

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE FLORESTAS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**Viabilidade do Uso do Sistema de Blocos Prensados na  
Produção de Mudanças de Três Espécies Arbóreas Nativas**

**Luciano Keller**

**2006**



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

**VIABILIDADE DO USO DO SISTEMA DE BLOCOS PENSADOS  
NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE TRÊS ESPÉCIES ARBÓREAS  
NATIVAS**

**LUCIANO KELLER**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Paulo Sérgio dos Santos Leles**

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

Seropédica - RJ  
Março - 2007

634.9562

K29v

T

Keller, Luciano, 1980-

Viabilidade do uso do sistema de blocos prensados na produção de mudas de três espécies arbóreas nativas / Luciano Keller. – 2006.

40 f. : il.

Orientador: Paulo Sérgio dos Santos Leles.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas.

Bibliografia: f. 22-27.

1. Árvores - Mudas - Teses. 2. Mudas – Qualidade - Teses. 3. Mudas - Cultivo – Teses. 4. Viveiros florestais – 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  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E  
FLORESTAIS**

**LUCIANO KELLER**

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

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 27 / 04 / 06

---

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

---

Prof. José Geraldo de Araújo Carneiro (PhD. Silvicultura) - UENF

---

Prof. Sílvio Nolasco de Oliveira Neto (Dr. Silvicultura) - UFRRJ

## **DEDICO**

Aos meus Pais, irmãos, família e amigos.

## AGRADECIMENTOS

A Deus.

À UFRRJ, através do Instituto de Florestas, pela oportunidade de ampliação dos meus estudos e à CAPES pela concessão da bolsa.

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

Ao Professor Silvio Nolasco de Oliveira Neto, pela amizade, participação e pelas sugestões.

Ao funcionário Sebastião, do Viveiro Florestal.

À minha noiva Fernanda Ferreira Simões, por estar do meu lado durante esta importante fase da minha vida.

À Dona Lena, Sr. Sérgio, Marcela e Sandro, pela minha segunda casa, refúgio dos finais de semana.

À Sociedade Fluminense de Energia – Eletrobolt, pela liberação do espaço para instalação do experimento de campo.

Aos estudantes de graduação e companheiros do alojamento Rogério, Fernandão, Pablo, Miler, Nilson, Rodolfo, Bruno Pena, Miguel e Bruno Carvalho.

Aos Estagiários do Laboratório de Pesquisas e Estudos em Reflorestamento – LAPER, do Departamento de Silvicultura da UFRRJ: Alysson, Daniel, Ester, Fábio, Fernando (Ressaquinha), Hérlon, Marcelo, Márcio, Rafael, Rodolfo e Rodrigo.

A todos que, de alguma forma, participaram desta conquista.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>2</b>
2.1 Espécies utilizadas .....	2
2.2 Recipientes para a produção de mudas .....	3
2.3 Efeitos da restrição radicial .....	5
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>8</b>
3.1 Fase de produção das mudas.....	8
3.2 Transplântio das mudas para sacolas de 20 litros .....	10
3.3 Plantio das mudas no campo.....	10
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>122</b>
4.1 Fase de produção das mudas .....	122
4.2 Transplântio das mudas para sacolas de 20 litros .....	166
4.3 Plantio das mudas no campo .....	188
4.3.1 Sobrevivência das mudas .....	188
4.3.2 Crescimento em altura e diâmetro do colo das plantas .....	19
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>20</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>21</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>27</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Análise de solo da área de plantio de mudas de três espécies florestais, produzidas em diferentes recipientes, no Município de Seropédica, RJ.....	11
2. Precipitação (PP), amplitude de insolação (AI), temperatura média máxima observada (TM) e umidade relativa média (UR), por semana, no período de dois meses após o plantio das mudas de três espécies florestais, produzidas em diferentes recipientes.....	11
3. Altura (H), diâmetro de colo (D) e relação entre a altura e diâmetro de colo (H/D) de mudas de três espécies florestais, produzidas em diferentes recipientes, aos 150 dias após a repicagem.....	14
4. Peso de matéria seca da parte aérea (PA), peso de matéria seca do sistema radicular (PR), volume de raízes (VR) e relação peso da matéria seca do sistema radicular e peso da matéria seca da parte aérea (PR/PA) de mudas de três espécies florestais, produzidas em diferentes recipientes, aos 150 dias após a repicagem.....	15
5. Altura (H), diâmetro de colo (D), peso de matéria seca da parte aérea (PA), peso de matéria seca do sistema radicular (PR) e relação do peso seco do sistema radicular e do peso de matéria seca da parte aérea (PR/PA) de plantas de três espécies florestais, aos 150 dias após o plantio, em sacolas de 20 litros em condições de simulação de plantio, originárias de mudas produzidas em diferentes tipos de recipientes.....	18
6. Sobrevivência de plantas de três espécies florestais 60 dias após o plantio no campo, originadas de mudas produzidas em diferentes recipientes.....	18
7. Altura (H) e diâmetro de colo (D), das plantas de três espécies florestais, originárias de mudas produzidas em diferentes recipientes, 10 meses após o plantio no campo.....	19

## ANEXOS

1A. Resumo da análise de variância e coeficiente de variação da altura da parte aérea (H), diâmetro de colo (D), relação altura / diâmetro de colo (H/D), peso da matéria seca da parte aérea (PA), peso da matéria seca do sistema radicular (PR), volume do sistema radicular (VR) e relação peso da matéria seca do sistema radicular e peso da matéria seca da parte aérea (PR/PA), de mudas de três espécies florestais produzidas em diferentes recipientes, aos 150 dias após a repicagem.....	27
---	----

1B. Resumo da análise de variância e coeficiente de variação da altura da parte aérea (H), diâmetro de colo (D), peso da matéria seca das folhas (FO), peso da matéria seca da parte aérea (PA), peso da matéria seca do sistema radicular (PR) e relação peso da matéria seca do sistema radicular e peso da matéria seca da parte aérea (PR/PA), de plantas de três espécies florestais, aos 150 dias após o plantio em sacolas de 20 litros em condições controladas, originárias de mudas produzidas em diferentes recipientes.....	28
1C. Resumo da análise de variância e coeficiente de variação da sobrevivência de plantas de três espécies, originadas de mudas produzidas em três diferentes recipientes, aos 60 dias após o plantio no campo.....	28
2C. Resumo da análise de variância e coeficiente de variação da altura (H) e diâmetro de colo (D) de plantas de três espécies, originadas de mudas produzidas em três diferentes recipientes, aos 60 dias após o plantio no campo.....	28

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Macaco hidráulico e fôrma metálica com dimensões de 60 x 40 x 20 cm (comprimento x largura x altura) para a confecção dos blocos.....	9
2. Bloco prensado de composto orgânico, moinha de carvão e solo argiloso, na proporção volumétrica 6:2:2, respectivamente, para a repicagem com dimensões de 60 x 40 x 12 cm (comprimento x largura x altura).....	9
3. Altura (A) e diâmetro de colo (B) de mudas de <i>Inga marginata</i> , produzidas em diferentes recipientes aos 60, 90, 120 e 150 dias após a repicagem.....	12
4. Altura (A) e diâmetro de colo (B) de mudas de <i>Jacaranda puberula</i> , produzidas em diferentes recipientes aos 60, 90, 120 e 150 dias após a repicagem.....	12
5. Altura (A) e diâmetro de colo (B) de mudas de <i>Zeyheria tuberculosa</i> , produzidas em diferentes recipientes aos 60, 90, 120 e 150 dias após a repicagem.....	13
6. Altura (A) e diâmetro de colo (B) de plantas de <i>Inga marginata</i> aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após o plantio em sacolas de 20 litros, originadas de mudas produzidas em diferentes tipos de recipientes.....	16
7. Altura (A) e diâmetro de colo (B) de plantas de <i>Jacaranda puberula</i> , aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após o plantio em sacolas de 20 litros, originadas de mudas produzidas em diferentes tipos de recipientes.....	16
8. Altura (A) e diâmetro de colo (B) de plantas de <i>Zeyheria tuberculosa</i> , aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após o plantio em sacolas de 20 litros, originadas de mudas produzidas em diferentes tipos recipientes.....	17

## ANEXOS

1D. Foto detalhada do sistema radicular de muda de <i>Inga marginata</i> , produzida em saco plástico com dimensões de 11 x 15 cm, aos 150 dias após a repicagem.....	29
---	----

## RESUMO

KELLER, Luciano. **Viabilidade do uso do sistema de blocos prensados na produção de mudas de três espécies arbóreas nativas.** Seropédica: UFRRJ, 2006. 36p. (Dissertação, Mestrado em Ciência Ambientais e Florestais).

O objetivo do estudo foi avaliar a viabilidade uso do sistema de blocos prensados para a produção de mudas de *Inga marginata*, *Jacaranda puberula* e *Zeyheria tuberculosa*. Utilizou-se como recipientes bloco prensado (440 cm<sup>3</sup>/muda), sacos plásticos (330 cm<sup>3</sup>) e tubetes de seção circular (280 cm<sup>3</sup>). Foram feitas avaliações das mudas, simulação de plantio no viveiro e plantio definitivo no campo em área ciliar às margens do Rio Guandu, Seropédica/RJ. Utilizou-se como substrato composto orgânico, moínha de carvão e solo argiloso, na proporção volumétrica, 6:2:2. Para a confecção dos blocos, o substrato foi umedecido, colocado em forma metálica com dimensões de: 60 x 40 x 20 cm (comprimento, largura e altura) sobre uma caixa de madeira com fundo de tela (0,5 mm) e prensado por 15 minutos com um macaco hidráulico. Após a prensagem, os blocos apresentaram altura de 12 cm. As sementes foram semeadas em areia e transplantadas para os recipientes, selecionando-se as plântulas mais homogêneas. A comparação foi feita pelas características das mudas produzidas e por seu desempenho pós-plantio em sacolas de 20 litros e no campo. Na época de expedição das mudas para o campo (150 dias após a semeadura), as mudas das três espécies apresentaram crescimento satisfatório, quando produzidas no sistema de blocos prensados ao contrário das mudas produzidas nos tubetes. Mudas de *Jacaranda puberula* produzidas em tubetes apresentaram estiolamento. Isso não foi observado em mudas de *Inga marginata* e *Zeyheria tuberculosa*. Em condições de plantio controlado mudas de *Inga marginata* produzidas em tubetes apresentaram menores valores de diâmetro de colo e peso seco do sistema radicular e mudas de *Jacaranda puberula* produzidas nos blocos prensados apresentaram menores valores de altura, diâmetro de colo e peso seco do sistema radicular, porém isso não se repetiu no campo. Após o plantio no campo as plantas de *Jacaranda puberula* produzidas em tubetes apresentaram menores taxas de sobrevivência. Não houve diferença entre os sistemas de produção das mudas, quando avaliada a altura e o diâmetro de colo das plantas 10 meses após o plantio. O sistema de blocos prensados mostrou-se tecnicamente viável para a produção de mudas de essências florestais nativas.

**Palavras-chave:** Qualidade de mudas, Inga, Caroba, Ipê-felpudo.

## ABSTRACT

KELLER, Luciano. **Viability of the use of the system of pressed blocks in the production of seedlings of native arboreous species** Seropédica: UFRRJ, 2006. 62p. (Dissertation, Master Scientiae in Environment and Forestry Sciences)

The objective was to evaluate the viability use of the system of blocks pressed for the production of seedlings of *Inga marginata*, *Jacaranda puberula* and *Zeyheria tuberculosa*. It was used as containers pressed block (440 cm<sup>3</sup>/ seedlings), plastic sacks (11x15 cm) and the tubetes of circular section (280 cm<sup>3</sup>). They were made evaluations of the seedlings, planting simulation in the nursery and definitive planting in the field in ciliary area to river Guandú's margins. It was used as substratum organic composition, ground coal and loamy soil, in the proportion volumetric, 6:2:2. For the making of the blocks, the substratum was moistened, put in metallic form with dimensions of: 60 x 40 x 20 cm (length, width and height) on a wood box with screen bottom (0,5 mm) and pressed by 15 minutes with a hydraulic monkey. After the presage, the blocks presented height of 12 cm. The seeds were sowed in sand and transplanted for the containers, selecting themselves plantules more homogeneous. The comparison was made by the characteristics of the produced seedlings and for his/her acting powder-planting in bags of 20 liters and in the field. At that time of expedition of the seedlings for the field (150 days after the sowing), the seedlings of the three studied species presented satisfactory growth, when produced in the system of blocks pressed unlike the seedlings produced in the tubetes, 150 days after the repicage. Seedlings of *Jacaranda puberula* produced in tubetes presented estiolation. That was not observed in seedlings of *Inga marginata* and *Zeyheria tuberculosa*. In condition of planting controlled seedlings of *Inga marginata* produced in tubetes presented smaller values of lap diameter and dry weight of the radicular system and seedlings of *Jacaranda puberula* produced in the pressed blocks presented smaller height values, lap diameter and dry weight of the radicular system, however that no repeating in the field. After the planting in the field mute of *Jacaranda puberula* produced in tubetes presented smaller survival taxes. There was not difference among the systems of production of the seedlings, when appraised the height and the diameter of lap of the plants 10 months after the planting. The system of pressed blocks was shown technically viable for the production of seedlings of native forest essences.

**Key words:** Seedlings quality, Inga, Caroba, Ipê-felpudo.

## 1. INTRODUÇÃO

O êxito de um reflorestamento, para fins de produção ou de proteção, depende, entre outros fatores, diretamente da qualidade das mudas utilizadas. Estas, além de resistirem às condições adversas encontradas, devem produzir árvores com crescimento volumétrico e de qualidades desejáveis. Mudanças com parte aérea e sistema radicular bem formado, e em bom estado nutricional, têm alta taxa de sobrevivência e crescimento no campo. Este comportamento das mudas aumenta o seu poder de competição com as plantas daninhas, diminuindo a frequência de limpeza (capinas e roçadas) do povoamento recém implantado.

No Brasil, no início dos plantios comerciais de espécies florestais, o recipiente mais utilizado para produção, foi a sacola plástica. Este recipiente, até os dias atuais, ainda é muito utilizado para este fim, pois, segundo GOMES et al. (1990) e CARNEIRO (1995), os sacos plásticos têm a vantagem de maior disponibilidade no mercado, menor custo de aquisição e baixo investimento em infra-estrutura na implantação dos viveiros, utilizados principalmente pelos viveiristas que produzem quantidades menores de mudas. No entanto, a necessidade de implantação de grandes áreas com *Eucalyptus* spp e *Pinus* spp estimularam o uso de embalagens que permitam 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. e IKEMORI, 1983).

Na Finlândia, segundo CARNEIRO (1995), é utilizado com sucesso o sistema de produção de mudas em blocos prensados de material orgânico. Esse sistema, que pode ser mecanizado, consiste no cultivo das mudas em blocos prensados e permite que as raízes cresçam sem confinamento ou direcionamento. Utilizando esta metodologia, CARNEIRO e BRITO (1992) estudaram a produção de mudas de *Pinus taeda*. Depois deste trabalho pioneiro no Brasil, outros autores testaram a viabilidade do uso de blocos prensados para produção de mudas. LELES (1998), MORGADO (1998) e BARROSO (1999), estudando a produção de mudas de algumas espécies de *Eucalyptus*, e SCHIAVO & MARTINS (2003) também comprovaram a viabilidade técnica do uso dos blocos prensados na produção das mudas de *Acacia mangium* Willd. Um dos últimos trabalhos sobre este assunto foi o desenvolvido por FREITAS (2003) com a produção de mudas clonais de eucalipto pela Empresa Aracruz Celulose S.A. Este trabalho revelou maiores taxas de crescimento das mudas produzidas em blocos prensados e correspondente resposta no campo, em comparação com as produzidas em tubetes.

Esse sistema apresenta grande potencial para a produção de mudas destinadas à recuperação de áreas degradadas e reabilitação de matas ciliares, uma vez que as mudas produzidas nos blocos prensados não apresentam restrição para o crescimento do sistema radicular, aumentando, assim, as chances de sobrevivência e maior crescimento inicial no campo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade técnica de produção de mudas de três espécies florestais nativas, no sistema de blocos prensados, em comparação com os sacos plásticos e tubetes.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Para AB'SÁBER (2004), a expressão matas ciliares envolve todos os tipos de vegetação arbórea vinculada à beira de rios. No Brasil, assim como na maioria dos países, a degradação das áreas ciliares sempre foi e continua sendo fruto da expansão desordenada das fronteiras agrícolas (RODRIGUES & GANDOLFI, 2004).

As matas ciliares apresentam uma heterogeneidade florística elevada por ocuparem diferentes ambientes ao longo das margens dos rios. A grande variação de fatores ecológicos nas margens dos cursos d'água resulta em uma vegetação arbustivo-arbórea adaptada a tais variações (MARTINS, 2001).

Nos últimos anos, a procura por mudas de espécies florestais nativas tem crescido no Brasil devido, principalmente, aos diversos programas de recomposição de matas ciliares, recuperação de áreas degradadas e demais plantios destinados à proteção ambiental. Esse aumento na demanda tende a intensificar-se na medida em que cresce a preocupação com as questões ambientais em nosso país (FARIA, 1999). Com base nisso, estudos sobre as espécies nativas devem ser intensificados para atingir-se maior eficiência nos programas de recuperação ambiental.

### 2.1 Espécies utilizadas

O êxito dos projetos de reflorestamentos comerciais ou com fins conservacionistas depende, entre outros fatores, da correta escolha das espécies. Devido às múltiplas e complexas inter-relações e interações com o meio, a escolha de espécies será tanto mais correta quanto maior for o conhecimento que se tenha destas, principalmente no que se refere à ecologia e ao seu comportamento silvicultural. Os estudos sobre as espécies florestais nativas, de maneira geral, são incipientes e se relacionam, sobretudo, com as suas características botânicas e dendrológicas (CUNHA et al., 2005). Os estudos relativos às espécies florestais nativas com potencial para aproveitamento em programas de recuperação, não acompanham a grande demanda por mudas. A escolha adequada das espécies, bem como a qualidade das mudas que deverão ser usadas na recuperação ou recomposição de uma área, segundo RODRIGUES & GANDOLFI (2004), é uma das principais garantias de sucesso nestes tipos de trabalhos.

A espécie *Zeyheria tuberculosa* pertence à família Bignoniaceae, produz folhas de fácil decomposição, sendo recomendada como espécie recuperadora de solos e para reposição de mata ciliar, em locais sem inundação. De crescimento moderado a rápido, pode atingir até 24 m<sup>3</sup>.ha-1.ano-1 (CARVALHO, 2003). Segundo LORENZI (1992), é uma planta semidecídua, heliófita, pioneira, encontrada principalmente em solos de média fertilidade. Ocorre tanto em formações secundárias como no interior da mata primária densa. Sua ocorrência vai do Espírito Santo e Minas Gerais até o norte do Paraná, nas florestas pluviais atlântica e semidecídua da bacia do Paraná. Esta espécie é citada por BARBOSA (1999), como recomendada para recuperação de matas ciliares no Estado de São Paulo e foi uma das utilizadas para recomposição de mata ciliar do rio Jacaré-Pepira (JOLY et al., 2004).

*Jacaranda puberula* é outra espécie florestal pertencente à família Bignoniaceae, de característica decídua, heliófita, típica da floresta pluvial do alto da serra do mar. Ocorre tanto no interior da floresta primária como em formações secundárias. Sua ocorrência vai do Rio de Janeiro ao Rio Grande do Sul, na mata pluvial da encosta atlântica. É também ótima para plantios mistos destinados à recomposição de áreas

degradadas de preservação permanente (LORENZI, 1992). No Rio Grande do Sul, de acordo com Decreto Estadual nº 42.099/03, onde foi feito um levantamento das espécies da flora ameaçadas no Estado, *Jacaranda puberula* é classificada na categoria de ameaça como vulnerável (RIO GRANDE DO SUL, 2003).

A espécie *Inga marginata* é da família Mimosoideae e apresenta frutos comestíveis, sendo a dispersão realizada, principalmente, pela fauna, podendo sua madeira ser utilizada para energia. BARBOSA (1999) cita espécies do gênero *Inga* como de ampla ocorrência em matas ciliares no Estado de São Paulo, dentre estas a *Inga edulis*, *Inga laurina*, *Inga marginata*, *Inga sessilis*, *Inga striata* e *Inga uruguensis*. LORENZI (2002) e MARTINS (2001) caracterizam as espécies do gênero *Inga* como resistentes a solos úmidos, muitas vezes encharcados temporariamente, em formações florestais primárias. São espécies de ampla distribuição, ocorrendo do sul ao norte do país, toda América Latina, Central e Caribe. KAGEYAMA et al. (2001) mencionam que as espécies do gênero *Inga* não devem faltar em programas de recomposição de matas ciliares no Estado do Rio de Janeiro, pois são espécies típicas de solos de baixada da Mata Atlântica e suportam locais com encharcamento. GOULART et al. (2006) analisaram o comportamento de espécies florestais em processo de estabilização de voçorocas e constataram que *Inga* sp. destacou-se em crescimento em sítios úmidos, demonstrando relação positiva entre teor de umidade e crescimento.

## 2.2 Recipientes para a produção de mudas

Os recipientes desempenham papel fundamental na formação de mudas de boa qualidade. Estes devem suportar e nutrir as mudas, proteger, hidratar e moldar suas raízes para maximizar a taxa de sobrevivência e crescimento inicial após o plantio, além de facilitar o manuseio no viveiro e no plantio (CARNEIRO, 1995).

Entre os recipientes para a produção de mudas florestais mais usados, destaca-se o saco plástico. Segundo PAIVA & GOMES (1995), este recipiente tem a vantagem de maior disponibilidade no mercado, menor custo de aquisição e baixo investimento em infra-estrutura na implantação dos viveiros. No entanto, apresenta como desvantagem a dificuldade de mecanização das operações, maior volume de área de viveiro e maior intensidade das operações de manejo (CARNEIRO, 1995). Já os tubetes, normalmente utilizados para a produção de mudas, segundo ZANI FILHO (1989), têm 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, evita o enovelamento das raízes na fase de viveiro, devido o mesmo ser suspenso e a poda ser natural. Também, CARNEIRO (1995) ressalta que o uso de tubetes facilita a mecanização das operações no viveiro. No entanto, o reduzido volume de substrato e a necessidade de regras mais frequentes tornam-se necessário maiores cuidados com adubação (ZANI FILHO, 1996). 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 apresentarem menores taxas de crescimento inicial no campo, principalmente quando plantadas em locais inóspitos, como áreas degradadas.

Nestes casos, CARPANEZZI (2005) ressalta que, além de proteger o solo, deve-se moderar a competição entre as mudas e gramíneas por nutrientes, água e luz. O autor ressalta, ainda, que a causa mais visível do fracasso dos plantios realizados é a competição exercida por gramíneas, de porte variável entre locais.

De acordo com FARIA (1999), no Brasil, as mudas de espécies florestais nativas ainda são produzidas, em muitos viveiros, no sistema tradicional, utilizando sacos de polietileno, geralmente de grandes dimensões. Este sistema traz consigo diversos inconvenientes, como o custo elevado das mudas, principalmente com mão-de-obra, deformações do sistema radicular, baixo rendimento operacional no viveiro, transporte e plantio das mudas. Com o objetivo de reverter esse quadro, alguns produtores estão começando a produzir mudas de espécies nativas em tubetes, utilizando a tecnologia existente para as espécies de grande interesse comercial, como aquelas de *Eucalyptus* e *Pinus*. Como consequência, os viveiros estão passando a produzir mudas a custos mais reduzidos e com maior qualidade.

A adequação do tamanho dos recipientes para a produção de mudas de espécies florestais foi bastante estudada nas últimas décadas. BRASIL et al. (1972) estudaram a influência de diferentes dimensões de tubetes de papel (3,5, 5,0 e 6,0 cm de diâmetro e 10, 12 e 14 cm de altura) na qualidade de mudas de eucalipto e verificaram maior crescimento das mudas produzidas nos tubetes de maior diâmetro. De acordo com FERNANDES et al. (1986), mudas de eucalipto apresentaram melhor qualidade quando produzidas em tubetes, comparadas às produzidas em sacos plásticos, com melhor conformação do sistema radicular. FERREIRA (1994) testando diferentes volumes de recipientes para a produção de mudas de *Eucalyptus grandis*, constatou que as mudas produzidas em embalagens de 2.000 ml apresentaram maior altura do que as produzidas em embalagens de 500 e 1.000 ml, aos 90 dias após a semeadura. GOMES et al. (2003), avaliando o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em tubetes de 50, 110, 200 e 280 cm<sup>3</sup> mencionam que o volume do tubete é importante e deve ser considerado, e que apesar dos melhores resultados de crescimento terem sido obtidos por mudas produzidas nos maiores tubetes, estes não devem ser utilizados, devido ao custo de produção ser oneroso. Neste trabalho os autores indicaram o tubete de 110 cm<sup>3</sup> para a produção de mudas da espécie, com 90 dias de idade. MARINHO et al. (2004) avaliando o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Acacia mangium* em diferentes recipientes, atribuiu o menor crescimento de mudas destas espécies produzidas em tubetes ao menor volume deste recipiente, comparado aos sacos plásticos e blocos prensados. Os recipientes utilizados pelos autores neste trabalho para a produção de mudas de *Eucalyptus grandis* foram o tubete (53 cm<sup>3</sup>), saco plástico (400 cm<sup>3</sup>) e o bloco prensado (248 cm<sup>3</sup> / muda). Para *Acacia mangium* foram o tubete (280 cm<sup>3</sup>) e o bloco prensado (440 cm<sup>3</sup>).

Para a produção de mudas florestais nativas de *Tabebuia serratifolia*, *Copaifera langsdorffii* e *Piptadenia peregrina* os tubetes de pequeno volume (50 cm<sup>3</sup> e 56 cm<sup>3</sup>) não são recomendados, de devido ao tempo mais longo de produção (GOMES et al., 1990). Estes autores atribuíram importância às dimensões dos recipientes, uma vez que o uso de recipientes maiores que os recomendáveis resultou em custos desnecessários de recursos materiais na produção de mudas. Além disso, o diâmetro e a altura dos recipientes, bem como a forma de manejo de produção das mudas devem variar, segundo estes últimos autores, com as características de cada espécie e respectivo tempo de permanência no viveiro. SANTOS et al. (2000) testaram tubetes de 56 cm<sup>3</sup>, 120 cm<sup>3</sup> e 240 cm<sup>3</sup> para produção de mudas de *Cryptomeria japonica* e concluíram que, considerando a qualidade das mudas e aspectos econômicos, os tubetes de 120 cm<sup>3</sup> são o mais indicado. REIS (2003) testou tubetes de 56 cm<sup>3</sup>, de 280 cm<sup>3</sup> e sacolas plásticas de 630 cm<sup>3</sup> para produção de mudas de *Schizolobium amazonicum* e concluiu que tanto as mudas produzidas nos tubetes maiores e nas de sacolas plásticas foram de boa qualidade. Considerando o maior custo de mão-de-obra e manejo recomendou a produção de mudas da espécie em tubetes de 280 cm<sup>3</sup>. CUNHA et al. (2005), avaliando

o tamanho do recipiente na produção de mudas de *Tabebuia impetiginosa* (ipê-roxo), indicaram sacos de polietileno com dimensões de 15 x 32 cm, ressaltando que recipientes menores diminuem a taxa de crescimento das mudas.

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; NOVAES, 1998; MORGADO, 1998; LELES, 1998 e BARROSO, 1999). Neste sistema, as mudas são produzidas em blocos, com os sistemas radiciais 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 os 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, dividindo o bloco em forma de torrão. Estes cortes também promovem a poda das raízes laterais.

NOVAES (1998) observou que mudas de *Pinus taeda* L. produzidas em blocos prensados apresentaram maior desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular, aos seis meses após a semeadura, do que as provenientes de tubetes. Constatou, também, que no campo, o crescimento em altura e diâmetro do colo das plantas oriundas dos blocos foram significativamente superiores as de tubetes, aos 24 meses após o plantio. No entanto, os índices de sobrevivência no campo, dois meses após o plantio foram equivalentes. MORGADO (1998) verificou que mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em blocos prensados, apresentaram maior crescimento inicial em altura e diâmetro ao nível do solo, três meses após o plantio, do que aquelas produzidas em tubetes. LELES (1998), também constatou que plantas de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. pellita*, oriundas de mudas produzidas em blocos prensados apresentaram maior altura e diâmetro ao nível do solo, aos 10 meses de idade, do que as de tubetes. SCHIAVO & MARTINS (2003) verificaram aumento significativo do crescimento em altura das mudas de *Acacia mangium* produzidas em blocos prensados, comparadas às produzidas em tubetes. FREITAS (2003), estudando a produção de mudas clonais de eucalipto verificou que mudas produzidas em sistema de blocos prensados apresentaram maior crescimento na fase de viveiro, e também no campo aos 10 meses após o plantio. Segundo LELES et al. (2001), uma das possíveis explicações para as maiores dimensões de altura e diâmetro de colo de plantas produzidas em blocos prensados é que estas apresentaram maior número de raízes laterais e menor coeficiente de deformações radiciais do que as produzidas em tubetes. 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.

### **2.3 Efeitos da restrição radicial**

A restrição do sistema radicular das mudas pode ocorrer por vários fatores, entre eles, o tipo de recipiente usado na produção de mudas (REIS et al., 1991). O reduzido volume do substrato, com a limitação de sistema radicular imposta pelas paredes dos tubetes, são fatores que podem comprometer o crescimento das mudas no viveiro e após o plantio, provocando o aparecimento de deformações das raízes (SALEM, 1971, citado por REIS et al., 1991). Segundo RITCHIE & DUNLAP (1980), o sucesso do florestamento depende da rápida iniciação e alongamento de raízes e, assim, estabelecimento do contato com o solo. Para SUTTON (1980), se a produção e o crescimento das novas raízes são demorados, a sobrevivência das mudas pode ser reduzida. Para estes autores, a mortalidade de mudas no campo resulta da desidratação

causada por sistema radicular mal distribuído e com deformações para suprir a água necessária à manutenção da turgidez de sua parte aérea. Segundo GOMES et al. (2003), aos 120 dias após a semeadura, houve um desequilíbrio de biomassa de raízes e da parte aérea das mudas de *Eucalyptus grandis*, mesmo em tubetes de maiores volumes, afetando a qualidade das mudas.

A principal consequência da reduzida quantidade de raízes é a diminuição do desenvolvimento da parte aérea (HANSON et al., 1987). Segundo TSCHAPLINSKI & BLAKE (1985), deve-se também considerar que um sistema radicular de pequeno volume e, ou, deformado pode não fornecer água suficiente para a parte aérea. Além disso, estas plantas apresentam menor capacidade de absorção de nutrientes (HANSON et al., 1987) e desequilíbrio hormonal (KLEPPLER, 1991). Por outro lado, um sistema radicular mais desenvolvido apresenta maior número de ápices radiciais, região em que a raiz é mais eficiente na produção de fitohormônios e absorção de água e nutrientes (CHARLTON, 1991). Segundo COUTTS et al. (1999), a estabilidade de árvores com sistema radicular raso é fortemente influenciada pela simetria deste e muitos fatores influenciam o desenvolvimento da raiz como o estresse nutricional, impedimentos mecânicos e fatores ambientais. MATTEI (1994) relatou que plantas de *Pinus taeda* produzidas em tubetes apresentaram sistemas radiculares lateralmente deformados na época de sua produção, retomando o crescimento horizontal após o plantio, porém as deformações permaneceram. PAULINO et al. (2003) compararam a distribuição do sistema radicular de plantas de *Acacia mearnsii* (acácia-negra) originadas de mudas produzidas em laminados de madeira com 350 cm<sup>3</sup>, tubete plástico redondo com 50 cm<sup>3</sup> e bandejas de isopor com células piramidais com 180 cm<sup>3</sup> de volume, aos três anos após o plantio. Verificaram que o recipiente usado na formação da mudas de *Acacia mearnsii* influenciou o crescimento radicular das plantas após o plantio e que o comprimento de raízes desta espécie nas linhas de plantio foi maior quando as mudas foram produzidas em recipiente de laminado de madeira, quando comparado com as mudas produzidas em tubete.

Ainda não está bem esclarecido se a redução do crescimento da parte aérea é resultado da deficiência de água e, ou, nutriente, ou se é devido a possíveis alterações na síntese e translocação de fitohormônios. Mesmo nos casos em que a água e o nutriente não foram limitantes, foi verificada uma redução do crescimento da parte aérea, quando uma restrição foi imposta às raízes (CARMI et al., 1983), evidenciando que esta redução não foi atribuída às limitações de água e de nutrientes minerais. Estes autores argumentaram que o reduzido crescimento da parte aérea das plantas produzidas com o sistema radicular restrito pode, também, ser atribuído às alterações na produção de fitohormônios.

NEVES et al. (2005), estudando o sistema radicular de *Acacia mearnsii*, verificaram que o recipiente influencia o crescimento do sistema radicular no campo tanto no que diz respeito à qualidade de raízes quanto à arquitetura, pois alguns recipientes estimularam o desenvolvimento de raízes curvadas. As deformações causadas por recipientes inadequados podem permanecer após a fase de viveiro, reduzindo o crescimento das plantas no campo. Neste sentido, FREITAS et al. (2005) verificaram que as deformações causadas pela parede rígida dos tubetes em mudas de *Eucalyptus saligna* e *E. grandis* tenderam a persistir após a fase de viveiro.

REIS et al. (1989) avaliaram a capacidade de retomada do crescimento de mudas de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. cloeziana* e *E. grandis*, após sofreram restrição do sistema radicular. Constataram diferenças de tolerância à restrição do sistema radicular entre as espécies. As mudas de *Eucalyptus grandis* que foram mais tolerantes à restrição, mesmo após a liberação do sistema radicular, apresentaram dificuldades na

retomada do crescimento, indicando mudanças em suas respostas fisiológicas. Para KLEPPLER (1991), o hábito de crescimento do sistema radicular é controlado geneticamente, podendo ser modificado pelas condições ambientais, bem como técnicas de manejo, o que auxilia na explicação das diferenças em relação ao comportamento das espécies ao tratamento de restrição radicial.

REIS et al. (1991) determinaram o efeito de diferentes intensidades de podas do sistema radicular de mudas de *Eucalyptus grandis* e *E. citriodora*, produzidas em tubetes, na época de serem levadas para o campo. Aos 190 dias após o plantio, os autores verificaram que a aplicação das podas não promoveu diferenças significativas no crescimento em altura e em diâmetro. No entanto, a poda de raízes das mudas foi eficiente na eliminação de parte das deformações do sistema radicular. As mudas podadas originaram plantas com raiz principal bem desenvolvida no sentido ortotrópico e raízes laterais bem distribuídas no sentido plagiotrópico. Para os autores, a melhoria da arquitetura do sistema radicular deveu-se à eliminação parcial das raízes enoveladas ou com potencial para enovelarem, em consequência da restrição imposta pelo tubete. Comportamentos semelhantes tiveram as plantas de *Eucalyptus grandis* e *E. pellita* provenientes de sementes e estacas, oito meses após o plantio (REIS et al., 1996).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O clima da região de estudo é classificado como Aw pela classificação de Köppen (RAMOS et al., 1973). Segundo dados médios dos últimos dez anos, da Estação Ecologia Agrícola Km 47 – Seropédica / PESAGRO-RIO (Latitude: 22°45'S, Longitude: 43°41'W), a temperatura média máxima anual é de 29,0°C, sendo a média mínima de 19,8°C. A precipitação média é de 1.152,5 mm anuais, concentrados no período de dezembro a março, com baixa incidência de chuvas em julho e agosto.

As espécies utilizadas foram *Inga marginata* (ingá), *Zeyheria tuberculosa* (ipê-felpudo) e *Jacaranda puberula* (caroba). As sementes de *Inga marginata* e de *Zeyheria tuberculosa* são provenientes do Setor de sementes do Departamento de Silvicultura da UFRRJ. As sementes de *Jacaranda puberula* foram adquiridas na Embrapa Floresta (CNPQ – Colombo / PR)

O trabalho foi desenvolvido em três etapas: produção das mudas, transplântio das mudas para sacolas de 20 litros e plantio no campo. As duas primeiras etapas foram realizadas no Viveiro Florestal, do Departamento de Silvicultura, do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. A terceira etapa foi conduzida no campo em área da Petrobrás, na UTE Barbosa Lima Sobrinho, localizada na Rodovia Presidente Dutra, Km 200, Município de Seropédica, RJ.

#### 3.1 Fase de produção das mudas

O substrato utilizado foi o composto orgânico, moinha de carvão e solo argiloso, na proporção volumétrica 6:2:2, respectivamente.

O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, composto de um fatorial 3 x 3 (três espécies e três recipientes). Cada tratamento foi constituído por três repetições, e cada repetição composta por um bloco prensado com 54 mudas, uma bandeja de 54 tubetes e 54 sacos plásticos, totalizando 486 mudas de cada espécie.

As mudas foram produzidas em sementeiras e, posteriormente, repicadas para os recipientes, quando foram usadas plântulas homogêneas em altura.

Os recipientes utilizados para produção das mudas foram blocos prensados (440 cm<sup>3</sup> / planta), tubetes de 288 cm<sup>3</sup> e sacos plásticos de 330 cm<sup>3</sup>.

Para a prensagem do substrato e confecção dos blocos foi utilizada uma caixa metálica (fôrma) com as dimensões 60 x 40 x 20 cm (comprimento x largura x altura). A fôrma foi constituída por uma estrutura reforçada de ferro (cantoneira “L”), que recebeu paredes laterais removíveis de chapas de aço. Essa estrutura foi colocada sobre um fundo de madeira com dois centímetros de espessura, aproximadamente.

Utilizou-se, aproximadamente, 30 L de substrato para a confecção de cada bloco. O substrato, inicialmente foi umedecido, e colocado dentro da forma e tampado com uma chapa de aço reforçada, sobre a qual foi acoplado um macaco hidráulico de caminhão sob uma barra de aço, fixada sobre dois moirões com 20 cm de diâmetro, com 1,6 m de comprimento enterrados aproximadamente a 0,8 m. O substrato foi submetido à prensagem por um tempo de 15 minutos com carga aproximada de 10 kgf/cm<sup>2</sup>, para proporcionar uma boa agregação do substrato. As Figuras 1 e 2 ilustram etapas de confecção do bloco prensado. Essa é a metodologia, com algumas adaptações, utilizada e descrita por LELES (1998), MORGADO (1998) e BARROSO (1999).



**Figura 1.** Macaco hidráulico e fôrma metálica para a confecção dos blocos com dimensões de 60 x 40 x 20 cm (comprimento x largura x altura)



**Figura 2.** Bloco prensado de composto orgânico, moinha de carvão e solo argiloso, na proporção volumétrica 6:2:2, respectivamente, para a repicagem com dimensões de 60 x 40 x 12 cm (comprimento x largura x altura).

Após a prensagem dos blocos, estes foram levados para a bancada para secagem e promover a agregação desejada do material.

Os tubetes utilizados foram de seção circular com quatro frisos internos longitudinais e equidistantes, com fundo aberto e capacidade volumétrica de 288 cm<sup>3</sup>.

Os sacos plásticos utilizados foram de 11 x 15 cm, com volume aproximado de 330 cm<sup>3</sup>.

O crescimento em altura e o diâmetro de colo de todas as mudas foram avaliados mensalmente, a partir de 60 dias após a repicagem, até aos 150 dias, época de expedição das mudas para o campo. Após a última avaliação, foram coletadas três mudas de altura média, que oscilassem de +0,5 a -0,5 dos respectivos desvios padrões de cada repetição. Estas foram separadas em parte aérea e sistema radicular. O sistema radicular foi lavado em água corrente e, em seguida foi colocado sobre papel toalha para retirar o excesso de água para determinação do volume pelo deslocamento de água de um tubo, após a imersão do sistema radicular neste. A água expulsa foi coletada e pesada, para posterior conversão em volume. Para a obtenção do peso da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, o material vegetal foi embalado em sacos de papel e submetido à secagem forçada em estufa com temperatura a 65°C, até atingir peso constante.

### **3.2 Transplântio das mudas para sacolas de 20 litros**

Para avaliar o crescimento após o transplântio, mudas com altura que oscilassem de +1 a -1 dos respectivos desvios padrões de cada repetição e de cada recipiente estudado, foram plantadas em sacolas de 20 litros, utilizando como substrato 60 % de Latossolo Vermelho Amarelo, da camada de 0-40 cm, mais 40% de areia lavada e adubação de 20g de NPK (06-30-06) por planta. Na análise química do substrato utilizado, encontrou-se o seguinte resultado: pH em água = 5,2; P = 3 e K = 16 mg/dm<sup>3</sup> de solo; Ca = 0,9 e Mg = 0,8 cmolc/dm<sup>3</sup> de solo, textura argilosa.

Foram efetuadas medições mensais da altura e diâmetro de colo, durante cinco meses após o transplântio para as sacolas. Após a última avaliação, todas as plantas foram coletadas e divididas em parte aérea e sistema radicular. A parte aérea foi dividida em folhas e ramos. Para a obtenção do peso da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, após a coleta, o material foi embalado em sacos de papel e submetido à secagem forçada em estufa com temperatura a 65°C, até atingir peso constante.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 3, constituído por três espécies e três recipientes de produção das mudas. Para cada espécie e tipo de recipiente, foram utilizadas quatro repetições, com uma sacola plástica por repetição.

### **3.3 Plantio das mudas no campo**

Na primeira semana do mês de março de 2005, ao término da fase de produção das mudas, efetuou-se o plantio, concomitantemente com a implantação do experimento de simulação de plantio. Foram selecionadas 48 mudas de cada tratamento, cujas dimensões de altura oscilassem de +1,0 a -1,0 dos respectivos desvios padrões, por tratamento.

As mudas foram plantadas em uma área da Petrobrás na UTE Barbosa Lima Sobrinho, como parte do Projeto “Recomposição Florestal da Bacia do Rio Guandu”, resultado do Convênio de Serviço de Pesquisa e Desenvolvimento firmado entre a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) - Sociedade Fluminense de Energia Eletrobolt e a FAPUR - UFRRJ.

A área apresenta topografia plana, a fertilidade do solo da área de plantio pode ser considerada média. O preparo do solo constou de uma aração e uma gradagem, e abertura de covas de 30 x 30 x 30 cm. Em seguida, foi feita uma adubação na cova de 100 g de N-P-K (06-30-06). O plantio foi realizado manualmente, utilizado-se o espaçamento 2,0 x 1,5 m.

Os tratos culturais envolveram o combate das formigas cortadeiras (45 dias antes do plantio, até seis meses após o plantio), capinas e roçadas de acordo com a necessidade.

**Tabela 1.** Análise de solo da área de plantio de mudas de três espécies florestais, produzidas em diferentes recipientes, no Município de Seropédica, RJ

Profundidade (cm)	pH em água	P <sup>1</sup> --- mg/dm <sup>3</sup> ---	K <sup>2</sup>	Al <sup>3</sup> ----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----	Ca <sup>3</sup>	Mg <sup>3</sup>	Textura
0 – 20	5,1	5	130	0,6	2,3	0,9	Argilosa
20 – 40	5,1	4	66	0,6	2,4	1,6	Argilosa

1-Extrator Mehlich; 2-Extrator Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, 500mgP/1, em HOAc2N; 3- Extrator KCl 1N.

Aos 60 dias após o plantio, foi avaliada a taxa de sobrevivência e aos 3, 5, 7 e 10 meses, a altura e o diâmetro ao nível do solo. Dados meteorológicos dos dois primeiros meses foram levantados junto à estação experimental da PESAGRO-RIO, afim de caracterizar o período (Tabela 2).

**Tabela 2.** Precipitação (PP), amplitude de insolação (AI), temperatura média máxima observada (TM) e umidade relativa do ar média (UR), por semana, no período de dois meses após o plantio das mudas de três espécies florestais, produzidas em diferentes recipientes

Semana	PP (mm)	AI (horas)	TM (°C)	UR (%)
1 <sup>a</sup>	52,9	0,0 – 10,7	28,9	68,0
2 <sup>a</sup>	0,0	5,0 – 10,6	34,1	51,1
3 <sup>a</sup>	30,6	1,1 – 6,6	34,1	61,3
4 <sup>a</sup>	76,5	0,0 – 7,5	30,5	74,9
5 <sup>a</sup>	12,4	8,2 – 10,7	33,9	55,2
6 <sup>a</sup>	28,6	1,7 – 10,1	32,7	65,6
7 <sup>a</sup>	1,2	0,9 – 10,5	32,0	61,9
8 <sup>a</sup>	14,8	3,1 – 10,2	30,9	68,3

Fonte: Estação Ecologia Agrícola Km 47-Seropédica / PESAGRO-RIO.

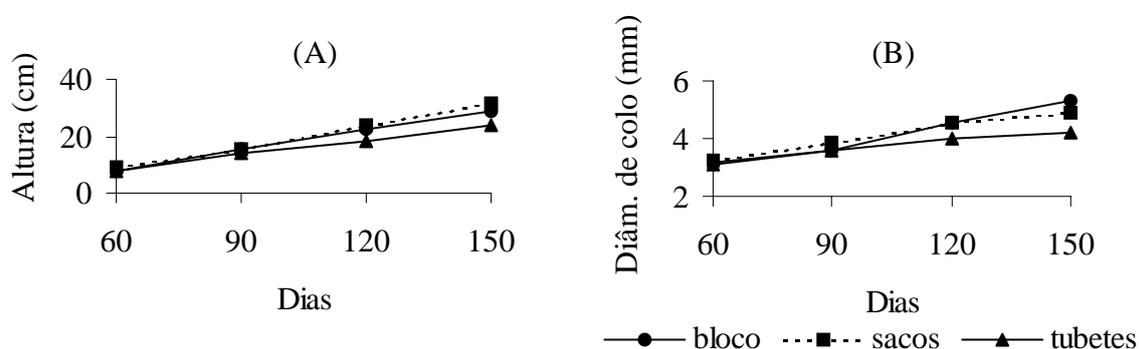
O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, composto por três blocos com três repetições, com 16 plantas por repetição.

Os dados foram submetidos à análise de variância e em seguida foi feita a comparação das médias, pelo teste Tukey, a 5% de nível de significância, utilizando o programa SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genética (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

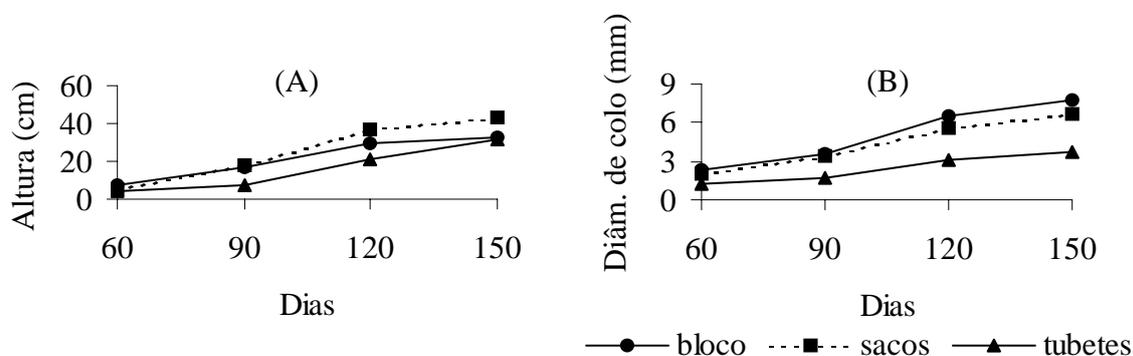
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Fase de produção das mudas

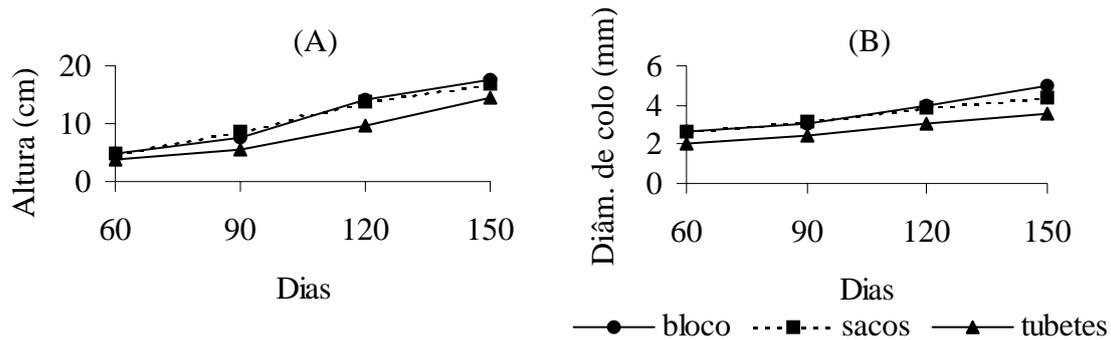
Nas Figuras 3, 4 e 5 respectivamente, são apresentadas as curvas de crescimento em altura (H) e diâmetro de colo (B) das mudas de *Inga marginata*, *Jacaranda puberula* e *Zeyheria tuberculosa*, na fase de viveiro. Verificou-se que as mudas das três espécies produzidas em blocos prensados apresentaram maior crescimento destas características quando comparadas às produzidas em sacos plásticos e tubetes.



**Figura 3.** Altura (A) e diâmetro de colo (B) de mudas de *Inga marginata*, produzidas em diferentes recipientes aos 60, 90, 120 e 150 dias após a repicagem.



**Figura 4.** Altura (A) e diâmetro de colo (B) de mudas de *Jacaranda puberula*, produzidas em diferentes recipientes aos 60, 90, 120 e 150 dias após a repicagem.



**Figura 5.** Altura (A) e diâmetro de colo (B) de mudas de *Zeyheria tuberculosa*, produzidas em diferentes recipientes aos 60, 90, 120 e 150 dias após a repicagem.

De acordo com a análise de variância (Anexo 1A), constatou-se diferenças significativas, pelo Teste F, ao nível de 5% de significância, na altura, volume de raízes e relação peso de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular das mudas de *Inga marginata*; altura, diâmetro de colo, relação altura / diâmetro e peso da matéria seca da parte aérea de mudas de *Jacaranda puberula*; e diâmetro de colo e relação peso de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular de mudas de *Zeyheria tuberculosa*. Nas Tabelas 3 e 4 são apresentados os dados de crescimento das mudas, aos 150 dias após a repicagem.

Pela Tabela 3, constata-se que as mudas de *Inga marginata* produzidas em tubetes apresentaram altura significativamente inferior às produzidas nos blocos prensados e sacos plásticos. Para as demais variáveis não houve diferenças estatísticas. As mudas de *Jacaranda puberula*, produzidas em tubetes tiveram seu crescimento reduzido, significativamente, em altura e em diâmetro de colo, quando comparadas às produzidas em sacos plásticos. Comparando o crescimento de mudas desta espécie produzidas em tubetes e no sistema de blocos prensados, houve ganho de diâmetro quando foram produzidas nos blocos prensados. Foi observado nas mudas desta espécie, produzidas nos tubetes, um desequilíbrio entre as duas variáveis de crescimento mensuradas (relação H/D), causando “estiolamento” das mesmas. Para evitar este problema, recomenda-se que se faça o reespaçamento dos tubetes. Isso não foi observado para mudas de *Inga marginata* e *Zeyheria tuberculosa*. Para as mudas de *Zeyheria tuberculosa*, as produzidas nos blocos prensados foram as que apresentaram as maiores dimensões.

Esse comportamento do menor crescimento das mudas dos tubetes, provavelmente, está relacionado com o menor volume de substrato para o sistema radicular de cada muda. Apesar do maior volume de substrato do bloco prensado ( $440 \text{ cm}^3 / \text{planta}$ ) em relação ao tubete ( $280 \text{ cm}^3$ ), um bloco prensado ocupa o mesmo espaço no viveiro do que uma bandeja com 54 tubetes. Além disso, a presença de parede rígida nos tubetes, restringindo o crescimento do sistema radicular, parece afetar o crescimento da muda, conforme mencionado por REIS et al. (1991) e LELES et al. (2000) para *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. pellita*

**Tabela 3.** Altura (H), diâmetro de colo (D) e relação entre a altura e diâmetro de colo (H/D) de mudas de três espécies florestais, produzidas em diferentes recipientes, aos 150 dias após a repicagem

Espécie	Recipiente	H (cm)	D (mm)	H/D
<i>Inga marginata</i>	Blocos prensados	29,1 a (22,9)	5,3 a (17,1)	5,3 a (14,5)
	Sacos plásticos	31,3 a (24,3)	4,9 a (13,6)	5,7 a (25,5)
	Tubetes	23,7 b (17,3)	4,2 a (10,1)	5,3 a (21,5)
<i>Jacaranda puberula</i>	Blocos prensados	32,3 ab (45,4)	7,8 a (39,2)	4,3 b (21,2)
	Sacos plásticos	43,5 a (33,3)	6,7 a (31,2)	5,7 ab (33,9)
	Tubetes	31,2 b (40,9)	3,8 b (36,8)	7,1 a (29,8)
<i>Zeyheria tuberculosa</i>	Blocos prensados	17,6 a (38,8)	5,0 a (34,0)	3,4 a (24,8)
	Sacos plásticos	16,8 a (36,4)	4,4 ab (26,6)	3,7 a (28,8)
	Tubetes	13,7 a (24,4)	3,5 b (19,3)	3,7 a (22,8)

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

O maior crescimento em altura e diâmetro de colo das mudas produzidas nos blocos prensados em relação às produzidas em tubetes, também foi observado por LELES et al. (2000) em mudas de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. pellita*; por MORGADO et al. (2000) em mudas de *E. grandis*; por BARROSO et al. (2000) em mudas de *E. camaldulensis* e *E. urophylla*; por FREITAS (2003) em mudas de dois clones de eucalipto. Estes resultados são compatíveis com os encontrados no presente experimento. SCHIAVO & MARTINS (2003) verificaram que mudas de *Acacia mangium* produzidas em blocos prensados (250 cm<sup>3</sup>/planta) apresentaram maiores valores de altura que mudas produzidas em tubetes (250 cm<sup>3</sup>), aos 70 dias após a semeadura, resultados estes que corroboram os encontrados neste experimento para *Inga marginata*, *Jacarandá puberula* e *Zeyheria tuberculosa*. Segundo estes últimos autores, possivelmente este resultado pode ser atribuído a alterações fisiológicas nas mudas, reduzindo a absorção de água e nutrientes, causada pela parede rígida do recipiente.

De acordo com a Tabela 4, mudas de *Inga marginata* produzidas no sistema de blocos prensados, apresentaram menor volume de raízes e relação peso seco do sistema radicular e parte aérea, quando comparadas com mudas produzidas em sacos plásticos e em tubetes. No momento da coleta do sistema radicular, constatou-se que as mudas produzidas nos sacos plásticos apresentavam enovelamento do sistema radicular, conforme ilustração (Anexo 1D), aumentando o volume e peso de raízes. Nas mudas produzidas nos blocos prensados não houve enovelamento, devido à poda natural da raiz pivotante com o uso da tela. Assim, ao coletar o sistema radicular, houveram perdas consideráveis das raízes de *Inga marginata* dos blocos prensados. Além disso, dias antes da expedição das mudas para o plantio no campo, no sistema de blocos prensados, as mudas sofreram poda para a individualização, havendo perdas de raízes. Mudas com sistema radicular que apresentam enovelamento, segundo PAIVA & GOMES (1995) podem apresentar problemas de baixa taxa de sobrevivência, quando plantadas em épocas com déficit hídrico.

As mudas de *Jacaranda puberula* produzidas no sistema de blocos prensados apresentaram maior peso de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular que as mudas produzidas em tubetes. Os resultados da parte aérea devem-se aos menores valores de altura e diâmetro de colo encontrados nas mudas desta espécie produzidas em tubetes (Tabela 3). Para *Zeyheria tuberculosa* diferenças significativas foram

constatadas apenas para a relação peso de matéria seca do sistema radicular e parte aérea. FREITAS (2003) verificou que mudas de dois clones de eucalipto produzidas em blocos prensados apresentaram maior ganho de matéria seca aos 70 dias após a semeadura.

Para as espécies *Inga marginata* e *Zeyheria tuberculosa*, os valores da relação peso de matéria seca do sistema radicular e da parte aérea (PR/PA) das mudas produzidas em tubetes foram superiores aos valores dos demais tratamentos. Isso se deve, em parte, ao menor crescimento em altura das mudas de *Inga marginata*. Para *Zeyheria tuberculosa* foi devido ao menor diâmetro de colo das mudas produzidas nos tubetes, que resultou no aumento desta relação. Para *Jacaranda puberula* não houve diferenças significativas desta relação.

**Tabela 4.** Peso de matéria seca da parte aérea (PA), peso de matéria seca do sistema radicular (PR), volume de raízes (VR) e relação peso da matéria seca do sistema radicular e peso da matéria seca da parte aérea (PR/PA) de mudas de três espécies florestais, produzidas em diferentes recipientes, aos 150 dias após a repicagem

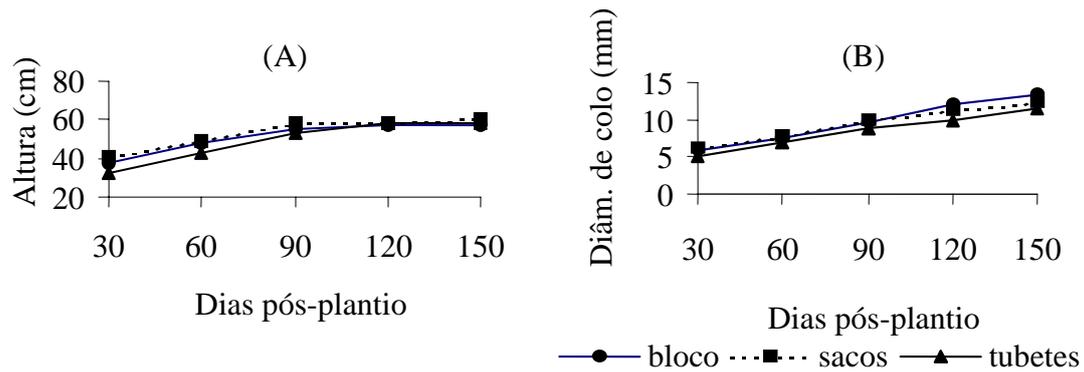
Espécie	Recipiente	PA	PR	VR	PR/PA
		----- g / planta -----		cm <sup>3</sup>	
<i>Inga marginata</i>	Blocos prensados	4,72 a	1,30 a	4,25 b	0,275 c
	Sacos plásticos	4,86 a	1,96 a	8,85 a	0,406 b
	Tubetes	3,13 a	1,70 a	7,32 a	0,545 a
<i>Jacaranda puberula</i>	Blocos prensados	8,69 a	3,01 a	11,52 a	0,338 a
	Sacos plásticos	6,58 ab	2,17 ab	16,25 a	0,365 a
	Tubetes	3,43 b	1,05 b	9,68 a	0,305 a
<i>Zeyheria tuberculosa</i>	Blocos prensados	4,02 a	0,78 a	3,60 a	0,208 b
	Sacos plásticos	2,59 a	0,51 a	3,73 a	0,200 b
	Tubetes	2,47 a	0,93 a	4,92 a	0,377 a

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

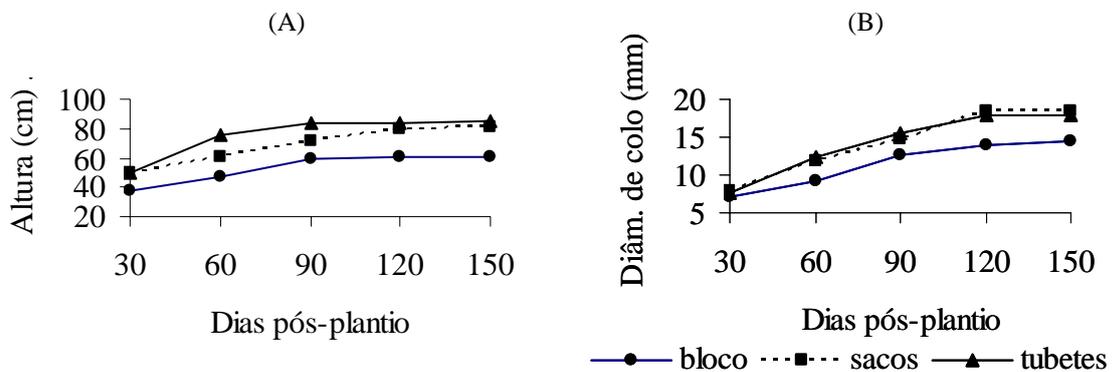
A relação entre a parte aérea e o sistema radicular é de fundamental importância para a organização e funcionamento dos processos fisiológicos, de crescimento e desenvolvimento das plantas. A parte aérea fornece carboidratos, fitormônios e outros nutrientes orgânicos para as raízes e estas fornecem para a parte aérea água, nutrientes e fitormônios (TAIZ & ZEIGER, 1991; DICKSON, 1992). Segundo KOZLOWSKI et al. (1991), mudas em boas condições fitossanitárias e com maior área foliar na época de serem levadas para o campo, apresentam crescimento inicial mais rápido do que as de menor área foliar, devido à maior produção de fotoassimilados das folhas e dreno para outras partes da planta. Além disso, mudas mais desenvolvidas quando transplantadas para o campo apresentam maior capacidade de emissão de novas raízes (BRISSETTE & CHAMBERS, 1992). LELES (1998) constatou que mudas de eucalipto que apresentavam maiores dimensões, têm maior potencial de regeneração de raízes e CHARLTON (1991) citado por LELES (1998), menciona que as raízes mais grossas (pivotante e laterais primárias), que representam o maior peso e volume, são fontes de carboidratos necessários para o crescimento de novas raízes e as mais finas responsáveis pela absorção de água e nutrientes.

## 4.2 Transplântio das mudas para sacolas de 20 litros

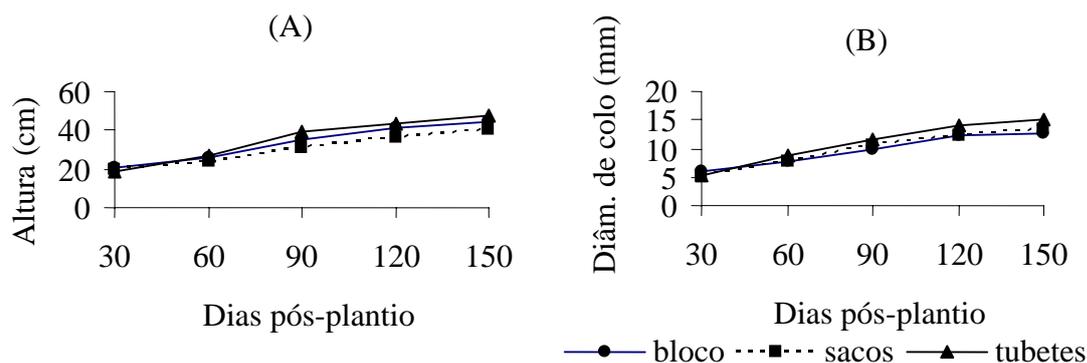
Nas Figuras 6, 7 e 8 são apresentadas as curvas de crescimento em altura e diâmetro de colo das plantas das três espécies estudadas, na fase de plantio em sacolas, de aproximadamente 20 litros, originárias de mudas produzidas em diferentes recipientes.



**Figura 6.** Altura (A) e diâmetro de colo (B) de plantas de *Inga marginata* aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após o plantio em sacolas de 20 litros, originadas de mudas produzidas em diferentes tipos de recipientes.



**Figura 7.** Altura (A) e diâmetro de colo (B) de plantas de *Jacaranda puberula*, aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após o plantio em sacolas de 20 litros, originadas de mudas produzidas em diferentes tipos de recipientes.



**Figura 8.** Altura (A) e diâmetro de colo (B) de plantas de *Zeyheria tuberculosa*, aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após o plantio em sacolas de 20 litros, originadas de mudas produzidas em diferentes tipos de recipientes.

No Anexo 1B estão os resumos das análises de variância das características de crescimento de *Inga marginata*, *Jacaranda puberula* e *Zeyheria tuberculosa*, em condições controladas aos 150 dias após o plantio em sacolas de 20 litros. Foram encontradas diferenças significativas pelo teste F ( $P < 0,05$ ) para as características diâmetro de colo, peso de matéria seca do sistema radicular, relação do peso de matéria seca do sistema radicular e do peso de matéria seca da parte aérea de plantas de *Inga marginata*, e altura, diâmetro de colo, peso da matéria seca do sistema radicular de plantas de *Jacaranda puberula*. Para *Zeyheria tuberculosa* não foram observadas diferenças estatísticas para nenhuma das variáveis analisadas.

Constata-se que, aos 150 dias após o plantio para as sacolas de 20 litros, as plantas de *Inga marginata* originadas de mudas produzidas em blocos prensados apresentaram diâmetro de colo significativamente superior às plantas originadas de mudas produzidas em tubetes. Além disso, as originárias de tubetes, apresentaram menor peso de matéria seca do sistema radicular e menor relação entre o peso de matéria seca do sistema radicular e o peso de matéria seca da parte aérea, quando comparadas às plantas originadas de mudas produzidas em sacos plásticos (Tabela 5).

As plantas de *Jacaranda puberula* originárias de mudas produzidas no sistema de blocos prensados apresentaram menores valores de altura, diâmetro de colo e peso da matéria seca do sistema radicular que as originárias de saco plástico e tubetes. FREITAS (2003) observou que, de maneira geral, maiores valores de altura de *Eucalyptus* sp foram obtidos pelas mudas produzidas no sistema de blocos prensados, comparado aos tubetes, evidenciando o efeito da restrição radicular no viveiro sobre o crescimento inicial em altura das mudas após o transplantio para as sacolas de 20 litros. O mesmo comportamento foi observado por NOVAES (1998) para *Pinus taeda* e BARROSO (1999) para *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla*. MARINHO et al. (2004) avaliaram o crescimento de plantas de *Eucalyptus grandis* e *Acacia mangium* originadas de mudas produzidas em blocos prensados e em tubetes de 280 cm<sup>3</sup>, 135 dias após o plantio, em sacolas de 15 litros, onde não verificaram diferenças significativas entre as variáveis de crescimento. Estas diferenças de respostas entre trabalhos e entre as espécies deste trabalho, ocorrem, provavelmente, devido algumas espécies serem mais sensíveis do que outras à restrição do sistema radicular (REIS et al., 1989). Sendo assim, a restrição provocada pelos recipientes tende a afetar de maneira diferenciada, o comportamento das plantas nos primeiros meses após o plantio no campo, de acordo com a espécie.

**Tabela 5.** Altura (H), diâmetro de colo (D), peso de matéria seca da parte aérea (PA), peso de matéria seca do sistema radicular (PR) e relação do peso seco do sistema radicular e do peso de matéria seca da parte aérea (PR/PA) de plantas de três espécies florestais, aos 150 dias após o plantio, em sacolas de 20 litros em condições de simulação de plantio, originárias de mudas produzidas em diferentes tipos de recipientes

Espécie	Recipiente	H	D	PA	PR	PR/PA
		(cm)	(mm)	----- (g / planta) -----		
<i>Inga marginata</i>	Blocos	57,0 a	13,5 a	48,6 a	27,1 ab	0,57 ab
	Sacos	60,3 a	12,4 ab	49,1 a	32,0 a	0,65 a
	Tubetes	58,0 a	11,4 b	42,1 a	20,4 b	0,48 b
<i>Jacaranda puberula</i>	Blocos	61,0 b	14,5 b	51,6 a	48,5 b	0,95 a
	Sacos	80,5 a	18,4 a	59,3 a	64,4 ab	1,20 a
	Tubetes	85,0 a	18,0 a	71,7 a	75,9 a	1,06 a
<i>Zeyheria tuberculosa</i>	Blocos	44,3 a	12,6 a	50,2 a	23,4 a	0,47 a
	Sacos	40,8 a	13,4 a	47,3 a	22,7 a	0,47 a
	Tubetes	47,5 a	15,1 a	63,9 a	35,0 a	0,57 a

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

### 4.3 Plantio das mudas no campo

#### 4.3.1 Sobrevivência das mudas

Diferenças significativas, pelo teste F ( $P < 0,05$ ) foram observadas na taxa de sobrevivência apenas de plantas de *Jacaranda puberula* (Anexo 1C). Constatou-se altas taxas de sobrevivência de plantas de *Inga marginata* e *Zeyheria tuberculosa* produzidas no sistema de blocos prensados, sacos plásticos e tubetes (Tabela 6) e as de *Jacaranda puberula* originárias de mudas produzidas nos blocos e sacos plásticos. Desta última espécie, plantas originárias de mudas produzidas em tubetes apresentaram taxa de sobrevivência significativamente menor, possivelmente devido a barreira física que a parede rígida dos tubetes impõe às raízes das mudas desta espécie ser limitante para sua sobrevivência no campo, causando alterações fisiológicas nas mudas, reduzindo a absorção de água e nutrientes, conforme mencionado por REIS et al. (1989), para plantas de eucalipto. Em condições de plantio, apenas para *Jacaranda puberula* produzidas em tubetes seria necessário o replantio, pois segundo SIMÕES et al. (1981), esta operação é recomendada quando a sobrevivência é menor do que 90%.

**Tabela 6.** Sobrevivência de plantas de três espécies florestais 60 dias após o plantio no campo, originadas de mudas produzidas em diferentes recipientes

Recipiente / Espécie	Sobrevivência (%)		
	<i>Inga marginata</i>	<i>Jacaranda puberula</i>	<i>Zeyheria tuberculosa</i>
Blocos prensados	100,00 a	100,00 a	97,92 a
Sacos plásticos	100,00 a	93,75 a	93,75 a
Tubetes	91,67 a	64,58 b	95,83 a
CV (%)	5,67	6,40	6,15

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ )  
CV = Coeficiente de Variação.

As condições meteorológicas durante os dois meses após o plantio, também podem ter colaborado para a menor sobrevivência de plantas de *Jacaranda puberula* produzidas em tubetes. De acordo com a Tabela 2, na segunda semana após o plantio, não houve precipitação e, além disso, todos os dias apresentaram pelo menos cinco horas de sol e temperaturas elevadas. Associado a isso, a umidade relativa apresentou o menor índice do período, podendo ter causado a morte das plantas originadas de mudas de menor tamanho e menor volume de substrato.

NOVAES (1998) e LELES (1998), comparando o sistema de blocos prensados e tubetes para a produção de mudas de *Pinus taeda* e *Eucalyptus* spp, respectivamente, cinco e dez meses após o plantio, verificaram altos índices de sobrevivência para os dois sistemas de produção. FREITAS (2003) também não observou diferença significativa na sobrevivência de plantas originárias de mudas clonais de eucalipto produzidas no sistema de blocos prensados e tubetes, dois meses após o plantio no campo.

#### 4.3.2 Crescimento em altura e diâmetro do colo das plantas

De acordo com o Anexo 2C, não foram observadas diferenças significativas pelo teste F ( $P < 0,05$ ) entre os recipientes utilizados para a produção das mudas, quando avaliada a altura e diâmetro de colo das plantas de *Inga marginata*, *Jacaranda puberula* e *Zeyheria tuberculosa*, aos 10 meses após o plantio (Tabela 7).

**Tabela 7.** Altura (H) e diâmetro de colo (D), das plantas de três espécies florestais, originárias de mudas produzidas em diferentes recipientes, 10 meses após o plantio no campo

Recipiente / Espécie	<i>Inga marginata</i>		<i>Jacaranda puberula</i>		<i>Zeyheria tuberculosa</i>	
	H (cm)	D (mm)	H (cm)	D (mm)	H (cm)	D (mm)
Blocos prensados	100,0 a	20,06 a	181,1 a	27,14 a	102,8 a	21,75 a
Sacos plásticos	91,5 a	16,69 a	174,6 a	26,73 a	123,8 a	26,80 a
Tubetes	89,2 a	15,04 a	159,9 a	24,81 a	125,9 a	24,82 a
CV (%)	9,14	20,22	10,73	11,38	14,00	16,00

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ).  
CV = Coeficiente de variação.

Em estudos com espécies de eucalipto LELES et al., (2000), MORGADO et al., (2000), BARROSO et al., (2000) e FREITAS (2003) observaram maior crescimento em altura e diâmetro de colo após o plantio em plantas originadas de mudas produzidas no sistema de blocos prensados, quando comparadas às plantas originadas de mudas produzidas em tubetes. MARINHO et al. (2005) não observaram diferenças significativas no crescimento de plantas de *Eucalyptus grandis* originadas de mudas produzidas em tubetes, sacos plásticos e blocos prensados, 18 meses após o plantio. FONSECA (2006) não observou diferenças de crescimento de plantas de *Acacia mangium* e *Mimosa artemesiana*, originárias de mudas produzidas em bandejas de isopor, blocos prensados e tubetes, aos 10 meses após o plantio em uma área degradada. Estes trabalhos mostram que a tendência é de não haver diferenças no crescimento das plantas originárias dos diferentes recipientes de produção das mudas.

## **5. CONCLUSÕES**

A produção de mudas das espécies florestais estudadas no sistema de blocos prensados mostrou-se viável tecnicamente.

Mudas das espécies estudadas produzidas em tubetes apresentaram menores dimensões na fase de produção das mudas.

O sistema de blocos prensados mostrou-se de forma distinta, com referência ao crescimento na fase de produção de mudas e desempenho no campo, quando produzidos em diferentes tipos de recipientes.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. O suporte geoecológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. 2. ed. 1. reimpr. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, Fapesp, p. 15-25, 2004.
- ALMEIDA, L. S. de; MAIA, N. da; ORTEGA, A. R.; ANGELO, A. C. Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 3, p. 323-329, 2005.
- BARBOSA, L. M. Implantação de mata ciliar. In: Simpósio mata ciliar: ciência e tecnologia / **Anais**. Belo Horizonte, p. 111-135, 1999.
- 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. de A.; LELES, P.S. dos 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.
- BRASIL, U. M.; SIMÕES, J. W.; SPELTZ, R. M. Tamanho adequado de tubetes de papel na formação de mudas de eucalipto. **IPEF**. n. 4, p. 29-34, 1972.
- BRISSETTE, J. C. & CHAMBERS, J. L. Leaf water status and root system water flux of shortleaf pine (*Pinus echinata* Mill.) seedlings in relation to new root growth after transplanting. **Tree Physiology**, v.11, p.289-303, 1992.
- CAMPINHOS Jr. E. & IKEMORI, Y.K. Nova técnica para produção de essências florestais. **IPEF**, v.23, n.1, p.47-52, 1983.
- CARMÍ, A.; HESKETH, J. D.; ENOS, W. T.; PETERS, D. B. Interrelationships between shoot growth and photosynthesis, as affects by root growth restrictions. **Photosynthetica**, v. 17, n.3, p. 240-245, 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. & PARVIANEN, J.V. Comparison of production methods for containerized pinus (*Pinus elliottii*) seedlings in Southern Brazil. **Metsantutkimuslaitoksen Tiedonotaja**. v.302, p.6-24, 1988.
- CARPANEZZI, A. A. Fundamentos para a reabilitação de ecossistemas florestais. In: GALVÃO, A. P. M. & PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas, p. 27-45, 2005.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Embrapa Informação Tecnológica: Brasília; Colombo, PR: Embrapa Florestas. 1039p., 2003.
- CHARLTON, W. A. Lateral root initiation. In: WAISEL, Y.; ESHEL, A.; KAFKAFI, U. (eds). **Plant roots – the hidden half**. New York: Marcel Dekker, Inc, p.265-286, 1991.
- COUTTS, M. P.; NIELSEN, C. C. N.; NICOLL, B. C. The development of symmetry, rigidity and anchorage in the structural root system of conifers. **Plant and Soil**. n. 217. p. 1-15, 1999.
- CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A. de; BRUNO, R. de L. A.; SILVA, J. A. L. da; SOUZA, V. C. de. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade de mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Arvore**, v.29, n.4, p.507-516, 2005.
- DICKSON, R. E. Assimilate distribution and storage. In: RAGHAVENDRA, A. S. (ed.) **Physiology of trees**. New york: John Wiley & Sons, p. 51-86. 1992.
- FARIA, J. M. R. Propagação de espécies florestais para recomposição de matas ciliares. In: Simpósio mata ciliar: ciência e tecnologia / **Anais**. Belo Horizonte, 1999 p. 69-79.
- FERNANDES, P. de S.; FERREIRA, M. C.; STAPE, I. L. Sistemas alternativos de produção de mudas de *Eucalyptus*. In: Congresso Florestal Brasileiro. **Anais**, 1986: Olinda / São Paulo, Sociedade Brasileira de Silvicultura, p.73. (Silvicultura, Ed. Especial; n. 41), 1986.
- FERREIRA, M. G. R. **Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em resposta a tamanhos de embalagem, substrato e fertilização NPK**. Tese (Mestrado em Ciência Florestal) – Viçosa, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 44p., 1994.
- FONSECA, F. de 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**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Seropédica - RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, 67p., 2006.

- FREITAS, T. A. S.; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. de A.; PENCHEL, R. M. LAMÔNICA, K. R.; FERREIRA, D. de A. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 853-861, 2005.
- FREITAS, T. A. S. **Sistema de blocos prensados para produção de mudas clonais de Eucalipto**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 102p., 2003.
- GOMES, J. M.; COUTO, L.; BORGES, R. C. G.; FREITAS, S. C. Influência do tamanho da embalagem 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.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, v.27, n.2, p. 113-127, 2003.
- GOULART, R. M.; PEREIRA, J. A. A.; CALEGÁRIO, N.; LOSCHI, R. A.; OGUSUKU, L. M. Caracterização de sítios e comportamento de espécies florestais em processo de estabilização de voçorocas. **Cerne**, v. 12, n. 1, p. 68-79, 2006.
- HANSON, H. P.; DIXON, R. K.; DICKENSON, R. E. Effect of container and shape on the growth of northern red oak seedlings. **Hortscience**, v.22, p.1293-1295, 1987.
- JOLY, C. A.; SPIGOLON, S. A.; LIEBERG, S. M. de SALIS, AIDAR, M. P. M.; METZGER, J. P. W.; ZICKEL, C. S.; LOBO, P. C.; SHIMABUKURO, M. T.; MARQUES, M. C. M.; SALINO, A. Projeto Jacaré-Pepira – O desenvolvimento de um modelo de recomposição da mata ciliar com base na florística regional. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. 2. ed. 1. reimpr. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, Fapesp, p. 271-287, 2004.
- KLEPPLER, B. Root-shoot relationships. In: WAISEL, Y.; ESHEL, A.; KAFKAFI, U. (eds). **Plant roots – the hidden half**. New York: Marcel Dekker, Inc, p.265-286, 1991.
- KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D. **Restauração da mata ciliar – manual para recuperação de áreas ciliares e microbacias**. Rio de Janeiro: SEMADS, 104p., 2001.
- KOZLOWSKI, T. T.; KRAMER, P. J.; PALLARDY, S. G. **The physiological ecology of woody plants**. New York: Academic Press, 657p., 1991.
- 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**. Nova Odessa: Editora Plantarum. SP, 1992.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Instituto Plantarum. Vol. 2. 2. ed. Nova Odessa, SP, 2002.
- MARINHO, F. M.; COUTINHO, R. P.; LELES, P. S. dos S.; OLIVEIRA NETO, S. N. de. Qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Acacia mangium* produzidas em blocos prensados e em tubetes. In: Jornada de Iniciação Científica da UFRuralRJ, XIV, **Anais**, 2004, Seropédica: Editora da Universidade Rural, v. 14, n. 1, p. 269-272, 2004.
- MARINHO, F. M.; TEIXEIRA, R. A. de M.; LELES, P. S. dos S.; OLIVEIRA NETO, S. N. de. Crescimento de *Eucalyptus grandis* no campo, oriundas de mudas produzidas em diferentes recipientes. In: Jornada de Iniciação Científica da UFRuralRJ, XV, **Anais**. CD-ROM, 2005.
- MARTINS, S. V. **Recuperação de Matas Ciliares**. Viçosa: Aprenda Fácil, 75p., 2001.
- MATTEI, V. L. Deformações radiculares em plantas de *Pinus taeda* L. produzidas em tubetes quando comparadas com plantas originadas por semeadura direta. **Ciência Florestal**. v. 4, n.1, p. 9-21, 1994.
- 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, C. S. V. J.; MEDINA, C. de C.; AZEVEDO, M. C. B. de; HIGA, A. R.; SIMON, A. Efeitos de substratos e recipientes utilizados na produção de mudas sobre a arquitetura do sistema de árvores de acácia-negra. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.897-905, 2005.
- NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; NOVAIS, R.F. Fertilização mineral de mudas de eucalipto. In: 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.
- PAIVA, H. N. & GOMES, J. M. **Viveiros florestais.** Imprensa Universitária: Viçosa, 56p., 1995.
- PAULINO, A. F.; MEDINA, C. C.; NEVES, C. S. V. J.; AZEVEDO, M. C. B. de; HIGA, A. R.; SIMON, A. Distribuição do sistema radicular de árvores de acácia-negra oriundas de mudas produzidas em diferentes recipientes. **Revista Árvore**, v.27, n.5, p.605-610, 2003.
- RAMOS, D. P; CASTRO, A. F. de.; CAMARGO, M. N. Levantamento detalhado de solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.8, p.1-27, 1973.
- REIS, G. G.; REIS M. G. F.; MAESTRI, M.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. M. de. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**. v. 13, n. 1, p.1-18, 1989.
- 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, G. G.; REIS M. G. F.; RODRIGUES, F. L.; BERNARDO, A. L.; GARCIA, N. C. P. Efeito da poda de raízes em mudas de eucalipto produzidas em tubetes sobre a arquitetura do sistema radicular e o crescimento no campo. **Revista Árvore**. v. 20, n. 2, p.137-146, 1996.
- REIS, J. L. **Produção de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke. em diferentes recipientes e substratos.** Seropédica-RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). 16p., 2003.
- RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG.** Viçosa: UFV, 301p., 2001.
- RIO GRANDE DO SUL. Decreto Estadual nº 42.099 – de 01 de Janeiro de 2003. Lista final das espécies da flora ameaçadas – RS. <<http://www.fzb.rs.gov.br>> Acesso em 26 jan. 2006.
- RITCHIE, G. A. & DUNLAP, J. R. Root growth potential: its development and expression in forest tree seedlings. **New Zealand Journal of Forestry Science**. v.10, n. 1, p. 218-248, 1980.
- RODRIGUES, R. R. & GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. 2. ed. 1. reimpr. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, Fapesp, 2004.

- 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.
- SIMÕES, J. W. BRANDI, R. M.; LEITE, N. B.; BALLONI, E. A. **Formação, manejo e exploração de florestas com espécies de rápido crescimento**. IBDF: Brasília, 131p., 1981.
- SCHIAVO, J. A. & MARTINS, M. A. Produção de mudas de acácia colonizadas com micorrizas e rizóbio em diferentes recipientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n.2, p.173-178, 2003.
- SUTTON, R. F. Planting stock quality, root growth capacity and field performance of three boreal conifers. **New Zealand Journal of Forestry Science**. v. 10, n.1, p.54-71, 1980.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. California: Benjamin / Commings, 559p., 1991.
- TSCHAPLINSKI, T. J. & BLAKE, T. J. Effects of root restriction on growth correlations, water relation and senescence of alder seedlings. **Physiology Plantarum**, v. 64, n. 2, p. 167-176, 1985.
- ZANI FILHO, J. Evolução tecnológica de viveiros florestais. In: Simpósio IPEF - A reengenharia e seus impactos no desenvolvimento científico e tecnológico do setor florestal. Piracicaba, VI, **Anais**, IPEF, v. 2, p. 15-23, 1996.
- ZANI FILHO, J.; BALLONI, E. A.; STAPE, J. L. Viveiro de mudas florestais – Análise de um sistema operacional atual e perspectivas futuras – **Circular Técnica – IPEF**. Piracicaba. n. 167, 5p. 1989.

## 7. ANEXOS

Anexo 1A. Resumo da análise de variância e coeficiente de variação da altura da parte aérea (H), diâmetro de colo (D), relação altura / diâmetro de colo (H/D), peso da matéria seca da parte aérea (PA), peso da matéria seca do sistema radicular (PR), volume do sistema radicular (VR) e relação peso da matéria seca do sistema radicular e peso da matéria seca da parte aérea (PR/PA), de mudas de três espécies florestais produzidas em diferentes recipientes, aos 150 dias após a repicagem

Fonte de variação	QM						
	H (cm)	D (mm)	H/D	PA ----- (g / planta) -----	PR -----	VR (cm <sup>3</sup> )	PR/PA
<i>Inga marginata</i>							
Recipiente	44,973*	0,843	0,143	2,754	0,326	16,448*	0,055*
Resíduo	4,545	0,167	0,043	0,649	0,067	0,936	0,002
CV (%)	7,60	8,50	3,79	19,01	15,65	14,21	11,15
<i>Jacaranda puberula</i>							
Recipiente	138,810*	12,922*	5,909*	20,983*	2,877	34,527	0,003
Resíduo	20,305	0,433	0,394	2,673	0,837	15,360	0,003
CV (%)	12,65	10,81	10,97	4,10	44,09	31,39	17,25
<i>Zeyheria tuberculosa</i>							
Recipiente	8,821	1,584*	0,077	2,2446	0,135	1,5974	0,030*
Resíduo	4,242	0,230	0,078	1,6413	0,046	1,7524	0,002
CV (%)	12,69	11,14	7,78	42,34	28,91	32,40	17,28

\*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Anexo 1B. Resumo da análise de variância e coeficiente de variação da altura da parte aérea (H), diâmetro de colo (D), peso da matéria seca das folhas (FO), peso da matéria seca da parte aérea (PA), peso da matéria seca do sistema radicular (PR) e relação peso da matéria seca do sistema radicular e peso da matéria seca da parte aérea (PR/PA), de plantas de três espécies florestais, aos 150 dias após o plantio em sacolas de 20 litros em condições controladas, originárias de mudas produzidas em diferentes recipientes

Fonte de variação	QM					
	H (cm)	D (mm)	FO ----- (g / planta) -----	PA	PR	PR/PA
<i>Inga marginata</i>						
Recipiente	11,08	4,29*	12,45	61,62	137,23*	0,027*
Resíduo	51,42	0,95	15,79	52,14	17,32	0,003
CV (%)	12,27	7,82	16,15	15,49	15,69	9,77
<i>Jacaranda puberula</i>						
Recipiente	651,00*	18,64*	42,06	410,32	755,43*	0,064
Resíduo	112,56	3,92	98,45	223,96	125,74	0,091
CV (%)	14,05	11,67	31,86	24,57	17,82	28,07
<i>Zeyheria tuberculosa</i>						
Recipiente	45,58	6,55	152,84	313,92	192,75	0,015
Resíduo	154,72	7,52	154,25	334,93	94,34	0,017
CV (%)	28,16	20,03	35,49	34,00	35,91	26,09

\*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Anexo 1C. Resumo da análise de variância e coeficiente de variação da sobrevivência de plantas de três espécies, originadas de mudas produzidas em três diferentes recipientes, aos 60 dias após o plantio no campo

Fonte de variação	QM		
	Sobrevivência (%)		
	<i>Inga marginata</i>	<i>Jacaranda puberula</i>	<i>Zeyheria tuberculosa</i>
Recipiente	69,444	1072,049*	13,021
Resíduo	30,382	30,382	34,722
CV (%)	5,67	6,40	6,15

\*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Anexo 2C. Resumo da análise de variância e coeficiente de variação da altura (H) e diâmetro de colo (D) de plantas de três espécies, originadas de mudas produzidas em três diferentes recipientes, aos 60 dias após o plantio no campo

Fonte de variação	QM					
	<i>Inga marginata</i>		<i>Jacaranda puberula</i>		<i>Zeyheria tuberculosa</i>	
	H (cm)	D (mm)	H (cm)	D (mm)	H (cm)	D (mm)
Recipiente	97,993	19,611	353,417	4,620	490,115	19,374
Resíduo	73,123	12,184	339,966	8,909	270,477	15,318
CV (%)	9,14	20,22	10,73	11,38	14,00	16,00

\*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Anexo 1D: Foto detalhada do sistema radicular de muda de *Inga marginata*, produzida em saco plástico com dimensões de 11 x 15 cm, aos 150 dias após a repicagem.

