

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**UTILIZAÇÃO DE COMPOSTO DE LIXO URBANO COMO
SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES
ARBÓREAS**

ANGELO GOMES DE OLIVEIRA JUNIOR

ORIENTADOR: PROF. DR. PAULO SÉRGIO DOS SANTOS LELES

**Seropédica – RJ
Fevereiro - 2008**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA**

**UTILIZAÇÃO DE COMPOSTO DE LIXO URBANO COMO
SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES
ARBÓREAS**

ANGELO GOMES DE OLIVEIRA JUNIOR

Monografia apresentada ao Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Florestal

Aprovada em 13 de fevereiro de 2008

Banca Examinadora:

Prof. Paulo Sérgio dos Santos Leles – UFRRJ
Orientador

Alexander Silva de Resende – Embrapa Agrobiologia

Cláudio Alexander de Aquino Santana - Pref. da Cidade do Rio de Janeiro

AGRADECIMENTOS

À Deus pela minha vida.

Aos meus pais, Angelo Gomes e Elenita Brito por todo apoio e incentivo na minha vida.

Ao meu irmão Marcos Brito pela ajuda e amizade.

À minha namorada Izabel por toda ajuda e amor dado a mim.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por ter possibilitado a minha formação em Engenharia Florestal.

À Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura do Rio de Janeiro que possibilitou a realização desse trabalho, em especial os Engenheiros Florestais Cláudio Santana, Cláudia França, Eng. Agrônomo Francisco Ayres e Eng. Nelson Machado Filho.

Aos Orientadores Prof. Silvio Nolasco e Prof. Paulo Sérgio.

À Embrapa Solos, em especial ao Dr. José Carlos Polidoro, pela realização das análises.

Ao Laboratório de Pesquisas e Estudos em Reflorestamento – LAPER, do Departamento de Silvicultura, pelo apoio e infraestrutura.

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar a utilização do composto orgânico (Fertilurb), produzido pela Companhia de Limpeza Urbana da Cidade do Rio de Janeiro (Comlurb), como substrato para a produção das espécies *Guazuma ulmifolia* Lam. (mutambo), *Citharexylum myrianthum*

Cham (tarumã), *Ceiba erianthos* (Cav.) K. Schum. (paineira das pedras), *Cordia superba* Cham (babosa branca), *Senna multijuga* (Rich.) H.S. Irwin & Barneby (aleluia) e *Pterogyne nitens* Tul. (amendoim bravo). Os tratamentos utilizados foram: S1 = 100 % Fertilurb; S2 = 75% Fertilurb e 25% de terra subsolo; S3 = 50% Fertilurb, 25% de terra de subsolo e 25% de esterco equino; S4 = 25% Fertilurb, 25% de terra de subsolo e 50% de esterco equino; S5= 50% terra de subsolo e 50% de esterco equino (em volume). As mudas foram produzidas em sacos plásticos com volume aproximado de 4415 cm³. As avaliações foram realizadas, mensalmente, a partir de 90 dias após a semeadura até 180 ou 210 dias, dependendo da espécie. Os resultados mostraram que, em geral, as mudas produzidas nos substratos S1, S2 e S3 apresentaram melhor crescimento do que as dos outros dois substratos. O substrato S1 não apresentou boa consistência e agregação, sendo indicado o Fertilurb para a produção de espécies arbóreas em mistura com a terra de subsolo na proporção entre 25 a 50% do volume.

Palavras Chaves: Substratos, Reaproveitamento, Fertilurb.

ABSTRACT

The objective of this work was to test the use of organic compound (Fertilurb), produced by Companhia de Limpeza Urbana da Cidade do Rio de Janeiro (Comlurb), to make substrates to produce *Guazuma ulmifolia* Lam. (mutambo), *Citharexylum myrianthum* Cham (tarumã),

Ceiba erianthos (Cav.) K. Schum. (paineira das pedras), *Cordia superba* Cham (babosa branca), *Senna multijuga* (Rich.) H.S. Irwin & Barneby (aleluia) e *Pterogyne nitens* Tul. (amendoim bravo). The substrates used were: S1 = 100 % Fertilurb; S2 = 75% of Fertilurb and 25% of clay subsoil; S3 = 50% of Fertilurb, 25% of clay subsoil and 25% of equine manure; S4 = 25% of Fertilurb, 25% of clay subsoil and 50% of equine manure; S5 = 50% of clay subsoil and 50% of equine manure (volume percentage). The seedlings production were in plastics bags (4415 cm³). The avaliations were happen monthly, from 90 to 180 or 210 days. It was verified that, the seedlings produced in substrates S1, S2, S3 showed the best grow up. The best Fertilurb proportion is between 25% and 50% (volume percentage).

Key words: Substrates, recycling, Fertilub.

SUMÁRIO

	páginas
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2

3. MATERIAL E MÉTODOS	4
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	6
4.1. Caracterização dos Substratos	6
4.2. Crescimento das Mudanças	9
5. CONCLUSÃO	15
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
7. ANEXOS	17

Lista de Figuras

Figura 1. Teor de umidade (%) dos substratos utilizados para produção das mudas ..	5
Figura 2. Curva de crescimento em diâmetro de colo (a) e altura (b) de mudas de <i>Guazuma ulmifolia</i> em diferentes substratos de 90 a 180 dias após a semeadura	8

Figura 3. Curva de crescimento em diâmetro de colo (a) e altura (b) de mudas de <i>Citharexylum myrianthum</i> em diferentes substratos de 90 a 180 dias após a semeadura	9
Figura 4. Curva de crescimento em diâmetro de colo (a) e altura (b) de mudas de <i>Ceiba erianthos</i> em diferentes substratos de 90 a 180 dias após a semeadura	9
Figura 5. Curva de crescimento em diâmetro de colo (a) e altura (b) de mudas de <i>Cordia superba</i> em diferentes substratos de 90 a 210 dias após a semeadura	10
Figura 6. Curva de crescimento em diâmetro de colo (a) e altura (b) <i>Senna multijuga</i> mudas de em diferentes substratos de 90 a 210 dias após a semeadura	10
Figura 7. Curva de crescimento em diâmetro de colo (a) e altura (b) de mudas <i>Pterogyne nitens</i> de em diferentes substratos de 90 a 210 dias após a semeadura	11

Lista de Tabelas

Tabela 1. Composição dos substratos (%), utilizados para produção das mudas das seis espécies florestais	3
Tabela 2. Densidade do solo, densidade de partículas e porosidade dos substratos com diferentes proporções de Fertilurb para produção de mudas	6
Tabela 3. Análise granulométrica e condutividade elétrica dos substratos utilizados para produção de mudas	6
Tabela 4. Análise química dos substratos utilizados para a produção de mudas	7
Tabela 5. Análises de metais pesados dos substratos utilizados para produção de mudas	8
Tabela 6. Diâmetro de colo (D), altura (H), peso de matéria seca do sistema radicular (PSR) e peso de matéria seca da parte aérea (PSA) de mudas de três espécies florestais nativas, aos 180 dias após a semeadura	12
Tabela 7. Diâmetro de colo (D), altura (H), peso de matéria seca do sistema radicular (PSR), peso de matéria seca da parte aérea (PSA) de mudas de espécies florestais nativas, aos 210 dias após a semeadura	13

1. INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com a poluição do meio ambiente tem levado a sociedade a pensar mais seriamente sobre os problemas causados pelo lixo urbano. Uma opção para

solução desse problema é a utilização do composto de lixo urbano para produção de mudas de espécies arbóreas.

Segundo KIEHL (1985), composto ou fertilizante orgânico é uma mistura de restos de animais e vegetais, ricos em substâncias nitrogenadas, com resíduos vegetais pobres em carbono. O composto é, portanto, o resultado de um processo controlado de decomposição bioquímica de materiais orgânicos, transformando-os em um produto mais estável utilizado como fertilizante sendo também uma fonte de matéria orgânica para o solo.

O aperfeiçoamento dos processos de produção e qualidade do composto orgânico contribui para uma destinação adequada desses resíduos urbanos, promovendo benefícios como a despoluição e podendo assim ser utilizado em práticas de recuperação ambiental como a produção de mudas arbóreas, condicionador de solos e recuperação de taludes.

O substrato deve ter boas características físicas, químicas, ter um custo baixo e ser disponível. Segundo CARNEIRO (1995), dificilmente encontra-se um substrato que apresente todas as características favoráveis ao crescimento das mudas. Neste sentido, surgem as misturas de substratos com vermiculita, compostos orgânicos, esterco bovino, lixo urbano, húmus de minhoca, turfa, moinha de carvão, terra de subsolo, serragem, bagaço de cana e acícula de *Pinus*, entre outros, normalmente condicionados por sua disponibilidade (GONÇALVES & POGGIANI, 1996).

Uma das grandes dificuldades dos projetos de reflorestamento com espécies nativas é a obtenção de mudas, tanto na quantidade e qualidade desejada, quanto na diversidade de espécies.

O objetivo desse trabalho é avaliar a utilização do composto orgânico (Fertilurb), produzido pela Companhia de Limpeza Urbana da Cidade do Rio de Janeiro (Comlurb), como substrato para a produção de mudas florestais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Substrato é o meio em que as raízes das plantas se desenvolvem, fornecendo suporte estrutural à parte aérea das mudas. Participa também do armazenamento de nutrientes, água e oxigênio, efetuando as trocas com as raízes das plantas.

É um sistema composto pela fase sólida, líquida e gasosa. De acordo com MAY (1984a), a mistura de partículas orgânicas e minerais forma a fase sólida, já a fase líquida é formada por substâncias dissolvidas pela água e a fase gasosa é constituída pelo ar atmosférico presente nos poros.

Cada substrato vai apresentar um tipo de característica devido às diversas interações que ocorrem ao longo do tempo como organismos vivos atuando sobre material originário, tipo de clima ou ações antrópicas (CARNEIRO, 1995).

Conforme WENDLING et al. (2007), para produção de mudas de espécies arbóreas de qualidade um dos fatores mais preponderantes é a qualidade do substrato que as sustentam.

Para a produção de mudas a qualidade do substrato é de grande importância. Alguns aspectos tais como acidez, aeração, umidade e fertilidade estão intimamente ligados ao substrato.

De acordo com MALAVOLTA & ROMERO (1975), o pH com acidez elevada do substrato irá ocasionar problemas às mudas, pois haverá uma redução considerável da atividade bacteriana e dos actinomicetos. Com isso ocasiona-se a diminuição da disponibilidade de cálcio, magnésio e potássio devido a formação de sulfetos e nitratos. Haverá também insolubilização do fósforo, boro, cobre, zinco e o surgimento de quantidades tóxicas de manganês, ferro e alumínio. Já um pH com elevada alcalinidade ocasionará a

diminuição da disponibilidade de fósforo, boro, cobre, zinco, ferro e manganês para as mudas. O pH ideal seria em torno de 6,0, faixa onde não haverá toxidez por excesso de alumínio e manganês. Segundo Dechamann (1976), citado por CARNEIRO (1995), os substratos para folhosas devem estar com pH entre 6,0 e 6,5.

A umidade no substrato mais favorável para o crescimento das mudas ocorre quando a água está disponível a baixa tensão. Na quantidade adequada isso resultará num crescimento sadio das mudas.

Segundo MAY (1984b), a fertilidade do substrato consiste no fornecimento adequado em quantidade e qualidade de todos nutrientes, que são subdivididos em duas classes os macronutrientes e micronutrientes. Os macronutrientes são absorvidos em grandes quantidades enquanto os micronutrientes são exigidos em pequenas quantidades, ambos tóxicos em altos teores. Ambas as classes são indispensáveis para o desenvolvimento das mudas. Deve-se levar em consideração as exigências nutricionais das espécies em produção, a disponibilidade de nutrientes, sua mobilidade e suas perdas por lixiviação no substrato.

De acordo com CARNEIRO (1995), o substrato para as mudas deve enquadrar nas classes texturais arenosa, franco arenoso ou areia franca, que favorecem a drenagem, a retirada das mudas do solo e contribuem também para diminuição de ocorrências de doenças, já que os fungos estarão em ambiente desfavorável para o seu desenvolvimento.

A estrutura tem uma importante função: ela assegura boas condições de drenagem, com isso melhora a aeração e a penetração do sistema radicular. Segundo LEMOS & SANTOS (1984), estrutura fraca contribui para desagregação mais fácil provocando adensamento e diminuição na oferta de oxigênio para as raízes das mudas. Para manutenção do desenvolvimento das mudas o substrato depende da estrutura e dos nutrientes disponíveis.

Segundo Aldhous (1975), citado por CARNEIRO (1995), um substrato com boa porosidade terá sua estrutura entre 40 e 60% do volume constituído de poros. Uma mistura adequada nas dimensões dos poros irá promover condições físicas melhores ao substrato.

Segundo HAHN et al. (2006), no substrato é necessária adição de matéria orgânica devido sua capacidade de retenção e perda de umidade. Conforme as condições de umidade e de seca, o húmus tem a capacidade de expansão e retração auxiliando na estruturação do substrato.

De acordo com PRIMAVESI (1979), a matéria orgânica fornece substâncias agregantes do solo, tornando-os grumosos, com bioestrutura estável a ação das chuvas, possibilidade de vida aos microorganismos, especialmente os fixadores de nitrogênio, que produzem substâncias de crescimento como triptofano e ácido-indol-acético que possuem efeito muito positivo sobre o desenvolvimento vegetal. Se a matéria orgânica ainda for humidificada trará mais benefícios como aumento da capacidade de troca de cátions do solo, aumento do poder tampão, isto é, a resistência contra modificação brusca do pH e fornecimento de substâncias fenólicas, que contribuem não somente para a respiração e a maior absorção de fósforo como também à sanidade vegetal.

Atualmente no mundo, há um crescente aumento nas buscas de materiais alternativos para produção de substratos, como resíduos da agroindústria e os materiais orgânicos decompostos (KÄMPF, 2000). Além disso, segundo (FONSECA, 2005), o uso de resíduos agroindustriais e urbanos como componentes pra o substrato é benéfico pois além da redução da poluição do meio ambiente, pode também reduzir o custo de produção do mesmo.

No trabalho conduzido por WENDLINNG et al. (2007), que avaliou seis materiais utilizados para compor os substratos, concluiu - se que tratamentos que continham serragem, palito de erva mate picado e, principalmente esterco bovino, apresentaram os melhores resultados na qualidade das mudas produzidas e também na relação custo benefício. Dentre

esses tratamentos destacou-se o composto de 40% de esterco bovino e 60% de serragem, em visto a facilidade de preparo e sua relação custo-benefício.

CUNHA et al. (2006) avaliou o crescimento das mudas de *Acacia mangium* e *Acacia auriculiformis* em diferentes substratos, horizonte Bw com areia lavada (HB) (1:1), horizonte Bw com areia lavada e esterco bovino (HBE) (1:1:1), horizonte com areia lavada e lodo de esgoto (HBL) (1:1:1) e 100% lodo de esgoto (LE). Observaram que o substrato HBE, com proporção 1/3 de esterco, produziu resultado equivalente a aplicação de lodo de esgoto 100% como substrato. Constataram também, que o lodo de esgoto na proporção de 1/3 na composição do substrato HBL foi pouco eficiente para efeito positivo em diâmetro e matéria seca nas duas espécies.

LACERDA et al. (2006), recomendam o uso de pó de coco como componente para substrato, pois suas propriedades físicas e químicas aliada a sua estrutura e durabilidade, apresentam condições para a produção de mudas de *Mimosa caesalpinifolia*. Os autores não recomendam o resíduo de sisal como componente para substrato, pois esse resíduo revelou valores de condutividade elétrica e pH inadequado para produção das mudas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no Viveiro de Produção de Espécies Florestais da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC), situada na Fazenda Modelo, no Bairro de Guaratiba, Cidade do Rio de Janeiro, RJ. O trabalho foi conduzido no período de julho de 2005 a fevereiro de 2006.

Os tratamentos foram constituídos por cinco substratos, utilizando-se composto orgânico à base de lixo urbano (Fertilurb), terra de subsolo e esterco equino, cujas proporções encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1: Composição dos substratos (%), utilizados para produção das mudas das seis espécies florestais

Tratamentos	Fertilurb	Terra de subsolo	Esterco Equino
S1	100	0	0
S2	75	25	0
S3	50	25	25
S4	25	25	50
S5	0	50	50

As espécies selecionadas foram a *Guazuma ulmifolia* Lam. (mutambo), *Citharexylum myrianthum* Cham (tarumã), *Ceiba erianthos* (Cav.) K. Schum. (paineira das pedras), *Cordia superba* Cham (babosa branca), *Senna multijuga* (Rich.) H.S. Irwin & Barneby (aleluia) e *Pterogyne nitens* Tul. (amendoim bravo) devido à disponibilidade das sementes no viveiro.

As sementes utilizadas foram fornecidas pelo próprio viveiro da Fazenda Modelo. A semeadura foi realizada diretamente nos sacos plásticos de polietileno com 15 cm de diâmetro e 25 cm de altura.

Após a germinação das plântulas nos recipientes no qual nenhuma semente germinou, procedeu-se à repicagem onde havia mais de uma plântula por recipiente.

Para cada espécie, o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC). Cada tratamento foi formado por quatro repetições, com cinco mudas por repetição, no total de 20 mudas por tratamento de cada espécie.

A adubação de cobertura foi realizada aos 90 dias após a semeadura, com dosagem, aproximada de 0,15 g / planta, composta de mistura de sulfato de amônia e de cloreto de potássio na proporção 10:3.

As avaliações com base nas medições da altura e do diâmetro de coleto foram realizadas a partir dos 90 dias após a semeadura e coletadas mensalmente, sendo que as espécies mutambo, tarumã e paineira de pedra, foram avaliadas até 180 dias e as espécies babosa branca, aleluia e amendoim bravo foram avaliadas até 210 dias, devido ao desenvolvimento mais lento das mesmas. Para as medições de diâmetro de coleto foi utilizado paquímetro digital e para altura das mudas régua graduada.

Foi avaliado também o peso da matéria seca da parte aérea e sistema radicular quando foram selecionadas duas mudas de cada repetição, com dimensões próximas das médias da altura e do diâmetro. Para essa avaliação as mudas selecionadas tiveram a parte aérea cortada separando os galhos das folhas e do sistema radicular. Após a separação, foram colocadas duas amostras de cada repetição em sacos de papel devidamente identificados e em seguida condicionados em estufa na temperatura de 65 °C, por 48 horas, obtendo assim, seu peso constante para determinação da massa seca.

Para cada tratamento foram retiradas amostras do substrato antes da semeadura, as quais foram submetidas a análises físicas e químicas, no laboratório de Água, Solo e Plantas (LASP), da Embrapa Solos, conforme metodologia descrita em EMBRAPA (1997).

Os métodos de análises físicas foram os seguintes: umidade obtida com a mesa de tensão, densidade do solo pelo método do anel volumétrico, densidade das partículas, porosidade total, microporosidade pelo método mesa de tensão, macroporosidade, análise granulométrica pelo método da pipeta.

Já os métodos de análises químicas foram: para P e K pelo extrator Mehlich, condutividade elétrica, pH em sólido:líquido (água), 1:2,5, carbono orgânico e Ca, Mg, H+Al e Al pelo extrator de KCl 1N.

Para os dados avaliados das espécies, foi realizado a análise de variância e, no caso de significância, comparação de médias através do teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, utilizando o software SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (RIBEIRO JUNIOR, 2001).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização dos substratos

Pela Figura 1, constata-se que o substrato composto apenas por Fertilurb (S1) retém maior umidade do que os demais substratos, evidenciando que ao usar este substrato a quantidade de água usada para a irrigação deverá ser menor. Segundo escala proposta por GONÇALVES & POGGIANI (1996), o substrato S1 apresenta valor médio de retenção de umidade e os outros substratos valores considerados baixos no que tange a capacidade de retenção de umidade.

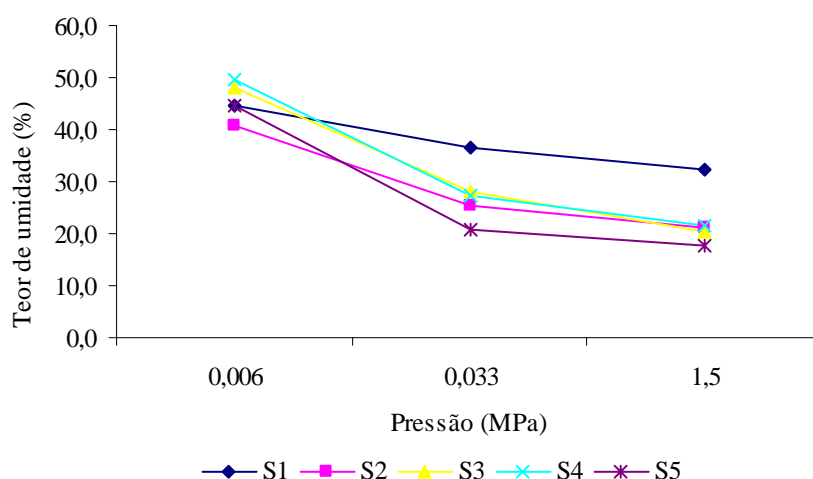


Figura 1. Teor de umidade (%) dos substratos utilizados para produção das mudas

Na tabela 2 são apresentados os resultados das características físicas dos diferentes tratamentos estudados. S1, S3 e S4 foram os substratos que apresentaram os menores valores para densidade e maiores valores para a porosidade. Já o S2 e S5 obtiveram uma maior densidade e com valores menores para porosidade.

Tabela 2. Densidade do solo, densidade de partículas e porosidade dos substratos com diferentes proporções de Fertilurb para produção de mudas

Trat	Dens.do solo Dens.de part -----kg/dm ³ -----		Porosidade (%)		
			Total	Macro	Micro
S1	0,80	2,04	60,7	16,0	44,7
S2	1,03	2,29	55,1	14,3	40,8
S3	0,96	2,33	58,9	10,7	48,2
S4	0,92	2,27	59,6	9,9	49,7
S5	1,09	2,38	54,3	9,5	44,8

S1 = 100 % Fertilurb; S2 = 75% Fertilurb e 25% de terra subsolo; S3 = 50% Fertilurb, 25% de terra de subsolo e 25% de esterco equino; S4 = 25% Fertilurb, 25% de terra de subsolo e 50% de esterco equino; S5= 50% terra de subsolo e 50% de esterco equino (em volume).

Na tabela 3 observa-se que todos os substratos apresentam uma porcentagem de areia semelhante, não havendo assim uma diferença significativa ente eles. Segundo GONÇALVES et al. (2000) o substrato deve conter de 20 a 25% de argila e o restante de areia média e grossa.

Os substratos devem apresentar valores adequados de condutividade elétrica, pois segundo TOMÉ JÚNIOR (1997), altos teores de sais solúveis podem provocar a queima ou necrose das raízes, sendo resultante de condições ocasionadas pelo substrato. Em virtude dos resultados obtidos na tabela 3, conclui-se que a condutividade elétrica é diretamente proporcional a quantidade de Fertilurb.

Tabela 3. Análise granulométrica e condutividade elétrica dos substratos utilizados para produção de mudas

Trat	Areia 2 - 0,05 (mm)	Silte 0,05 - 0,002 (mm)	Argila < 0,002 (mm)	Condutividade Elétrica mS/cm 25°C
	----- (g/kg) -----			
S1	---	---	---	10,16
S2	510	230	260	7,67
S3	498	242	260	6,90
S4	482	218	300	7,22
S5	484	196	320	4,90

S1 = 100 % Fertilurb; S2 = 75% Fertilurb e 25% de terra subsolo; S3 = 50% Fertilurb, 25% de terra de subsolo e 25% de esterco equino; S4 = 25% Fertilurb, 25% de terra de subsolo e 50% de esterco equino; S5= 50% terra de subsolo e 50% de esterco equino (em volume).

Na Tabela 4 são apresentados os resultados da análise química. O pH é um fator de importância para as condições químicas do substrato, pois interfere diretamente na

disponibilidade de nutrientes. Nos substratos analisados, o material Fertilurb contribuiu para um aumento do pH. Segundo (KÄMPF, 2000), em relação o pH onde predomina a matéria orgânica, a faixa recomendada é de 5,0 a 5,8 e, quando for a base de solo mineral entre 6,0 e 6,5. Segundo essa classificação, os resultados do estudo (Tabela 4) indicam que os valores dos tratamentos S1, S2, S3 e S4 são considerados alcalinos, já o S5 é considerado adequado pela classificação de KÄMPF (2000).

Tabela 4. Análise química dos substratos utilizados para a produção de mudas

Trat	pH	P ²	K ²	Ca ³	Mg ³	Al ³	H + Al ³	C
		-----mg/dm ³ -----		----- Cmol _c /dm ³ -----			%	
S1	7,8	156	2964	31,2	4,8	0,0	0,5	11,3
S2	7,8	234	1248	30,3	2,5	0,0	0,4	5,3
S3	7,5	780	1872	31,2	5,3	0,0	0,9	6,0
S4	7,0	1716	2366	28,3	7,2	0,0	4,1	6,5
S5	6,5	1560	1352	24,5	7,0	0,0	4,4	3,1

¹pH em água relação 1:2,5; ²extrator Mehlich-1; ³Extrator de Kcl 1N.

S1 = 100 % Fertilurb; S2 = 75% Fertilurb e 25% de terra subsolo; S3 = 50% Fertilurb, 25% de terra de subsolo e 25% de esterco eqüino; S4 = 25% Fertilurb, 25% de terra de subsolo e 50% de esterco eqüino; S5= 50% terra de subsolo e 50% de esterco eqüino (em volume).

De acordo com GONÇALVES & POGGIANI (1996), todos os substratos apresentam altos teores de P, K, Ca e Mg para produção de mudas florestais. Os substratos não apresentaram problemas com acidez trocável. No entanto, os substratos S4 e S5 podem apresentar problemas com acidez pois apresentam valores de H superiores a 4,0.

Conforme a tabela 5 observa-se que as concentrações se enquadram na legislação do EPA e na instrução normativa de 05 de junho de 2007 para os 5 tratamentos.

Tabela 5. Análises de metais pesados dos substratos utilizados para produção de mudas

Elemento (mg/kg)	S1	S2	S3	S4	S5	Limites

¹ Fe	18400	23300	25800	22875	29187	-
¹ Ni	50	25	25	25	25	³ Máx-175
¹ Cr	0	0	0	0	0	³ Máx-500
¹ Pb	237	142	71	50	10	³ Máx-300
¹ Zn	1000	590	358	275	107	² Máx-2800
¹ Cu	350	227	150	105	50	² Máx-1500
¹ Cd	0	0	0	0	0	³ Máx-8
¹ Na	2695	1190	1005	900	554	-
⁴ Hg	0,6	0,4	0,3	0,1	0,2	³ Máx-2,5
⁴ Mn	420	170	170	160	230	-

¹ Digestão Nitro-Perclórica da base seca; ² Especificações para metais U.S. EPA Part 503; ³ Instrução normativa N^o 27 de 05/06/2007; ⁴ Parâmetros analisados FEEMA.

4.2. Crescimento das mudas

Nas Figuras 2, 3, 4, 5, 6 e 7 são apresentadas as curvas de crescimento em altura e diâmetro de colo, a partir de 3 meses após a semeadura, respectivamente, de *Guazuma ulmifolia*, *Citharexylum myrianthum*, *Ceiba erianthos*, *Cordia superba*, *Senna multijuga* e *Pterogyne nitens*, em diferentes substratos.

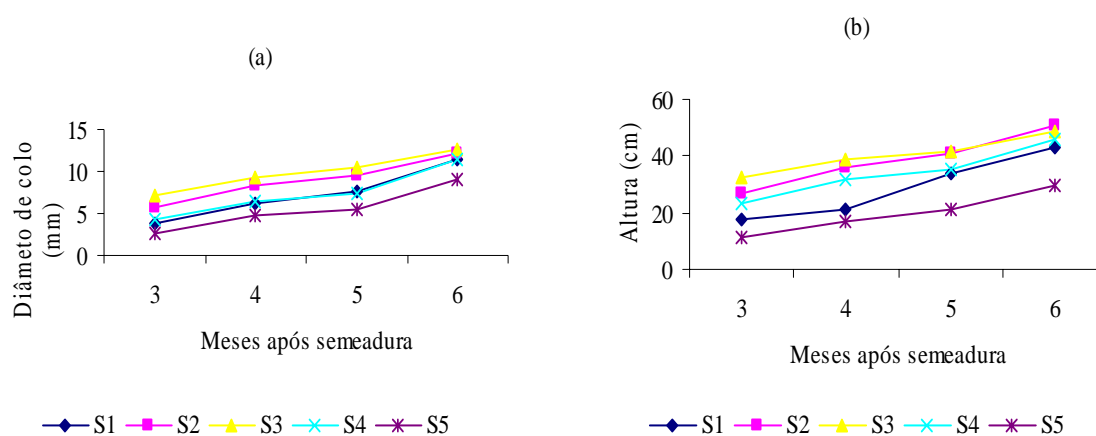


Figura 2. Curva de crescimento em diâmetro de colo (a) e altura (b) de mudas de *Guazuma ulmifolia* em diferentes substratos de 90 a 180 dias após a semeadura.

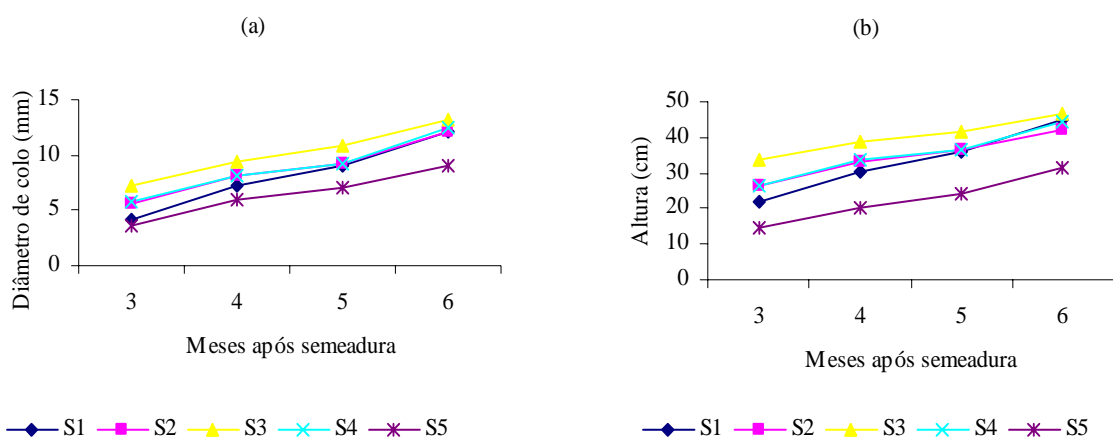


Figura 3. Curva de crescimento em diâmetro de colo (a) e altura (b) de mudas de *Citharexylum myrianthum* em diferentes substratos de 90 a 180 dias após a sementeira

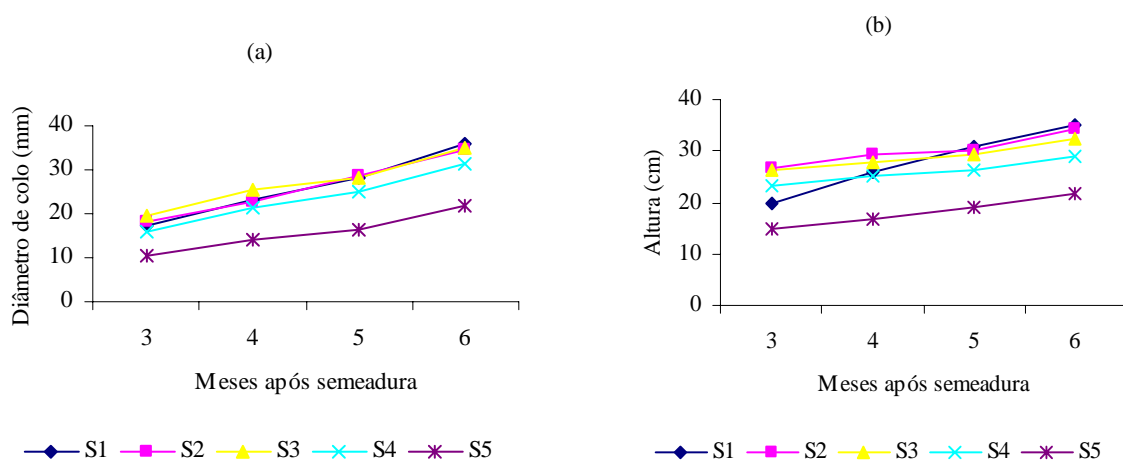


Figura 4. Curva de crescimento em diâmetro de colo (a) e altura (b) de mudas de *Ceiba erianthos* em diferentes substratos de 90 a 180 dias após a sementeira.

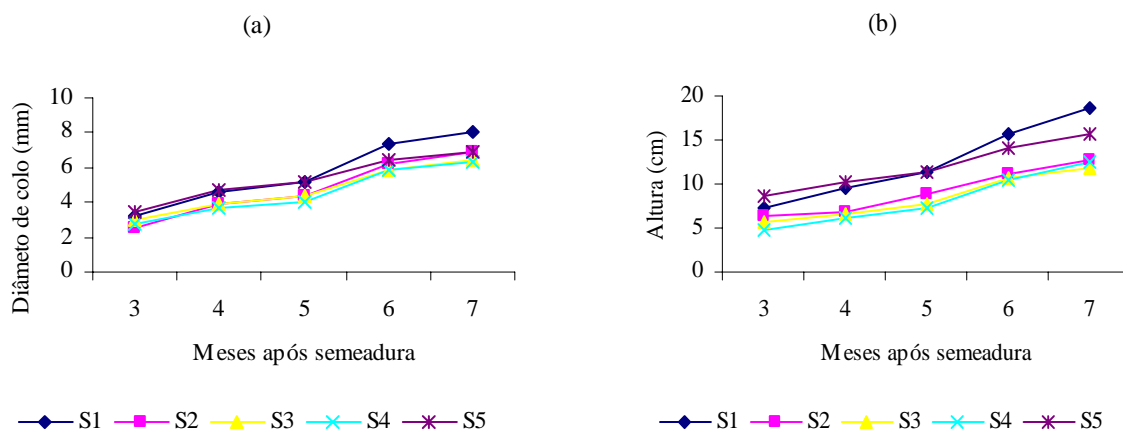


Figura 5. Curva de crescimento em diâmetro de colo (a) e altura (b) de mudas de *Cordia superba* em diferentes substratos de 90 a 210 dias após a semeadura.

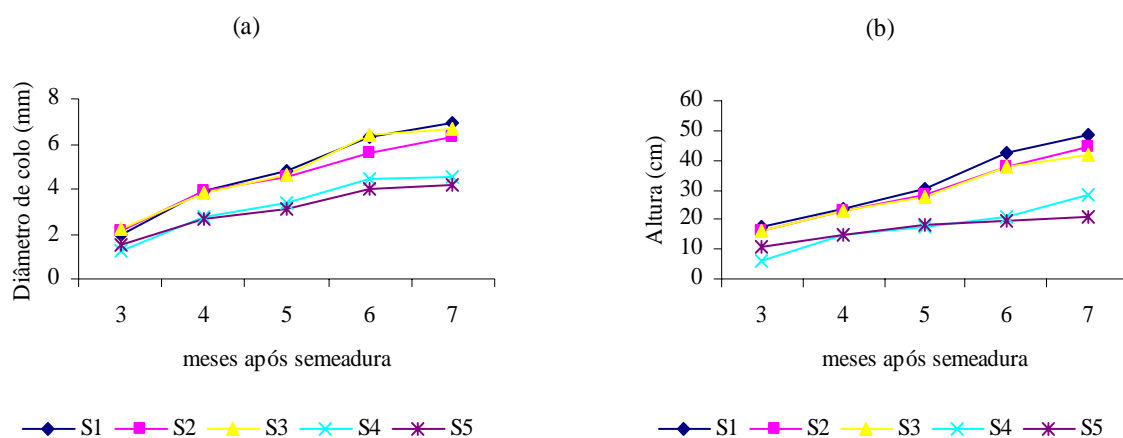


Figura 6. Curva de crescimento em diâmetro de colo (a) e altura (b) *Senna multijuga* mudas de em diferentes substratos de 90 a 210 dias após a semeadura.

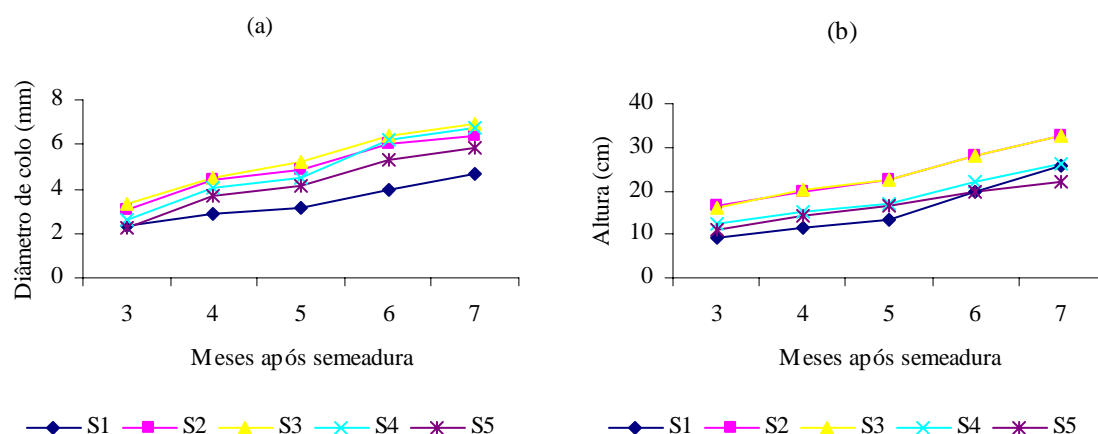


Figura 7. Curva de crescimento em diâmetro de colo (a) e altura (b) de mudas *Pterogyne nitens* de em diferentes substratos de 90 a 210 dias após a semeadura.

Constatou-se, que exceto para espécie *Pterogyne nitens* (Figura 7), as mudas produzidas nos tratamentos com presença de Fertilurb apresentaram melhor crescimento em altura e diâmetro de colo que as dos tratamentos com ausência ou menor percentagem de Fertilurb.

O resumo da análise de variância dos parâmetros morfológicos de *Guazuma ulmifolia*, *Citharexylum myrianthum* e *Ceiba erianthos*, realizada aos 180 dias após a semeadura encontra-se no Anexo 1A. Constata-se que apenas para a variável diâmetro de colo da espécie *Guazuma ulmifolia* não houve diferença significativa no crescimento das mudas.

Na tabela 6 são apresentadas as médias de crescimento das plantas, aos 180 dias após a semeadura. Verificou-se que, em geral, os tratamentos S1, S2 e S3 obtiveram melhores resultados em todas as variáveis analisadas para as três espécies.

Tabela 6. Diâmetro de colo (D), altura (H), peso de matéria seca do sistema radicular (PSR) e peso de matéria seca da parte aérea (PSA) de mudas de três espécies florestais nativas, aos 180 dias após a semeadura

Trat	D	H	PSA	PSR
	mm	cm	-----g / muda-----	
<i>Guazuma ulmifolia</i> (mutambo)				
S1	11,51 ^{ns}	41,70 b	15,67 c	20,33 a
S2	12,26 ^{ns}	51,10 a	35,56 a	19,28 a
S3	12,65 ^{ns}	48,43 a	25,86 b	20,34 a
S4	11,42 ^{ns}	44,25 b	20,70 b	11,73 b
S5	8,97 ^{ns}	31,25 c	12,10 c	11,66 b
<i>Citharexylum myrianthum</i> (tarumã)				
S1	12,11 a	44,90 a	19,41 b	21,43 a
S2	12,19 a	42,17 b	20,45 b	19,70 a
S3	13,25 a	46,78 a	26,11 a	26,31 a
S4	12,55 a	44,28 b	15,95 b	18,15 b
S5	9,00 b	31,21 c	10,35 c	10,07 c
<i>Ceiba erianthos</i> (paineira das pedras)				
S1	35,73 a	35,04 a	23,67 a	111,93 b
S2	34,36 a	34,37 a	26,17 a	156,38 a
S3	35,17 a	32,46 a	24,80 a	133,77 b
S4	31,58 a	28,91 ab	19,15 b	70,38 c
S5	21,80 b	21,68 b	10,96 c	10,71 d

Para cada espécie, médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

No Anexo 2A são apresentados os resumos das análises de variância dos parâmetros de crescimento das plantas avaliadas aos 210 dias após a semeadura. Constata-se que as variáveis diâmetro de colo e peso de matéria seca da parte aérea da espécie *Cordia superba* não tiveram diferença significativa no crescimento das mudas.

Na Tabela 7, observa-se que na espécie *Cordia superba* os melhores resultados encontrados foram nos substratos S1, S2 e S4, para *Senna multijuga* os substratos S1, S2 e S3, já para *Pterogyne nitens* S2, S3 e S4. Para todas as espécies estudadas, o tratamento S5 (50% de terra de subsolo e 50% de esterco bovino), apresentou os resultados significativamente inferiores aos demais substratos.

Tabela 7. Diâmetro de colo (D), altura (H), peso de matéria seca do sistema radicular (PSR), peso de matéria seca da parte aérea (PSA) de mudas de espécies florestais nativas, aos 210 dias após a semeadura

Trat	D	H	PSA	PSR
	mm	cm	-----g / muda-----	
<i>Cordia superba</i> (babosa branca)				
S1	8,04 ^{ns}	18,64 a	12,00 a	6,66 ^{ns}
S2	6,94 ^{ns}	12,73 b	8,56 b	4,36 ^{ns}
S3	6,41 ^{ns}	11,81 c	8,37 b	4,86 ^{ns}
S4	6,29 ^{ns}	12,59 c	8,88 b	4,71 ^{ns}
S5	6,89 ^{ns}	11,81 c	7,37 b	4,56 ^{ns}
<i>Senna multijuga</i> (aleluia)				
S1	6,90 a	48,66 a	15,78 a	6,75 a
S2	6,31 a	44,43 a	12,04 a	4,64 b
S3	6,69 a	41,82 a	9,63 b	4,55 b
S4	4,52 b	28,58 b	6,51 b	3,51 b
S5	4,17 c	20,78 b	5,13 c	2,73 c
<i>Pterogyne nitens</i> (amendoim bravo)				
S1	4,64 b	25,77 b	8,57 a	4,48 b
S2	6,34 a	32,87 a	9,53 a	8,12 a
S3	6,88 a	32,55 a	9,72 a	7,63 a
S4	6,76 a	26,18 b	8,25 a	7,16 a
S5	5,83 ab	21,99 b	6,83 b	5,37 b

Para cada espécie, médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Observou-se que as mudas produzidas com o substrato formado por apenas Fertilurb, não apresentaram uma boa consistência ao sistema radicular, destorroando com facilidade no plantio das mesmas. Este fato pode levar a uma maior taxa de mortalidade das mudas, principalmente se ocorrer em dias sem chuva logo após o plantio.

5. CONCLUSÃO

A utilização do composto orgânico de lixo urbano (Fertilurb) produzido pela Companhia de Limpeza Urbana da Cidade do Rio de Janeiro (Comlurb), é viável como substrato para produção de mudas de espécies florestais;

O Fertilurb pode ser utilizado em mistura com a terra de subsolo na proporção entre 25 a 50% do volume.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

CUNHA, A. M.; CUNHA, G. M.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, A. M.; AMARAL, J. F. T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acácia* sp. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p. 207-214, 2006.

EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2ª edição. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FONSECA, F. A.; **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**. 2005. 61 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

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

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.

HAHN, C. M.; OLIVEIRA, C.; AMARAL, E. M.; RODRIGUES, M. S.; SOARES, P. V. **Recuperação florestal: da semente à muda**. São Paulo, SP: Secretaria do Meio Ambiente para a Conservação e Produção Florestal do Estado de São Paulo, 2006. 144p.

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

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1985. 492p.

LACERDA, M. R. B.; PASSOS, M. A. A.; RODRIGUES, J. J. V.; BARRETO, L. P. Características físicas e químicas de substrato à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.163-170, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Vol. 1 Nova Odessa: Editora Platarum, 2002.

LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 2. ed. Campinas, SP, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1984. 45p.

MALVOLTA, E.; ROMERO, J. P. **Manual de adubação**. São Paulo: ANDA, 1975. 346p.

MAY, Jack T. **Sowing and mulching**. In: SOUTHERN pine nursery handbook. [S.I]: USDA. For. Serv., Southern Region, 1984 a. p.1-25.

MAY, Jack T. **Nutrients and fertilization**. In: SOUTHERN pine nursery handbook. [S.I]: USDA. For. Serv., Southern Region, 1984 b. p.1-41.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**. 9^a ed. São Paulo: Nobel, 1979. 549p.

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

WENDLINNG, I.; GUASTALA, D.; DEDECEK, R.; Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, v.31, n.2, p.209-220, 2007.

TOMÉ JÚNIOR, J. B. **Manual para interpretação de análises de solo**. Editora Guaíba: Agropecuária, 1997, 247 p.

7. ANEXOS

Anexo 1A. Quadro da análise de variância do diâmetro de colo (D), altura (H), peso da matéria seca da parte aérea (PSA), peso da matéria seca do sistema radicular (PSR) de mudas de três espécies florestais nativas, aos 180 dias após a semeadura

<i>Guazuma ulmifolia</i> (mutambo)					
FV	GL	D	H	PSA	PSR
Substrato	4	232,37 ^{n.s}	235,40*	337,76*	68,58*
Resíduo	13	74,75	52,01	51,48	19,97
CV%		37,97	16,67	32,43	31,76
<i>Citharexylum myrianthum</i> (tarumã)					
FV	GL	D	H	PSA	PSR
Substrato	4	10,73*	152,79*	135,56*	140,25*
Resíduo	15	2,07	36,98	29,47	15,71
CV%		12,17	14,52	29,41	20,71
<i>Ceiba erianthos</i> (paineira das pedras)					
FV	GL	D	H	PSA	PSR
Substrato	4	133,61*	119,65*	152,45*	13254,67*
Resíduo	15	10,55	13,87	41,89	1344,65
CV%		10,23	12,21	30,89	37,94

GL = grau de liberdade.

^{n.s} não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

* significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

Anexo 2A. Quadro da análise de variância do diâmetro de colo (D), altura (H), peso da matéria seca da parte aérea (PSA), peso da matéria seca do sistema radicular (PSR) de mudas de três espécies florestais nativas, aos 210 dias após a semeadura

<i>Cordia superba</i> (babosa branca)					
FV	GL	D	H	PSA	PSR
Substrato	4	1,90 ^{n.s}	32,17*	12,24*	3,45 ^{n.s}
Resíduo	15	0,97	2,23	1,68	2,11
CV%		14,30	10,45	14,33	28,88
<i>Senna multijuga</i> (aleluia)					
FV	GL	D	H	PSA	PSR
Substrato	4	5,48*	458,30*	58,74*	7,54*
Resíduo	13	0,71	71,91	4,75	1,77
CV%		14,45	22,19	20,97	28,79
<i>Pterogyne nitens</i> (amendoim bravo)					
FV	GL	D	H	PSA	PSR
Substrato	4	3,30*	88,67*	5,36*	9,68*
Resíduo	15	0,53	4,18	0,79	0,40
CV%		12,03	7,33	10,41	9,72

Gl = grau de liberdade.

^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.