

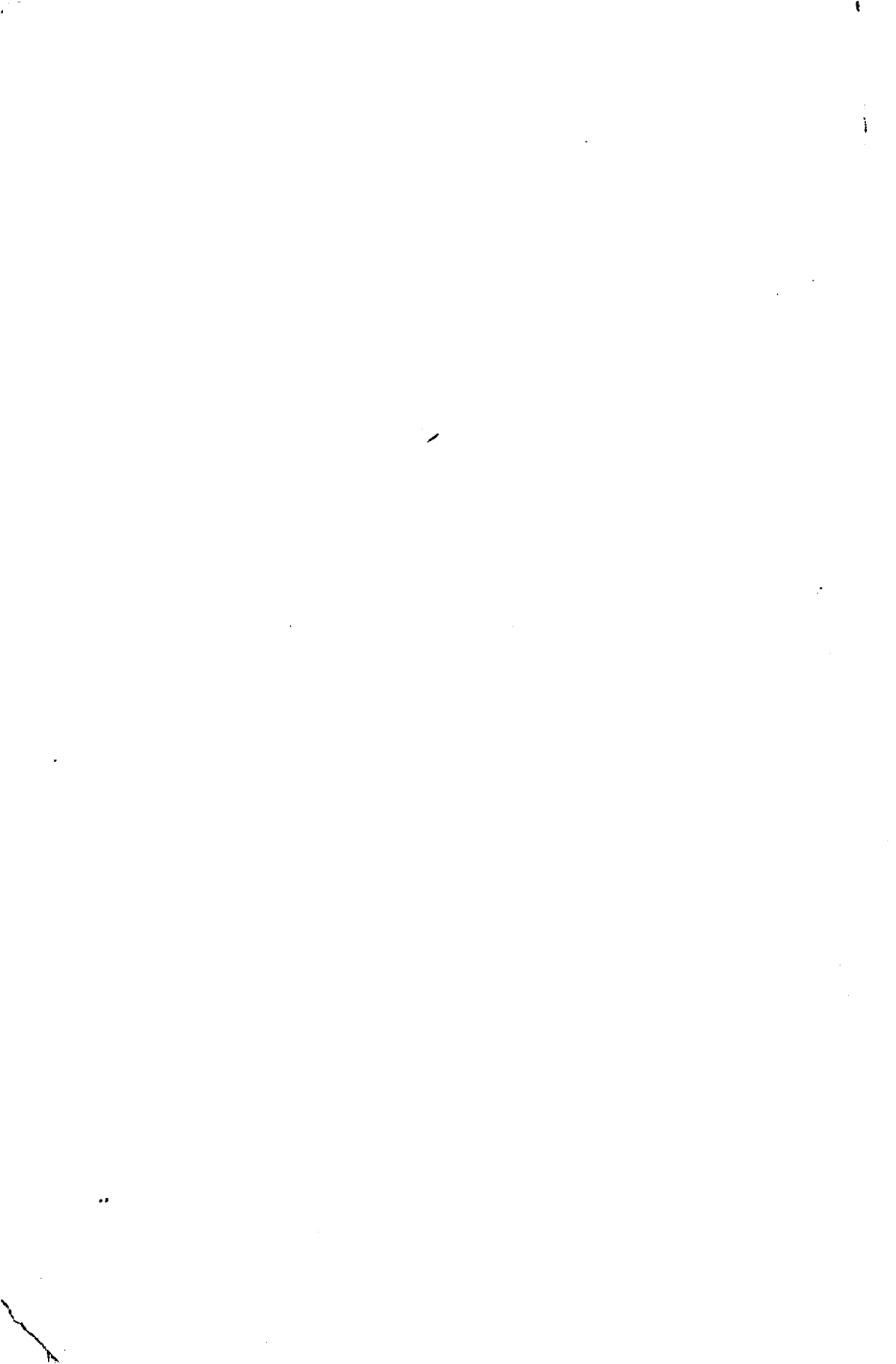


UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

**UTILIZAÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES
FLORESTAIS PRODUZIDAS EM TUBETES E
SACOS PLÁSTICOS PARA REVEGETAÇÃO DE
ÁREAS DEGRADADAS**

ANDERSON CLEITON JOSÉ

2003



ANDERSON CLEITON JOSÉ

**UTILIZAÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS PRODUZIDAS
EM TUBETES E SACOS PLÁSTICOS PARA REVEGETAÇÃO DE
ÁREAS DEGRADADAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Engenharia Florestal, área de concentração Manejo Ambiental para obtenção do título de "Mestre".

Orientador:
Prof. Dr. Antônio Cláudio Davide

LAVRAS
MINAS GERAIS-BRASIL
2003

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

José, Anderson Cleiton

Utilização de mudas de espécies florestais produzidas em tubetes e sacos plásticos para revegetação de áreas degradadas / Anderson Cleiton José. -- Lavras : UFLA, 2003.

101 p. : il.

Orientador: Antônio Cláudio Davide.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Recuperação de áreas degradadas. 2. Produção de muda. 3. Tubete. 4. Área minerada. 5. Bauxita. 6. Qualidade de muda. I. Universidade Federal de Lavras.

II. Título.

CDD-631.64
-634.956

ANDERSON CLEITON JOSÉ

UTILIZAÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS PRODUZIDAS
EM TUBETES E SACOS PLÁSTICOS PARA REVEGETAÇÃO DE
ÁREAS DEGRADADAS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Engenharia Florestal, área de concentração em Manejo Ambiental, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 25 de fevereiro de 2003

Prof. José Geraldo de Araújo Carneiro UENF

Profa. Soraya Alvarenga Botelho UFLA


Prof. Dr. Antônio Cláudio Davide
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS-BRASIL

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e especialmente ao Departamento de Ciências Florestais, por todas as oportunidades oferecidas para minha formação.

À COMPANHIA GERAL DE MINAS/ALCOA ALUMÍNIO S/A, pelo apoio financeiro e concessão da bolsa para realização deste trabalho.

Aos funcionários da CGM/ALCOA: Charles, Milena, Adriano e Piva, pela ajuda.

Aos funcionários do Viveiro Florestal da UFLA: José Pedro, José Carlos, Jorge e Roberto, pelo auxílio.

Aos amigos Sandro Longuinho, Gleyce e Cintia, pela ajuda nas avaliações dos experimentos.

Aos colegas de turma: Paulo, Fernando, Tozói, Marco Antônio, Celso, Afrânio, Sérgio, Ronaldo, Cabacinha, Ivonise, Murilo e Cláudia.

Às amigas do Laboratório de Sementes Florestais: Olívia, Leticia, Luciana, Josina, Elisana e Narrúbia.

À Lilian Vilela, pela amizade de todos estes anos.

Ao professor Antônio Cláudio Davide, pela orientação, amizade e confiança em mim depositada.

À minha mãe e minha irmã, pelo incentivo e ajuda em todos os momentos desta jornada.

À Sônia, pelo carinho e paciência.

Aos colegas de república, Ricardo e Sandro.

Aos amigos: Gi, Pará, Fon, Juliana, Kaká, Nei e tantos outros que contribuíram para que eu vencesse mais esta etapa.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1.....	1
1 Introdução geral	1
2 Referencial teórico	3
2.1 Métodos de produção e controle de qualidade de mudas de espécies florestais.....	3
2.1.1 Fatores que afetam a qualidade de mudas de espécies florestais.....	3
2.1.1.1 Métodos de produção das mudas – a escolha do recipiente	4
2.1.1.2 A densidade de cultivo	6
2.1.2 Qualidade de mudas de espécies florestais	7
2.1.2.1 Parâmetros morfológicos.....	10
2.1.2.2 Índices morfológicos.....	15
2.1.2.3 Parâmetros fisiológicos	17
2.1.3 Ecofisiologia de raízes	18
2.1.4 Potencial de crescimento radicial (PCR).....	19
2.1.5 Desempenho das mudas no campo	21
2.2 Fatores que influenciam a sobrevivência das mudas no campo	24
2.2.1 O manejo do sítio de plantio	24
2.3 A mineração de bauxita e seus impactos ambientais	25
2.4 Seleção das espécies	27
2.5 Descrição das espécies utilizadas	27
2.5.1 Aroeira (<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi).....	27
2.5.2 Mutamba (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.)	28
2.5.3 Guatambu (<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.).....	28
3 Referências bibliográficas.....	29
CAPÍTULO 2: Efeito do tamanho de tubetes e densidade de cultivo na qualidade de mudas de aroeira (<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi), mutamba (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) e guatambu (<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.)....	39
1 Resumo	39
2 Abstract.....	40
3 Introdução	41
4 Material e métodos	43
4.1 Caracterização do local de estudo	43
4.2 Preparo do substrato, semeadura e repicagem.....	43
4.3 Recipientes e densidades de cultivo	43

4.4 Adubação de cobertura	44
4.5 Avaliações.....	44
4.6 Delineamento experimental e análise	45
5 Resultados e discussão.....	47
5.1 Análise morfológica	47
5.1.1 Diâmetro	47
5.1.2 Altura	50
5.1.3 Número de folhas.....	51
5.1.4 Área foliar	53
5.1.5 Peso de matéria seca	54
5.1.5.1 Peso de matéria seca total.....	54
5.1.5.2 Peso de matéria seca de raízes	55
5.1.5.3 Peso de matéria seca da parte aérea	56
5.2 Índices morfológicos	57
5.2.1 Relação altura da parte aérea/diâmetro do colo.....	58
5.2.2 Relação parte aérea/sistema radicular	60
5.2.3 Índice de qualidade de Dickson.....	61
5.3 Potencial de crescimento radicular	62
5.4 Correlações entre as variáveis morfofisiológicas	63
5.5 Diagnose visual do sistema radicular.....	66
6 Conclusões	68
7 Referências bibliográficas.....	69
CAPÍTULO 3: Desempenho inicial de mudas produzidas em tubetes versus mudas produzidas em sacos plásticos na recuperação de área degradada pela mineração de bauxita.....	73
1 Resumo	73
2 Abstract.....	74
3 Introdução	75
4 Material e métodos	77
4.1 Caracterização do local de estudo	77
4.1.2 Clima.....	78
4.1.3 Solos	78
4.1.4 Descrição do método de extração do minério e recuperação de áreas degradadas utilizado pela CGM/ALCOA.....	81
4.1.5 Formações vegetais nativas	81
4.3 Preparo do solo e plantio.....	83
4.4 Manutenção	84
4.5 Delineamento experimental	84
4.6 Avaliações	85
4.7 Análises.....	85

5 Resultados e discussões	87
5.1 Qualidade das mudas antes do plantio	87
5.2 Desempenho pós-plantio	89
6 Conclusões	97
7 Referências bibliográficas	98

RESUMO

JOSÉ, Anderson Cleiton. **Utilização de mudas de espécies florestais produzidas em tubetes e sacos plásticos para revegetação de áreas degradadas.** 2003. 101 p. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Este trabalho teve como objetivos avaliar a influência do tamanho de tubetes (50 e 150 ml) e densidades de cultivo (396 e 198 mudas/m² em tubetes de 50 ml; 216 e 108 mudas/m² em tubetes de 150 ml) na qualidade de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi), mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) e guatambu (*Aspidosperma parvifolium* A.DC.), produzidas no viveiro florestal da UFLA, e o desempenho pós-plantio de mudas produzidas em tubetes (50 e 150 ml) e saco plástico (2250 ml), plantadas em uma área degradada pela mineração de bauxita em Poços de Caldas, MG. A qualidade morfológica das mudas de aroeira e mutamba foi influenciada pelo volume e densidade de cultivo, sendo as melhores mudas produzidas em tubetes de 150 ml e entre o mesmo volume, nas menores densidades. No período de estudo não houve efeito significativo do volume do tubete, nem da densidade de cultivo na produção de mudas de guatambu. O potencial de crescimento radicular em mudas de aroeira foi afetado somente pela densidade de cultivo, com maior emissão de novas raízes quando as mudas foram cultivadas em menores densidades. Para as mudas de mutamba, somente as produzidas em tubetes de 50 ml na densidade de 396 mudas/m² apresentaram qualidade inferior medida pelo potencial de crescimento radicular. As mudas de guatambu não foram influenciadas pelo volume nem pela densidade de crescimento, apresentando, de maneira geral, baixa emissão de novas raízes. O diâmetro foi a característica que mais se correlacionou com a qualidade morfofisiológica das mudas. Avaliando-se o crescimento inicial das mudas produzidas em tubetes e saco plástico, plantadas em uma mina recém-minerada para exploração de bauxita, constatou-se que as diferenças iniciais em altura e diâmetro das mudas produzidas em recipientes de diferentes volumes tendem a desaparecer, devendo-se preferir as mudas produzidas em tubetes, devido ao menor custo de produção e plantio. O padrão para plantio sugerido é de 3,0 mm de diâmetro do colo e 25 cm de altura, valores que foram alcançados pelas mudas de aroeira e mutamba produzidas em tubetes de 50 e 150 ml e não foram atingidos pelas mudas de guatambu, que tiveram desempenho insatisfatório no campo, com alta taxa de mortalidade.

* Orientador: Antônio Cláudio Davide

ABSTRACT

JOSÉ, Anderson Cleiton. The use of forest seedling grown in plastic tubes and plastic bags for revegetation of degraded area. 2003. 101 p. Dissertation (Master Science in Forest Engineering) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

This work had the following objectives: I) evaluate the influence of the plastic tubes size (50 and 150 ml) and of the cultivation densities (396 and 198 seedlings/m² in 50 ml plastic tubes; 216 and 108 seedlings/m² in 150 ml plastic tubes) on seedling quality of aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi), mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.), and guatambu (*Aspidosperma parvifolium* A.DC.), produced at UFLA's forest nursery; and II) evaluate the post planting of seedling development produced in plastic tubes (50 and 150 ml) and plastic bags (2250 ml), grown in a degraded area by bauxite extraction in Poços de Caldas, MG city. The morphological quality of the aroeira and mutamba seedlings was influenced by the cultivation volume and density. The highest seedlings were produced in 150 ml plastic tubes and between the same volumes in smallest densities. The plastic tubes volume and of the cultivation density on guatambu seedling production did not differ significantly during the studied period. The root growth potential of the aroeira seedlings was affected only by the cultivation density, with a major emission of new roots when the seedlings were cultivated in smaller densities. Only the mutamba seedlings grown in 50 ml plastic tubes with 396 seedlings/m² density, presented an inferior quality measured by the root growth potential. The guatambu seedlings were not influenced by the volume or growth density, presenting low emission of new roots. Diameter was the characteristic that correlated with the seedlings morphophysiological quality for all the species. The seedling initial growth produced in plastic tubes and plastic bags showed that the initial differences in height and diameter from recipients with different volume tended to disappear. Thus, the seedlings produced in plastic tubes are preferable due to the lower production and planting cost. The suggested cultivation pattern is 3,0 mm diameter root collar and 25 cm of height for mutamba and aroeira grown in 50 and 150 ml of plastic tubes. However, the guatambu seedlings never reached the cultivation pattern suggested showing low performance in the field with a high mortality rate.

* Adviser: Antônio Cláudio Davide

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

A mineração, como qualquer outra atividade causadora de impacto ambiental, está, segundo CONAMA (1986), obrigada a realizar a recuperação do ambiente degradado.

O resultado final desta atividade, na maioria das vezes, é um solo com fortes restrições químicas e físicas, resultante da remoção da camada fértil e da intensa movimentação de máquinas. Desta forma, as empresas mineradoras, na tentativa de garantir a qualidade ambiental, e atender às disposições legais a que estão sujeitas, buscam alternativas ecologicamente corretas e economicamente viáveis para atender seus objetivos. A revegetação é a medida reconhecidamente mais viável para atender a estes objetivos, na maioria dos casos.

O recobrimento rápido do solo, para contenção de partículas, impedindo a erosão e amenização dos impactos visuais, em período de tempo reduzido, é conseguido com o uso de espécies adaptadas às condições locais, que devem possuir, além de outras características, alta taxa de sobrevivência e crescimento rápido após o plantio.

A utilização de mudas de alta qualidade é um dos fatores que determinam o sucesso dos plantios florestais. A obtenção dessas mudas é conseguida com a seleção do material genético, o uso de sementes de boa qualidade e práticas culturais adotadas no viveiro.

A determinação de parâmetros que indiquem a qualidade das mudas para que seja possível fazer uma seleção antes destas irem para o campo é um dos fatores primordiais para que se consigam altas taxas de sobrevivência e de crescimento inicial da comunidade florestal. Para as espécies florestais dos

gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, conhecidamente de alto valor comercial, tem-se procurado aprimorar valores indicativos das características que as mudas devem possuir, antes de serem plantadas no campo. Por outro lado, para as espécies florestais nativas, os estudos ainda são incipientes e os padrões de qualidade de suas mudas ainda estão bem definidos, principalmente quando estas são produzidas em diferentes recipientes.

A produção de mudas em tubetes de pequenas dimensões é prática consagrada na silvicultura brasileira. Porém, tem sido questionada quando o seu objetivo é o plantio em áreas degradadas, devido ao pequeno porte das mudas que acarretaria a baixa taxa de sobrevivência das mudas. No entanto, acredita-se que a obtenção de mudas de alta qualidade fisiológica, associada à metodologia de implantação no campo, pode ser capaz de conferir às mudas altas taxas de sobrevivência e crescimento inicial no campo.

O estudo foi desenvolvido em áreas pertencentes à COMPANHIA GERAL DE MINAS/ALCOA S/A., localizada em Poços de Caldas, sul do estado de Minas Gerais. Seus objetivos foram: avaliar a influência do manejo na densidade de crescimento e tipos de tubetes na qualidade de mudas de espécies florestais e avaliar o desempenho inicial de mudas produzidas em diferentes tipos de tubetes e em sacos plásticos, na recuperação de uma área recém-minerada para exploração de bauxita.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Métodos de produção e controle de qualidade de mudas de espécies florestais

A produção de mudas, no Brasil, é feita quase que exclusivamente em recipientes. Os mais utilizados são os tubetes de polietileno e os sacos plásticos nas suas mais variadas dimensões. De maneira geral, os tubetes são usados, por grandes empresas florestais, para produção de mudas de espécies exóticas de rápido crescimento dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, enquanto a produção em sacos plásticos é feita em viveiros de pequeno porte, para mudas de espécies exóticas e nativas.

Na avaliação da qualidade destas mudas têm-se usado os mais variados métodos, destacando-se a avaliação do potencial hídrico foliar (Ferreira, 1997; Silva et al., 1999a), avaliações morfológicas (Barros et al., 1978; Reis et al., 1989; Gomes et al., 1990; Daniel, 1994; Santos, 1998; Silva et al., 1999b, Barroso, 1999; Fonseca, 2000; Leles et al., 2000; Samôr, 2002), potencial de crescimento radicular (Barroso, 1999, Fonseca, 2000) e desempenho no campo (Barros et al., 1978; Reis et al., 1996; Barroso, 1999; Fonseca, 2000).

2.1.1 Fatores que afetam a qualidade de mudas de espécies florestais

Mediante operações de cultivo, como irrigação (Tinus & Owston, 1984 e Faria, 1999), fertilização (Bigg & Schalau, 1990 e Irwin, 1995), repicagem, transplante, sombreamento, espaçamento de cultivo, micorrização (Carneiro et al., 1996; Birchler et al., 1998; Gaiad, 1998), podas (Reis et al., 1996), sombreamento (Fonseca, 2000), aclimatação (Tinus & Owston, 1984; Ferreira, 1997; Silva et al., 1999a, 1999b), seleção, extração dos recipientes, transporte,

armazenamento e manejo é possível alterar as condições morfológicas e fisiológicas das mudas (Carneiro, 1995 e Claussen, 1996).

2.1.1.1 Métodos de produção das mudas – a escolha do recipiente

A escolha pelo tipo de recipiente ou pela produção de mudas pelo sistema de raiz nua é feita levando-se em consideração, dentre outros fatores, a espécie e as condições climáticas do local de plantio. As mudas de raiz nua são utilizadas principalmente para reflorestamento com coníferas em regiões de clima temperado e a produção de mudas em recipientes em países de clima tropical, sendo também usada em países de clima temperado. Na seleção do tipo de recipiente, deve-se levar em consideração a sensibilidade da espécie à restrição do crescimento do sistema radicular (Reis et al., 1989), as dimensões do recipiente (diâmetro, altura e volume) (Gomes, 1990 e Santos, 1998) e o efeito do recipiente na estrutura do sistema radicular (Parviainen, 1984; Carneiro, 1987), devendo-se evitar os que causem deformações radiculares.

As primeiras mudas produzidas no Brasil tiveram como recipientes os laminados de madeira e o torrão paulista, sendo estes posteriormente substituídos pelos sacos de polietileno. No entanto, para Tinus & Owston (1984) e Faria (1999), a produção em sacos plásticos apresenta inúmeros inconvenientes, possibilitando a ocorrência de espiralamento de raízes, o que afeta a qualidade das mudas.

Mudas produzidas nos recipientes adequados, evitando a deformação do sistema radicular (tais como estrangulamento e espiralamento), podem apresentar boa qualidade, com bom desempenho quando plantadas em sítios adversos (Brisset et al., 1991).

O uso de tubetes representa uma evolução nos viveiros do mundo todo, pois permitiu a produção de mudas em ambientes controlados, o que garante um

suprimento para o plantio durante todo o ano para regiões com inverno rigoroso (Owston, 1990). Além disso apresenta várias vantagens sobre outros métodos de produção, tais como: não permitir o envelhecimento das raízes; ocupar menor espaço no viveiro; possibilitar melhor ergonomia; a possibilidade de mecanização do processo de enchimento do substrato e semeadura; poder serem reutilizados diversas vezes; a pequena quantidade de substrato utilizada; não há necessidade de executar podas de raízes; o sistema radicular produzido é mais compacto e estruturado (o que gera menor susceptibilidade a lesões no manuseio, transporte e plantio); permitir alteração da densidade de crescimento a qualquer momento; as mudas são mais leves (gera maior facilidade de manuseio no viveiro e no momento do plantio, aumentando o rendimento operacional); possibilita o transporte em maior quantidade e, desta forma, há uma redução no custo final da muda e, conseqüentemente, de todo o processo de implantação florestal (Owston, 1990; Carneiro, 1995; Davide et al., 1995; Gonçalves, 1995; Faria, 1999).

Os tubetes comumente usados para a produção de mudas de espécies florestais, segundo Tinus & Owston (1984), variam de 65 a 165 ml de volume. No Brasil, o volume mais utilizado está entre 50-55 ml para produção de mudas de *Eucalyptus*.

Segundo Paula (1997), por estar relacionada à produtividade da floresta, a obtenção de mudas de boa qualidade, com custo reduzido deve ser almejada. Assim, a definição do volume ideal assume fundamental importância no planejamento do viveiro, pois este tem influência direta na qualidade das mudas (Gomes et al., 1990; Santos, 1998; Gomes et al., 1999) e nos custos de produção (Pereira & Pereira, 1985).

2.1.1.2 A densidade de cultivo

As mudas competem por recursos necessários ao seu crescimento, especialmente luz, umidade e nutrientes. A área disponível para o crescimento de uma muda afeta o seu hábito e o seu potencial de crescimento. A relação entre a altura e a densidade de cultivo (mudas/m²) é complexa e variável. Entretanto, a resposta de crescimento pode ser dividida em quatro fases. A primeira fase é caracterizada pela diminuição da altura pelo aumento da densidade. A segunda fase não possui nenhuma relação com a densidade, não ocorrendo crescimento. A terceira fase mostra o acréscimo na altura, ocasionada pela competição, como uma resposta ao sombreamento. A última fase ocorre em altas densidades, onde outros recursos, como a disponibilidade de nutrientes e água, podem ser extremamente limitantes ao crescimento. Na terceira e quarta fase ocorre alocação dos produtos da fotossíntese para a parte aérea, em resposta ao sombreamento, o que altera a relação parte aérea/raiz e, conseqüentemente, o desempenho das mudas no campo (Cannell, 1985 e Mexal & Landis, 1990).

O volume do recipiente é menos crítico do que a densidade de cultivo (mudas/m²), sendo seu efeito evidenciado quando comparam-se mudas produzidas em recipientes de mesmo volume (Brissete et al., 1991).

Por questões econômicas ou por desconhecimento da influência da densidade na qualidade das mudas, muitas vezes tem-se preferido o cultivo em altas densidades. Segundo Kramer & Rose Jr. (1985), o cultivo em alta densidade pode afetar negativamente a qualidade das mudas, enquanto que menores densidades podem favorecer o crescimento adequado. Assim, Mexal & Landis (1990) citam que o aumento na densidade de cultivo diminui o diâmetro, sendo esta resposta geralmente quadrática, e que a redução nesta tem efeito positivo sobre o crescimento desta variável (Cannell, 1985 & Carneiro, 1985).

Carneiro (1985), trabalhando com mudas de *Pinus*, encontrou relação entre densidade e comprimento da parte aérea das mudas; os maiores valores foram encontrados para mudas crescendo em alta densidade. Kramer & Rose Jr. (1985) também citam que este tipo de muda pode ter baixa qualidade fisiológica, com baixo desempenho no campo.

Nos Estados Unidos, têm se usado densidades de cultivo no viveiro para *Pinus* (no sistema de raiz nua) bastante baixas (menos que 20 plantas/m²), tendo-se conseguido alto desempenho no campo, com maior crescimento e sobrevivência das mudas. A baixa densidade gera plantas com maior diâmetro, o que está, muitas vezes, diretamente correlacionado com a sobrevivência. Porém, South (2000) cita que os parâmetros morfológicos podem ser confundidos com outros fatores que afetam a sobrevivência.

No Brasil, poucos trabalhos têm sido realizados com relação ao efeito da densidade de cultivo na qualidade de mudas de espécies nativas, porém, têm-se muitos trabalhos testando dimensões dos recipientes. A dimensão dos recipientes altera diretamente a densidade de cultivo. Desta forma, o efeito do tamanho dos recipientes muitas vezes pode estar sendo mascarado pela relação mudas/m² nos canteiros.

2.1.2 Qualidade de mudas de espécies florestais

Os atributos das mudas necessários para a obtenção de sucesso no reflorestamento são chamados de “qualidade de mudas” (Mexal & Landis, 1990). A qualidade de mudas também pode ser definida como “aptidão para um propósito” (Sutton, 1980), como “aquelas características necessárias para a muda sobreviver e crescer após o plantio” (Duryea, 1984), ou ainda como “a habilidade à sobrevivência em uma condição de prolongado estresse ambiental, com crescimento vigoroso após o plantio” (Johnson & Cline, 1991).

O sucesso no estabelecimento, crescimento e produção vegetal depende de diversos fatores. A qualidade das mudas é determinada por fatores genéticos (propágulos) e ambientais (viveiro), e a sua interação irá determinar as características morfológicas e fisiológicas das mesmas (Davide, 1983; Kramer & Rose Junior, 1985; Carneiro, 1995).

Na década de 20 do século passado, nos EUA, foram desenvolvidos padrões de qualidade morfológica, baseado nas medições de diâmetro e altura, razão parte aérea/raiz, deformidade e danos mecânicos. Este foi um passo importante que, porém, só foi aperfeiçoado por meio de experimentos nas últimas décadas, com o uso de avaliações fisiológicas. No entanto, questões como: “qual é a altura que a muda deve atingir para ser levada para o campo?” e “qual a melhor relação parte aérea/raiz?” ainda precisam ser respondidas para grande número de espécies e para um grande número de ambientes climaticamente diferentes (Barnet, 1984 e Tinus, 2001), já que há grande interação entre qualidade das mudas e o sítio de plantio (Owston, 1990).

A produção de mudas de boa qualidade é um dos maiores desafios na implantação de uma floresta. Uma muda padrão, segundo Rose et al. (1990), é determinada por características morfológicas (estruturais) e fisiológicas, que podem estar ligadas ao sucesso do reflorestamento. Assim, admite-se que várias características, morfológicas e fisiológicas, de uma muda podem ser manipuladas no viveiro para se alcançar uma resposta desejada no campo (Rose Junior, 1985).

No viveiro, várias práticas podem alterar as características morfofisiológicas das plantas, para que seja possível fazer a seleção dos indivíduos mais vigorosos (geralmente por altura e diâmetro, por serem de mais fácil julgamento e, de maneira geral, estarem correlacionados com outros fatores da qualidade das mudas), ou com as características que mais interessam ao

silvicultor (Mexal & Landis, 1990; Carneiro, 1995; Claussen, 1996; Birchler et al., 1998).

As características morfológicas de uma população possuem distribuição normal. Assim, é muito importante identificar quais as práticas culturais que alteram essas características para a direita ou para a esquerda da curva padrão, a fim de obtermos as mudas com as características desejadas. O padrão para cada característica morfológica pode ser especificado como sendo mínimo para uma espécie e para outras como máximo ou médio. Estes limites aparecem em diferentes lugares na distribuição normal, dependendo das práticas de manejo e variam de acordo com o parâmetro utilizado. Assim, a aplicação de práticas culturais adequadas irão determinar a direção e o padrão de distribuição populacional dos parâmetros de qualidade das mudas (Owston, 1990).

O uso de tubetes de pequeno volume iniciou-se nos Estados Unidos por volta de 1970, atraindo os produtores florestais, principalmente por sua economia e automação do sistema de produção de mudas. Neste sistema, também é possível obter mudas com sistema radicular sem distúrbios ou perturbações. Permite maior controle do ambiente de produção, podendo-se aumentar a produção com a demanda e, desta forma, estender a estação de plantio, principalmente em locais de clima mais frio, onde é comum a produção de mudas de raiz nua.

Owston (1990) cita que na produção de mudas no sistema de raiz nua pode-se fazer a combinação entre estes dois métodos, sendo as mudas produzidas em tubetes, transplantadas para canteiros e conduzidas por um ou mais anos (denominadas mudas P+1, P+2, P+3, etc.).

Brisset et al. (1991) citam que uma das vantagens da utilização de mudas de recipientes é o bom desempenho em sítios de condições adversas, tais como as áreas degradadas por mineração. Assim, levando-se em consideração a grande demanda por mudas para reposição florestal, a produção de mudas em

tubetes é atualmente a alternativa com maior possibilidade para atender a estas demandas (Venator et al., 1985), devido ao grande avanço nas tecnologias de produção de mudas e metodologias de plantio conseguidas nas últimas décadas.

2.1.2.1 Parâmetros morfológicos

A morfologia é o estudo das formas e estruturas externas das mudas (Ferreira, 1996). Trata-se da manifestação física das respostas das mudas aos fatores ambientais, sendo um resultado de uma série de processos fisiológicos (Duryea, 1984; Mexal & Landis, 1990; Johnson & Cline, 1991). Também é resultado das condições ambientais e práticas do viveiro, sendo geralmente de fácil quantificação (Birchler et al., 1998). Por isso, estes parâmetros tornaram-se os mais usados pelos viveiristas. Para o estudo da morfologia, são avaliados: altura, diâmetro da haste, tamanho e número de gemas, número de folhas, área foliar, peso de matéria seca da parte aérea e raiz, e os índices morfológicos, que compreendem a relação entre as medidas morfológicas (Carneiro, 1995; McTague & Tiius, 1996).

Devido à facilidade de obtenção destes atributos, a sua utilização é grande. Porém, deve ser feita com bastante precaução, levando-se em consideração, dentre outros fatores a idade da muda e o método de produção (Parviainen, 1984 e Owston, 1990). No entanto, apesar da morfologia, isoladamente, não ser o determinante da qualidade das mudas, South (2000) considera este tipo de avaliação uma ferramenta indispensável para separar mudas para plantio, de acordo com o seu potencial de crescimento.



a) Altura

Altura da parte aérea é a distância vertical entre a linha do solo, ou da cicatriz cotiledonar, até a germa terminal (meristema apical) (Mexal & Landis, 1990).

Maior altura da planta implica numa maior área foliar disponível para a fotossíntese e transpiração, maior peso e volume. Indiretamente, a altura aumenta a área para a fotossíntese e transpiração. Maiores alturas são uma vantagem em sítios onde a competição é um problema (Kiiskila, 1999). Entretanto, para Sundström & Keane (1999), mudas maiores podem apresentar menor sobrevivência quando comparadas com mudas menores, provenientes de recipientes menores.

A altura afeta a relação parte aérea/raiz das mudas. Ela é classificada em uma escala de mínimo e máximo, sendo os dois extremos muitas vezes descartados no momento do plantio. Parviainen (1984) cita que não mais que 10% das mudas devem exceder a estes limites. Sob condições favoráveis, mudas maiores crescem melhor que mudas pequenas, entretanto, há contradições a respeito do tamanho da muda e seu desempenho no campo. Estas inconsistências podem estar relacionadas aos vários fatores que afetam o crescimento das mudas, bem como aos vários sítios de plantios que têm sido testados. Por exemplo, em sítios frios, onde a competição não é significativa mas os ventos frios são dominantes, pequenas mudas podem ser preferidas, por possuírem uma menor superfície foliar, tendendo a uma menor demanda transpiratória (Kiiskila, 1999).

Neste contexto, Barros et al. (1978), estudando o desempenho de mudas produzidas em diferentes recipientes após o plantio, concluíram que o crescimento em altura foi inversamente proporcional à altura no momento do plantio.

O uso de mudas menores, no entanto, exige maior atenção em relação ao controle de plantas invasoras, sendo necessário fazer o controle com maior frequência (Kiiskila, 1999).

Com relação à sobrevivência das mudas, McTague & Tiius (1996) relatam que a altura pode afetar a sobrevivência de mudas de *Pinus* e citam que, de maneira geral, ocorre uma correlação negativa entre sobrevivência e tamanho da muda. Shiver et al. (1990), citados por estes autores, entretanto, encontraram uma forte relação positiva, entre altura e sobrevivência, para mudas de *Pinus taeda* L. Para Mexal & Landis (1990), isto mostra que este não é um parâmetro que possui uma boa correlação com a sobrevivência das mudas no campo, estando, na maioria das vezes, correlacionado com o seu crescimento. Concluem estes autores, que mudas de menor altura e maior diâmetro médio são preferíveis para sítios áridos e que mudas mais altas são melhores para sítios onde há um alto nível de competição vegetativa com plantas invasoras e outras espécies, ou onde pode ocorrer a predação das mudas por animais.

b) Diâmetro do colo

O diâmetro, também chamado de diâmetro do colo (DC), é comumente medido na cicatriz cotiledonar. Esta é tida como a característica morfológica que melhor se ajusta aos modelos de predição da sobrevivência das mudas no campo (McTague & Tiius, 1996).

Os melhores testes morfológicos são baseados na medição do diâmetro ou em combinação com a altura (Johnson & Cline, 1991). Esta é uma medida frequentemente relacionada ao vigor da muda, pois, de certa forma, a média diamétrica de uma população de mudas a qualquer tempo é correlacionada com a média do tamanho do sistema radicular. Além do mais, hastes com maior diâmetro tendem a ter maior número de gemas e folhas (Mexal & Landis, 1990).

O diâmetro não tem uma relação específica com os sítios, porém, pesquisas recentes têm mostrado que mudas com maior diâmetro são melhores em sítios onde a alta temperatura do solo ou a baixa estabilidade desse são os problemas predominantes. Normalmente, preferem-se as mudas com maior diâmetro, desde que observadas as condições de sítio (Duryea, 1984).

Segundo Rowan (1985) e Mexal & Landis (1990), este atributo está correlacionado com o maior número de características morfológicas das mudas, o que atribuíram à sua maior integração ao conjunto de características morfológicas que respondem ao ambiente em que as mudas serão plantadas. Ele está correlacionado com altura e o peso da matéria seca, sendo que a relação absoluta do diâmetro com o peso da matéria seca varia entre as espécies e condições de cultivo (Venator et al., 1985). O diâmetro é também relacionado com características radiculares, incluindo peso e morfologia radicular, desde que as mudas sejam corretamente manejadas no viveiro. Tem-se observado que as mudas com maior diâmetro possuem maior quantidade de raízes primárias laterais, muito importantes para aumentar a sobrevivência das mudas após o plantio, principalmente quando as condições ambientais são adversas (Duryea Landis, 1984).

O padrão geral observado por South (2000), após 50 anos, foi que as mudas com maior diâmetro sobreviveram mais que as que possuíam menor diâmetro, embora nem todos os sítios estudados mostrassem esta mesma relação, sendo esta a mesma tendência citada por Kiiskila (1999). Segundo este autor, este parâmetro, quando associado à altura, obtendo-se o índice altura/diâmetro, tem sido de grande importância para predição do desempenho das mudas no campo.

Em resumo, pode-se dizer que os padrões de qualidade de mudas, baseados em altura e diâmetro variam entre espécies, com o método de produção das mudas (raiz nua ou em recipientes), com os tipos de recipientes, o manejo no

viveiro e com as condições ambientais que estas mudas vão ser plantadas, (Parvianinen, 1984 e Mexal & Landis, 1990). Desta forma, é de fundamental importância atentar para a relação custo benefício para a obtenção do padrão da muda desejada, já que o uso de muda com padrões acima dos necessários somente irá aumentar os custos de implantação florestal (Nebgen & Meyer, 1985; Gomes et al., 1990 e Carneiro, 1995; Kiiskila, 1999).

c) Peso das mudas

As plantas, ao crescerem, fazem a conversão de substâncias inorgânicas (água, CO₂, e minerais) em quantidades crescentes de proteínas e carboidratos (Felippe, 1986). O crescimento da planta ocorre, portanto, pelo acúmulo destas substâncias nos tecidos vegetais. Assim, a avaliação da quantidade de matéria orgânica produzida pelas mudas, bem como a maneira como ela está distribuída nos órgãos das plantas, torna-se de extrema importância na avaliação da sua qualidade (Magalhães, 1986).

A avaliação do peso de matéria seca total, da parte aérea, do sistema radicular e a relação parte aérea/raiz são medidas comumente utilizadas na determinação da qualidade de mudas de espécies florestais (Carneiro, 1995).

Segundo Mexal & Landis (1990) e Carlson & Miller (1990), a dimensão do sistema radicular é um dos fatores determinantes do estabelecimento das mudas, pois este é o responsável pelo suprimento de água para toda a parte aérea da planta. O peso das raízes é frequentemente correlacionado com o diâmetro da haste e com o peso da parte aérea e tem sido bom indicador da sobrevivência das plantas no campo.

Um sistema radicular bem desenvolvido tem maior potencial na absorção de água. Por outro lado, mudas com sistema radicular reduzido são estressadas hidricamente porque não absorvem água suficiente pelas raízes para

balancear as perdas pela transpiração. Dessa forma, a utilização de mudas com um sistema radicular bem desenvolvido tem resultado em um maior ganho em crescimento após o plantio (Rose et al., 1990).

Segundo Reis et al. (1989), em face da restrição ao crescimento do sistema radicular, as mudas tendem a ter um crescimento balanceado. Neste contexto, para Gomes et al. (1990) e Santos (1998) o tamanho das mudas varia em função do volume do recipiente, tendo a altura deste maior influência que o diâmetro, sendo as variáveis quantitativas maiores nos recipientes de maior volume. Porém, Santos (1998) cita que o volume do recipiente tem pouca relação com o peso de matéria seca de raízes, sendo produzidas mudas com mesmo peso de matéria seca de raízes nas diferentes dimensões de recipientes usados em seu trabalho.

Parâmetros, como a massa de raízes ou o número de raízes laterais, também são usados na avaliação do potencial de desempenho das mudas, porém, podem não indicar a vitalidade ou o vigor das mudas. Esta característica é muito correlacionada com o diâmetro da muda, sendo que este estima mais de 97% da variação na matéria seca das mudas de algumas espécies e é igualmente relacionado com o peso da matéria seca da parte aérea e das raízes, assim como do peso da matéria seca total (Mexal & Landis, 1990; Santos, 1998).

2.1.2.2 Índices morfológicos

Na tentativa de reunir vários atributos das mudas, inúmeros índices foram criados, sendo os mais utilizados descritos a seguir:

a) Peso de matéria seca da parte aérea/raiz

Segundo Owston (1990) e South (2000), uma boa distribuição entre peso de matéria seca da parte aérea e peso de matéria seca de raízes é de fundamental importância para a sobrevivência das mudas, quando plantadas no campo. Assim, todas as práticas culturais no viveiro devem promover o maior acúmulo de matéria seca nas raízes das mudas.

Neste contexto, Magalhães (1985) enfatiza que esta relação tem grande significação ecológica e morfogenética e pode indicar a contribuição das reservas armazenadas no sistema radicular para o crescimento da parte aérea.

Este índice representa, na prática, o balanço entre a parte transpirante e a parte absorvente, sendo calculado a partir da relação dos pesos de cada um das partes. Para Birchler et al. (1998), esta relação para mudas de *Pinus halepensis* deve ser, sempre que possível, menor que 2, sendo esta uma indicação para a maioria das espécies. Este parâmetro pode ser de grande importância quando o plantio vai ser feito em locais de condições adversas, sendo que, para Carlson & Miller (1990), o sistema radicular deve ter um tamanho suficiente que permita o suprimento adequado de água para a parte aérea.

b) Coeficiente de vigor – relação altura/diâmetro

É a relação entre a altura da planta (cm) e seu diâmetro (mm), sendo um indicador da densidade de cultivo das mudas no viveiro. É um parâmetro importante para plantas cultivadas em recipientes, onde podem ser obtidas plantas debilitadas pelo cultivo inadequado. Para *Pinus halepensis*, este cociente se encontra entre 1,5 e 2,2 e em *Quercus ilex* entre 0,7 e 1,0 (Birchler, 1998). No entanto, este índice, para espécies florestais tropicais, encontra-se próximo de 10.

Uma baixa relação altura/diâmetro garante às mudas uma melhor resistência à dessecação pelo vento, maior sobrevivência e crescimento em sítios secos (Johnson & Cline, 1991).

Este foi um índice usado com sucesso na determinação da qualidade de mudas de *Trema micrantha*, *Cedrella fissilis* e *Aspidosperma polyneuron* por Fonseca (2000).

c) Índice de Qualidade de Dickson - (ID)

Este índice integra os dois anteriores, sendo calculado mediante a relação entre o peso total da planta (g) e a soma das relações: altura (cm)/diâmetro (mm) e peso de matéria seca da parte aérea/ peso de matéria seca de raízes. Este índice foi empregado com êxito para prever o desempenho no campo de várias espécies de coníferas por Johnson & Cline (1991) e Birchler (1998), sendo usado também na determinação da qualidade de espécies nativas (Fonseca, 2000), expresso pela fórmula:

$$ID = \frac{\text{Peso total da planta (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diâmetro (mm)}} + \frac{\text{Peso de matéria seca de parte aérea (g)}}{\text{peso de matéria seca de raízes (g)}}}$$

2.1.2.3 Parâmetros fisiológicos

Mudas com mesmo padrão morfológico podem apresentar comportamento diferenciado no campo após o plantio. Estas diferenças não demonstradas pelos seus atributos morfológicos podem ser identificadas mediante avaliações fisiológicas.

A fisiologia, além de ser influenciada pelos tratos culturais no viveiro, também é afetada pelas condições ambientais no momento do plantio, onde o

transporte, armazenamento e o nível de danos são extremamente importantes (Tinus, 1996b; South, 2000). Entretanto, os mesmos autores afirmam que esta avaliação pode ser muito demorada e trabalhosa.

Existem várias técnicas para a determinação da qualidade das mudas para diferentes atributos fisiológicos. Entre elas, podem-se citar: vazamento de eletrólitos, atividade enzimática, potencial hídrico, condutividade hídrica, estado nutricional, índice mitótico, trocas gasosas (emissão de gases), conteúdo de clorofila, reguladores de crescimento, estresse induzido por emissões voláteis, resistência ao frio e ressonância magnética nuclear. Outros métodos com potencial futuro no aumento da predição do desempenho no campo são: fluorescência da clorofila, termografia no comprimento de onda infravermelha, sistemas de classificação computadorizada pela análise de imagens, aproximações integradas e avaliações ecofisiológicas (Rose et al., 1990; Hawkins & Binder, 1990 e Carneiro, 1995).

2.1.3 Ecofisiologia de raízes

Os atributos radiciais comumente medidos, segundo Carneiro (1995), são: número de raízes, peso, superfície, volume, diâmetro, comprimento e o número de extremidades de novas raízes.

Estes atributos, segundo Carlson & Miller (1990), são de grande importância, pois mudas com sistema radicular inadequado às condições de plantio têm poucas chances de sobrevivência.

Para Mexal & Landis (1990), a arquitetura do sistema radicular exerce grande influência na qualidade das mudas. Assim, estes autores concluem que mudas com sistema radicular bem estruturado, com maior quantidade de ápices radiculares, têm qualidade superior, o que pode ser medido pelo teste de PCR, pelo número de emissão de novas raízes.

Na produção de mudas em recipientes, a arquitetura do sistema radicular torna-se de grande importância. Isto porque ela pode interferir na forma das raízes de maneira negativa, causando deformações que podem persistir na planta adulta, afetando o seu perfeito crescimento e desenvolvimento, principalmente em terrenos inclinados (Parviainen, 1984 e Reis et al., 1996). Neste contexto, Sundström & Keane (1999) citam que mudas com danos no sistema radicular podem apresentar problemas de estabilidade quando adultas.

Desta forma, a escolha do recipiente deve levar em consideração o efeito deste sobre o desenvolvimento radicular, como forma de prever o crescimento das mudas no campo.

2.1.4 Potencial de crescimento radicular (PCR)

O teste do PCR foi desenvolvido na década de 1960 para a avaliação da qualidade de mudas. Porém, ainda hoje, há muita discussão sobre os valores do teste, sendo que muitas vezes os resultados apresentados por diversos pesquisadores são muito divergentes.

Ele se baseia na premissa: quando a muda é plantada, ela tem um tempo limite para fazer contato com o solo ao seu redor. Se isso não ocorrer, ela irá secar e morrer (Tinus, 1996b).

O potencial de crescimento radicular representa a habilidade de regeneração de novas raízes. Assim, está ligado à habilidade da planta em sobreviver a períodos de deficiência hídrica após o plantio (Duryea & McClain 1984). Um alto PCR é frequentemente relacionado com uma alta sobrevivência no campo (McTague & Tiius, 1996) e é um indicador sensível do vigor das mudas (Tinus, 1996a).

Este ensaio é uma medida da capacidade da planta para produzir rapidamente novas raízes em um ambiente favorável. A capacidade de produzir

novas raízes é um indicador do estado fisiológico atual (integridade funcional) e, em determinados casos, pode predizer a sobrevivência e o vigor das plantas (Ritchie & Tanaka, 1990; Carneiro, 1995).

O potencial de crescimento radicial tem sido usado como um indicador da vitalidade das mudas, especialmente quando as mudas são plantadas em sítios com condições de estresse (Tinus, 1996b).

As condições do teste (temperatura e fotoperíodo), sua duração (entre uma e quatro semanas) e os diferentes métodos empregados para quantificar o novo crescimento radicial (medição direta, aumento do peso ou volume, emprego de índices) apresentam grande variação nos diferentes trabalhos desenvolvidos. O procedimento padrão pode variar, fazendo-se o teste em condições ideais, sem nenhuma restrição para o desenvolvimento das plantas, ou testando-se as plantas em condições limitantes (seca ou baixas temperaturas do ar e do solo), como uma forma de adquirir uma idéia mais representativa de sua possível resposta em condições ambientais mais realistas. Além do mais, permite detectar diferenças entre lotes com maior facilidade (Birchler et al., 1998). No entanto, em condições subótimas, obtém-se o valor da expressão do potencial de crescimento radicular e não o do potencial de crescimento radicular (Ritchie & Tanaka, 1990).

Para algumas espécies, podem ser estabelecidos valores ideais que indiquem o crescimento radicial mínimo necessário para determinadas condições, podendo, desta forma, relaciona-lo com o comportamento no campo. Em *Pinus halepensis* e *Quercus ilex* encontram-se correlações significativas do PCR com a sobrevivência (Birchler et al., 1998).

Para Tinus (1996b) o PCR é um indicador confiável do desempenho das mudas no campo, quando a temperatura do substrato de crescimento no viveiro é próxima da temperatura do solo no campo. Entretanto, a sensibilidade do teste

de potencial de crescimento radicular diminui com o aumento do tempo e temperatura do solo.

O PCR é a medida da habilidade da muda de regenerar rapidamente novas raízes em condições controladas. É uma medida correlacionada com o desempenho das mudas no campo, porém, possui baixa correlação com outros parâmetros, especialmente o diâmetro. Fatores como a poda de raízes tendem a aumentar o PCR, enquanto diminuem o tamanho do sistema radicular. A densidade de cultivo tem pequeno efeito sobre o PCR, quando comparada com a forte influência que esta tem no tamanho das mudas (van den Driessche, 1984). O PCR possui mais variabilidade quando associado à espécie, à idade e às condições do viveiro, que quando associado com mudanças no espaçamento e tamanho das mudas (Mexal & Landis, 1990).

A relação entre PCR e práticas culturais no viveiro, assim como a sobrevivência no campo, é muito complexa, o que leva, muitas vezes, a resultados conflitantes. Mudas com baixo PCR podem ter um bom desempenho, pois outros atributos podem estar agindo de forma sinérgica para garantir a sobrevivência e, dentre estes, a própria condição ambiental do sítio (Mexal & Landis, 1990; South, 2000).

2.1.5 Desempenho das mudas no campo

Qualidade de mudas é definida como “aptidão, ou adaptação por algum objetivo ou finalidade” (Sutton, 1980). Os atributos que medem a qualidade das mudas podem ser agrupados em “características materiais” que podem ser rapidamente medidas por métodos diretos e indiretos, e “atributos de desempenho”, que medem subjetivamente o conjunto de mudas para determinada condição ambiental e avaliam a sua resposta em crescimento. Os “atributos materiais” compreendem morfologia, dormência de gemas, relação

hídrica e estado nutricional. Já os “atributos de desempenho” compreendem a aclimatação ao frio, o vigor e o potencial de crescimento radicular (PCR), que geralmente possuem maior relação na predição do desempenho no campo (Hawkins & Binder, 1990).

As comparações entre desempenho de vários métodos (recipientes) na literatura mostram que há evidências de diferenças discerníveis na floresta até 20 anos após o plantio, podendo existir uma combinação específica entre o método de produção das mudas, o manejo no viveiro e os sítios específicos para reflorestamento (Owston, 1990; South, 2000).

A utilização de mudas de tubetes (P+0) é recomendada por ser de fácil manuseio por ocasião do plantio (Faria, 1999). Esta técnica deve ser usada quando o solo é rochoso ou raso, para produção de mudas em grande quantidade (Venator et al., 1985).

TABELA 1 Padrões de qualidade de mudas para algumas espécies florestais nativas

Espécies	Rec/vol/idade ¹	Características avaliadas									Fonte
		D(mm)	H(cm)	Pa (g)	R (g)	Tot (g)	PA/R(g)	HD	ID	PCR ²	
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	Tub. ³ /288 ml/90	3,2	27	1,4	0,85	2,2	1,6	8,4	---	---	Sambr, 2002
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	Tub./50 ml/150	3,9	15	0,8	0,33	1,13	2,4	3,8	0,18	70	Fonseca, 2000
<i>Mimosa scabrella</i>	SP ⁴ /7x15 cm	2,5	15-25								Cameiro, 1995
<i>Cedrela fissilis</i>	Tub./50 ml/120	5,6	18	0,64	0,40	1,04	1,6	3,21	0,22	15-32	Fonseca, 2000
<i>Guzmania ulmifolia</i>	Tub./50 ml	2,5	25					10	2		Valeri et al, 2000
<i>Ilex paraguariensis</i>	SP/6x14cm	3,0	15-25	---	---	---	---	---	---	---	Cameiro, 1995
<i>Trema micrantha</i>	Tub./50 ml/90	2,7	17	0,82	0,41	1,2	2,0	6,3	0,15	152-186	Fonseca, 2000
<i>Sesbania virgata</i>	Tub./288 ml/60	4,1	31,7	1,74	0,52	2,26	3,3	7,7	---	---	Sambr, 2002
<i>Tabebuia serratifolia</i> <i>Copaifera langsdorffii</i> <i>Piptadenia peregrina</i>	SP/5x14 cm/90	---	20 20 20	---	---	---	---	---	---	---	Gomes et al, 1990

¹ Rec: recipiente, vol: volume, idade (dias); ² emissão de novas raízes, ³ tub: tubete, ⁴ SP: saco plástico

2.2 Fatores que influenciam a sobrevivência das mudas no campo

A sobrevivência inicial no campo é afetada por muitos fatores, incluindo o ambiente, o manejo, a morfologia e a fisiologia das mudas. Qualquer um destes fatores pode ser o maior causador do fracasso ou o sucesso de um evento em particular (South, 2000).

O fator mais importante é o ambiente em que as mudas são plantadas, também denominado sítio. As propriedades do sítio que afetam o desempenho das mudas são: o conteúdo de água no solo no momento do plantio, temperatura e quantidade de chuva logo após o plantio, textura do solo, profundidade do solo, competição com plantas invasoras, presença de pragas e doenças ou herbívoros (Golfari, 1978; Duryca, 1984 e South, 2000).

2.2.1 O manejo do sítio de plantio

Os tratos culturais, desde o preparo do solo até o efetivo estabelecimento, são de fundamental importância no desempenho das mudas. Estes incluem o manejo de plantas invasoras (Mohammed et al., 1998), a eliminação de impedimentos físicos para o crescimento radicular (Lowery & Gjerstad, 1991), o controle da erosão pela construção de terraços e bacias de contenção (Souza, 1997), controle de formigas e a manutenção da umidade do solo.

As áreas degradadas pela mineração apresentam, como principais impedimentos ao crescimento de plantas a baixa fertilidade, compactação do solo, propensão ao ressecamento, baixo teor de matéria orgânica e baixa competição com plantas invasoras (Nussbaum et al., 1995).

Neste contexto, Faria (1996) ressalta a importância da adubação de plantio para revegetação destas áreas, principalmente da adubação orgânica,

devido aos seus efeitos positivos no crescimento das plantas. Souza (1997), Parrotta & Knowles (2001) e Bell (2001) citam a importância de retornar a camada superficial ao solo minerado. Souza (1997) ainda enfatiza a importância da aplicação de adubos contendo P e Ca para manutenção da fertilidade do solo em áreas mineradas de bauxita.

2.3 A mineração de bauxita e seus impactos ambientais

Juntamente com a agricultura e a agropecuária, a mineração é uma das atividades que mais causam impactos ambientais (Brasil, 1991).

A bauxita é uma rocha com a aparência de argila, mas sem plasticidade, constituída essencialmente de hidróxidos de alumínio, mistura de argilas, hidróxidos de ferro, fosfato de alumínio, dentre outros. É o principal minério de alumínio, a matéria-prima para a fabricação de sulfato de alumínio, cimento aluminoso e refratários aluminosos. A sua localização é superficial, sendo coberta por uma mistura de solo e cascalho bauxítico com aproximadamente 30 cm de profundidade. A camada de minério varia de 2 a 15 metros, com uma média de 4,5 metros. Esta camada de minério termina em argila caulinitica ou rocha alcalina, que pode estar sob a forma de matacões ou rocha "in situ". O fundo da camada de bauxita apresenta-se de forma muito irregular, tendo o seu perfil, muitas vezes, cortado por veias de argila (Dias, 1981).

O minério apresenta uma distribuição granulométrica, com predomínio do cascalho em percentagens variando de 52,1% a 74,6%, representada pelos nódulos típicos da bauxita, seguida pela areia, silte e argila. A porosidade dos horizontes de alteração também apresenta-se alta, podendo atingir até 62,9%. São solos não muito suscetíveis à erosão, em função das altas taxas de argila que compõem sua textura. Estruturalmente, são solos fortes, com tendências à laterização superficial quando sem cobertura vegetal (Alcoa, [19--]).

Após a mineração, tem-se como resultado um “substrato”, caracterizado por apresentar profundidade efetiva, dada pelo alcance médio das raízes, em torno de 70 cm. Já o “solum” (A + B) pode ir a mais de 2 m, quando o perfil apresenta um início de uma latossolização (Almeida, 1977, citado por Alcoa, [19--]).

A mineração de bauxita é feita a céu aberto e, como toda atividade realizada neste sistema, envolve a construção de estradas, intenso trânsito de veículos de grande porte, modificações na estrutura física e na dinâmica de água na sub-bacia, remoção da cobertura vegetal e da camada superficial do solo com armazenagem para aproveitamento após o fechamento da mina (Dias, 1981; Gao et al., 1998).

Dessa forma, os solos resultantes do processo de lavra, genericamente, podem ser considerados como de baixa fertilidade, com fortes restrições químicas, e físicas, que são caracterizadas pelo alto grau de compactação após a lavra, podendo a saturação de alumínio chegar a 67%. Portanto, são considerados álicos, segundo CFSEMG (1999).

Segundo Souza (1997), entre os impactos ambientais da mineração de bauxita estão: a restrição ao desenvolvimento do sistema radicular, a redução na disponibilidade de água no solo, redução na fertilidade do solo, redução no teor de matéria orgânica e alteração nas propriedades físicas do mesmo.

Carneiro (2000), avaliou as alterações bioquímicas em solos minerados para extração de bauxita em Poços de Caldas. Sua conclusão foi a de que a mineração afetou negativamente a biomassa microbiana, a quantidade de carbono orgânico e o nitrogênio orgânico do solo.

Pode-se dizer, portanto, que os solos, após a mineração de bauxita, apresentam alto grau de restrição ao crescimento de plantas, dado pela sua baixa profundidade efetiva e fertilidade, com relativa susceptibilidade à erosão, devido à ausência de cobertura vegetal e à inclinação dos terrenos.

2.4 Seleção das espécies

De maneira geral, nos projetos de recuperação de áreas degradadas dá-se preferência ao uso de espécies nativas. Este é um fator de grande importância, tanto por questões ecológicas, na tentativa de restabelecer o ecossistema alterado, protegendo espécies raras e/ou endêmicas no local, evitando-se a introdução de espécies exóticas que poderiam ser prejudiciais ao ambiente local, quanto de ordem técnica, pois, segundo Oliveira-Filho (1994) e Lorenzo et al. (1994), com o uso de espécies adaptadas às condições ambientais locais, aumenta-se a chance de estabelecimento do plantio e auto-manutenção do povoamento.

2.5 Descrição das espécies utilizadas

2.5.1 Aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi)

Espécie da família *Anacardiaceae*, com porte variando de arbusto a árvore (3 a 15 m de altura e 10 a 60 cm de diâmetro), é planta pioneira, comum na vegetação secundária, nos estágios de capoeirinha, capoeira, capoeirão. Ocorre ainda na floresta ombrófila (densa e mista), matas de galeria, floresta estacional semidecidual na formação baixo-montana, floresta estacional decidual na formação baixo-montana e esporadicamente na caatinga, numa faixa latitudinal de 05°30'S (Rio Grande do Norte) a 31°40'S (Rio Grande do Sul), no Brasil. Ocorre ainda na Argentina, Uruguai e Paraguai, em uma amplitude altitudinal variando de 0 a 2000 m (Carvalho, 1994; Lorenzi, 1998).

Esta planta possui potencial para energia (lenha), confecção de mourões, inseticidas, produtos aromáticos medicinais e alimentares (Carvalho, 1994; Lorenzi, 1998).

As mudas, que devem ser produzidas a pleno sol, possuem ciclo de produção de 120 dias, atingindo de 20 a 80 cm de altura (Carvalho, 1994; Davide et al., 1995).

Faria (1996) e Carvalho (1994), relataram altas taxas de sobrevivência de mudas plantadas no campo, de 92% - 100% e 67%-100%, respectivamente, na avaliação após um ano.

2.5.2 Mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.)

Espécie pioneira, com altura variando de 8 a 16 m, com tronco de 30 a 50 cm de diâmetro, ocorre em quase toda a América Latina e no Brasil, da Amazônia até o Paraná. A sua madeira pode ser utilizada em marcenaria, lenha ou para a produção de pólvora (Lorenzi, 1998; Araújo Neto, 1997). Há, ainda, citações sobre usos medicinais (Hör et al., 1996).

As mudas apresentam crescimento rápido no viveiro, com ciclo de produção variando de 90 a 150 dias (Davide et al., 1995) e devem ser cultivadas a pleno sol (Moraes Neto et al., 2000; Moraes Neto & Gonçalves, 2001). Após o plantio, as mudas apresentam alta taxa de crescimento (Lorenzi, 1998).

2.5.3 Guatambu (*Aspidosperma parvifolium* A. DC.)

Espécie característica da floresta pluvial da encosta atlântica, ocorre em formações semidecíduas de altitude em menor frequência, com altura variando de 10 a 15 m e com tronco de 40 a 60 cm de diâmetro (Lorenzi, 1998). Classificada por Davide et al. (1995) como espécie clímax exigente em luz, apresenta desenvolvimento lento no viveiro, com ciclo de produção de mudas variando de 6 a 12 meses. O seu crescimento no campo também é moderado (Paiva & Poggiani, 2000).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCOA. Mineração. Poços de Caldas: Alcoa, [19--]. (Circular interna).

ARAÚJO-NETO, J. C. Caracterização e germinação de sementes e desenvolvimento pós-seminal de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.). 1997. 82 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

BARNET, J. P. Relating seedling physiology to survival and growth in container-grown southern pines. In: DURYEY, M. L.; BROWN, G. (Ed.) *Seedling physiology and reforestation success*. Netherlands: Martinus Nijhoff, 1984. p. 157-178.

BARROS, N. F. de; BRANDI, R. M.; COUTO, L.; REZENDE, G. C. de. Efeitos de recipientes na sobrevivência e no crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, no viveiro e no campo. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 2, n. 2, p. 141-151, jul. 1978.

BARROSO, D. G. Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. Urophylla* produzidas em blocos prensados com diferentes substratos. 1999. 79 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.

BELL, L. C. Establishment of native ecosystems after mining – Australian experience across diverse biogeographic zones. *Ecological Engineering*, Amsterdam, v. 17, n. 2/3, p. 179-186, July 2001.

BIGG, W. L.; SCHALAU, J. W. Mineral nutrition and target seedling. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM; MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, 1990, Oregon. *Proceedings...* Oregon: : USDA, 1990. p. 139-160.

BIRCHER, T.; ROSE, R. W.; ROYO, A.; PARDOS, M. La planta ideal: revision del concepto, parametros definitorios e implementacion practica. *Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales*, Madrid, v. 7, n. 1/2, 1998.

BRASIL. O desafio do desenvolvimento sustentável. Brasília: CIMA, 1991. 204 p.

BRISSET, J. C.; BARNETT, J. P.; LANDIS, T. D. Container seedlings. In: DURYEA, M. L.; DOUGHERTY, P. M. (Ed.). **Forest regeneration manual**. Netherlands: Klumer Academic Publishers, 1991. p. 117-142.

CANNELL, M. G. R. Physiology of southern pine seedlings. In: SOUTH, D. B. (Ed.). **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NURSERY MANAGEMENT PRACTICES FOR THE SOUTHERN PINES**. Alabama: Auburn University/IUFRO, 1985. p. 251-289.

CARLSON, W. C.; MILLER, D. E. Target seedling root system size, hydraulic conductivity, and water use during seedling establishment. In: **TARGET SEEDLING SYMPOSIUM; MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, 1990, Oregon. Proceedings...** Oregon: USDA, 1990. p. 53-67.

CARNEIRO, J. G. A. Efeito da densidade sobre o desenvolvimento de alguns parâmetros morfofisiológicos de mudas de *Pinus taeda* L. em viveiro e após o plantio. Curitiba: UFPR, 1985. 125 p.

CARNEIRO, J. G. A. Influência de recipientes e de estações de semeadura sobre o comportamento do sistema radicular e dos parâmetros morfológicos de mudas de *Pinus ellottii*. Curitiba: UFPR, 1987. 81 p.

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

CARNEIRO, M. A. C. **Características bioquímicas do solo em duas cronossequências de reabilitação em áreas de mineração de bauxita**. 2000. 166 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, A. C. D.; GOMES, L. J.; CURI, N. e VALE, F. R. do. Fungo micorrízico e superfósforo no crescimento de espécies arbóreas tropicais. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n. 50, p. 21-36, dez. 1996.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-SPI, 1994. 640 p.

CLAUSSEN, J. W. Acclimation abilities of three tropical rainforest seedlings to an increase in light intensity. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 80, p. 1-3, Jan. 1996.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Viçosa: UFV, 1999. 359 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 001, de janeiro de 1986. Cria a obrigatoriedade de realização de EIA/RIMA para o licenciamento de atividades poluidoras. Brasília, DF. **Coleção de leis da República Federativa do Brasil.** Disponível em:

<<http://www.lei.adv.br/conama01.htm>> Acesso em: 08 out. 2001.

DANIEL, O.; OHASHI, S. T.; SANTOS, R. A. dos. Produção de mudas de *Goupia glabra* (cupiúba): efeito de níveis de sombreamento e tamanho de embalagens. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 18, n. 1, p. 1-13, abr. 1994.

DAVIDE, A. C. **Influência do fosfato de araxá e do gesso na produção de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith, em casa de vegetação.** 1983. 91 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. e BOTELHO, S. A. **Propagação de espécies florestais.** Belo Horizonte: CEMIG; Lavras: UFLA, 1995. 41 p.

DIAS, A. C. **Recomposição paisagística de áreas mineradas de bauxita. SEMINÁRIO REGIONAL SOBRE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA, 1., 1981, Lavras. Resumos...** Belo Horizonte: IEF, 1981. p. 20-41.

DRIESSCHE, R. van den **Relationship between spacing in the nursery in relation to growth, yield, and performance of stock.** *Forest Chronicle*, Ottawa, v. 60, n. 6, p. 345-355, Dec. 1994.

DURYEA, M. L. **Nursery cultural practices: impacts on seedling quality.** In: DURYEA, M. L.; LANDIS, T. D. **Forest nursery manual: production of bareroot seedlings.** Corvallis: Martinus Nijhoff, 1984. p. 143-164.

FARIA, J. M. R. **Comportamento de espécies florestais em diferentes sítios e adubações de plantio.** 1996. 108 p. Dissertação (Mestrado Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FARIA, J. M. R. **Propagação de espécies florestais para a recomposição de matas ciliares.** In: SIMPÓSIO “MATA CILIAR”: ciência e tecnologia, 1., 1999, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/FAEPE/CEMIG, 1999. p. 69-80.

FELIPPE, G. M. Desenvolvimento. In: FERRI, M. G. (Coord.). *Fisiologia vegetal*, 1. 2. ed. São Paulo: EPU/EDUSP, 1986. p. 1-38.

FERREIRA, A. B. de O. *Novo dicionário da língua portuguesa*. São Paulo: Nova Fronteira, 1996. Versão eletrônica.

FERREIRA, C. A. G. Aspectos de relações hídricas e crescimento de mudas de *Eucalyptus* spp., produzidas em tubetes e aclimatadas. 1997. 64 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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


GALAD, S. Influência da micorrização no comportamento silvicultural de espécies empregadas na revegetação de ecossistemas degradados pela mineração do granito. Brasília: EMBRAPA, 1998. p. 1-3. (EMBRAPA. Pesquisa em andamento, n. 72).

GAO, L.; MIAO, Z.; BAI, Z.; ZHOU, X.; ZHAO, J.; ZHU, Y. A case study of ecological restoration at the Xiaoyi Bauxite Mine, Shanxi Province, China. *Ecological Engineering*, Amsterdam, v. 11, n. 1/4, p. 221-229, oct. 1998.

GOLFARI, L. Zoneamento ecológico para reflorestamento de regiões tropicais e subtropicais: método utilizado. Belo Horizonte: PRODEPEF, 1978. 13 p.

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

GOMES, J. M.; WENDLING, I.; COUTO, L.; XAVIER, A.; SILVA, A. Produção de mudas de angico vermelho (*Piptadenia peregrina*) em diferentes substratos e tamanhos de tubetes plásticos. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 5., 1999, Curitiba. Anais... Curitiba: Biosfera, 1999. 1 CD-ROM.



GONÇALVES, J. Produção de mudas de Eucalipto e Pinus usando o sistema de tubetes. In: JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RIOS, 10., 1995, Concordia. **Anais...** Concordia: INTA, 1995. p. 1-4.

HAWKINS, C. D. B.; BINDER, W. D. State of the art seedlings stock quality tests based on seedling physiology. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM; MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, 1990, Oregon. **Proceedings...** Oregon: USDA, 1990. p. 91-123.

HÖR, M.; HEINRICH, M.; RIMPLER, H. Proanthocyanidin polymers with antisecretory activity and proanthocyanidin oligomers from *Guazuma ulmifolia* bark. **Phytochemistry**, St. Paul, v. 42, n. 1, p. 109-119, May 1996.

IRWIN, K. M. Late-Season Nitrogen Fertilization: Application in Southern Nurseries. In: LANDIS, T. D.; CREFF, B. (Coords). **National Proceedings, Forest and Conservation Nursery Associations Gen. Tech.** Portland, Oregon: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, p. 98-101, 1995. Disponível em:
<<http://www.fcnanet.org/proceedings/1995/irwin.pdf>>. Acesso em: 9 out. 2001.

JOHNSON, J. D.; CLINE, M. L. Seedling quality of southern pines. In: DURYEA, M. L.; DOUGHERTY, P. M. (Ed.). **Forest regeneration manual**. Netherlands: Klumer Academic Publishers, 1991. p. 143-162.

KIISKILA, S. The effect of seedling size on field performance. **PRT's Notes from the field**. 1999. Disponível em:
<<http://www.prtgroup.com/customersupport/resources/field/prtkiiskila>>. Acesso em: 08 out. 2001.

KRAMER, P. J.; ROSE JUNIOR, W. Physiological characteristics of loblolly pine seedlings in relation to field performance. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NURSERY MANAGEMENT PRACTICES FOR THE SOUTHERN PINES. Alabama: Auburn University/IUFRO, 1985. p. 416-440.

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

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2. ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1998. 351 p.

LORENZO, J. S.; GRIFFITH, J. J.; JUCKSCH, I.; SOUZA, A. L.; REI, M. G. F.; VALE, A. B. A Fitossociologia para recuperar área de lavra. *Ambiente*, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 26-34, ago. 1994.

LOWERY, R. F.; GJERSTAD, D. H. Chemical and mechanical site preparation. In: DURYEA, M. L.; DOUGHERTY, P. M. (Ed.). **Forest regeneration manual**. Netherlands: Klumer Academic Publishers, 1991. p. 251-277.

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M. G. (Coord.). **Fisiologia vegetal**, 1. 2. ed. São Paulo: EPU/EDUSP, 1985. p. 333-350.

McTAGUE, J. P.; TIHUS, R. W. The Effects of Seedling Quality and Forest Site Weather on Field Survival of Ponderosa Pine. **Tree Planters' Notes**. Washington, n. 33, Jun. 1996. Disponível em: <www.srs.fs.fed.us/pubs/rpc/1998-06/rpc_98jun_33.pdf>. Acesso em: 10 set. 2001.

MEXAL, J. G.; LANDIS, T. D. Target seedling concepts: height and diameter. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM; MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, 1990, Oregon. **Proceedings...** Oregon: USDA, 1990. p. 17-37

MOHAMMED, G. H.; NOLAND, T. L.; WAGNER, R. G. Physiological perturbation in jack pine (*Pinus banksiana* Lamb.) in the presence of competing herbaceous vegetation. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 103, n. 1, p. 77-85, Apr. 1998.

MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M. Efeitos da luminosidade sobre o estado nutricional de mudas de seis espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 29-38, jan./mar. 2001.

MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; TAKAKI, M.; CENCI, S.; GONÇALVES, J. C. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na Mata Atlântica, em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 35-45, jan./mar. 2000.

NEBGEN, R. J.; MEYER, J. F. Seed bed density, undercutting, and lateral root pruning effects on loblolly seedling morphology, field survival, and growth. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NURSERY MANAGEMENT PRACTICES FOR THE SOUTHERN PINES. Alabama: Auburn University/IUFRO, 1985. p. 136-156.

NUSSBAUM, R.; ANDERSON, J.; SPENCER, T. Factors limiting the growth of indigenous tree seedlings planted on degraded rainforest soils in Sabah, Malaysia. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 74, n. 1/3, p. 149-159, June 1995.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. *Revista Cerne*, Lavras, v. 1, n. 1, p. 64-72, 1994.

OWSTON, P. Target seedling specification: are stocktype designation useful?. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM; MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, 1990, Oregon. *Proceedings...* Oregon: USDA, 1990. p. 9-17.

PAIVA, A. V.; POGGIANI, F. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas plantadas no sub-bosque de um fragmento florestal. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n. 57, p. 141-151, jun. 2000.

PARROTTA, J. A.; KNOWLES, O. H. Restoring tropical forests on lands mined for bauxite: examples from the brazilian amazon. *Ecological Engineering*, Amsterdam, v. 17, n. 2/3, p. 219-239, July 2001.

PARVIAINEN, J. Containerized Forest tree seedling production in Finland and other nordic countries. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: métodos de produção e controle de qualidade de sementes e mudas de espécies florestais, 1., 1984, Curitiba. *Anais...* Curitiba: UFPR/FUPEF, 1984. p. 403-415.

PAULA, R. A. de Metodologia para determinação dos custos da qualidade em produção de mudas de eucalipto. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PEREIRA, A. V.; PEREIRA, E. B. C. Influência do tamanho do saco plástico no desenvolvimento de mudas de seringueira, durante a fase de viveiro. Manaus: EMBRAPA, 1985. 7 p.

REIS, G. G. dos; REIS, M. das G. F.; MAESTRI, M.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. M. de. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloesiana* sob diferentes níveis de restrição radicular. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 13, n. 1, p. 1-18, jan./jun. 1989.

REIS, G. G. dos; REIS, M. das G. F.; RODRIGUES, F. L.; BERNARDO, A. L.; GARCIA, N. C. P. Efeito da poda de raízes de mudas de eucalipto produzidas em tubetes sobre a arquitetura do sistema radicular e o crescimento no campo. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 137-145, abr./jun. 1996.

RITCHIE, G. A.; TANAKA, Y. Root growth potential and the target seedling. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM; MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, 1990, Oregon. *Proceedings...* Oregon: USDA, 1990. p. 37-52

ROSE, R.; CARLSON, W. C.; MORGAN, P. The target seedling concept. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM; MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, 1990, Oregon. *Proceedings...* Oregon: USDA, 1990. p. 1-9.

ROSE JUNIOR, R. W. Outplanting performance in Virginia of genetically improved Virginia Piedmont loblolly pine seedlings produced in south Carolina and Virginia nurseries. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NURSERY MANAGEMENT PRACTICES FOR THE SOUTHERN PINES. Alabama: Auburn University/IUFRO, 1985. p. 275-289.

ROWAN, S. J. Seedbed density affects performance of slash and loblolly pine in Georgia. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NURSERY MANAGEMENT PRACTICES FOR THE SOUTHERN PINES. Alabama: Auburn University/IUFRO, 1985. p. 126-135.

SAMÔR, O. J. M.; CARNEIRO, J. G. de A.; BARROSO, D. G.; LELES, P. S. dos S. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 209-215, mar./abr. 2002.

SANTOS, C. B. Efeito de modelos de tubetes e tipo de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. Don. 1998. 65 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, SC.

SILVA, M. R.; NOGUEIRA, A. C.; CARVALHO, C. M. Caracterização fisiológica e sobrevivência no campo de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico durante a fase de rustificação. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 5., 1999, Curitiba. Anais... Curitiba: Biosfera, 1999a. 1 CD-ROM.

SILVA, M. R.; NOGUEIRA, A. C.; CARVALHO, C. M. Caracterização morfológica DE MUDAS de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico durante a fase de rustificação. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 5., 1999, Curitiba. Anais... Curitiba: Biosfera, 1999b. 1 CD-ROM.

SOUTH, D. B. Planting Morphologically Improved Pine Seedlings to Increase Survival and Growth. *Forestry and Wildlife Series*, Auburn, v. 1, p. 14. oct. 2000.

SOUZA, J. A de. Avaliação das estratégias de recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita em Poços de Caldas (MG). 1997. 104 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SUNDSTRÖM, E.; KEANE, M. Root architecture, early development and basal sweep in containerized and bare-rooted Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*). *Plant and Soil*, Dordrecht, v. 217, n. 1, p. 65-78, Mar. 1999.

SUTTON, R. F. Planting stock quality. *New Zeland Journal Forest Science*, Rotorua, v. 10, n. 1, p. 54-71, 1980.

TINUS, R. W. Root growth potential as an indicator of drought stress history. *Tree Physiology*, Victoria, v. 16, n. 8, p. 795-799, Aug. 1996a.

TINUS, R. W. The Value of Seedling Quality Testing. *Tree Planters' Notes*. Washington, v. 47, n. 2, Spring 1996b. Disponível em: <http://www.na.fs.fed.us/spfo/rngr/tpn/vol47-2/comments_47-2.htm>. Acesso em: 06 out. 2001.

TINUS, R. W.; OWSTON, P. W. Physiology research mad forestation with container-grown seedlings successful. In: DURYEA, M. L.; BROWN, G. (Ed.) *Seedling physiology and reforestation success*. Netherlands: Martinus Nijhoff, 1984. p. 143-155.

VALERI, S. V.; SILVA, M. L.; PAULA, R. C.; FONSECA, É. P. Efeitos de componentes de substratos na produção de mudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6., 2000, Porto Seguro. *Anais...* Rio de Janeiro: Biosfera, 2000.

VENATOR, C. R.; LIEGEL, L. H.; BARNETT, J. P. Bare-root versus container production of pines in the American tropics. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NURSERY MANAGEMENT PRACTICES FOR THE SOUTHERN PINES. Alabama: Auburn University/IUFRO, 1985. p. 72-82

CAPÍTULO 2

1 RESUMO

JOSÉ, A.C. Efeito do tamanho de tubetes e densidade de cultivo na qualidade de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi), mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) e guatambu (*Aspidosperma parvifolium* A.DC.). 2003. Cap. 2, p.39-72. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹

Este estudo teve como objetivos avaliar o efeito do tamanho do tubete e da densidade de cultivo na qualidade de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi), mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) e guatambu (*Aspidosperma parvifolium* A.DC.). Os tratamentos consistiram na variação do tamanho e densidade de cultivo das mudas (tubetes de 50 ml nas densidades de 198 e 396 mudas/m² e tubetes de 150 ml nas densidades de 108 e 216 mudas/m²), fazendo-se avaliações morfológicas (diâmetro, altura, número de folhas, área foliar, peso de matéria seca de parte aérea e raízes), de índices morfológicos (altura/diâmetro, peso de matéria seca da parte aérea/peso de matéria seca de raízes e índice de qualidade de Dickson) e do potencial de crescimento radicular pela emissão de novas raízes, montado num delineamento inteiramente casualizado (4 x 6), sendo as médias comparadas pelo teste de Scot-Knott ($p < 0,05$). Verificou-se que o volume do recipiente e a densidade de cultivo têm efeito significativo sobre a qualidade morfológica das mudas de aroeira e mutamba, sendo as melhores mudas produzidas nos maiores recipientes e, para os mesmos recipientes, em menor densidade. Na avaliação do potencial de crescimento radicular para as mudas de aroeira, houve efeito significativo somente da densidade de cultivo, com maior emissão de novas raízes em mudas que foram produzidas nas menores densidades. Para a mutamba, somente as mudas produzidas em tubetes de 50 ml e na densidade de 396 mudas/m² apresentaram qualidade inferior. Para as mudas de guatambu, não houve efeito significativo dos tratamentos na qualidade morfofisiológica aos 120 dias após a repicagem. Verificou-se também que o diâmetro é a característica que deve ser usada para a determinação da qualidade das mudas das espécies estudadas.

¹ Orientador: Antônio Cláudio Davide - UFLA.

2 ABSTRACT

JOSÉ, A.C. Effect of the plastic tubes size and density cultivation on seedling quality of aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi), mutamba (*Guazuma ulmifolia* lam.), and guatambu (*Aspidosperma parvifolium* A.DC.) seedlings. 2003. Cap. 2, p. 39-72. Dissertation (Master Science in Forest Engineering) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.²

The objective of this study was to evaluate the effect of the plastic tube size and density cultivation on seedling quality of aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi), mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.), and guatambu (*Aspidosperma parvifolium* A.DC.) seedlings. The treatments consisted of seedling size and density cultivation variation (50 ml plastic tubes in 198 and 396 seedlings/m² and 150 ml plastic tubes in 108 and 216 seedlings/m²). The following evaluations were made: morphology (diameter, height, number of leaves, leaf area, shoot and root dry matter weight), morphologic indexes (height/diameter, shoot dry matter weight/ root dry matter weight Dickson quality index), and root growth potential, through the emission of new roots. The experiment was set in a completely randomized delineation (4 x 6) and the means were compared through the Scot-Knott test ($p < 0.05$). It was noticed that the container volume and the cultivation density have significant effect upon the morphologic quality of the aroeira and mutamba seedlings, being the superior seedlings produced in the larger recipients, and for the same recipients in the smaller density. In the evaluation of the aroeira seedlings root growth potential only the cultivation density had a significant effect, with a major emission of new roots in seedlings produced at the smallest densities. As for the mutamba seedlings, only the ones produced in 50 ml plastic tubes at the density of 396 seedlings/m² presented an inferior quality. The treatments did not present a significant effect on the morphophysiological quality of the guatambu seedlings 120 days after transplantation. It was also observed that the diameter is the characteristic that must be used to determine the seedling quality for the species studied.

² Adviser: Antônio Cláudio Davide - UFLA

3 INTRODUÇÃO

Vários são os métodos para produção de mudas de espécies florestais, os quais são classificados em dois grupos: mudas de raiz nua e mudas em recipientes.

A utilização de recipientes para a produção de mudas tem como objetivo a proteção do sistema radicular, maior controle do crescimento das plantas pelo cultivo em casas de vegetação, maior eficiência no uso de insumos e facilidade no manejo das mudas, podendo-se, inclusive, mecanizar o processo de produção.

A produção de mudas de espécies florestais para reflorestamentos com fins comerciais no Brasil, principalmente de espécies folhosas de rápido crescimento, estimada em 130.000 hectares/ano, é feita quase que em sua totalidade em recipientes. O tubete de polietileno com volume em torno de 50 ml é o tipo predominante. A escolha por este tipo de recipiente deve-se às facilidades operacionais (manejo no viveiro, transporte e plantio) e às vantagens biológicas (mudas com sistema radicular bem formado, sem deformações e com máxima proteção contra danos) para a produção de grandes quantidades de mudas. Estes fatores reduzem de forma significativa o custo de produção das mudas e, conseqüentemente, da implantação florestal e o custo final do produto, sendo o resultado de três décadas de pesquisas florestais no Brasil.

Atualmente, a demanda por mudas de espécies nativas tem crescido significativamente. Somente no estado de São Paulo, para a recuperação de suas áreas degradadas, estima-se a necessidade da produção de 2 bilhões de mudas, havendo atualmente, uma demanda de 13 milhões de mudas por ano (Goldemberg, 2002). Dessa forma, percebe-se a necessidade de estudos sobre métodos para propagação massal de espécies nativas, que proporcionem baixo custo e mudas de alta qualidade.

A qualidade de mudas é função do potencial do material genético e das práticas culturais no viveiro. As mudas produzidas em recipientes encontram restrições ao crescimento radicular e da parte aérea, proporcionalmente ao volume do recipiente e da densidade de cultivo, respectivamente, o que acarreta diferenças em altura, diâmetro e peso de matéria seca. No entanto, a qualidade fisiológica destas mudas, bem como o desempenho pós-plantio ainda não são conhecidos.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo a avaliação do efeito do tamanho do tubete e da densidade de cultivo na qualidade morfofisiológica das mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi), mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) e guatambu (*Aspidosperma parvifolium* A.DC.).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização do local de estudo

As mudas foram produzidas em casa de vegetação, no viveiro florestal da Universidade Federal de Lavras, sul do estado de Minas Gerais, a 900 metros de altitude, com latitude de 21° 14', longitude de 45° 00' W e clima do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen.

4.2 Preparo do substrato, semeadura e repicagem

Foram utilizadas três espécies: aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi), mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) e guatambu (*Aspidosperma parvifolium* A. DC.). As sementes foram semeadas em sementeira no final de agosto e as plântulas foram repicadas para os tubetes assim que atingiram dimensões próximas a 4 cm.

O substrato utilizado para enchimento dos tubetes foi composto de uma mistura de esterco de curral peneirado, casca de arroz carbonizada, vermiculita textura média e terra de subsolo peneirada, numa proporção de 4:3:2:1 em volume, respectivamente, seguindo recomendação de Faria (1999). Para cada m³ de substrato adicionaram-se 2 kg de termofosfato magnésiano (Yorin®), 0,5 kg de sulfato de amônio e 0,3 kg de cloreto de potássio.

4.3 Recipientes e densidades de cultivo

Foram utilizados dois tipos de tubetes de polietileno: tubetes de 150 ml, com diâmetro superior de 5,1 cm, 13 cm de altura e oito frisos internos; e os tubetes de 50 ml, com 2,6 cm de diâmetro superior, 12,5 cm de altura e seis

frisos internos e duas densidades de cultivo das mudas para cada tamanho de tubete. A combinação dos tratamentos foi a seguinte: tratamento 1 (T50D198): tubetes de 50 ml na densidade de 198 mudas/m² (bandeja com 50% das células ocupadas); tratamento 2 (T50D396): tubetes de 50 ml na densidade de 396 mudas/m² (bandeja cheia); tratamento 3 (T150D108): tubetes de 150 ml na densidade de 108 mudas/m² (bandeja com 50% das células cheias) e tratamento 4 (T150D216): tubetes de 150 ml crescendo na densidade de 216 mudas/m² (bandeja cheia).

4.4 Adubação de cobertura

A adubação de cobertura iniciou-se aos 30 dias após a repicagem, contendo a seguinte formulação: 0,008 g de KCl (cloreto de potássio) + 0,1 g de MAP (fosfato monoamônico) aplicados via solução aquosa em cada tubete com pistola veterinária a cada 15 dias (o que corresponde à aplicação de 1 kg de MAP + 80 g de KCl aplicados em 10.000 mudas), conforme recomendação de Faria (1999). Foi realizada também adubação de cobertura com micronutrientes, via pulverização foliar, para correção de sintomas de deficiência nutricional de ferro e manganês detectados durante o ciclo de produção de mudas, contendo a seguinte formulação: uréia (5 g/l), cloreto de potássio (3 g/l), ácido bórico (3 g/l), sulfato de manganês (3 g/l), sulfato ferroso amoniacal (3 g/l) e espalhante adesivo Agril® (0,5g/l), seguindo recomendações de CFSEMG (1999).

4.5 Avaliações

As avaliações iniciaram-se aos 30 dias após a repicagem, sendo avaliados mensalmente o diâmetro (D) e a altura das plantas (H).

Ao final do experimento, 120 dias após a repicagem para o guatambu e 90 dias para a aroeira e mutamba, foi feita uma amostragem nos tratamentos para a avaliação do potencial de crescimento radicular (PCR), número de folhas (NF), área foliar (AF), peso de matéria seca de parte aérea (Pa) e de raízes (Raiz) e dos índices morfológicos: relação altura (cm)/ diâmetro (mm)(H/D), peso da matéria seca da parte aérea (g)/peso de matéria seca de raízes (g) (Pa/Raiz) e do índice de qualidade de Dickson (ID).

O diâmetro do colo foi medido com paquímetro com precisão de 0,05 cm e a altura com régua graduada, tomando-se como padrão a gema terminal (meristema apical).

Para a avaliação do potencial de crescimento radicular (PCR), 8 mudas amostradas ao acaso em cada tratamento foram transplantadas para vasos de 5 litros contendo uma mistura de 50% de terra de subsolo peneirada e 50% de areia lavada. Os vasos foram colocados em casa de vegetação e, ao final do 10º dia, as mudas foram retiradas do substrato, fazendo-se a lavagem do sistema radicular em água corrente para a contagem do número de novas raízes.

Ao final do teste, estas amostras foram levadas ao laboratório para avaliação do estado do sistema radicular, contagem do número de folhas e medição da área foliar das mudas (feito com medidor Logitech, modelo CI), quantificação do peso de matéria seca para obtenção das relações de massa e dos índices morfológicos, fazendo-se a separação das partes em embalagem (sacos de papel) e identificação para cada planta, sendo colocadas em estufa a 70°C por um período de aproximadamente 72 horas (até adquirir peso constante).

4.6 Delineamento experimental e análise

O delineamento experimental para a avaliação do efeito dos tratamentos (densidade e tamanho dos tubetes) no crescimento das mudas (diâmetro e altura)

foi o inteiramente casualizado - DIC, num esquema de parcelas subdivididas no tempo, com 4 tratamentos e 6 repetições; cada repetição foi constituída de 10 plantas. A análise foi feita usando-se o programa Sisvar 4.3 (Furtado, 2000), sendo as médias comparadas pelo teste de Scot-Knott.

Para a avaliação do efeito dos tratamentos no PCR, número de folhas, área foliar, peso de matéria seca da parte aérea, peso de matéria seca de raízes, peso de matéria seca total, relação peso de matéria seca da parte aérea/peso de matéria seca de raízes, relação diâmetro (mm)/altura (cm) e índice de qualidade de Dickson (ID), foi usado um delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 4 repetições, em que cada repetição é a média da avaliação de 2 plantas.

Foi avaliada também a qualidade do sistema radicular pela inspeção visual, onde procurando-se diagnosticar a estrutura e a conformação do sistema radicular, além da presença de enovelamento e outras lesões radiculares.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise morfológica

5.1.1 Diâmetro

Os resultados das análises de crescimento em diâmetro das mudas das três espécies estudadas estão apresentados na Figura 1.

A variação no tamanho do recipiente e da densidade de cultivo afetou significativamente o crescimento das mudas de todas as espécies. As mudas de aroeira e mutamba de maior diâmetro foram obtidas nos maiores recipientes (150 ml) e no mesmo recipiente quando cultivadas em menores densidades. A mutamba foi a espécie que mais respondeu ao efeito dos tratamentos, apresentando diferenças significativas desde os 30 dias após a repicagem. O guatambu, por outro lado, foi mais influenciado pela densidade de cultivo do que pelo volume dos tubetes, visto que foram obtidas mudas de mesmo diâmetro cultivadas em recipientes de volume diferentes. Também constatou-se que, em maiores densidades, as mudas de maior diâmetro foram obtidas em recipientes maiores.

Os resultados de crescimento em diâmetro e altura encontrados são semelhantes aos encontrados por Gomes (1990), Santos (1998) e Samôr et al. (2002), que também verificaram a influência do volume do recipiente no diâmetro das mudas. As diferenças aqui encontradas podem ser o resultado do maior volume de substrato por muda, o que aumenta a área disponível para crescimento radicular.

Os efeitos da densidade de cultivo sobre o diâmetro das mudas é semelhante ao citado por Carneiro (1985), Ward & Johnston (1985), Rowan (1985) e Carneiro (1995), em que as menores densidades de cultivo favoreceram o maior desenvolvimento do diâmetro do colo.

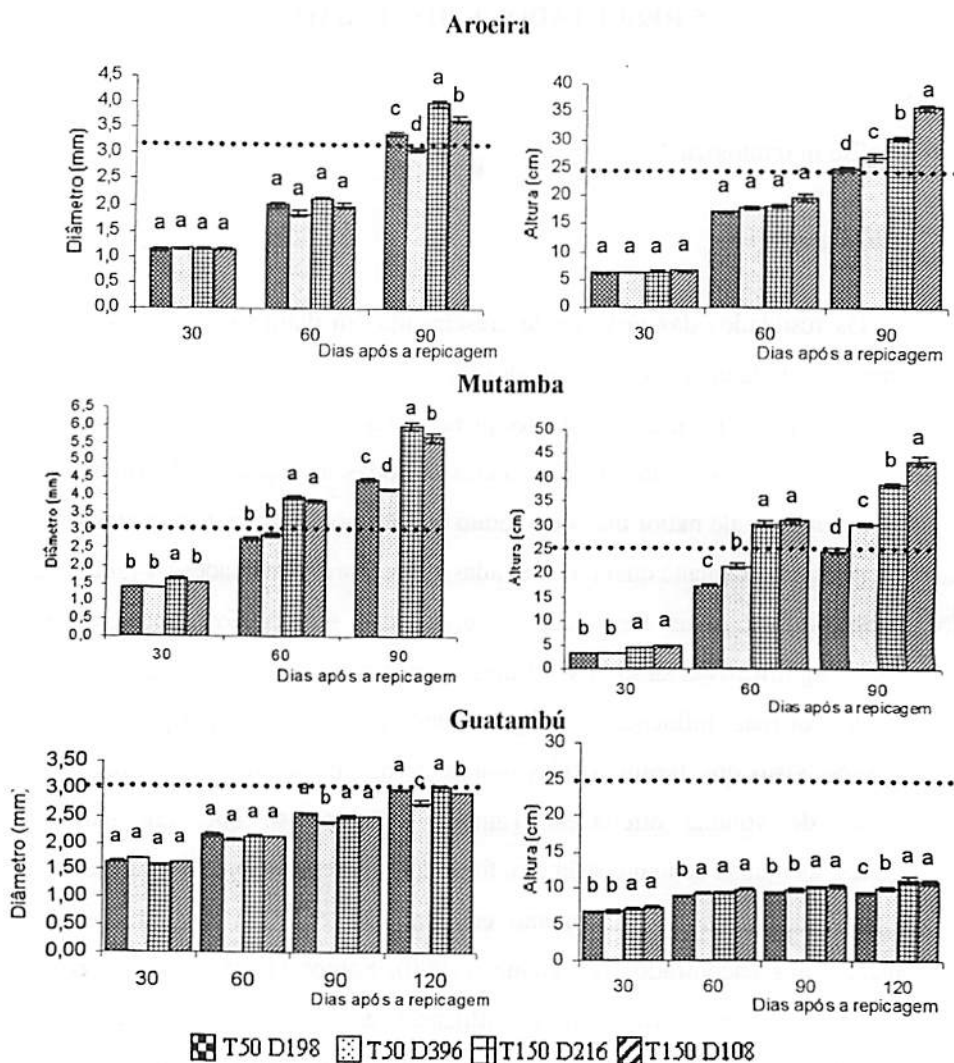


FIGURA 1 Crescimento em diâmetro e altura de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi), mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) e guatambu (*Aspidosperma parvifolium* A. DC.). Letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste Scot-Knott ($p < 0,05$), comparadas dentro de cada idade. As menores médias são representadas por "d". As barras verticais indicam o erro padrão da média. As linhas pontilhadas representam o padrão de altura (25 cm) e diâmetro (3 mm) adotados.

A aroeira e a mutamba, segundo Lorenzi (1998), são espécies pioneiras e possuem mudas com crescimento vigoroso. Desta forma, as diferenças encontradas com relação ao tamanho do tubete podem ser explicadas por este comportamento de crescimento das mudas que tiveram o crescimento limitado pelo menor volume do recipiente.

O guatambu, segundo Davide et al. (1995), é espécie clímax exigente em luz, possuindo ritmo de crescimento diferente das duas anteriores. O ciclo de produção de mudas é de 6 a 12 meses; entretanto, as avaliações foram feitas somente até os 4 meses após a repicagem. Neste período, as mudas apresentaram crescimento lento, com efeito marcante dos tratamentos. Assim, devido à baixa taxa de crescimento neste período o efeito da restrição imposta pelo volume dos tubetes e da competição por recursos (água, luz e nutrientes) não foi evidenciado, o que sugere a possibilidade de produção de mudas desta espécie em tubete de 50 ml, na densidade de 198 mudas/m², com qualidade semelhante às produzidas em tubetes 150 ml.

Dessa forma, observa-se sensibilidade diferente em resposta à redução do volume do recipiente, o mesmo relatado por Reis et al. (1989). Assim, a mutamba foi a espécie que apresentou maior diferença relativa em diâmetro em relação ao volume do tubete, seguida pela aroeira e a menos sensível o guatambu, que apresentou diferenças significativas, porém muito pequenas. Deve-se lembrar, ainda, que o maior volume dos recipientes e, conseqüentemente, maior diâmetro do recipiente, implica também numa menor densidade de cultivo. Assim, além dos efeitos do volume do tubete, não pode ser desconsiderada a maior densidade de cultivo para os tubetes de 150 ml.

Utilizando-se o padrão de 3 mm de diâmetro e 25 cm para altura da parte aérea nota-se que somente a aroeira e mutamba alcançaram o padrão mínimo para plantio; as mudas de mutamba produzidas em tubetes de 150 ml já

possuíam estas dimensões aos 60 dias após a repicagem. No entanto, as mudas de guatambu até, o momento da última avaliação, não alcançaram estes padrões.

5.1.2 Altura

Da mesma forma que para o diâmetro, todas as espécies responderam significativamente aos tratamentos, sendo, nas mudas de aroeira e mutamba, mais evidentes os efeitos. Para estas duas espécies, as mudas mais altas foram obtidas em maiores recipientes e em maiores densidades de cultivo.

Para as mudas de guatambu houve efeito do volume do tubete no crescimento das mudas. Mudanças maiores foram obtidas nos recipientes de 150 ml. Nesta dimensão de recipiente não houve efeito da densidade de cultivo, o que ocorreu nos recipientes de 50 ml, em que as maiores alturas foram obtidas quando as mudas cresceram na maior densidade (Figura 1). Assim, pode-se deduzir que nos recipientes de 50 ml houve competição da parte aérea por espaço, com aumento da altura, em consequência do aumento da densidade de cultivo. O mesmo não ocorreu nos tubetes de 150 ml, em que as densidades de 108 e 216 mudas/m² são adequadas para produção de mudas desta espécie. Deve-se, portanto, preferir a menor densidade, para obtenção de mudas de maior diâmetro.

Avaliando o efeito de diferentes recipientes no crescimento de mudas de espécies florestais, Daniel et al. (1994) trabalharam com *Goupia glabra*, Santos (1998) avaliou *Cryptomeria japonica* e Barros et al. (2000) estudaram métodos de produção de mudas de *Eucalyptus grandis*. Todos os autores concluíram que o volume do recipiente tem relação direta com a altura das mudas, tendo as mudas mais altas sido obtidas nos maiores recipientes.

As mudas, além de competir por nutrientes e espaço para crescimento radicular (Mexal & Landis, 1990), também competem por luz para a realização de fotossíntese. A relação da altura com a densidade de cultivo, segundo estes

autores, é complexa e variável; em altas densidades, as mudas tendem a um aumento da altura como resposta ao auto-sombreamento das folhas. Este comportamento também é citado por Felipe (1986), Carneiro (1985), Carneiro (1995) e Fonseca (2000), que atribuem isto a uma estratégia adaptativa das plantas para escape à baixa intensidade luminosa, nos períodos de competição vegetativa.

Nota-se, portanto, um efeito pronunciado do tamanho do tubete na qualidade das mudas, quando se avalia o seu diâmetro e altura. Este efeito é a resposta das mudas à restrição imposta pelo volume dos menores recipientes para o crescimento radicular. Comparando-se os dois tubetes utilizados neste estudo, verifica-se que há uma diferença de 3 vezes em volume do menor para o maior tubete. No entanto, acredita-se que as diferenças em altura e diâmetro observadas podem ser diminuídas, ou até mesmo eliminadas, mediante a compensação nutricional das mudas produzidas em menores tubetes, com maior aplicação de fertilizantes e maior frequência de aplicações. Isto porque, quanto menor o recipiente, menor será a permanência dos elementos no substrato, tanto pelo consumo da muda, quanto por lixiviação por ocasião da irrigação.

5.1.3 Número de folhas

Para a variável número de folhas das mudas não houve efeito significativo dos tratamentos para o guatambu (Tabela 1). Para as outras espécies foi constatado somente o efeito do volume do recipiente, tendo as mudas cultivadas em recipientes de 150 ml apresentado maior número de folhas aos 90 dias após a repicagem.

Dessa forma, apesar dos tratamentos terem influenciado os outros parâmetros aqui apresentados, para as mudas de aroeira e mutamba a densidade

TABELA 1 Resultados da análise do número de folhas (NF), área foliar (AF) (cm²), peso de matéria seca da parte aérea (Pa) (g), peso de matéria seca de raízes (Raiz) e peso de matéria seca total (Tot.) (g) de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi), mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) aos 90 dias após a repicagem e guatambu (*Aspidosperma parvifolium* A.DC.) aos 120 dias após a repicagem.

Tratamentos*	Espécie																	
	Aroeira						Mutamba						Guatambu					
	NF ¹	AF	Pa	Raiz	Tot	NF ¹	AF	Pa	Raiz	Tot	NF	AF	Pa	Raiz ²	Tot ²			
T50 D198	15,5b	264,5b	2,23b	0,80c	3,03b	8,0b	124,1b	1,76c	1,68c	3,43c	10,9a	89,1a	0,48a	0,49b	0,96b			
T50 D396	16,3b	255,4b	2,15b	0,63d	2,78b	5,9b	83,0b	1,24d	1,01d	2,24d	9,9a	110,4a	0,66a	0,55b	1,21b			
T150 D108	20,0a	479,0a	4,53a	1,68a	6,21a	16,6a	300,0a	4,61a	4,45a	9,05a	16,1a	156,9a	1,06a	0,98a	2,04a			
T150 D216	19,4a	420,9a	4,36a	1,23b	5,59a	11,4a	294,0a	4,11b	3,20b	7,31b	12,4a	169,4a	1,13a	1,14a	2,26a			

* Letras diferentes nas colunas indicam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste Scot-Knott (p<0,05), em que as menores médias são representadas por "d".

não afetou o número de folhas das mudas. O maior número de folhas foi consequência natural do maior crescimento em altura das mudas em recipientes de 150 ml, visto que a emissão de folhas é feita de acordo com o desenvolvimento da parte aérea.

5.1.4 Área foliar

Os resultados da análise da área foliar das mudas estão apresentados na Tabela 1. Da mesma forma que para o número de folhas, pode-se observar que, para a mutamba e a aroeira, não há efeito da densidade de cultivo sobre a variável, verificando-se que mudas com maior área foliar são obtidas quando cultivadas em recipientes de 150 ml. Para o guatambu, não foi observado efeito significativo dos tratamentos sobre esta variável. Neste estudo, os resultados encontrados para mudas de mutamba produzidas em tubetes de 50 ml (83-124 cm²) são superiores aos obtidos por Valeri et al. (2000), que encontraram valores entre 75-90 cm².

A área foliar da planta é um dos principais indicativos da sua capacidade produtiva (Magalhães, 1985). O aumento na densidade de cultivo diminui a área de crescimento para cada planta, o que ocasiona maior competição por luz, devido ao auto-sombreamento das folhas. Segundo Fonseca (2000), o aumento na área foliar das plantas, nestas condições, é uma estratégia que espécies climax utilizam para aumentar a sua taxa fotossintética, pelo aumento da superfície de absorção, o que não ocorreu neste caso, pois a aroeira e mutamba são espécies pioneiras.

Da mesma forma, resultados semelhantes foram encontrados por Ferreira (1977), citado por Fonseca (2000), trabalhando com mudas de *Enterolobium contortisiliquum*, *Peltophorum dubium* e *Hymanaea stignocarpa* e por Scalon & Alvarenga (1993), com mudas de *Platycianus regnelli*. Todos os

autores, testando níveis de sombreamento sobre a área foliar destas espécies, não encontraram modificações significativas sobre a área foliar das mudas.

5.1.5 Peso de matéria seca

5.1.5.1 Peso de matéria seca total

Para as mudas de aroeira e guatambu, avaliando-se esta variável, observou-se somente o efeito do tamanho dos recipientes, com acúmulo de matéria seca maior nos tubetes de 150 ml. Isto evidencia uma relação direta entre volume e peso de matéria seca total, em que o recipiente de 50 ml ocasionou restrição ao crescimento radicular destas espécies.

Segundo Reis (1989), a restrição do sistema radicular ocasionada pelos recipientes é responsável pela redução do crescimento da planta, o que reflete diretamente na produção de matéria seca total.

Barros et al. (2000) e Samôr et al. (2002) também verificaram este mesmo comportamento quanto à produção de matéria seca, em que esta foi proporcional ao volume do tubete.

Avaliando-se o acúmulo de matéria seca pelas mudas de mutamba, ao contrário do que aconteceu para as outras duas espécies, notou-se efeito significativo da densidade de cultivo e do volume do recipiente pelo teste de Scot-Knott ($p < 0,05$). Estas diferenças podem ser explicadas pela maior sensibilidade da espécie ao efeito dos tratamentos aqui utilizados, que pode ser observado no crescimento em altura e diâmetro ao longo do seu ciclo (Figura 1). Observam-se diferenças significativas no crescimento destas variáveis, desde os 30 dias após a repicagem, o que não ocorreu com as outras duas espécies.

5.1.5.2 Peso de matéria seca de raízes

O efeito do tamanho dos tubetes e o da densidade de cultivo nas mudas de mutamba e aroeira aos 90 dias após a repicagem foram semelhantes (Tabela 1). Nestas espécies, obtiveram-se maiores médias quando as mudas foram produzidas em recipientes de 150 ml. O cultivo em menores densidades proporcionou maior acúmulo de matéria seca nos dois recipientes usados.

Segundo Duryea (1984), a maior capacidade de crescimento radicular em menor densidade está ligada a meios de sobrevivência e crescimento inicial das mudas.

O efeito do volume do recipiente no peso seco de raízes das mudas destas duas espécies está, aparentemente, ligado à área efetiva para crescimento das raízes, tendo em vista que houve um aumento proporcional constante no acúmulo de matéria seca das mudas (aproximadamente 3:1 para a mutamba e 2:1 na aroeira), ao compararem-se os dois recipientes em maiores e menores densidades. Deve-se lembrar ainda que quanto maior o volume do recipiente, maior será a quantidade de nutrientes e água retidos, elementos essenciais ao crescimento da planta.

Este padrão de desenvolvimento também foi encontrado por Brisset et al. (1991) e Santos (1998). Estes autores relacionam o volume do recipiente com a quantidade de raízes produzidas e, conseqüentemente, maior peso de matéria seca acumulada nos maiores recipientes.

A maioria dos trabalhos testando o efeito da densidade de cultivo na qualidade de mudas de espécies florestais é concentrada em mudas de raiz nua. Neste sistema, a competição por espaço, nutrientes e água para crescimento ocasiona redução do crescimento das mudas. No cultivo em recipientes, onde não há competição por espaço pelo sistema radicular de plantas vizinhas, o efeito da densidade sobre o acúmulo de matéria seca no sistema radicular pode

ser explicado pela maior quantidade de luz incidente, menor taxa de auto-sombreamento e, conseqüentemente, maior eficiência fotossintética (Leopold & Kriedeman, 1975). Deve-se levar em consideração ainda que, com o sombreamento de folhas, pode ocorrer consumo de fotoassimilados para crescimento, portanto, diminuindo as reservas radiculares.

5.1.5.3 Peso de matéria seca da parte aérea

A análise do peso de matéria seca da parte aérea das mudas de mutamba mostra que houve efeito significativo da densidade de cultivo e do tamanho dos tubetes. Mudanças com maior peso de matéria seca foram obtidas em recipientes maiores e, no mesmo volume de recipiente, nas menores densidades de crescimento (Tabela 1). O maior peso de matéria seca da parte aérea para esta espécie, em menores densidades, pode ser explicado pelo maior diâmetro e número de folhas. Apesar desta última característica não ter mostrado diferenças significativas quanto aos tratamentos, apresentou sempre a tendência de maior número de folhas quando as mudas foram cultivadas em menor densidade. Além do mais, pode-se inferir que as mudas que cresceram em menores densidades podem ter folhas com estruturas diferenciadas daquelas que cresceram em altas densidades.

Estas diferenciações, segundo (Taiz & Zeiger, 1991) podem ser alterações morfológicas, tais como alteração na espessura das folhas pela disposição celular no tecido epidérmico distribuídas em colunas paliçadas, formando uma estrutura mais compacta, enquanto que as folhas em condições de sombreamento possuem células parenquimáticas de distribuição irregular, resultando em maior quantidade de espaços vazios entre células (parênquima lacunoso). Segundo Felipe (1986), esta é uma limitação deste índice, visto que a planta pode crescer sem que haja aumento em seu peso seco, já que os fatores

que afetam o crescimento podem não atuar necessariamente no acúmulo de matéria seca.

Para as mudas de aroeira houve efeito significativo pelo teste de Scot-Knott ($p < 0,05$) somente do volume do tubete, enquanto que para o guatambu não houve diferença estatística entre os tratamentos.

A relação entre volume do recipiente e produção de matéria seca pela parte aérea observada nas mudas de aroeira e mutamba reforça o que foi encontrado por Barros et al. (1978) e Samôr et al. (2002), que também relacionam a produção de matéria seca ao volume do recipiente. Estes autores observaram que maiores volumes de substrato, em recipientes maiores, fornecerão maiores quantidades de elementos minerais, água e espaço para crescimento, quando comparado com recipientes menores.

5.2 Índices morfológicos

TABELA 2 Resultados das análises dos índices morfológicos: altura (cm)/diâmetro (mm) – H/D, peso de matéria seca da parte aérea (g)/peso de matéria seca de raízes (g) – Pa/Raiz; Índice de qualidade de Dickson – ID, na avaliação da qualidade de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi) e mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.), aos 90 dias após a repicagem e guatambu (*Aspidosperma parvifolium* A.DC.) aos 120 dias após a repicagem.

Tratamentos*	Aroeira			Mutamba			Guatambu		
	H/D	Pa/Raiz	ID	H/D	Pa/Raiz	ID	H/D	Pa/Raiz	ID
T50 D198	7,3c	2,74a	0,34c	5,5d	1,08a	0,50c	3,1b	1,21a	0,49b
T50 D396	8,7b	3,48a	0,25c	7,2b	1,26a	0,25d	3,7a	1,20a	0,55b
T150 D108	7,6c	2,78a	0,73a	6,5c	1,07a	1,17a	3,7a	1,06a	0,72b
T150 D216	9,8a	3,50a	0,50b	7,7a	1,31a	0,79b	3,7a	1,06a	0,80a

* Letras diferentes nas colunas indicam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste Scot-Knott ($p < 0,05$), onde as menores médias são representadas por “d”.

5.2.1 Relação altura da parte aérea/diâmetro do colo

Em menores densidades não foram encontradas diferenças significativas pelo teste de Scot-Knott ($p < 0,05$) no crescimento das mudas de aroeira, onde foram produzidas as mudas mais vigorosas. Por outro lado, diferenças significativas foram encontradas em maiores densidades, sendo que os menores índices foram obtidos em recipientes menores. Analisando-se a relação altura/diâmetro ao longo do ciclo de produção das mudas (figura 2), percebe-se que, nos primeiros 60 dias, as mudas desta espécie tendem a ter um crescimento em altura acelerado, o que gera índices maiores nesta fase. No entanto, a partir deste ponto, há redução no crescimento em altura e aumento do crescimento em diâmetro, o que faz com este índice diminua, tornando-se as mudas mais vigorosas, principalmente em menores densidades, com crescimento balanceado.

A análise deste índice para a mutamba mostra diferenças significativas entre tubetes e densidades, sendo os menores índices obtidos quando as mudas crescem em menores tubetes e densidades. A densidade, como já mencionado anteriormente, altera o crescimento da altura e diâmetro e as diferenças entre tubetes, provavelmente, está ligada à restrição ao crescimento imposta pelos menores recipientes, que se tornou evidente no período do estudo (Figura 2).

Para aroeira e mutamba, observa-se um rápido crescimento inicial em altura das mudas até os 60 dias, momento no qual se inicia maior crescimento em diâmetro, indicando, portanto, que o momento para a redução da densidade de cultivo situa-se próximo de 60 dias para estas duas espécies. O acompanhamento do crescimento das mudas no viveiro, ao longo do ciclo de crescimento, é importante para garantir que o padrão de qualidade das mudas estabelecido pelo viveirista seja alcançado. Ao contrário do que aconteceu com as duas espécies descritas anteriormente, na produção de mudas de guatambu só houve diferença significativa na avaliação deste índice para as mudas produzidas

em recipientes de 50 ml na densidade de 198 mudas/m², sendo que para os demais tratamentos não houve diferenças significativas (Tabela 2).

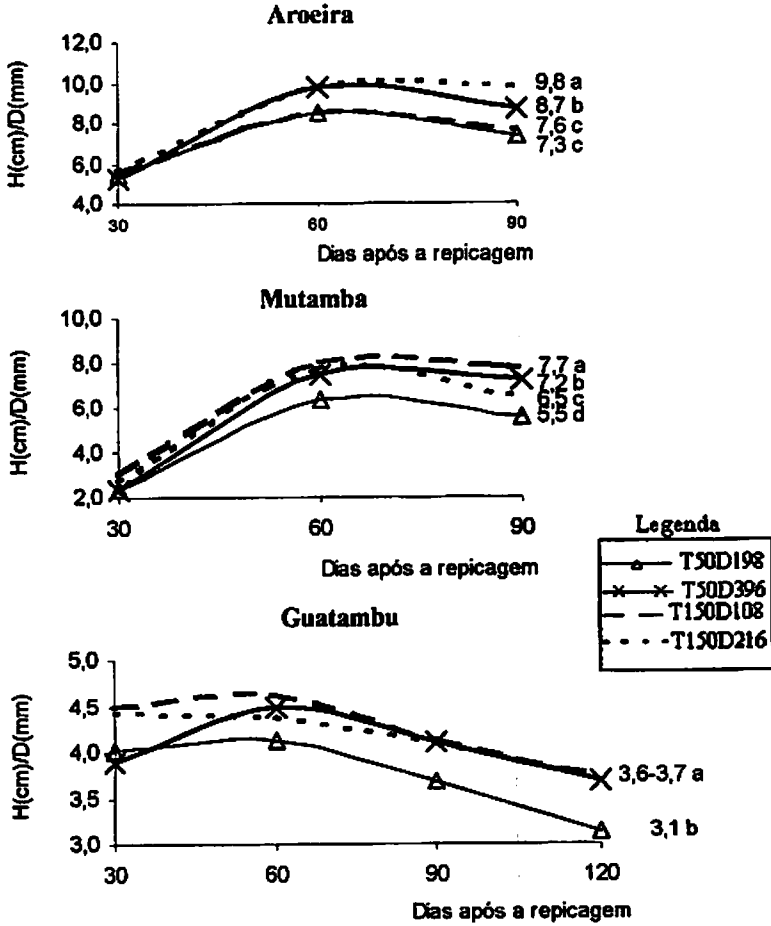


FIGURA 2 Relação H/D em mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi), mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) e guatambu (*Aspidosperma parvifolium* A. DC.). Letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste Scot-Knott ($p < 0,05$). As menores médias são representadas por "d".

Para todas as espécies observa-se uma tendência clara de aumento do índice nos primeiros 60 dias. Depois deste período, há tendência na redução no índice H/D, principalmente nas mudas cultivadas em menores densidades, pela redução no crescimento em altura e maior incremento em diâmetro (Figura 2).

Schmidt Vogt (1967), citado por Carneiro (1985), concluiu que mudas menores possuem melhor qualidade que mudas maiores, avaliando-se o índice de pegamento, quando estas possuem diâmetros semelhantes. Desta forma, pode-se afirmar que mudas de aroeira e mutamba produzidas em tubetes de 50 e 150 ml e o guatambu em tubete de 50 ml, em menor densidade possuem melhor qualidade do que quando produzidas em densidades maiores, avaliadas pelo índice H/D aos 90 e 120 dias após a repicagem (Tabela 2).

Dessa forma, percebe-se que a avaliação da altura e diâmetro em combinação é mais eficiente na classificação da qualidade das mudas, podendo ser usado para padronizar a produção de mudas em recipientes de volumes diferentes.

5.2.2 Relação parte aérea/sistema radicular

A relação parte aérea/sistema radicular das mudas não apresentou diferenças significativas pelo teste de Scot-Knott ($p < 0,05$), apesar de terem ocorrido diferenças significativas no peso de matéria seca total, raízes e parte aérea das mudas das três espécies, com a variação do volume do tubete e densidade de cultivo.

A ausência de resposta significativa pode ser explicada pelo ajuste do crescimento das mudas em recipientes, em que a restrição imposta ao crescimento promove o crescimento balanceado entre as partes, sem alteração na distribuição relativa de matéria seca com a variação do volume. Este fato também foi citado por Reis (1989), Carneiro (1995) e (Townend & Dickinson,

1995 e Campostrini, 1997) citados por Samôr et al. (2002). Vale a pena recordar que foram verificadas diferenças em altura, diâmetro, número de folhas e área foliar.

Dessa forma, este índice, que é capaz de captar a partição de matéria seca entre as partes, não mostrou como ela está distribuída dentro de cada uma delas. Ou seja, segundo este índice, é possível produzir mudas de qualidade semelhante nas diferentes densidades e volume de recipiente, sendo isto também verificado para mudas de *Pinus*, por Mullin & Bowdery (1977), citados por Duryea (1984).

5.2.3 Índice de qualidade de Dickson

Este índice, por agrupar a maior quantidade de atributos das mudas, tem sido usado por diversos pesquisadores na avaliação da qualidade de mudas. No entanto, devido ao fato da matéria seca ter grande peso no valor final deste índice, as mudas produzidas em recipientes maiores sempre apresentarão valores maiores. No entanto, ele foi capaz de detectar o efeito da densidade, em que maiores valores foram obtidos em maiores densidades para a aroeira e mutamba, enquanto que para o guatambu esta diferença só foi observada entre os tubetes de 150 ml.

Na maioria dos trabalhos utilizando este índice para avaliação da qualidade de mudas, recomenda-se um valor mínimo de 0,20, valor este superado por todos os tratamentos utilizados. No entanto, deve ser observada a grande variação existente entre as espécies (Tabela 2), um comportamento esperado e que, no entanto, deve ser levado em consideração na avaliação da qualidade das mudas.

5.3 Potencial de crescimento radicular

O potencial de crescimento radicular avaliado pela emissão de novas raízes não mostrou diferenças significativas para as mudas de guatambu. Já para as mudas de aroeira e mutamba foi influenciado tanto pelo volume dos tubetes quanto pela variação na densidade de cultivo das mudas (Figura 3).

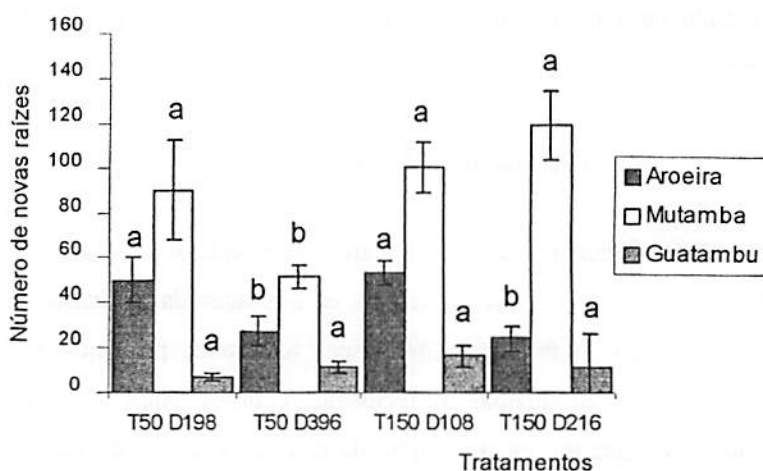


FIGURA 3 Resultado da análise do número de novas raízes em mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi) e mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.), aos 90 dias após a repicagem e guatambu (*Aspidosperma parvifolium* A.DC.), aos 120 dias após a repicagem. Letras diferentes em colunas de mesma cor indicam diferenças significativas pelo teste Scot-Knott ($p < 0,05$). Para cada tratamento, as menores médias são representadas por "b". As barras verticais indicam o erro padrão da média.

Para as mudas de aroeira, maior número de raízes foi emitido em mudas cultivadas nas menores densidades, independentemente do volume do tubete. Já

para mutamba, somente as mudas cultivadas em recipientes de 50 ml na densidade de 396 mudas/m² apresentaram qualidade inferior.

Estes resultados são semelhantes aos mencionados por Barnett (1980) e Carneiro (1995). Estes autores demonstraram que a densidade tem efeito marcante no potencial de crescimento radicular, sendo que, em menores densidades, a sua qualidade avaliada por este atributo, na maioria das vezes, é superior.

Este comportamento para as mudas de aroeira pode estar ligado tanto ao maior número de raízes produzidas em menores densidades, também encontrado por Carneiro (1985), trabalhando com mudas de *Pinus* sp., quanto a menor quantidade de reservas radiculares. Isto porque, em maiores densidades, as mudas apresentaram menor peso de matéria seca de raízes (Tabela 1), que também pode estar ligado ao número de raízes.

Para as mudas de mutamba, no entanto, estas diferenças de peso de matéria seca não são suficientes para explicar a emissão de novas raízes em recipientes maiores. Por outro lado, nos recipientes menores, a densidade teve efeito significativo, tendo sido encontrada menor emissão de raízes em mudas produzidas na densidade de 396 mudas/m², enquanto que na menor densidade (198 mudas/m²) as mudas não diferiram das produzidas em tubetes de 150 ml. Isso mostra que é possível produzir mudas de alta qualidade em tubetes de 50 ml e, caso estas sejam produzidas em recipientes maiores, não é necessário fazer o raleamento para redução da densidade durante o cultivo.

5.4 Correlações entre as variáveis morfofisiológicas

A análise de correlação entre as variáveis morfofisiológicas é de fundamental importância na determinação da qualidade de mudas, embora nem todas as avaliações sejam de fácil realização. Neste contexto, a identificação de

atributos de fácil obtenção (diâmetro e altura), que estejam correlacionados com a maior quantidade de atributos da qualidade das mudas é o principal objetivo desta análise.

TABELA 3a Correlação linear entre as variáveis usadas na determinação da qualidade das mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi), aos 90 dias após a repicagem.

	H	NR	NF	AF	Pa	Raiz	Tot	Pa/Raiz	H/D	ID
D	0,32	0,54**	0,67**	0,83**	0,83**	0,93**	0,87**	-0,20	-0,72**	0,95**
H		-0,46	0,60*	0,58*	0,62*	0,38	0,57*	0,50	0,42	0,30
NR			-0,02	0,13	0,07	0,33	0,14	-0,53*	-0,86**	0,39
NF				0,79**	0,81**	0,70**	0,80**	0,36	-0,17	0,70**
AF					0,92**	0,92**	0,94**	0,11	-0,35	0,90**
Pa						0,88**	0,99**	0,24	-0,32	0,89**
Raiz							0,94**	-0,20	-0,59**	0,98**
Tot								0,13	-0,40	0,94**
Pa/Raiz									0,58**	-0,15
H/D										-0,66**

TABELA 3b Correlação linear entre as variáveis usadas na determinação da qualidade das mudas de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.), aos 90 dias após a repicagem.

	H	NR	NF	AF	Pa	Raiz	Tot	Pa/Raiz	H/D	ID
D	0,82**	0,57*	0,76**	0,93**	0,95**	0,94**	0,96**	-0,12	0,18	0,92**
H		0,44	0,62*	0,89**	0,84**	0,68**	0,77**	0,35	0,71**	0,60*
NR			0,47	0,63**	0,64**	0,54*	0,60*	0,04	0,01	0,56*
NF				0,81**	0,84**	0,84**	0,85**	0,02	0,17	0,84**
AF					0,98**	0,90**	0,96**	0,07	0,37	0,86**
Pa						0,95**	0,99**	0,01	0,29	0,92**
Raiz							0,99**	-0,26	0,05	0,99**
Tot								-0,12	0,17	0,97**
Pa/Raiz									0,77**	-0,31
H/D										-0,07

TABELA 3c Correlação linear entre as variáveis usadas na determinação da qualidade das mudas de guatambu (*Aspidosperma parvifolium* A. DC.), 120 dias após a repicagem.

	H	NR	NF	AF	Pa	Raiz	Tot	Pa/Raiz	H/D	ID
D	0,77**	0,71**	0,56*	0,79**	0,84**	0,85**	0,86**	-0,29	0,18	0,91**
H		0,47	0,42	0,87**	0,89**	0,87**	0,90**	-0,09	0,75**	0,78**
NR			0,40	0,57*	0,60*	0,44	0,53*	-0,04	0,05	0,55*
NF				0,74**	0,65**	0,60*	0,64**	0,01	0,07	0,66**
AF					0,94**	0,86**	0,92**	0,01	0,52*	0,83**
Pa						0,93**	0,98**	-0,08	0,49	0,91**
Raiz							0,98**	-0,36	0,44	0,97**
Tot								-0,22	0,47	0,96**
Pa/Raiz									0,21	-0,36
H/D										0,26


** - Correlação significativa, analisada pelo teste t-student ($\alpha/2=2,5$ e 0,5% respectivamente; $v=14$).

D: diâmetro (cm); H: altura (cm); NR: número de novas raízes; NF: número de folhas; AF: área foliar (cm²); Pa: peso de matéria seca da parte aérea (g); raiz: peso de matéria seca de raízes (g); Tot.: peso de matéria seca total = peso de matéria seca da parte aérea + peso de matéria seca de raízes; Pa/Raiz: relação do peso de matéria seca da parte aérea/peso de matéria seca de raízes; D/H: relação - diâmetro (mm)/altura (cm); ID: índice de qualidade de Dickson.

¹ - Dados transformados: logaritmo base 10 de (Y)

² - Dados transformados: raiz quadrada (Y)

O diâmetro das mudas é tido, por diversos autores (Carneiro, 1985; Rowan, 1985; Mexal & Landis, 1990; Brisset et al., 1991 e Johnson & Cline, 1991), como o atributo mais correlacionado com a qualidade das mudas, o que também foi verificado neste trabalho. Para todas as espécies (Tabelas 3a, 3b e 3c), esta variável, em comparação com a altura das mudas manteve correlação significativa com maior número de parâmetros avaliados, o que a qualifica como a melhor medida para avaliação da qualidade das mudas destas espécies.



O número de novas raízes correlacionou-se com o diâmetro das mudas de todas as espécies, embora não mantivesse correlação significativa com a altura das mudas. Isto mostra a importância do manejo no viveiro para regulação da relação diâmetro/altura, buscando alternativas que visem aumentar o diâmetro das mudas. Assim, a densidade de cultivo deve ser cuidadosamente ajustada para garantir às mudas a maior média diamétrica possível, dentro da melhor relação custo benefício.

Dentre os índices usados na avaliação da qualidade das mudas, somente o índice de qualidade de Dickson manteve correlações significativas com as outras variáveis, devido ao fato de usar vários atributos das mudas no seu cálculo. Este índice é tido por Fonseca (2000) como eficiente na avaliação da qualidade de mudas de *Aspidosperma polyneuron*, *Cedrela fissilis* e *Trema micrantha*.

5.5 Diagnose visual do sistema radicular

As mudas de todas as espécies apresentaram, de forma geral, boa disposição radicular, sistema radicular compacto, com crescimento geotrópico positivo, sem danos evidentes (Figura 4) e com emissão de novas raízes próximas ao orifício inferior do recipiente, com poucas crescendo lateralmente, o que foi visualizado durante a realização do teste do potencial de crescimento radicular.

O crescimento de novas raízes próximas à região do orifício inferior do recipiente também é mencionado por Jones et al. (2000).

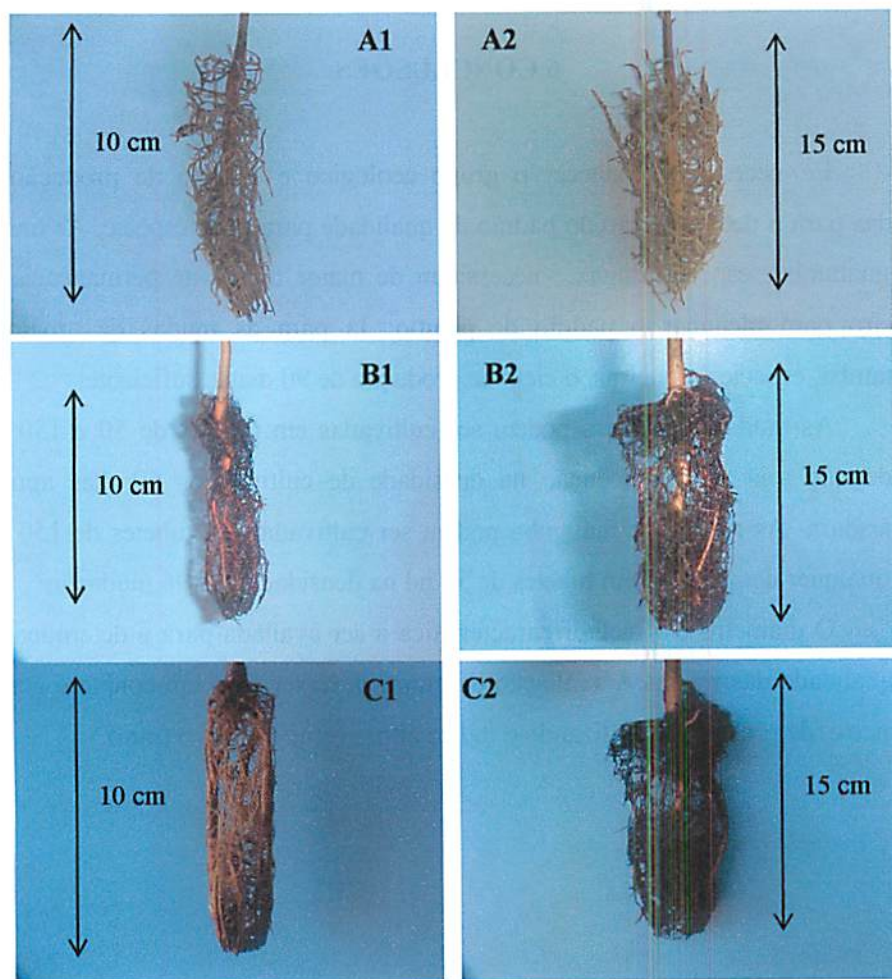


FIGURA 4 Sistema radicular de mudas de guatambu (A), aroeira (B) e mutamba (C), produzidas em tubetes de 50 ml (1) e 150 ml (2).

6 CONCLUSÕES

É necessário conhecer o grupo ecológico e o ciclo de produção de mudas para a determinação do padrão de qualidade para cada espécie. As mudas de guatambu, espécie clímax, necessitam de maior tempo de permanência no viveiro para alcançar o padrão de plantio; Já para as mudas de aroeira e mutamba, espécies pioneiras, o ciclo de produção de 90 dias é suficiente.

As mudas de aroeira podem ser cultivadas em tubetes de 50 e 150 ml, desde que seja feita a redução na densidade de cultivo aos 60 dias após a semeadura. As mudas de mutamba podem ser cultivadas em tubetes de 150 ml, em qualquer densidade e em tubetes de 50 ml na densidade de 196 mudas/m².

O diâmetro é a melhor característica a ser avaliada para a determinação da qualidade das mudas. A avaliação da altura deve ser feita em conjunto com o diâmetro, de preferência utilizando o índice altura (cm)/diâmetro (mm).

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARNETT, J. P. **Density and age affect performance of containerized loblolly pine seedlings.** New Orleans: USDA, 1980. 5 p. (Research Note).
- BARROS, N. F. de; BRANDI, R. M.; COUTO, L.; REZENDE, G. C. de. Efeitos de recipientes na sobrevivência e no crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, no viveiro e no campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 2, n. 2, p. 141-151, dez. 1978.
- BARROS, P. E. L.; PASSOS, C. A. M.; GONÇALVES, M. R.; PERES-FILHO, O. Avaliação de mudas de tachi-branco (*Sclerolobium paniculatum* variedade *rugosum*) em diferentes recipientes, substratos e níveis de luminosidade. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6., 2000, Porto Seguro. **Anais...** Rio de Janeiro: Biosfera, 2000.
- BRISSET, J. C.; BARNETT, J. P.; LANDIS, T. D. Container seedlings. In: DURYEA, M. L.; DOUGHERTY, P. M. (Ed.). **Forest regeneration manual.** Netherlands: Klumer Academic Publishers, 1991. p. 117-142.
- CARNEIRO, J. G. A. Efeito da densidade sobre o desenvolvimento de alguns parâmetros morfofisiológicos de mudas de *Pinus taeda* L. em viveiro e após o plantio. Curitiba: UFPR, 1985. 125 p.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais.** Curitiba: UFPR-FUPEF, 1995. 451 p.
- DANIEL, O.; OHASHI, S. T.; SANTOS, R. A. dos. Produção de mudas de *Goupia glabra* (cupiúba): efeito de níveis de sombreamento e tamanho de embalagens. **Revista árvore**, Viçosa, v. 18, n. 1, p. 1-13, jn./abr. 1994.
- DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R.; BOTELHO, S. A. **Propagação de espécies florestais.** Belo Horizonte: CEMIG; Lavras: UFLA, 1995. 41 p.
- DURYEA, M. L. Nursery cultural practices: impacts on seedling quality. In: DURYEA, M. L.; LANDIS, T. D. **Forest nursery manual: Production of bareroot seedlings.** Corvallis: Martinus Nijhoff, 1984. p. 143-164.
- FARIA, J. M. R. Propagação de espécies florestais para a recomposição de matas ciliares. In: SIMPÓSIO "MATA CILIAR": CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1., 1999, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/FAEPE/CEMIG, 1999. p. 69-80.

FELIPPE, G. M. Desenvolvimento. In: FERRI, M. G. (Coord.). *Fisiologia vegetal*, 2. ed. São Paulo: EPU/EDUSP, 1986. p. 1-38.

FONSECA, E. P. Padrão de qualidade de mudas de *Trema mcrantha* (L.) Blume., *Cedrela fissilis* Vell. e *Aspiosperma polyneuron* Müll. Arg. Produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. 2000. 113 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

FURTADO, D. Sistema de análise de variância: sisvar 4. 1. Lavras: UFLA/ CAPES, 2000.

GOLDEMBERG, J. Recuperação de aéreas degradadas. Estado de São Paulo, São Paulo, 25 nov. 2002. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/ciencia/colunas/aspas/2002>>. Acesso em: 20 dez. 2002.

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

JOHNSON, J. D.; CLINE, M. L. Seedling quality of southern pines. In: DURYEA, M. L.; DOUGHERTY, P. M. (Ed.). *Forest regeneration manual*. Netherlands: Klumer Academic Publishers, 1991. p. 143-162.

JONES, M. D.; JOHNSON-FLANAGAN, A. M.; KIISKILA, S. B. R.; BULMER, C. First-season growth of lodgepole pine seedlings grown in three different container types and planted on landings, or on burned or unburned sites. In: *SCIENCE TO MANAGEMENT AND BACK: A SCIENCE FORUM FOR SOUTHERN INTERIOR ECOSYSTEMS OF BRITISH COLUMBIA*, 2000, Kamloops, B. C. *Proceedings...* Kamloops, 2000. p. 69-62.

LEOPOLD, A. C.; KRIEDEMANN, P. E. *Plant growth and development*. New York: McGraw-Hill, 1975. 575 p.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 2. ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1998. 351 p.

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M. G. (Coord.). **Fisiologia vegetal**, 1. 2. ed. São Paulo: EPU/EDUSP, 1985. p. 333-350.

MEXAL, J. G.; LANDIS, T. D. Target seedling concepts: height and diameter. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM; MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, 1990, Oregon. **Proceedings...** Oregon: USDA, 1990. p. 17-37.

REIS, G. G. dos; REIS, M. das G. F.; MAESTRI, M.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. M. de. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloesiana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 13, n. 1, p. 1-18, jan./jun. 1989.

ROWAN, S. J. Seedbed density affects performance of slash and loblolly pine in Georgia. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NURSERY MANAGEMENT PRACTICES FOR THE SOUTHERN PINES. Alabama: Auburn University/IUFRO, 1985. p. 126-135.

SAMÔR, O. J. M.; CARNEIRO, J. G. de A.; BARROSO, D. G.; LELES, P. S. dos S. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 209-215, mar./abr. 2002.

SANTOS, C. B. Efeito de modelos de tubetes e tipo de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. Don. 1998. 65 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, SC.

SCALON, S. de P. Q.; ALVARENGA, A. A. de. Efeito do sombreamento sobre a formação de mudas de pau-pereira (*Platycyanus regnelli* Benth). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 17, n. 3, p. 265-270, set./dez. 1993.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Redwood City: Benjamin Cummings, 1991. 565 p.

VALERI, S. V.; SILVA, M. L.; PAULA, R. C.; FONSECA, É. P. Efeitos de componentes de substratos na produção de mudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6., 2000, Porto Seguro. **Anais...** Rio de Janeiro: Biosfera, 2000.

WARD, D.; JOHNSTON, T. Determination of optimum seedling bed density for bare-root Honduras Caribbean Pine. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NURSERY MANAGEMENT PRACTICES FOR THE SOUTHERN PINES. Alabama: Auburn Universit/IUFRO, 1985. p. 118-125.

CAPÍTULO 3

1 RESUMO

JOSÉ, A. C. Desempenho inicial de mudas produzidas em tubetes *versus* mudas produzidas em sacos plásticos na recuperação de área degradada pela mineração de bauxita. 2003. Cap. 3, p. 73-101. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.²

Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi), mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) e guatambu (*Aspidosperma parvifolium* A.DC.), produzidas em tubetes (50 e 150 ml) e sacos plástico (2250ml), plantadas numa área recém-minerada para exploração de bauxita em Poços de Caldas, MG. Antes do plantio, realizou-se a avaliação da qualidade morfofisiológica das mudas pela medição de diâmetro, altura, número de folhas, área foliar, peso de matéria seca e potencial de crescimento radicular. Na avaliação da qualidade antes do plantio adotou-se um delineamento inteiramente casualizado (3x4), sendo 3 recipientes e 4 repetições com 8 plantas por parcela. Na análise do crescimento no campo, adotou-se um delineamento em blocos casualizados, num esquema de parcelas subdivididas no tempo (3x3x4), sendo: 3 recipientes (tubetes de 50, 150 ml e saco plástico de 2250 ml), 3 avaliações (30, 120 e 250 dias após o plantio), dispostas em 4 blocos, cada um com 20 plantas/espécie/recipientes. A avaliação antes do plantio mostrou diferenças morfológicas significativas entre as mudas produzidas nos diferentes recipientes. As mudas produzidas em saco plástico apresentaram maior altura, diâmetro e peso de matéria seca que as mudas produzidas em tubetes de 150 ml que, por sua vez, foram superiores às produzida em tubetes de 50 ml. Entretanto, estas diferenças não foram encontradas na avaliação do PCR. Na avaliação do desempenho no campo, comprovou-se a qualidade das mudas de aroeira e mutamba produzidas em tubetes que, ao final de 250 dias após o plantio, não apresentaram diferença estatística em diâmetro e altura das mudas produzidas em saco plástico, com taxa de sobrevivência de 100% para todos os recipientes. Já para as mudas de guatambu, devido à baixa qualidade daquelas produzidas em tubetes, as mudas produzidas em saco plástico apresentaram maiores dimensões e menor taxa de mortalidade.

² Orientador: Antônio Cláudio Davide - UFLA

2 ABSTRACT

JOSÉ, A.C. Initial performance of seedlings produced in plastic tubes versus seedlings produced in plastic bags on the recuperation of degraded area by bauxite extraction. 2003. Cap. 3, p 73-101. Dissertation (Master Science in Forest Engineering) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG ³

The objective of this work was to evaluate the performance of aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi), mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.), and guatambu (*Aspidosperma parvifolium* A.DC.) seedlings. These seedlings were produced in plastic tubes (50 and 150 ml) and plastic bags (2250 ml), and were planted in an area recently explored for the extraction of bauxite in Poços de Caldas-MG. The morphophysiological quality of the seedlings was evaluated before planting. Diameter, height, number of leaves, leaf area, dry matter weight and root growth potential – RGP, were evaluated. The seedling quality was evaluated before planting in a completely randomized delineation (3 x 4), being 3 recipients and 4 repetitions with 8 plants per plot. For field growth analysis a randomized block delineation was used, in a scheme of plots subdivided in time (3 x 3 x 4), being: 3 recipients (50, 150 ml plastic tubes and 2250 ml plastic bags), 3 evaluations (30, 120 and 250 days after planting), displaced in 4 blocks, each with 20 plants/species/recipient. The evaluation before planting presented significant morphologic differences among the seedlings produced in the different recipients. The seedlings produced in plastic bags were higher, had a larger diameter and a major dry matter weight than the seedlings produced in 150 ml plastic tubes, which in turn were superior to the ones produced in 50 ml plastic tubes. However, these differences were not found in the RGP evaluation. In the field performance evaluation, the quality of the aroeira and mutamba seedlings produced in plastic tubes was confirmed, which 250 days after planting did not present a statistic difference in height and diameter when compared with the seedlings produced in plastic bags, with a survival rate of 100% for all the recipients. As for the guatambu seedlings, due to the inferior quality of those produced in plastic tubes, the ones produced in plastic bags presented greater dimensions and a lower mortality rate.

³ Adviser: Antônio Cláudio Davide - UFLA

3 INTRODUÇÃO

Atualmente, a preocupação mundial com relação à qualidade ambiental tem se mostrado cada vez mais freqüente. Isto faz com que ocorra um aumento na demanda de serviços e produtos, em especial a produção de mudas de espécies florestais para a recuperação de áreas degradadas. Neste contexto, estima-se, somente para o estado de São Paulo, uma demanda de 2 bilhões de mudas para a recuperação de suas áreas degradadas.

Esta demanda crescente, observada nos últimos anos, mostra a necessidade do desenvolvimento de pesquisas que otimizem a produção de mudas destas espécies a baixo custo e com qualidade morfofisiológica capaz de atender os objetivos dos plantios.

Nos plantios em áreas degradadas, de forma geral, têm-se preferido mudas produzidas em sacos plásticos de grande volume às produzidas em tubetes. Alega-se que as maiores dimensões das mudas produzidas nestes recipientes acarretam maior sobrevivência e crescimento inicial das mudas após o plantio. Esta preferência pode ser devido à baixa qualidade das mudas produzidas em tubetes ou pela falta de conhecimento necessário para a produção de mudas de alta qualidade nestes recipientes.

O uso de tubetes para a produção de mudas iniciou-se na década de 1970 e foi amplamente difundido no Brasil, devido às suas vantagens operacionais, econômica e biológica. O uso de mudas de pequeno porte, produzidas em tubetes, foi um dos fatores que impulsionaram a silvicultura nacional. Isto foi conseguido pelo desenvolvimento de tecnologias de produção de mudas e melhoramento genético (na seleção de materiais genéticos adequados às condições de plantio), aliados às metodologias de plantio no campo, o que

garantiu altos índices de adequação das mudas produzidas às condições ambientais dos locais de plantio.

Várias pesquisas comparando o desempenho de mudas produzidas em recipientes de menores dimensões (mudas menores) com mudas produzidas em recipientes maiores (mudas maiores) mostram que as diferenças iniciais de altura e diâmetro tendem a desaparecer com o decorrer do tempo. As mudas de maiores dimensões apresentam vantagens somente em sítios onde ocorre a competição com plantas invasoras.

As áreas exploradas para a mineração de bauxita apresentam restrições ao crescimento de plantas, possuindo nenhuma ou baixa quantidade de sementes de plantas invasoras no banco de sementes do solo, dependendo da proximidade de fontes de sementes ou do uso do top soil após a mineração. Isso torna necessário o semeio de espécies forrageiras para a formação do “tapete verde” para estabilização do solo e controle dos impactos visuais resultantes da exploração.

Dessa forma, espera-se que o uso de mudas, com alta qualidade morfofisiológica e produzidas em tubetes, possuam taxas de sobrevivência e crescimento inicial iguais às das mudas produzidas em sacos plásticos, quando plantadas em uma área degradada pela mineração de bauxita. Assim, serão reduzidos, portanto, os custos de implantação florestal, devido ao menor custo de produção das mudas em tubetes, associado ao menor custo de transporte e plantio.

Os objetivos deste trabalho são: avaliar desempenho de mudas produzidas em tubetes comparadas com mudas produzidas em sacos plásticos plantadas em uma área recém-minerada para a exploração de bauxita, e verificar a correlação entre os parâmetros empregados na avaliação da qualidade das mudas com a sobrevivência e crescimento inicial.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização do local de estudo

4.1.1 Localização

O experimento foi montado em 10/03/2002, numa área minerada para a exploração de bauxita denominada Alto Selado, localizada no município de Poços de Caldas, sul do estado de Minas Gerais. Segundo Gatto et al. (1983), o município de Poços de Caldas está localizado na região denominada “Planalto de Poços de Caldas” e ocupa uma área de, aproximadamente, 533 km². O município possui as seguintes coordenadas: latitude de 21°47’13’’sul, 46°34’10’’ de longitude oeste e altitude na área de plantio próxima de 1.500 m.

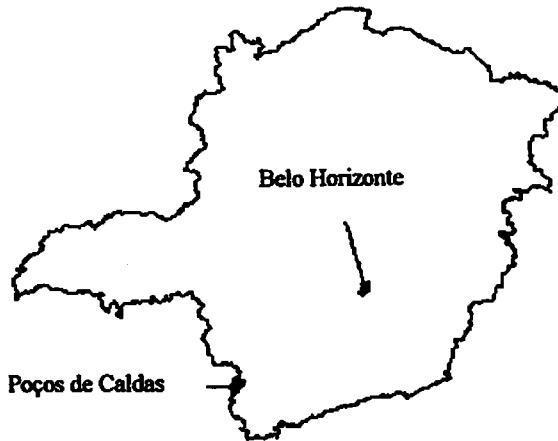


FIGURA 1 Localização do município de Poços de Caldas, Minas Gerais, Brasil (GEOMINAS, 2001).

4.1.2 Clima

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfb, caracterizado por condições mesotérmicas úmidas com verões chuvosos e invernos secos, sendo estas estações bem definidas, com precipitação média anual de 1.695 mm.

A região de Poços de Caldas está localizada numa altitude que varia de 1500 a 2000 m, onde a temperatura média anual é 19,9°C, com uma máxima absoluta de 34°C e mínima absoluta de -4°C. É freqüente a ocorrência de geadas nos meses de junho e julho, com freqüência variando de 5 a 20 dias ao ano. Deve-se ressaltar que a região apresenta um gradiente térmico amplo, que é fortemente influenciado pelo relevo local (GEOMINAS, 2001).

4.1.3 Solos

O maciço alcalino de Poços de Caldas é formado por rochas nefelíticas, tinguaítos e foiaítos, ocorrendo ainda rochas vulcânicas formadas por tufos, brechas e conglomerados (Machado Filho et al., 1983). O relevo apresenta oscilações de plano, 7%; ondulado, 57% e montanhoso, 36%. Quimicamente, os solos da região são, em geral, distróficos, com um valor de T (capacidade efetiva de troca) bastante baixo. As saturações com alumínio chegam a 67% (solos álicos segundo CFSEMG, 1999). O pH do solo varia entre 6 e 9. Todos estes fatores associados, segundo Danza Érrico (1985), citado por Gisler (1995), são responsáveis pela solubilização da sílica existente nas rochas e fixação do alumínio, com um rejuvenescimento constante da drenagem, facilitando a intemperização e proporcionando um novo ciclo de bauxitização.

Segundo Carneiro (2000), os solos da região são associações de Latossolos Vermelho-Amarelo e Vermelho-Escuro, distróficos, Argissolos e Cambissolo Álico e distrófico.

De maneira geral, os perfis dos solos da região do “Planalto de Poços de Caldas” apresentam-se pouco desenvolvidos, com fase pedregosa a muito pedregosa de origem coluvial, com horizonte A fraco ou moderado, com textura de média a muito argilosa sobre um relevo ondulado a montanhoso. A estrutura é forte e a drenagem boa ao longo de quase todo perfil. A maioria dos perfis apresenta nódulos concrecionários semelhantes a uma grumosidade de origem não orgânica, porém, pedogenética. Nos cambissolos, o horizonte B é incipiente. Porém, quando ocorre, é bem estruturado. Já o conjunto inferior (horizonte C ou manto de alteração) é o mais profundo. Mostra-se mais homogêneo e pode apresentar espessuras que variam de 2 a 20 m. É o resultado da alteração progressiva, principalmente de rochas alcalinas subjacentes, da qual conserva, ao menos parcialmente, algumas de suas propriedades mineralógicas e estruturais. Destacam-se, neste contexto, extensas acumulações de alumina, constituindo importantes reservas de bauxita (Alcoa, sem data).

O minério apresenta uma distribuição granulométrica, onde predomina o cascalho, com percentagens variando de 52,1% a 74,6%, representado pelos nódulos típicos da bauxita, seguido pela areia, "granules", silte e argila. A porosidade dos horizontes de alteração também se apresenta alta, podendo atingir até 62,9%. Os solos nestas áreas são, portanto, não muito suscetíveis à erosão em função das altas taxas de argila que compõem sua textura. Estruturalmente, são solos fortes, com tendências à laterização superficial quando sem cobertura vegetal (Alcoa, sem data).

Após a mineração, tem-se como resultado um “substrato” caracterizado por apresentar profundidade efetiva, dada pelo alcance médio das raízes, em torno de 70 cm, enquanto que o "solum" (A + B) pode ir a mais de 2 m, quando

o perfil apresenta um início de uma latossolização (Almeida, 1977 citado por Alcoa, sem data).

Dessa forma, os solos resultantes do processo de mineração, genericamente, podem ser considerados como de baixa fertilidade natural, com fortes restrições químicas e físicas, devido ao alto grau de compactação após a lavra.

TABELA 1 Resultado da análise físico-química do solo após a mineração de bauxita na área denominada Alto Selado, Poços de Caldas, Brasil, 2002.

Avaliação	Profundidade	
	0-10 cm	10-30 cm
pH (H ₂ O)	4,9	4,8
P (mg/dm ³) ¹	0,6	0,6
K (mg/dm ³) ¹	9	11
Ca ²⁺ (cmol./dm ³) ²	0,4	0,4
Mg ²⁺ (cmol./dm ³) ²	0,2	0,2
Al ³⁺ (cmol./dm ³) ²	0,4	0,3
H+Al (cmol./dm ³) ³	6,3	5,0
SB (cmol./dm ³)	0,6	0,6
(t) (cmol./dm ³)	1,0	6,9
(T) (cmol./dm ³)	6,9	5,6
V (cmol./dm ³)	9	11,2
m (%)	39	32
MO (dag/kg) ⁴	1,5	1,1
P-remanescente (mg/L)	3,1	3,5
Areia	10	15
Silte	14	19
Argila	76	66

¹ Extrator: Mehlich; ²Extrator: KCl 1N, ³ Extrator: SMP; ⁴ Oxidação: Na₂Cr₂O₇ 4N + H₂SO₄ 10N

4.1.4 Descrição do método de extração do minério e recuperação de áreas degradadas utilizado pela CGM/ALCOA

Antes da lavra é realizada a remoção da cobertura vegetal, o decapeamento e o armazenamento do top soil. Durante a lavra, é feita a deposição do estéril e rejeito próximo a mina, para posterior preenchimento da mina para recomposição topográfica e remodelagem do terreno. Após a recomposição do terreno, com o enchimento da mina, é realizada a construção de terraços e bacias para contenção de finos e controle da erosão, descompactação e recobrimento do solo com o “top soil” armazenado, correção e fertilização do solo.

A revegetação das áreas mineradas inicialmente é feita com o plantio do “tapete verde”, que nada mais é do que a mistura de sementes de gramíneas e leguminosas forrageiras. Numa segunda etapa, são selecionadas espécies nativas de ocorrência na região, para plantio de mudas produzidas no viveiro florestal da CGM/ALCOA. O recipiente utilizado é o saco plástico, predominando os que possuem dimensão de 11,5 x 28 cm (2250 ml). As mudas são classificadas como aptas para o plantio quando atingem altura em torno de 50 a 150 cm, variando de acordo com a espécie.

4.1.5 Formações vegetais nativas

O conhecimento das preferências ambientais das espécies é de fundamental importância para a tomada de decisões acerca das espécies que serão utilizadas para a revegetação. Assim, estudos fitossicológicos no local podem fornecer uma visão das respostas das espécies às variações naturais das condições ambientais (Oliveira-Filho, 1994; Lorenzo et al., 1994).

O Planalto de Poços de Caldas está incluído na região de domínio da Floresta Tropical Semidecídua, também chamada de Mata Subcaducifolia Tropical (IBGE, 1994).

Segundo o mapa oficial de vegetação do Brasil (IBGE, 1994) constam na área as seguintes formações vegetacionais: floresta estacional semidecidual, mata semicaducifolia, vegetação secundária, atividades agrícolas e savana (cerrado gramíneo-lenhoso).

Os remanescentes florestais em estágio mais avançado de regeneração apresentam de dois a três estratos arbóreos pouco definidos. O estrato superior é descontínuo e apresenta árvores de 12 a 20 metros de altura; o intermediário, mais denso e contínuo, contém árvores entre 7 e 12 metros de altura. O estrato arbóreo inferior é também descontínuo, com arvoretas entre 2 e 5 metros de altura. As famílias mais comuns para as espécies arbóreas são Lauraceae, Vochysiaceae, Myrtaceae e Euphorbiaceae. O estrato herbáceo é escasso, formado principalmente por exemplares jovens do extrato arbóreo e algumas poucas Graminae e Pteridophyta (Alcoa, [19--]).

Nas florestas em estágio inicial de regeneração ocorrem poucos indivíduos arbóreos, predominando ainda as formas arbustiva e herbácea, com formas arbóreas esparsas. São comuns arbustos de vassourinhas, como *Baccharis*, *Eupatorium*, *Vernonia*, o fumo-bravo (*Solanum verbascifolium*) e a embaúba (*Cecropia glaziovii*), além de várias outras espécies, como a capororoca (*Rapanea umbellata*), o miguel pintado (*Matayba elaeagnoides*), o canudo de pito (*Cassia bicapsularis*), o cuvata (*Cupania vernalis*), o cedro (*Cedrela fissilis*) e o guatambu (*Aspidosperma olivaceum*), entre outras. O estrato herbáceo é composto por manchas de Gramineae e Cyperaceae (Souza, 1997 e Alcoa, [19--]).

A área que circunda o local de exploração onde foi efetuado o plantio é caracterizada por pequenas manchas de fragmentos florestais, com as

características acima descritas, bem como por áreas em processo de recuperação.

4.2 Produção das mudas

As mudas das três espécies, aroeira (*Schinus terebinthifolia*), guatambu (*Aspidosperma parvifolium*) e mutamba (*Guazuma ulmifolia*), foram produzidas no viveiro florestal da Universidade Federal de Lavras, em tubetes de 50 ml e 150 ml, com um ciclo de 90 (aroeira e mutamba) e 120 (guatambu) dias, em casa de vegetação. Foram usadas também mudas produzidas no viveiro florestal da CGM/ALCOA, produzidas em sacos plásticos de 11,5 x 28 cm (2250 ml) com idade de um ano.

A escolha pelas espécies levou em consideração a disponibilidade de mudas produzidas em saco plástico no viveiro florestal da CGM/ALCOA e sementes destas mesmas espécies no Laboratório de Sementes Florestais da Universidade Federal de Lavras para produção das mudas em tubetes.

Antes do plantio, realizou-se a seleção das mudas mais vigorosas, tanto para as produzidas em tubetes quanto para as produzidas em saco plástico, além de aclimação das mudas pelo manejo da irrigação no viveiro, por um período de 10 dias.

4.3 Preparo do solo e plantio

O experimento foi montado em uma área recém-minerada para exploração de bauxita. Após a extração do minério, foi feito o preenchimento da lavra, recobrimento do solo, recomposição topográfica, construção de terraços e bacias de contenção, descompactação, recobrimento do solo com o top soil

armazenado e semeadura de azevém (*Lolium multiflorum*) e braquiária (*Brachiaria decumbens*), para formação do tapete verde (Figuras 2 e 3).

O plantio foi realizado um ano após a semeadura do tapete verde, em março de 2002, num espaçamento de 2 x 2 m, em covas de 40 x 40 x 40 cm. A adubação de plantio foi composta de 3 litros de esterco de curral curtido + 150 gramas de Yorin® (termofosfato magnésiano) por cova.

4.4 Manutenção

Aos 30 dias após o plantio, foi realizada uma adubação de cobertura constituída de 140 gramas do adubo composto (20 - 04 -18) por cova.

O coroamento das mudas e a segunda adubação de cobertura na mesma formulação e quantidade anterior foram realizadas aos 150 dias após o plantio.

Durante o período do estudo foi feito o monitoramento da ocorrência e combate de formigas com o uso de isca granulada.

4.5 Delineamento experimental

O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados (4 x 3), sendo a área dividida em quatro blocos, plantando-se 180 plantas/bloco, sendo 20 plantas/espécie/recipiente (parcela), totalizando 720 plantas numa área de aproximadamente 0,288 ha (Figuras 2 e 3). Os tratamentos foram os três tipos de recipientes usados na produção das mudas (tubete de 50 ml, tubete de 150 ml e sacos plásticos de 2250 ml).

4.6 Avaliações

As mudas, antes de serem plantadas, foram avaliadas para determinação da sua qualidade morfofisiológica (diâmetro, altura, peso de matéria seca, número de folhas, área foliar e potencial de crescimento radicular pela emissão de novas raízes), fazendo-se a amostragem de 8 plantas de cada lote para as determinações.

No campo, foram feitas avaliações do diâmetro, altura e mortalidade aos 30, 120 e 250 dias após o plantio.

4.7 Análises

Na análise da qualidade das mudas, antes do plantio, adotou-se um delineamento inteiramente casualizado-DIC, com 3 tratamentos (recipientes) e 4 repetições, com 2 plantas em cada parcela.

A avaliação do desempenho das mudas após o plantio foi feita seguindo um delineamento em blocos casualizado-DBC, num esquema de parcelas subdivididas no tempo (4x3x3), sendo 4 blocos, 3 avaliações (30, 120 e 250 dias após o plantio) e 3 tratamentos (recipientes), para cada espécie, com cada parcela constituída por 20 plantas. Foram comparadas as médias de diâmetro, altura e mortalidade e taxa de crescimento relativo (%):

$$\frac{\text{Valor final} - \text{Valor inicial}}{250}$$

e taxa de crescimento relativo (tempo):

$$\frac{\text{Valor final} - \text{Valor inicial}}{\text{Valor final}} \times 100$$

Para a comparação das médias, usou-se o teste de Scot-Knott ($p < 0,05$) e o pacote estatístico Sisvar 4.3 (Build 43) (Furtado, 2000).

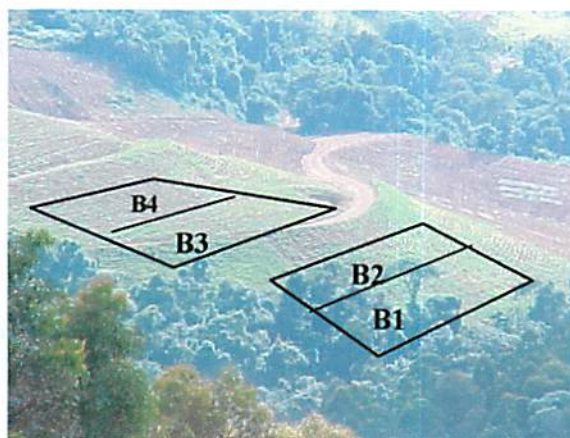


FIGURA 2 Visão da área do experimento, destacando-se a posição dos blocos, que totalizam uma área de aproximadamente 0,288 ha.



FIGURA 3 Detalhes do tapete verde implantado para minimizar a erosão após a remodelagem do terreno e a posição dos blocos 3 e 4 após o plantio da mudas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Qualidade das mudas antes do plantio

Na avaliação morfológica das mudas, antes do plantio, constataram-se diferenças significativas pelo teste de Scot-Knott ($p < 0,05$) entre os três recipientes utilizados na produção das mudas (Tabela 2). As mudas maiores, com relação às variáveis morfológicas, foram produzidas em sacos plásticos, seguidas pelas produzidas em tubetes de 150 ml e tubetes de 50 ml para as três espécies estudadas. Ou seja, trata-se do mesmo padrão discutido no capítulo anterior, tendo sido constatado também que o volume do recipiente tem relação direta com as dimensões das mudas.

Os índices H/D e Pa/Raiz, usados na avaliação das mudas, mostraram-se bastante relacionados, indicando um crescimento balanceado das mudas de aroeira e mutamba produzidas em todos os recipientes; as mudas de guatambu produzidas em sacos plásticos apresentaram qualidade superior à das mudas produzidas em tubetes.

A avaliação pelo índice de qualidade de Dickson (ID) mostra o mesmo comportamento das avaliações morfológicas, verificando-se que as mudas produzidas em sacos plásticos apresentaram qualidade superior às produzidas em tubetes de 150 ml e estas foram superiores às produzidas em tubetes de 50 ml.

Apesar das diferenças morfológicas e do índice de qualidade de Dickson observados nas mudas, a avaliação do potencial de crescimento radicular pela emissão de novas raízes não mostrou diferença significativa entre as mudas produzidas nos diferentes recipientes, para todas as espécies. Isto mostra que as mudas produzidas nos diferentes recipientes possuem a mesma chance de sobrevivência e potencial de crescimento após o plantio.

TABELA 2 Avaliação da qualidade das mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolia*), mutamba (*Guazuma ulmifolia*) e guatambu (*Aspidosperma parvifolium*), antes do plantio, produzidas em diferentes recipientes.

Espécie	Aroeira (<i>Schinus terebinthifolia</i>)										
Recipiente	D	H	NR	NF*	AF	Pa	Raiz	Tot	H/D	Pa/Raiz	ID
	mm	cm			cm ²	g	g	g	cm/mm		
Tubete 50 ml	4,5 c	28,0 c	38,8 a	16 c	260 c	2,19 c	0,72 b	2,91 c	6,2 a	3,1 a	0,31 c
Tubete 150 ml	6,0 b	40,1 b	38,6 a	20 b	450 b	4,45 b	1,46 b	5,90 b	6,8 a	3,4 a	0,59 b
Saco plástico	8,0 a	50,3 a	56,5 a	33 a	1270 a	19,1 a	5,34 a	24,4 a	6,4 a	3,9 a	2,37 a
Espécie	Mutamba (<i>Guazuma ulmifolia</i>)										
Recipiente	D	H	NR	NF*	AF	Pa	Raiz	Tot	D/H	Pa/Raiz	ID
	mm	cm			cm ²	g	g	g	cm/mm		
Tubete 50 ml	4,2 c	27,1 c	71 a	7 c	103 c	1,50 c	1,34 c	2,83 c	6,4 a	1,2 b	0,38 c
Tubete 150 ml	5,7 b	44,0 b	92 a	14 b	297 b	4,36 b	3,82 b	8,18 b	7,7 a	1,2 b	0,92 b
Saco plástico	10,5 a	50,1 a	110 a	65 a	835 a	15,9 a	7,47 a	23,4 a	5,0 a	2,2 a	3,30 a
Espécie	Guatambu (<i>Aspidosperma parvifolium</i>)										
Recipiente	D	H	NR	NF	AF	Pa	Raiz	Tot	D/H	Pa/Raiz	ID
	mm	cm			cm ²	g	g	g	cm/mm		
Tubete 50 ml	2,4 b	7,7 b	11 a	10 b	99 b	0,57 b	0,52 a	1,08 b	3,3 b	1,2 b	0,24 c
Tubete 150 ml	2,8 b	9,0 b	14 a	14 b	163 b	1,10 b	1,06 b	2,15 b	3,5 b	1,1 b	0,47 b
Saco plástico	4,9 a	22,1 b	33 a	25 a	341 a	3,39 a	1,36 b	4,75 a	4,5 a	2,6 a	0,67 a

* Dados transformados: Logaritmo base 10 de Y- Log10 de (Y)

D: diâmetro (mm); H: altura (cm); NR: número de novas raízes; NF: número de folhas; AF: área foliar (cm²); Pa: peso de matéria seca da parte aérea (g); Raiz: peso de matéria seca de raízes (g); Tot.: peso de matéria seca total = peso de matéria seca da parte aérea + peso de matéria seca de raízes; Pa/Raiz: relação do peso de matéria seca da parte aérea/peso de matéria seca de raízes; D/H: relação - diâmetro (mm)/altura (cm); ID: índice de qualidade de Dickson.

5.2 Desempenho pós-plantio

Os resultados do crescimento das mudas no campo mostram que as diferenças observadas nas mudas na ocasião do plantio (Tabela 2) tendem a desaparecer, com as mudas produzidas em tubetes apresentando uma alta taxa de crescimento após o plantio, exceto para o guatambu (Tabela 3).

TABELA 3 Resultado das análises do crescimento das mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi), mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) e guatambu (*Aspidosperma parvifolium* A. DC.) produzidas em diferentes recipientes e plantadas em área minerada para exploração de bauxita em Poços de Caldas, Minas Gerais, Brasil.

Aroeira (<i>Schinus terebinthifolia</i>)							
Recipiente	D ¹	TCR ²	TCR ³	H ¹	TCR ⁴	TCR ⁵	Mortalidade ¹
	Mm	mm.dia ⁻¹	%	cm	cm.dia ⁻¹	%	%
Tubete 50 ml	25,0 a	0,081 a	81 a	125 a	0,38 a	71 a	0 a
Tubete 150 ml	26,4 a	0,081 a	76 b	137 a	0,38 a	69 b	0 a
Saco plástico	24,2 a	0,063 b	64 c	121 a	0,28 b	56 c	0 a
Mutamba (<i>Guazuma ulmifolia</i>)							
Recipiente	D ¹	TCR ²	TCR ³	H ¹	TCR ⁴	TCR ⁵	Mortalidade ¹
	Mm	mm.dia ⁻¹	%	cm	cm.dia ⁻¹	%	%
Tubete 50 ml	14,6 a	0,041 a	68 a	67 a	0,16 a	58 a	0 a
Tubete 150 ml	15,0 a	0,037 a	57 b	73 a	0,12 b	38 b	0 a
Saco plástico	15,2 a	0,018 b	24 c	59 a	0,03 c	12 c	0 a
Guatambu (<i>Aspidosperma parvifolium</i>)							
Recipiente	D ¹	TCR ²	TCR ³	H ¹	TCR ⁴	TCR ⁵	Mortalidade ¹
	Mm	mm.dia ⁻¹	%	cm	cm.dia ⁻¹	%	%
Tubete 50 ml	2,4 b	0,000 b	0 b	10 c	0,01 b	3 b	61 b
Tubete 150 ml	2,8 b	0,000 b	0 b	15 b	0,02 b	8 b	26 a
Saco plástico	8,2 a	0,011 a	31 a	38 a	0,06 a	38 a	10 a

¹ Avaliados aos 250 dias após o plantio, ² Taxa de crescimento relativo em diâmetro (mm.dia⁻¹), ³ Taxa de crescimento relativo em diâmetro (%), ⁴ Taxa de crescimento relativo em altura (mm.dia⁻¹), ⁵ Taxa de crescimento relativo em altura (%).

As mudas de aroeira produzidas nos três recipientes apresentaram crescimento em altura e diâmetro sem diferença estatística significativa (teste de Scot-Knott ($p < 0,05$)), com valores próximos aos encontrados por Carvalho (1994) e Faria (1996), que também usaram esta espécie na recuperação de áreas degradadas. As avaliações mostram que as mudas desta espécie, independentemente do recipiente usado, estão no período de franco desenvolvimento e que adaptaram-se muito bem ao sítio de plantio, com índice de pegamento de 100 % (Tabela 3 e Figura 4).

As mudas de mutamba, espécie que também é indicada para a recuperação de áreas degradadas (Lorenzi 1998), apresentaram crescimento acelerado até os 120 dias após o plantio para todos os recipientes usados. No entanto, após este período as mudas produzidas em saco plástico não mantiveram este comportamento, como as produzidas em tubetes, que ainda mantêm a mesma tendência de crescimento (figura 4). Aos 250 dias após o plantio, o índice de pegamento foi de 100 % e não foram encontradas diferenças significativas em altura e diâmetro nas mudas produzidas nos três recipientes (Tabela 3).

O crescimento das mudas de guatambu produzidas em tubetes, ao contrário do que aconteceu com as outras espécies, não foi satisfatório e as mudas apresentaram alto índice de mortalidade quando produzidas em tubetes de 50 ml. As mudas produzidas em saco plástico, apesar da baixa taxa de crescimento relativo, aos 250 dias após o plantio, apresentaram diâmetro e altura superiores aos das mudas produzidas em tubetes e com mortalidade igual ao das mudas produzidas em tubetes de 150 ml (Tabela 3 e Figura 4). Estes resultados indicam que as mudas de guatambu produzidas em tubetes não possuíam o padrão adequado de altura e diâmetro no momento do plantio, o que está de acordo com Davide et al. (1995), que recomendam 6 a 12 meses de permanência

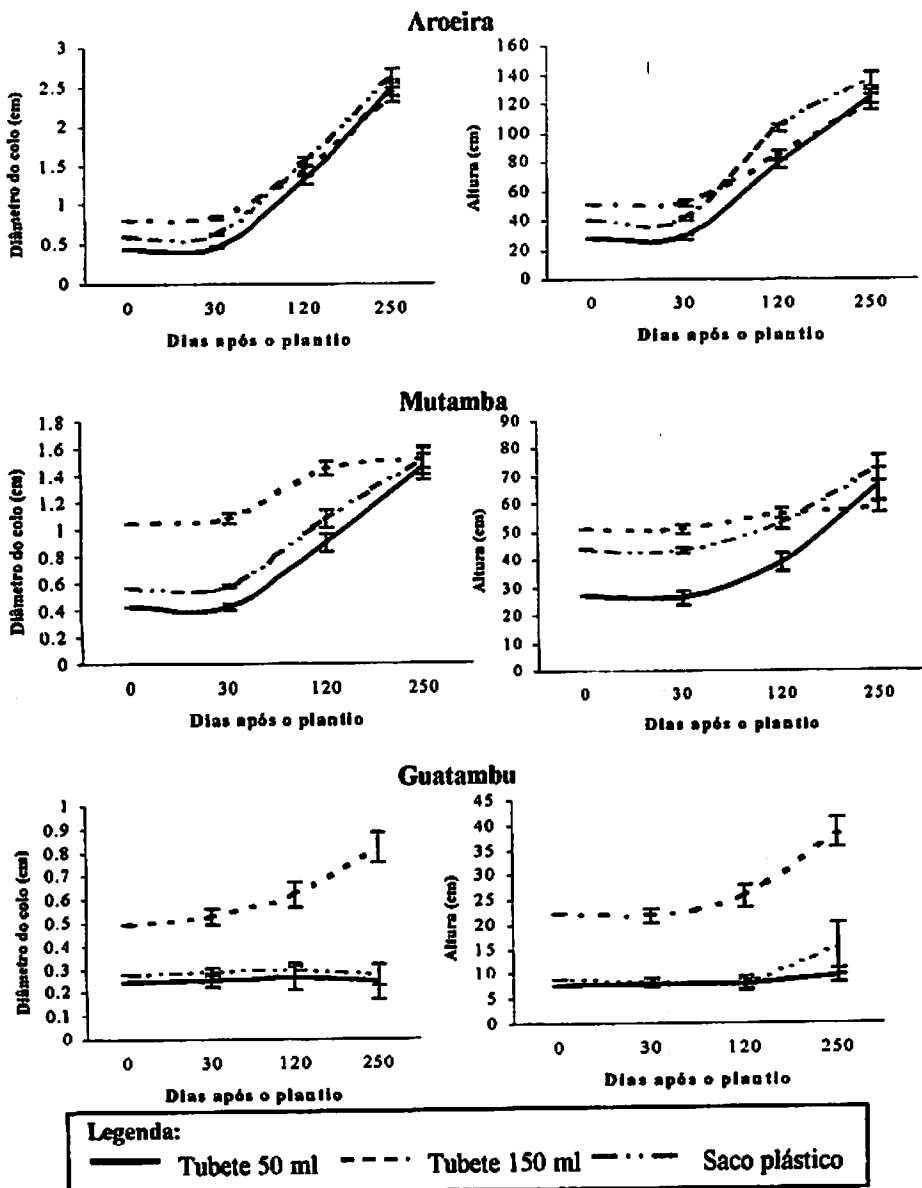


FIGURA 4 Crescimento de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi), mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) e guatambu (*Aspidosperma parvifolium* A. DC). As barras verticais indicam o erro padrão da média.

das mudas no viveiro, onde as mudas, possivelmente, atingiriam valores superiores aos apresentados na Tabela 2.

Os resultados do crescimento pós-plantio para as mudas de aroeira e mutamba mostram que as diferenças morfológicas verificadas nas mudas produzidas em diferentes recipientes não são suficientes para predizer o seu comportamento no campo. As maiores dimensões obtidas com o aumento do volume do recipiente não conferiram nenhuma vantagem às mudas, o que também foi observado por Barros et al. (1978). Estes autores, testando mudas provenientes de 11 tipos de recipientes após o plantio, constataram relação inversa do crescimento em altura e diâmetro com o tamanho das mudas, enfocando os mais baixos incrementos para as mudas produzidas em saco plástico.

No entanto, sempre é desejável fazer a seleção das melhores mudas em um mesmo lote, principalmente com base na medida do diâmetro, como também enfatizam Rose Junior (1985), Johnson & Cline (1991) e South (2000), como forma de aumentar o desempenho pós-plantio.

A escolha pelo recipiente para produção das mudas deve levar em consideração o efeito deste sobre o desenvolvimento do sistema radicular (Barroso, 1999). Dessa forma, o menor desenvolvimento das mudas produzidas em sacos plásticos pode ser devido à má formação do sistema radicular imposta por este tipo de recipiente, que induz à ocorrência de espiralamento das raízes (Brisset et al., 1991 e Tinus & Owston, 1984). Este tipo de dano foi verificado em mudas de aroeira e mutamba produzidas em sacos plásticos. Segundo Reis et al. (1996), mudas com sistema radicular enovelado apresentam menor capacidade de absorção de nutrientes, visto que suas partes deformadas podem oferecer resistência ao movimento de água e carboidratos, provocando o

desbalanço hormonal, dificuldade de manutenção das funções vitais e, conseqüentemente, redução no crescimento.

As mudas produzidas em tubetes apresentam-se, portanto, como a melhor alternativa técnica para produção de mudas de alta qualidade, com bom desempenho após o plantio. A isto somando-se todas as facilidades operacionais no processo de produção, transporte e plantio das mudas, tem-se também a melhor alternativa econômica, visto que mudas produzidas em tubetes possuem um custo de produção entre R\$ 0,20 e 0,50, enquanto que mudas produzidas em saco plástico, num ciclo de 1 ano têm custo de produção estimado em R\$ 2,00.

As mudas de aroeira e mutamba, produzidas em tubetes, apresentaram maior taxa de crescimento relativo no período de estudo, comparadas às mudas produzidas em saco plástico (Tabela 3). Tendo em vista que, apesar das diferenças morfológica observadas, as mudas destas espécies antes do plantio apresentavam crescimento balanceado, que é mostrado pelos índices morfológicos (H/D e Pa/Raiz), o melhor desempenho das mudas produzidas nestes recipientes pode ser devido à melhor qualidade das mudas, principalmente com relação à forma e disposição do sistema radicular.

Neste contexto, Humphrey et al. (1993) e Lamhamedi et al. (1998) também comentam que mudas produzidas em recipientes menores são mais vigorosas e apresentam maior taxa de crescimento quando plantadas, atribuindo o maior vigor à melhor qualidade do sistema radicular. Outra vantagem que pode ter sido conferida às mudas é a “aclimatação” às condições de restrição radicular no viveiro, que pode ter contribuído para o melhor desempenho pós-plantio, pelo desenvolvimento de mecanismos de proteção pela muda. Este fato também foi comentado por Silva et al. (1999). Deve-se ainda lembrar que a área experimental tem como característica a baixa profundidade efetiva do solo para o crescimento de raízes, devido à retirada do minério e aos impactos diretos da lavra, como a compactação e o revolvimento do solo. Assim, as mudas

produzidas em recipientes de pequeno volume, com alta restrição ao crescimento do sistema radicular, apresentam alta taxa de crescimento após o plantio, adaptando-se perfeitamente aos solos resultantes da mineração de bauxita.

Vários autores, tais como Duryea (1984), Carneiro (1995), Birchler et al. (1998) e Tinus (1996), ressaltam que a qualidade das mudas está ligada ao sítio de plantio e que em locais onde a competição vegetativa com plantas invasoras não é intensa, é preferível a utilização de mudas pequenas, confirmando o que foi encontrado neste trabalho. Dessa forma, percebe-se que, nestas condições, não é viável o uso de mudas produzidas em saco plástico, devido ao seu maior custo de produção e plantio. Isso porque as mudas produzidas em tubetes podem ser plantadas em covas menores, são mais leves, portanto mais fáceis de manejar, principalmente em áreas com declive acentuado, o que gera maior rendimento operacional, como também afirmam Venator et al. (1985).

As mudas de guatambu, no entanto, não tiveram crescimento adequado, quando produzidas em tubetes. Isto pode ser explicado pela baixa altura das mudas (Tabela 2) e sua pequena taxa de crescimento, inerente à espécie, também relatadas por Paiva & Poggiani (2000). Dessa forma, as mudas foram suprimidas pelo tapete verde implantado, que teve crescimento vegetativo intenso após o plantio. Assim, recomenda-se o plantio de mudas maiores, que poderá ser alcançado em um ciclo de produção maior nestas áreas onde o tapete verde foi implantado, ou então fazer o controle deste com maior frequência, para que não ocorra o sufocamento das mudas.

Não foi verificada relação entre potencial de crescimento radicular (NR) e o crescimento após o plantio, visto não ter havido diferença entre os recipientes na emissão de novas raízes, para todas as espécies. Por outro lado, este índice relacionou-se positivamente com a sobrevivência das mudas de aroeira e mutamba. Porém, ao considerar-se que a mortalidade das mudas de guatambu é resultado da supressão destas pelas plantas do tapete verde e utilizar

a avaliação da mortalidade aos 30 dias após o plantio, o potencial de crescimento radicular relaciona-se positivamente com a sobrevivência das mudas desta espécie que, nesta avaliação, também foi maior que 95%.

Os índices morfológicos (H/D e Pa/Raiz), para as mudas de aroeira e mutamba, avaliados antes do plantio, mostram que quando as mudas apresentam um crescimento balanceado, fato que pode ser verificado na Tabela 2, não há problemas maiores quanto à sobrevivência das mudas de aroeira e mutamba. Estes índices podem ser utilizados para a determinação de mudas produzidas em recipientes diferentes, fato que não é confirmado pelo índice de qualidade de Dickson, que só deve ser usado para estas espécies na seleção de mudas produzidas em recipiente de mesmo volume. Para o guatambu, no entanto, devido à alta taxa de mortalidade e crescimento das mudas produzidas em tubetes, valem as mesmas considerações feitas para o crescimento de novas raízes.

A relação entre o potencial de crescimento radicular e o desempenho pós-plantio não é muito bem definida (Scagel et al., 1993), correlacionando-se, algumas vezes, com o crescimento inicial (Cannell, 1985 e Barroso, 1999) e outras com a sobrevivência (Ritchie 1985; Ritchie & Tanaka, 1990). Dessa forma, para a seleção de mudas para plantio no local do estudo, este mostrou-se um índice confiável somente para prever a sobrevivência de mudas provenientes de lotes diferentes.

Vale a pena ressaltar que práticas culturais no viveiro que aumentem a média diamétrica das mudas, como, por exemplo, a densidade de cultivo, devem ser sempre avaliadas como estratégia para aumentar o desempenho das mudas no campo, visto o seu efeito sobre o potencial de crescimento radicular.

De posse dos dados apresentados anteriormente, quando se comparam os recipientes usados neste experimento, deve-se levar em consideração que as mudas de aroeira e mutamba produzidas em tubetes apresentaram desempenho

satisfatório, quando comparadas às produzidas em sacos plástico. Deve-se ressaltar que mudas produzidas nestes recipientes são encontradas no mercado por valores que variam de R\$ 0,30 a 0,50, enquanto aquelas produzidas em saco plástico têm custo de produção estimado entre R\$2,00 e R\$3,00.

Além do maior custo de produção das mudas produzidas em saco plástico, sem levar em consideração a sua qualidade morfofisiológica, deve-se atentar para a maior quantidade de material a ser transportado e manejado na ocasião do plantio, visto que a diferença de volume de menor tubete para o saco plástico é de 45 vezes. Isto acarreta maior custo de transporte e manejo das mudas, menor rendimento operacional no plantio, devido à grande dificuldade para execução de plantios em áreas muito íngremes, pois, segundo Dias (1981), esta é a condição da maioria das áreas de mineração de bauxita em Poços de Caldas.

6 CONCLUSÕES

Nas condições em que o trabalho foi desenvolvido, concluiu-se que, aos 250 dias após o plantio, em áreas degradadas, não foram verificadas diferenças estatísticas em diâmetro e altura entre as mudas de aroeira e mutamba, produzidas nos diferentes recipientes.

Mudas de aroeira e mutamba, produzidas em tubetes num ciclo de 90 dias, alcançaram padrão de 3,0 mm de diâmetro e 25 cm de altura e uma relação altura (mm)/diâmetro (cm) em torno de 6,4, o que proporcionou 100% de sobrevivência e altas taxas de crescimento inicial no campo.

Mudas de guatambu produzidas num ciclo inferior ao recomendado não alcançaram padrão apropriado para plantio e, conseqüentemente, obtiveram baixas taxas de sobrevivência e de crescimento inicial.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCOA. Mineração. Poços de Caldas: Alcoa, [19--]. (Circular interna).

BARROS, N. F. de; BRANDI, R. M.; COUTO, L.; REZENDE, G. C. de. Efeitos de recipientes na sobrevivência e no crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, no viveiro e no campo. *Revista Árvore*, v. 2, n. 2, p. 141-151, dez. 1978.

BARROSO, D. G. Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. Urophylla* produzidas em blocos prensados com diferentes substratos. 1999. 79 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.

BIRCHER, T.; ROSE, R. W.; ROYO, A.; PARDOS, M. La planta ideal: revision del concepto, parametros definitorios e implementaction practica. *Investigacion Agraria, Siste,as y Recursos Forestales*, Madrid, v. 7, n. 1/2, 1998.

BRISSET, J. C.; BARNETT, J. P.; LANDIS, T. D. Container seedlings. In: DURYEA, M. L.; DOUGHERTY, P. M. (Ed.). *Forest regeneration manual*. Netherlands: Klumer Academic Publishers, 1991. p. 117-142.

CANNELL, M. G. R. Physiology of southern pine seedlings. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NURSERY MANAGEMENT PRACTICES FOR THE SOUTHERN PINES**. Alabama: Auburn University/UFRO, 1985. p. 251-289.

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

CARNEIRO, M. A. C. *Características bioquímicas do solo em duas cronossequências de reabilitação em áreas de mineração de bauxita*. 2000. 166 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CARVALHO, P. E. R. *Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira*. Colombo: EMBRAPA-SPI, 1994. 640 p.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação.** Viçosa: UFV, 1999. 359 vp.

DIAS, A. C. **Recomposição paisagística de áreas mineradas de bauxita.** SEMINÁRIO REGIONAL SOBRE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA, 1., 1981, Lavras. **Resumos...** Belo Horizonte: IEF, 1981. p. 20-41.

DURYEA, M. L.; LANDIS, T. D. **Forest nursery manual: Production of bareroot seedlings.** Corvallis: Martinus Nijhoff, 1984. p. 143-164.

FARIA, J. M. R. **Comportamento de espécies florestais em diferentes sítios e adubações de plantio.** 1996. 108 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FURTADO, D. **Sistema de análise de variância: sisvar 4. 1.** Lavras: UFLA/CAPES, 2000.

GATTO, L. C. S. et al. **Geomorfologia.** In: PROJETO RADAM BRASIL, Ministério das Minas e Energia. **Levantamento dos recursos naturais.** Rio de Janeiro, 1983. Folhas SF 23/24, v. 32. p. 385-535.

GEOMINAS. **Geoprocessamento em Minas Gerais: Projeto Cidades.** Disponível em: <<http://www.geominas.mg.gov.br/>>. Acesso em: 08 out. 2001.

GISLER, C. V. T. **O uso da serrapilheira na recomposição vegetal em áreas mineradas de bauxita em Poços de Caldas, MG.** 1995. 147 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico para reflorestamento de regiões tropicais e subtropicais: método utilizado.** Belo Horizonte: PRODEPEF, 1978. 13 p.

HUMPHREY, M.; KLEISS, B. A.; WILLIAMS, H. M. **Container oak seedlings for bottomland hardwood (BLH) restoration.** WRP Technical Note VN-EM-1. 1, ago. 1993. Disponível em: <<http://www.wes.army.mil/el/wrtc/wrp/tnotes/vnem1-1.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário Estatístico do Brasil: vegetação e recursos hídricos.** Brasília, 1994. Mapa color. Escala 1: 22. 000. 000.

JOHNSON, J. D.; CLINE, M. L. Seedling quality of southern pines. In: DURYEA, M. L.; DOUGHERTY, P. M. (Ed.). **Forest regeneration manual**. Netherlands: Klumer Academic Publishers, 1991. p. 143-162.

LAMHAMEDI, MS.; BERNIER, P. Y.; HÉBERT, C.; JOBIDON, R. Physiological and growth responses of three sizes of containerized *Picea mariana* seedlings outplanted with and without vegetation control. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 110, n. 1/3, p. 13-23, Oct. 1998.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2. ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1998. 351 p.

LORENZO, J. S.; GRIFFITH, J. J.; JUCKSCH, I.; SOUZA, A. L.; REIS, M. G. F.; VALE, A. B. A Fitossociologia para recuperar área de lavra. **Ambiente**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 26-34, ago. 1994.

MACHADO FILHO, L.; RIBEIRO, M. W.; GONZALEZ, S. R.; SCHENINI, C. A.; NETO, A. S.; PALMEIRA, R. C. B.; PIRES, J. L.; TEIXEIRA, W.; CASTRO, H. E. F. Geologia. In: **Projeto RADAMBRASIL – Levantamento dos recursos naturais**, v. 32, 1983. p. 323-324.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. **Cerne**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 64-72, 1994.

PAIVA, A. V.; POGGIANI, F. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas plantadas no sub-bosque de um fragmento florestal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 57, p. 141-151, jun. 2000.

REIS, G. G. dos; REIS, M. das G. F.; RODRIGUES, F. L.; BERNARDO, A. L.; GARCIA, N. C. P. Efeito da poda de raízes de mudas de eucalipto produzidas em tubetes sobre a arquitetura do sistema radicular e o crescimento no campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 137-145, abr./jun. 1996.

RITCHIE G. A. Root growth potential: principles, procedures, and predictive ability. In: DURYEA, M. L. (Ed.). **Principles, procedures, and predictive abilities of major tests**. Corvallis: Oregon State University, 1985. p. 93-105. (Proceedings, symposium on evaluating seedling quality).

RITCHIE, G. A.; TANAKA, Y. Root growth potential and the target seedling. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM; MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, 1990, Oregon. **Proceedings....** Oregon: USDA, 1990. p. 37-52.

ROSE JUNIOR, R. W. Outplanting performance in Virginia of genetically improved Virginia Piedmont loblolly pine seedlings produced in south Carolina and Virginia nurseries. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NURSERY MANAGEMENT PRACTICES FOR THE SOUTHERN PINES. Alabama: Auburn University/IUFRO, 1985. p. 275-289.

SCAGEL, R. K.; BINDER, W. D.; KRUMLIK, G. J. Site-specific relationships of root growth potential to outplanting performance of coastal Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) under irrigated field conditions. Victoria, B. C. **Research Report**, Victoria: B. C., 1993. 12 p.

SOUZA, J. A. de. **Avaliação das estratégias de recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita em Poços de Caldas (MG)**. 1997. 104 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

TINUS, R. W. The Value of Seedling Quality Testing. **Tree Planters' Notes**. Washington, Volume 47, n. 2 - Spring 1996. Disponível em: <http://www.na.fs.fed.us/spfo/rngr/tpn/vol47-2/comments_47-2.htm>. Acesso em: 06 out. 2001.

TINUS, R. W.; OWSTON, P. W. Physiology research and forestation with container-grown seedlings successful. In: DURYEA, M. L.; BROWN, G. (Ed.) **Seedling physiology and reforestation success**. Netherlands: Martinus Nijhoff, 1984. p. 143-155.

VENATOR, C. R.; LIEGEL, L. H.; BARNETT, J. P. Bare-root versus container production of pines in the American tropics. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NURSERY MANAGEMENT PRACTICES FOR THE SOUTHERN PINES. Alabama: Auburn University/IUFRO, 1985. p. 72-82.