, M.H. (ed.). **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, 2000. p. 241-248.

FERNANDES, L. A., FURTINI NETO, A. E., FONSECA, F. C. Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.6, p.1191-1198, 2000.

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cedrela fissilis* Vell. e *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2000. 113 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, 2000.

FONTENO, W. C.; CASSEL, D. K; LARSON, R. A. Physical properties of three container media and their effect on poinsettia growth. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.106, n.6, p.736-741, 1981.

FONTENO, W. C. Growing media: types and physical/chemical properties. In: Reed, D.W. (ed.) **A Growers Guide to Water, Media, and Nutrition for Greenhouse Crops**. Batavia: Ball, 1996. p.93-122.

FRANCO, A. A. Fixação de nitrogênio em árvores e fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, s/n, p.253-261, 1984.

FRANCO, A. A.; CAMPELO, E. F. C.; SILVA, E. M. R.; FARIA, S. M. **Revegetação de solos degradados**. (Comunicado Técnico, Nº 9), Seropédica, RJ, EMBRAPA-CNPAB, 1992. 9p.

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

GOMES, J. M.; COUTO, L.; BORGES, R. C. G.; FREITAS, S. C. Influência do tamanho da embalagem plástica na produção de mudas de ipê (*Tabebuia serratifolia*), de copaíba (*Copaifera langsdorffii*) e de angico-vermelho (*Piptadenia peregrina*). **Revista Árvore**, v.14, n.1, p. 26-34, 1990.

GOMES J. M; SILVA, A. R. Os substratos e sua influência na qualidade de mudas. In: **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Barbosa, J. G.; Martinez, H. E. P.; Pedrosa, M. W.; Sediayama, M. A. N. (ed). Viçosa: UFV, 2004. p190-225.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia, 1996. **Resumos**. Piracicaba, Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, 1996. CD-Rom.

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., eds. **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba, IPEF, 2000. p.309-350.

HANDRECK, K.; BLACK, N. **Growing media for ornamental plants and turf**. Sydney: University of New South Wales Press, 1999. 448 p.

HERINGER, E. P; PAULA, J.E. Um novo par vicariante: *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula(floresta atlântica) e *Mimosa schomburgkii* Benth (floresta amazônica). **Anais...** Sociedade Botânica do Brasil, Rio de Janeiro. v.30, p.75-82, 1979.

IBAMA, **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração**. Brasília IBAMA, 96p, 1990.

KÄMPF, A. N.; HAMMER, P. A.; KIRK, T. Effect of packing density on the mechanical impedance of root media. **Acta Horticulturae**, n.481, v.2, p.689-694, 1999.

KÄMPF, A. N. SUBSTRATO. IN: KÄMPF, A. N. (Coord.) **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000a. 254p.

KÄMPF, A. N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: Kämpf, A. N.; Fermino, M. H. (ed.). **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, 2000b. p 209-215.

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

LEAL, P. L., MARTINS, M. A., RODRIGUES, L. A., SCHIAVO, J. A. Crescimento de mudas micropropagadas de bananeira micorrizadas em diferentes recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v..27, n.1, p.84-87, 2005.

LELES, P. S. S. **Produção de mudas de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. pellita* em blocos prensados e em tubetes**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 71p. 1998.

LELES, P. S. S.: CARNEIRO, J. G. A., BARROSO, D. G.; MORGADO, I. F. Qualidade de mudas de *Eucalyptus* spp. produzidas em blocos prensados e em tubetes. **Revista árvore**, v.24, n.1, p. 13-20, 2000.

LELES, P. S. S; CARNEIRO, J. G. A; NOVAES, A. B.; BARROSO, D. G. Crescimento e arquitetura radicial de plantas de eucalipto oriundas de mudas produzidas em blocos prensados e em tubetes, após o plantio. **Cerne**, v.7, n.1, p.10-19, 2001.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2ª ed. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 1998.

LOUZADA, M.A.P.; QUINTELA, M.F.S. & PENNA, L.P.S. **Estudo comparativo da produção de serapilheira em áreas de Mata Atlântica, floresta secundária "antiga" e uma floresta secundária (capoeira)**. Oec. Bras., 1:61-74, 1995.

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

MARTINS, M. A. **Compostagem**. Microbiologia do solo. Notas de Aula. 1-17p.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 146p.

McTAGUE, J. P.; TINUS, R. The effects of seedlings quality and forest site weather on field survival of ponderosa pine. **Tree Planters' Notes**, n. 1, v.47, p.16-23, 1996.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; SILVA, F. C.; BOARETO, A. E. Uso de resíduos sólidos urbanos na agricultura e impactos ambientais (Compact disc). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., Rio de Janeiro, 1997. **Anais...** Rio de Janeiro: Embrapa; SBCS, 1997.

MONTEIRO, E. M. S. **Resposta de leguminosas arbóreas à inoculação com rizóbio e fungos micorrízicos arbusculares em solo ácido**. Itaguaí: UFRRJ, Tese (Doutorado em Ciência do solo). 221p., 1990.

MORGADO, I. F. **Nova metodologia de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Saccharum spp.* utilizando resíduos prensados como substrato**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 103p.1998.

MORGADO, I. F.; CARNEIRO, J. G. A. ; LELES, P. S. S.; BARROSO, D. G. Nova metodologia de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden utilizando resíduos prensados como substrato. **Revista Árvore**, v.24, n.1, p.27-35, 2000.

NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; NOVAIS, R.F. Fertilização mineral de mudas de eucalipto. Barros, N. F. e Novais, R.F. (eds). **Relação solo-eucalipto**. Editora Folha da Mata: Viçosa. p.99-125. 1990

NOVAES, A. B. **Avaliação morfofisiológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Curitiba-PR, Universidade Federal do Paraná-UFPR, 118p. 1998.

OLIVEIRA, R. R. & LACERDA, L. D. Produção e composição química da serapilheira na Floresta da Tijuca (RJ). **Revista Brasileira de Botânica**, v.16, p.93-99, 1993.

ORTEGA, M. C.; MORENO, M. T.; ORDOVÁS, J.; AGUADO, M. T. Behavior of different horticultural species in phytotoxicity bioassays of bark substrates. **Scientia Horticulturae**, v. 66, p.125-132, 1996.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1993, 40p.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Viveiros florestais**. Viçosa, MG: UFV, 1995, 56p (Apostila 320).

PARVIAINEN, J. O desenvolvimento radicular das mudas florestais no viveiro e no local de plantio. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1981, v.2, p.111-130.

PIAGENTINI, P. M., DIAS, L. E., CAMPELO, E. F. C., RIBEIRO JR., E. S. Crescimento de diferentes espécies arbóreas e arbustivas em depósito de beneficiamento de minérios de zinco em Vazante, MG. In: V SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS “ÁGUA E BIODIVERSIDADE”2002, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte: SOBRADE, p.413-415, 2002.

PUCHALSKI, L. E. A.; K KÄMPF, A. N. Efeito da altura do recipiente sobre a produção de mudas de *Hibiscus rosa-sinensis* L. em *plugs*. In: K Kämpf, A.N.; Fermino, M.H. (ed.). **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, 2000. p 209-215.

RAIJ, B. VAN; **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo; Piracicaba: Ceres, Potafos, 1991. 343p.

REIS, G. G.; REIS M. G. F.; BERNARDO, A. L.; MAESTRI, M. Efeito da poda de raízes sobre a arquitetura do sistema radicular e o crescimento no campo. **Revista Árvore**, v.15, n.1, p.43-54, 1991.

REIS, J. L. **Produção de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke. em diferentes recipientes e substratos**. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Seropédica-RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 16p., 2003.

RENÓ, N. **Requerimentos nutricionais e resposta ao P e fungo micorrízico de espécies nativas no Sudeste brasileiro**. Lavras : ESAL. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). 62p., 1994.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. (Eds.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, SOBRADE, 1998. p. 203-215.

ROSA JR., 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 Ciência Agronômica**. v.1, p.18-22, 1998.

SAGGIN JUNIOR, O. J. **Micorrizas arbusculares em mudas de espécies arbóreas do sudeste brasileiro**. Lavras: UFLA (Tese Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). 120p., 1997.

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**. Viçosa, MG. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, UFLA, p.725-774, 1999.

SANTANA FILHO, S. CARDOSO, I. M., PEREIRA, J. T. Utilização orgânica de lixo urbano, na recuperação de áreas degradadas. In: **III Simpósio nacional sobre recuperação de áreas degradadas**, Ouro Preto, MG, 1997. Anais... Ouro Preto SOBRADE-SIF, 1997. p. 194-204.

SANTOS, C. B.; LONGHI, S. J.; HOPPE, J. M.; MOSCOVICH, F. A. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) d. Don. **Ciência Florestal**, v.10, n.2, p.1-15, 2000.

SCHIAVO, J. A.; MARTINS, M. A. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.), inoculadas com o fungo micorrízico arbuscular *Glomus clarum*, em substrato agroindustrial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, p.519-523, 2002.

SCHIAVO, J. A.; MARTINS, M. A. Produção de mudas de acácia colonizadas com micorrizas e rhizóbio em diferentes recipientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 2, p. 173-178, 2003.

SIBINEL, A. H. M. **Resposta da leguminosa *Mimosa artemisiana* a inoculação de diferentes fungos micorrízicos arbusculares na recuperação de áreas degradadas**. Seropédica: UFRRJ (Tese – Mestrado em Ciência do solo). 73p., 2003.

SIEVERDING, E. **Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems**. Eschborn: GTZ, 1991. 371p.

SIMÕES, J. W.; BRANDI, R.M.; LEITE, N.B; BALLONI, E.A. **Formação, manejo e exploração de florestas com espécies de rápido crescimento**. Brasília: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal., 1981. 31p.

SIQUEIRA, J. O.; PAULA, M. A. Efeitos de micorrizas vesículo-arbusculares na nutrição e aproveitamento de fósforo pela soja em solos do cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. n.10, p.97-102, 1986.

SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; GRISI, B. M.; HUNGRIA, M; ARAUJO, R. S. **Microorganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental**. EMBRAPA, Brasília: EMBRAPA, 142p, 1994.

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.

STONE, E. C.; JENKINSON, J. L.; KRUEMAH, S. L. Root regenerating potential of Douglas-fir seedling lifted at different times of the year. **Forest Science**, v.5, p.228-297, 1962.

VALE, F. R.; GUEDES, G. A. A.; GUILHERME, L. R. G. **Manejo da fertilidade do solo**. Minas Lavras: UFLA; FAEPE, 1995, 206p.

TANAKA, Y.; BROTHERTON, P.; HOSTETTER, S.; CHAPMAN, D.; DYCE, S.; BELANGER, J.; JOHNSON, B.; DUKE, S. The operational planting stock quality testing program at Weyerhaeuser. **New Forests**, v.13, p.423-437, 1997.

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.

5. ANEXOS

Anexo 1

Tabela 1A. Peso da matéria úmida (PMU) e seca (PMS), do material utilizado na confecção dos substratos

Material	PMU	PMS
	----- g . L ⁻¹ -----	
Composto de lixo urbano (CLU)	868,65	762,23
Composto do resíduo da poda (CRP)	287,27	143,33
Subsolo argiloso	848,59	700,31
Moinha de carvão	301,13	266,23

Tabela 1B. Análise química do material utilizado na confecção dos substratos

Material	pH	P ¹	K ²	Al ³	Ca ³	Mg ³	C	N	M.O
	H ₂ O	--mg dm ⁻³ --		----cmol _C dm ⁻³ ----			-----%-----		
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

1-Extrator Mehlich I; 2-Extrator Ca(H₂PO₄)₂, 500mgP/l, em HOAc 2N; 3- Extrator KCl 1N.

Anexo 2

Tabela 2A. Resumo da análise de variância de altura (H) diâmetro da parte aérea (DPA), peso da matéria seca da parte aérea (PMSA), das raízes (PMSR), total (PMST) e relação PMSA/PMSR (PA/R), de *A. mangium*, aos 120 dias após repicagem, em diferentes substratos

FV	GL	QM					
		H	DPA	PMSA	PMSR	PMST	PA/R
inoculação	1	79,52	38,22	9,99	0,49	14,92	20,93*
substrato	3	429,42*	335,18*	34,30*	5,50*	66,54*	6,67*
inoc x subst	3	16,96	23,75	1,27	0,09	2,00	2,77
erro	32	28,37	40,22	5,47	0,72	10,03	2,15

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2B. Resumo da análise de variância de altura (H) diâmetro da parte aérea (DPA), peso da matéria seca da parte aérea (PMSA), peso da matéria seca das raízes (PMSR), peso da matéria seca total (PMST) e relação PMSA/PMSR (PA/R), de *Mimosa artemisiana*, aos 120 dias após repicagem, em diferentes substratos

FV	GL	QM					
		H	DPA	PMSA	PMSR	PMST	PA/R
inoculação	1	30,70	121,60	1,89	7,54	17,01	0,07
substrato	2	40,43*	150,87*	32,40*	25,26*	114,48*	3,15
inoc x subst	2	2,25	17,17	4,04	1,53	10,11	0,66
erro	24	11,40	25,30	2,03	1,35	6,41	0,99

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2C. Resumo da análise de variância de taxa de colonização das raízes (TCR) e densidade de esporos (DE), de *Acacia mangium* e *Mimosa artemisiana*, aos 120 dias após repicagem, em diferentes substratos

FV	<i>Acacia mangium</i>				<i>Mimosa artemisiana</i>	
	GL	QM		GL	QM	
		TCR	DE		TCR	DE
inoculação	1	0,0006	18731	1	0,022	8283
substrato	3	0,1205*	338992*	2	0,108*	400458*
inoc x subst	3	0,0021	7886	2	0,024	70465
erro	32	0,0100	12003	24	0,019	13126

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2D. Macronutrientes na parte aérea de plantas de *A. mangium*, na presença e ausência de FMAs, aos 120 dias repicagem, em diferentes substratos

Substrato	N	P ¹	K ²	Ca ³	Mg ³
	-----g.kg ⁻¹ -----				
S1	27,97	1,36	15,7	20,02	3,02
S2	20,45	1,42	23,00	12,35	2,12
S3	32,57	1,70	19,75	18,45	3,12
S6	15,06	2,43	12,75	16,12	3,82

1-Extrator Mehlich I; 2-Extrator Ca(H₂PO₄)₂, 500mgP/l, em HOAc 2N; 3- Extrator KCl 1N.

Tabela 2E. Macronutrientes na parte aérea de plantas de *M. artemisiana*, na presença e ausência de FMAs, aos 120 dias após repicagem, em diferentes substratos

Substrato	N	P ¹	K ²	Ca ³	Mg ³
	-----g.kg ⁻¹ -----				
S1	28,78	3,32	19,25	19,70	3,15
S2	28,07	2,24	23,25	15,69	2,22
S6	18,56	1,47	5,50	15,45	2,92

1-Extrator Mehlich I; 2-Extrator Ca(H₂PO₄)₂, 500mgP/l, em HOAc 2N; 3- Extrator KCl 1N.

Tabela 2F. Resumo da análise de variância de altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso da matéria seca da parte aérea (PMSA), peso da matéria seca das raízes (PMSR), peso da matéria seca total (PMST) e relação PMSA/PMSR (PA/R), de *Acacia mangium*, aos 120 dias após semeadura, em diferentes substratos

FV	GL	QM					
		H	DC	PMSA	PMSR	PMST	PA/R
substrato	2	264,39*	4,46*	19,46*	0,93*	27,96	20,66
erro	9	71,55	1,02	10,69	0,84	17,34	31,22

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2G. Resumo da análise de variância de altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso da matéria seca da parte aérea (PMSA), peso da matéria seca das raízes (PMSR), peso da matéria seca total (PMST) e relação PMSA/PMSR (PA/R), de *Mimosa artemisiana*, aos 120 dias após semeadura, em diferentes substratos

FV	GL	QM					
		H	DC	PMSA	PMSR	PMST	PA/R
substrato	2	10,10	0,17	0,02	0,20	0,21	0,28
erro	9	5,59	0,15	0,16	0,44	1,06	0,20

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2H. Resumo da análise de variância de N, P, K, Ca, Mg, de *Acacia mangium*, aos 120 dias após semeadura, em diferentes substratos

FV	GL	QM				
		N	P	K	Ca	Mg
substrato	2	1,10	3,30	3,53	0,45	0,003
erro	9	3,59	1,15	1,83	1,07	0,245

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2I. Resumo da análise de variância de N, P, K, Ca, Mg, de *Mimosa artemisiana*, aos 120 dias após semeadura, em diferentes substratos

FV	GL	QM				
		N	P	K	Ca	Mg
substrato	2	24,68	0,87	3,66	10,25	0,16
erro	9	10,32	1,45	6,24	14,87	0,27

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Anexo 3

Tabela 3A. Resumo da análise de variância de altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso da matéria seca da parte aérea (PMSA), peso da matéria seca das raízes (PMSR), peso da matéria seca total (PMST) e relação PMSA/PMSR (PA/R), de *Acacia mangium*, aos 150 dias após repicagem, em diferentes recipientes, no viveiro

FV	GL	QM					
		H	DC	PMSA	PMSR	PMST	PA/R
recipiente	2	16,60*	0,02	2,83*	0,65*	6,24*	0,79
erro	6	2,35	0,07	0,03	0,03	0,03*	0,31

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3B. Resumo da análise de variância de altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso da matéria seca da parte aérea (PMSA), peso da matéria seca das raízes (PMSR), peso da matéria seca total (PMST) e relação PMSA/PMSR (PA/R), de *Mimosa artemisiana*, em diferentes recipientes, aos 150 dias após repicagem, no viveiro

FV	GL	QM					
		H	DC	PMSA	PMSR	PMST	PA/R
recipiente	2	16,60*	0,17*	0,04	0,39*	0,65*	0,44*
erro	6	1,06	0,01	0,04	0,04	0,10	0,07

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3C. Resumo da análise de variância de densidade de esporos (DE) e taxa de colonização das raízes (TCR), de *Acacia mangium* e *Mimosa artemisiana*, aos 150 dias após repicagem, em diferentes recipientes

FV	GL	QM			
		<i>Acacia mangium</i>		<i>Mimosa artemisiana</i>	
		DE	TCR	DE	TCR
recipiente	2	189638	24,48*	2149738*	124,60
erro	6	95846	2,65	28340	80,08

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3D. Resumo da análise de variância de N, P, K, Ca, Mg, de *Acacia mangium*, aos 150 dias após repicagem, em diferentes recipientes, no viveiro

FV	GL	QM				
		N	P	K	Ca	Mg
recipiente	2	4,03	0,02	0,77	23,46*	0,040*
erro	6	1,84	0,25	1,30	2,38	0,006

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3E. Resumo da análise de variância de N, P, K, Ca, Mg, de *Mimosa artemisiana*, em diferentes recipientes, aos 150 dias após repicagem, no viveiro

FV	GL	QM				
		N	P	K	Ca	Mg
recipiente	2	2,16	0,12	0,75	15,65	0,04
erro	6	5,74	0,06	1,91	4,82	0,08

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3F. Resumo da análise de variância do comprimento das raízes de *Acacia mangium* e *Mimosa artemisiana*, até aos 20 dias e dos 20 até aos 30 dias, na avaliação do potencial de regeneração de raízes, produzidas em diferentes recipientes

FV	GL	QM			
		<i>Acacia mangium</i>		<i>Mimosa artemisiana</i>	
		Até aos 20 dias	Dos 20 aos 30 dias	Até aos 20 dias	Dos 20 aos 30 dias
recipiente	2	920759*	28304*	12537	1746
erro	6	84349	4486	6577	1048

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3G. Resumo da análise de variância de altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso da matéria seca da parte aérea (PMSA), peso da matéria seca das raízes (PMSR), peso da matéria seca total (PMST) e relação PMSA/PMSR (PA/R), de *Acacia mangium*, na avaliação do potencial de regeneração de raízes, produzidas em diferentes recipientes

FV	GL	QM					
		H	DC	PMSA	PMSR	PMST	PA/R
recipiente	2	57,33*	1,19*	9,64*	2,56*	10,25	4,51*
erro	6	7,44	0,05	1,96	2,33	6,08	0,80

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3H. Resumo da análise de variância de altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso da matéria seca da parte aérea (PMSA), peso da matéria seca das raízes (PMSR), peso da matéria seca total (PMST) e relação PMSA/PMSR (PA/R), de *Mimosa artemisiana*, na avaliação do potencial de regeneração de raízes, produzidas em diferentes recipientes

FV	GL	QM					
		H	DC	PMSA	PMSR	PMST	PA/R
recipiente	2	9,77*	0,23*	10,39	3,69*	3,88	1,16*
erro	6	1,74	0,02	0,26	0,75	1,56	0,13

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3I. Resumo da análise de variância e altura (H), diâmetro do coleto (DC), de *Acacia mangium* e *Mimosa artemisiana*, no campo, produzidas em diferentes recipientes, em 180 dias após plantio

FV	GL	QM			
		<i>Acacia mangium</i>		<i>Mimosa artemisiana</i>	
		H	DC	H	DC
recipiente	2	2281,67*	41,65*	317,36	1,82
erro	6	381,51	3,013	223,72	4,42

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.