

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

TÂNIA FONTANA DIAS
Magister Scientiae

**VOLUMES DE RECIPIENTES NO CRESCIMENTO DE
ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS**

**São Mateus, ES
2011**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

**VOLUMES DE RECIPIENTES NO CRESCIMENTO DE
ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS**

TÂNIA FONTANA DIAS

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical.

Orientador: Prof. Dr. José Ricardo Macedo Pezzopane

**São Mateus, ES
Dezembro de 2011**

VOLUMES DE RECIPIENTES NO CRESCIMENTO DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS

TÂNIA FONTANA DIAS

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical.

Aprovada: 05 de dezembro de 2011.

Dr. Marlon Dutra Degli Esposti
INCAPER

Prof. Dr. Rodrigo Sobreira Alexandre
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dr. Marcelo Suzart de Almeida
Universidade Federal do Espírito Santo
(Co-orientador)

Prof. Dr. Fabio Ribeiro Pires
Universidade Federal do Espírito Santo
(Co-orientador)

Prof. Dr. José Ricardo Macedo Pezzopane
EMBRAPA
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de São Mateus, Centro Norte Universitário UFES/CEUNES e ao Programa de Pós Graduação em Agricultura Tropical/PPGAT, pela oportunidade de aprimorar meus estudos;

Ao Prof. Dr. José Ricardo Macedo Pezzopane, por sua orientação, confiança, atenção e tempo dedicados, importantes sugestões e contribuições para a qualificação do trabalho e redação da dissertação e todo o auxílio prestado;

Ao Prof. Dr. Marcelo Suzart de Almeida, pela colaboração e contribuições para a elaboração da pesquisa;

Ao Prof. Dr. Fabio Ribeiro Pires, pela disposição em transmitir seus conhecimentos, grandeza de caráter, grande ajuda prestada, por compreender e instigar a superar os momentos de dificuldades;

Aos demais professores do CEUNES/PPGAT, que de alguma forma contribuíram, em especial ao Dr. Rodrigo Sobreira Alexandre e Dr. Anthelmo Ralph Falqueto, pelos esclarecimentos e importantes contribuições técnicas;

À secretária da coordenação do PPGAT/CEUNES, Bernadeth Seixas, pela colaboração;

Aos sócios-diretores e gerentes da Embalatec Industrial, pela visão empreendedora, e incentivo à qualificação profissional, o que tornou possível conciliar meu trabalho na Embalatec com o experimento e os estudos do mestrado;

Aos Profissionais da Fibria Celulose, Engenheiros Florestais Rildo Almeida de Paula (M.Sc.), Engelberth Felipe Fucks e Eduardo Hocayen e Eng. Agrônomo Dório Anderson Vicente, pela disponibilidade em compartilhar experiências profissionais e importantes informações técnicas e operacionais;

Ao Viveiro Agroflorestal Mata Atlântica (AMA), pelo espaço físico, insumos e contribuições técnicas, que permitiram a realização da pesquisa;

Aos Viveiros Pais & Filho (BA) e Plantes (ES), pelas contribuições;

Ao Prof. Dr. Elmar Alfenas, pelas sementes doadas e contribuições técnicas;

Às Professoras, M.Sc., Lausanne Soraya de Almeida e Dra. Célia Tacaco Arimura, pela amizade e contribuições literárias para a redação da dissertação;

A Eng. Florestal Luziane Bittencourt Fucks por compartilhar experiências e amizade ao longo dos anos;

A Universidade Federal de Santa Maria, RS (UFSM), pela disponibilização do acervo literário científico que muito contribuíram para a redação da dissertação;

Ao Prof. Dr. Juarez Martins Hoppe (*in memoriam*), por semear os princípios da ética, respeito, disciplina, e busca pelo aprimoramento profissional e humano;

Ao Engenheiro Florestal, M.Sc., Rodrigo Thomas, pela amizade ao longo dos anos e contribuições estatísticas e literárias;

Aos colegas do Mestrado, em especial, Valmir Zuffo, Arlon Bastos, Antônio Drumond, e Welington Secundino, pelos estudos e experiências compartilhadas;

À Mariana Ferraço, pela amizade, auxílio nas atividades, estudos compartilhados e importantes contribuições para a concretização do mestrado;

Ao bolsista do curso de agronomia do CEUNES, Luiz Henrique, pela colaboração;

Aos queridos irmãos, Hamilton, pelo auxílio prestado durante as avaliações dendrometrias e destrutivas do experimento, e Eliane pelas importantes contribuições e apoio;

Aos meus pais e demais familiares que incentivaram o estudo e de alguma forma contribuíram;

A Antônio Vivian pela ajuda na instalação do experimento e ao Eng. Marco Antônio Vivian, pela revisão e formatação do texto;

Ao meu esposo João Ângelo, querido companheiro em todos os momentos e situações, pelo apoio, carinho, compreensão e contribuições técnicas;

BIOGRAFIA

Tania Fontana Dias, natural de Lages, SC. Concluiu a graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria em 2007. Pós-graduou em Gestão da Indústria Madeireira pela Universidade Federal do Paraná em 2011. Concluiu o mestrado em Agricultura Tropical pela Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte, em 2011. Atua como Técnico Responsável, desde 2007, na Empresa Embalatec Bahia Embalagens, nas áreas de Tecnologia e Tratamento Fitossanitário de Madeira, Controle de Qualidade da Produção e Legislação Florestal, e capacitações referentes às áreas de atuação. Exerceu Responsabilidade Técnica na área de Tecnologia e Tratamento Fitossanitário da Madeira na Empresa Aracruz Produtos de Madeira, de 2007 a 2010. Fez parte do corpo Docente da Faculdade Pitágoras Unidade Teixeira de Freitas - Bahia, de 2008 a 2010, atuando nos Colegiados de Engenharia Florestal e Administração de Empresas. Em 2010 Lecionou no Curso Técnico em Florestas na FATEC/Cursos Técnicos Profissionalizantes em Itabatã, Bahia. Atuou na área de Licenciamento ambiental na região do Extremo Sul da Bahia no ano de 2007.

SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 IMPORTÂNCIA DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL.....	3
2.2 CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES	5
2.2.1 <i>Calophyllum brasiliense</i> (guanandi).....	6
2.2.2 <i>Cariniana estrellensis</i> (jequitibá branco)	7
2.2.3 <i>Peltophorum dubium</i> (angico canjiquinha).....	7
2.2.4 <i>Schinus terebinthifolius</i> (aroeira vermelha).....	8
2.3 PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS NATIVAS	9
2.4 RECIPIENTES	11
2.5 IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DE MUDAS FLORESTAIS	14
2.5.1 Variáveis indicadoras de qualidade de mudas	14
2.5.2 Relação entre as variáveis.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	18
3.2 PLANEJAMENTO E INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	19
3.2.1 Coleta e armazenamento das sementes.....	19
3.2.2 Preparo dos canteiros e semeadura.....	19
3.2.3. Repicagem e transplântio.....	20
3.2.4 Delineamento experimental.....	21
3.2.5. Substrato.....	23
3.3. MANEJO DO EXPERIMENTO.....	24
3.3.1 Sistema de irrigação	24
3.3.2 Adubação	24
3.3.3 Crescimento das mudas	25
3.4 AVALIAÇÕES DO DECRESCIMENTO DAS MUDAS.....	29
3.4.1 Parâmetros biométricos	29
3.4.2 Biomassa seca da parte aérea e radicular	30

3.4.3 Área foliar	31
3.4.4 Índices morfológicos	31
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
4.1 <i>Calophillum brasiliense</i> (guanandi)	33
4.2 <i>Cariniana estrellensis</i> (jequitibá branco)	39
4.3 <i>Peltophorum dubium</i> (angico canjiquinha)	46
4.4 <i>Schinus terebinthifolius</i> (aroeira vermelha)	51
5 CONCLUSÕES	58
6 CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES	59
7 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	61

RESUMO

DIAS, Tânia Fontana; M.Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; Dezembro de 2011; **Volumes de recipientes no crescimento de espécies florestais nativas**; Orientador: José Ricardo Macedo Pezzopane, Co-orientadores: Marcelo Suzart de Almeida, Fábio Ribeiro Pires.

Com o objetivo de disponibilizar informações referentes à produção de mudas de espécies florestais de Mata Atlântica, importantes no segmento de restauração florestal, o presente trabalho avaliou o crescimento de mudas de *Calophyllum brasiliense* (guanandi), *Cariniana estrellensis* (jequitibá branco), *Peltophorum dubium* (angico canjiquinha) e *Schinus terebinthifolius* (aroeira vermelha), produzidas em recipientes de diferentes dimensões. O estudo foi desenvolvido no viveiro comercial Agroflorestal Mata Atlântica (AMA), município de Teixeira de Freitas, Bahia, situado a 17°31'08" de latitude Sul e 39°44'30" de longitude Oeste. O delineamento estatístico utilizado foi blocos casualizados, com quatro repetições e cinco tratamentos compostos por tubetes de capacidade volumétrica de 53, 115, 180 e 280 cm³ e saco plástico de 560 cm³. Cada espécie constituiu um experimento independente das demais. A influência do volume do recipiente no crescimento e a qualidade das mudas foi determinada pelos seguintes parâmetros biométricos: altura da parte aérea, diâmetro de coleto, biomassa seca aérea, radicular e total, área foliar, índices das relações altura e diâmetro de coleto, biomassa seca aérea e radicular e de Qualidade de Dickson. Foram avaliadas 15 plantas aleatórias do interior de cada parcela. As avaliações da altura e diâmetro de coleto iniciaram aos 30 dias após o transplântio para os recipientes, sendo repetidas mensalmente, até que as mudas apresentassem características morfológicas adequadas para o plantio. Neste período o experimento foi finalizado, realizando-se as avaliações destrutivas para determinação de biomassa seca e índices morfológicos. Os

resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo Sistema de Análises Estatísticas (SAEG), sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As mudas de *Calophyllum brasiliense* (guanandi) apresentaram semelhança estatística entre as médias dos tubetes de 180, 280 cm³ e o saco de 560 cm³ para todos os parâmetros avaliados. Para a espécie *Cariniana estrellensis* (jequitibá branco), as médias do tubete de 280 cm³ e do saco de 560 cm³, foram similares estatisticamente na maioria dos parâmetros. As mudas de *Peltophorum dubium* (angico canjiquinha), produzidas no saco de 560 cm³ apresentaram maiores médias para todos os parâmetros, sendo que os tubetes de 180 e 280 cm³ formam similares estatisticamente. Para *Schinus terebinthifolius* (aroeira vermelha), as maiores médias, para todos os parâmetros, corresponderam ao saco de 560 cm³, com exceção do índice de Dickson que foi similar entre os tubetes de 180 e 280 cm³ e o saco de 560 cm³. As maiores médias dos parâmetros indicadores de qualidade de mudas florestais corresponderam ao saco de 560 cm³ para a maioria das espécies estudadas, todavia sua utilização não é recomendada, visto que, todas as espécies nele produzidas apresentaram enovelamento do sistema radicular e maior tempo para agregação do torrão ao substrato. Considerando a morfologia do sistema radicular, o consumo de substrato, espaço ocupado, tempo de permanência em viveiro, mão de obra, cuidados com irrigação e monitoramento de pragas e doenças, nas condições climáticas em que se deu o estudo e espécies avaliadas, recomenda-se a utilização dos recipientes de 180 ou 280 cm³.

Palavras-chave: Restauração florestal, *Calophyllum brasiliense*, *Cariniana estrellensis*, *Peltophorum dubium*, *Schinus terebinthifolius*, Parâmetros dendrométricos.

ABSTRACT

Dias, Tânia Fontana, M.Sc., Federal University of Espírito Santo, December 2011, **Volumes of containers in the growth of native species**. Advisors: Jose Ricardo Macedo Pezzopane, Co-advisors: Marcelo Suzart de Almeida, Fábio Ribeiro Pires.

In order to provide information regarding the production of seedlings of forest species of Atlantic Forest, important segment of forest restoration, the study evaluated the growth of seedlings, *Calophyllum brasiliense* (guanandi), *Cariniana estrellensis* (jequitibá white), *Peltophorum dubium* (angico canjiquinha) e *Schinus terebinthifolius* (red pepper tree) grown in containers of different dimensions. The study was conducted in the nursery trade Agroforestry Atlantic (AMA), city of Teixeira de Freitas, Bahia, located at 17 ° 31'08 "south latitude and 39 ° 44'30" west longitude. The statistical design was randomized blocks, with four replications and five treatments composed of tubes volumetric capacity of 53, 115, 180 and 280 cm³ and plastic bag of 560 cm³. Each species was an experiment independent of the others. The influence of the volume of the vessel growth and quality of the seedlings was determined by the following biometric parameters: shoot height, collar diameter, shoot dry biomass, root and total leaf area, high levels of relations and diameter, dry biomass and root and Quality of Dickson. To carry out the assessments were taken at random 15 central plants in each plot. The non-destructive evaluations began 30 days after transplantation for recipients, and repeated monthly until the seedlings showed morphological suitable for planting. During this time the experiment was completed, performing destructive evaluations. The results were subjected to analysis of variance SAEG statistical package (Statistical Analysis System), and the treatment means compared by Tukey test at 5% probability. The volume of container has significantly influenced the development of the plants for some species, indicating that plant growth was limited by restricting the root system. For *Calophyllum*

brasiliense (guanandi), there was statistical similarity between the seedlings of the tubes 180, 280 cm³ and 560 cm³ bag for all parameters evaluated. For species *Cariniana estrellensis* (jequitibá white), the average cartridge of 280 cm³ and 560 cm³ bag, were statistically similar for some parameters. Seedlings *Peltophorum dubium* (yopo canjiquinha), produced in the bag 560cm³ had higher averages for all parameters, and the tubes 180 and 280cm³ form similar in most parameters. To *Schinus terebinthifolius* (red pepper tree), the highest averages for all parameters, correspond to bag 560 cm³, except for the index that Dickson was similar between the tubes 180 and 280 cm³ and 560 cm³ bag. Even the highest average of indicators of quality of forest seedlings match the bag 560 cm³, its use may be impaired, since it produced all species showed folding of the root system and longer for aggregation of the root ball to the substrate. Considering substrate consumption, space requirements, length of stay in the nursery, labor, greater care with irrigation and monitoring of pests and diseases, depending on the species, may be more feasible using vessels of 180 or 280 cm³.

Keywords: Restoration forest, *Calophyllum brasiliense*, *Cariniana estrellensis*, *Peltophorum dubium*, *Schinus terebinthifolius*, Biometric parameters.

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados da SBS (2010), a participação do setor florestal no Produto Interno Bruto (PIB) do país atinge 3,5%, o que equivale a US\$ 37,3 bilhões, gerando 4,33 milhões de empregos relacionados às florestas plantadas e 2,58 milhões no tocante às florestas nativas.

Os serviços oferecidos pelos ecossistemas naturais constituem o principal motivo para sua conservação ou recuperação, uma vez que as florestas, como parte da vegetação, são um dos principais componentes naturais que garantem a vida sobre a superfície da terra, e, suas diferentes associações de espécies florestais determinam as condições do ambiente para cada local (SHUMACHER & HOPPE, 1998; CARPANEZI, 2005).

Nos últimos anos tem aumentado a demanda por mudas florestais nativas de Mata Atlântica no Extremo sul da Bahia e centro norte do Espírito Santo, em função da necessidade de realização de plantios para a restauração das áreas degradadas. No entanto, os processos de restauração implicam em investimentos elevados, devido à complexidade da autoecologia das espécies e das atividades operacionais de silvicultura.

Os estudos sobre produção de mudas de espécies florestais oriundas de Mata Tropical Atlântica são muito incipientes no Brasil. De modo geral as espécies possuem um comportamento diferenciado em relação ao seu crescimento em viveiro e a campo, devido às suas características fisiológicas e morfológicas, apresentando exigências nutricionais e espaciais particulares para a sua sobrevivência. Em função destas particularidades torna-se necessário desenvolver pesquisas que indiquem a distribuição espacial do sistema radicular mais adequada ao crescimento das espécies em nível de viveiro, visando garantir a sua sobrevivência a campo.

As espécies florestais respondem de maneira distinta às práticas de manejo a elas aplicadas ao longo do tempo. O apropriado dimensionamento do volume, da

altura e do diâmetro do recipiente é variável conforme a espécie a ser propagada e o tempo de permanência no viveiro (GOMES et al., 1990; NICOLOSO et al., 2000).

O volume de recipientes em viveiros florestais tem influência direta em seu custo final, pois daí resulta a quantidade de substrato a ser utilizado, o espaço que irá ocupar no viveiro, a mão de obra utilizada no transporte, remoções para aclimatização e retirada para entrega ao produtor, além da influência na quantidade de insumos e água que irá demandar (QUEIROZ & MELÉM Jr., 2001).

Verifica-se nos viveiros de produção florestal, uma grande variação dos tipos e tamanhos de recipientes utilizados para a produção de mudas florestais nativas, o que implica em falta de padronização da qualidade das mudas em nível de viveiro. Por consequência, há um reflexo limitante em nível de campo, pois mudas com baixo padrão de qualidade resultam em redução do percentual de sobrevivência pós-plantio e aumento dos custos das atividades silviculturais de manutenção.

A definição do melhor recipiente para a produção de mudas nativas ainda é alvo de questionamento. Desta forma é necessária a realização de estudos que definam o recipiente adequado, considerando a individualidade das espécies florestais, as condições edafo-climáticas da região onde estão desenvolvendo os processos de produção florestal, bem como os aspectos técnicos e econômicos da cadeia de produção de mudas. O conjunto destas Informações oferecerá contribuições importantes, tanto para os produtores de mudas, quanto para as entidades públicas e privadas responsáveis pelos plantios florestais de restauração, a ponto de favorecer a produção e desenvolvimento de mudas de espécies florestais nativas na região, acelerando o processo de recuperação de áreas degradadas.

Com o objetivo de disponibilizar informações referentes à produção de mudas de espécies florestais de Mata Atlântica, de importante valor silvicultural no segmento de restauração florestal, o presente trabalho avaliou o crescimento e a qualidade de mudas de *Calophyllum brasiliense* (guanandi), *Cariniana estrellensis* (jequitibá branco), *Peltophorum dubium* (angico canjiquinha) e *Schinus terebinthifolius* (aroeira vermelha). A hipótese principal foi verificar se há diferença estatística para os parâmetros indicadores de qualidade de mudas, entre os volumes de recipientes testados (tubetes de 53, 115, 180 e 280 cm³ e saco de 560 cm³).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IMPORTÂNCIA DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL

Nos últimos anos, dada a crescente conscientização da população sobre a necessidade de conservação dos recursos naturais, aliada à legislação que vem cobrando a obrigação de recuperação da cobertura florestal em Áreas de Preservação Permanente, tem-se constatado um grande avanço nas pesquisas científicas e nos projetos de restauração florestal (MARTINS, 2007).

A recuperação de ecossistemas degradados é uma prática muito antiga, sendo encontrados exemplos de sua existência na história de diferentes povos, épocas e regiões (RODRIGUES & GANDOLFI, 2004), porém, só recentemente adquiriu o caráter de uma área de conhecimento científico (PALMER et al., 1997).

O Brasil está entre os países que mais devastam o meio ambiente e os recursos naturais, estando ainda entre os países com maior diversidade biológica do mundo e, ao mesmo tempo, uma das menos estudadas. Esta situação torna urgentes os estudos para o conhecimento e conservação da flora e fauna brasileiras (BORGHETTI, 2000).

A perda da cobertura florestal, em especial da Mata Tropical Atlântica e Matas Ciliares, são processos antigos, ocasionados por fatores como expansão da agricultura intensiva e pecuária extensiva, obtenção de madeira, incêndios florestais, extração de areia nas margens de rios e empreendimentos turísticos mal planejados, tendo levado a graves consequências, como a redução da biodiversidade, a degradação do solo e dos recursos hídricos (KAGEYAMA & GUANDARA, 2005; MARTINS, 2007; SOUZA, 2009; FERRAZ & ENGEL, 2011).

A estratégia de minimizar os efeitos dos processos de fragmentação e degradação, através da regeneração artificial de espécies nativas locais, denomina-se restauração ecológica dos ecossistemas, ou restauração florestal. A restauração

florestal tem por objetivo estabelecer os processos e a estrutura do ecossistema original, garantindo a permanência da biodiversidade, que é a grande riqueza dos ecossistemas tropicais, em especial das florestas (KAGEYAMA & GUANDARA, 2005).

Nas condições de intensa degradação, faz-se necessária a adoção de técnicas e modelos de recuperação das matas ciliares, pois a restauração florestal tem sido a melhor solução para os problemas de erosão e degradação dos recursos hídricos decorrentes do uso inadequado do solo (DURIGAN, 1990; MARTINS, 2009).

Em razão da necessidade de reflorestamento, nos últimos anos aumentou a demanda brasileira por mudas de espécies florestais nativas. Nos projetos de revegetação de áreas degradadas, tem sido explorado o potencial das espécies nativas regionais, supostamente melhor adaptadas às condições edafo-climáticas, o que facilita o restabelecimento do equilíbrio entre a fauna e a flora (FERNANDES et al., 2000).

As espécies florestais apresentam grande potencial para recomposição de vegetação em áreas degradadas pelo manejo inadequado do solo e vegetação natural (SANTOS et al., 2000), cumprindo importantes funções ambientais, como por exemplo, proteção da fauna, da qualidade e da quantidade da água e do fluxo gênico. Por este motivo, institui-se por lei, a obrigatoriedade de preservação da cobertura florestal e demais formas de vegetação natural (AHRENS, 2005; MARTINS 2007; MARTINS 2010).

O déficit nacional de ecossistemas naturais a recuperar por força de dispositivos legais, especialmente Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reserva Legal (RL), pode ser estimado em dezenas de milhões de hectares, neste contexto, os desafios e as implicações econômicas e sociais da reconstrução dos ecossistemas brasileiros são enormes (CARPANEZZI, 2005).

O ritmo acelerado de degradação ambiental em todo o mundo e a escassez de recursos financeiros obriga os conservacionistas a concentrar seus esforços em apenas algumas áreas, já que seria praticamente impossível proteger todos os ecossistemas ameaçados (TONHASCA Jr., 2005). MYERS (1988) propôs que a escolha das regiões prioritárias para conservação deve recair sobre os centros críticos de diversidade (*hot spots*), determinados segundo os critérios principais: o número total de espécies e o número de espécies endêmicas.

As formações vegetacionais da Mata Atlântica assumem grande importância ecológica por apresentarem riqueza e diversidade de espécies de fauna e flora, abrigando grande diversidade de espécies endêmicas (PEIXOTO & GENTRI, 1990; BARROS et al., 1991; LEITÃO FILHO et al., 1993), sendo reconhecida como área prioritária para conservação (MARTINS, 2010).

A importância das florestas ciliares está diretamente relacionada com a conservação das florestas nativas e todo o conjunto de fatores relacionados à proteção de rios e mananciais, que vão desde a qualidade e quantidade de água, o tipo de solo e suas margens, prevenção a erosão, contenção de assoreamentos, proteção contra enchentes e preservação da fauna (SALVADOR, 1989; MACEDO, 1993; DAVID & BOTELHO, 1999, MARTINS, 2010).

O Código Florestal, em vigor a partir de 1965 (Lei nº 4.7771/65) inclui as matas ciliares na categoria de Áreas de Preservação Permanente (MMA, 2011).

2. 2 CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES

Nos processos de restauração florestal, além da preocupação em reproduzir a floresta original em sua florística e estrutura, espera-se também que o uso de alta diversidade de espécies possa reintroduzir, nas áreas restauradas, os processos responsáveis pela perpetuação de florestas (LAMB et al., 2005).

O processo de restauração florestal e a conservação da biodiversidade só são possíveis se a maioria das espécies arbóreas originalmente presentes na floresta estiver representada, esta representação poder ser feita por meio do plantio de mudas (RODRIGUES et al., 2009).

Como uma das principais metas da restauração ecológica é a conservação da biodiversidade, fica evidente que a diversidade genética deve ser um dos pilares básicos dessa atividade (MORITZ, 2002).

Segundo Rodrigues et al. (2009), a adequação do uso de grupos funcionais nos processos de restauração resultou nos últimos anos, em melhor, mais rápida e mais eficiente formação de florestas nas áreas degradadas submetidas ao plantio de mudas. Os dois grupos funcionais definidos são o das “espécies de preenchimento”, que a pleno sol apresentem rápido crescimento e produzam grande cobertura do solo (pioneiras e secundárias iniciais), e, o grupo das espécies de diversidade”

(clímax e secundárias tardias), espécies de crescimento mais lento e pequena cobertura, reunindo espécies com comportamentos seccionais distintos.

2.2.1 *Calophillum brasiliense* (guanandi)

Calophillum brasiliense pertence à família Clusiaceae (Gluttiferae), distribui-se desde o Amazonas até Santa Catarina, estando presente em todas as bacias hidrográficas, em planícies inundadas, floresta Atlântica e Amazônica. Fora de terras Brasileiras é uma espécie de grande importância na América do Sul, América Central e Caribe, onde é utilizada para arborização de culturas perenes e de pastagens (CARVALHO, 2003).

É uma espécie secundária e intermediária tardia (DURIGAN & NOGUEIRA, 1990), pioneira em formação fluvial (CARVALHO, 1996), ou clímax tolerante a sombra (RONDON NETO et al., 1999). Heliófila, com grande agressividade sobre a vegetação brejosa (REITZ et al., 1978), necessita de sombra na fase juvenil. É intolerante a baixas temperaturas, ocorrendo naturalmente em solos aluviais com drenagem deficiente, em locais úmidos periodicamente inundáveis e brejosos, com textura arenosa a franca, e solos ácidos (CARVALHO, 2003).

Desde o início da colonização do Brasil, o *Calophillum brasiliense* vem sofrendo forte pressão pela exploração ilegal da madeira, destruição da mata ciliar e avanço das áreas agrícolas (MARQUES & JOLY, 2000), estando na relação de espécies florestais tropicais que devem ser consideradas nos programas de conservação de recursos genéticos *in situ* e *ex situ* (DUBOIS, 1986).

O guanandi consta na lista de espécies recomendadas para a Restauração da Mata Atlântica. Sendo apropriada para restauração de matas ciliares (LORENZI, 1998; GALVÃO & MEDEIROS, 2002) e solos encharcados ou sujeitos a inundações periódicas (MARQUES, 1994). Martins (2010) incluiu o guanandi na lista das espécies nativas cujos estudos científicos têm comprovado sua eficiência para restauração florestal de Áreas de Preservação Permanente (matas ciliares, vegetação de topo de morro e de encostas íngremes) e de Reserva Legal.

2.2.2 *Cariniana estrellensis* (jequitibá branco)

A espécie *Cariniana estrellensis* (Raddi) pertence à família Lecythidaceae, ocorrendo em alguns países da América do Sul como Peru, Bolívia e Paraguai, sendo que no Brasil distribui-se do Acre até Santa Catarina.

Presente em capoeirões e florestas secundárias é indicado para restauração florestal. No Brasil central é encontrada em mata ciliar. Ocorre em solos de baixa fertilidade natural, porém apresenta melhor desenvolvimento em solos profundos e férteis (LORENZI, 1992; CARVALHO, 2003).

O jequitibá branco é encontrado naturalmente na Floresta Ombrófila Densa, ocupando estratos arbóreos dominantes e co-dominantes (IBDF, 1984), tendo principal ocorrência na Floresta de Mata Atlântica e nas formações de terras baixas (SIQUEIRA, 1994).

Espécie secundária tardia, recomendada para restauração de mata ciliar em solos bem drenados ou com inundações periódicas de curta duração (DURIGAN & NOGUEIRA, 1990). Espécie clímax exigente em luz (RONDON NETO et al., 1990; NUNES & PETERE Jr., 2000; CARVALHO, 2003), recomendada para arborização de praças públicas (LORENZI, 1992), para a restauração da Mata Atlântica, Áreas de Preservação Permanente, Reserva Legal e áreas degradadas (GALVÃO & MEDEIROS, 2002; MARTINS, 2010).

2.2.3 *Peltophorum dubium* (angico canjiquinha)

Peltophorum dubium é uma espécie secundária inicial (DURIGAN & NOGUEIRA, 1990), pertencente à família Caesalpiniaceae (leguminosae: caesalpinioidade), apresenta característica de árvores pioneiras, sendo recomendada para reflorestamentos mistos de áreas degradadas, paisagismo e arborização (LORENZI, 1992; MARCHIORI, 1997; CURTI, 2011).

No Brasil a espécie distribui-se do Alagoas ao Rio Grande do Sul. Abundante em formações secundárias, poucos indivíduos ocupam o extrato dominante do dossel em floresta primária. Desempenha papel de pioneira nas áreas de pastagens, clareiras e bordaduras de mata. Ocorre em vários tipos de solo,

desde solos ácidos, cerrado, a solos com fertilidade elevada, não tolera solos rasos, pedregosos ou demasiadamente úmidos (CARVALHO, 2003).

É uma espécie bastante exigente em nitrogênio (NICOLOSSO et al., 2000), sendo que suas raízes não se associam com o *Rhizobium* (CAMPELO, 1976; CARVALHO & CAMPANEZZI, 1982). Faz parte do grupo de espécies nativas que a experimentação científica tem mostrado a capacidade para a restauração de florestas das Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal. (MARTINS, 2010).

2.2.4 *Schinus terebinthifolius* (aroeira vermelha)

A aroeira-vermelha, *Schinus terebinthifolius* Raddi, do gênero *Schinus* pertencente à família Anacardiaceae (MARCHIORI, 1995; CARVALHO, 2003), é uma planta nativa da América do Sul com ampla dispersão, sendo encontrada em diversas regiões, sob diferentes aspectos morfológicos, que variam de pequenos arbustos até grandes árvores, demonstrando elevado potencial de adaptação em diversos ambientes (FLEIG, 1987; FLEIG & KLEIN, 1989; BACKES & IRGANG, 2002; LORENZI, 1998).

É uma espécie comum na vegetação secundária, nos estágios de capoeirinha, capoeira, capoeirão e floresta secundária. Também frequente nas capoeiras de encostas, nas beiras de rios e várzeas úmidas, nos campos, como invasora de áreas abandonadas (LORENZI, 1998; CARVALHO, 2003) crescendo também em dunas e terrenos secos e pedregosos (LORENZI, 1998).

A espécie é recomendada para recuperação de solos pouco férteis como os solos raros, rochosos, hidromórficos ou salinos, devido ao seu caráter de rusticidade, pioneirismo e agressividade (CARVALHO, 1988).

Destaca-se ecologicamente em programas de reflorestamentos ambientais, recuperação de áreas degradadas, projetos de restauração de mata ciliar e de estabilização de dunas (FERRETI et al., 1995; FLEIG & KLEIN, 1998; KAGEYAMA & GANDARA, 2005). Em restauração de mata ciliar, pode ser utilizada em áreas com períodos de inundados de curta duração e até mesmo em períodos de moderado encharcamento (KAGEYAMA, 1992).

A aroeira-vermelha é uma espécie recomendada para recuperação de áreas degradadas e marginais, devido ao seu caráter de pioneirismo e agressividade (MEDEIROS & ZANON, 1998). No estado do Paraná, a SPVS (1996) inclui essa espécie entre as indicadas para a recuperação de reserva florestal legal.

2.3 PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS NATIVAS

A demanda por produtos de origem florestal tem se intensificado nas últimas décadas, implicando em uma necessidade crescente de tecnologia nos plantios florestais de rápido crescimento, desde a seleção de matrizes de alta produtividade até métodos eficientes de produção de mudas (CURTI, 2011).

A tendência atual dos projetos de restauração florestal em formar florestas com elevada densidade de espécies nativas tem esbarrado na dificuldade de encontrar nos viveiros mudas de uma gama variada de espécies. Na prática, o que se vê em muitos viveiros florestais, salvo algumas exceções, é a disponibilidade de mudas de poucas espécies (MARTINS, 2010).

No Brasil são muito escassas informações precisas sobre procedimentos para produção de mudas de espécies arbóreas nativas (CARVALHO, 2000; CURTI, 2011) existindo apenas para aquelas que detêm maior interesse econômico. Os viveiros tradicionais estão mais voltados à produção de um número reduzido de espécies, mais especificamente de Pinus e de Eucalipto (CARVALHO, 1996). Entretanto, observa-se na literatura uma crescente preocupação com a propagação de espécies nativas no país (ARAÚJO et al., 2007).

Para Santareli (2004), uma das grandes dificuldades dos projetos de reflorestamento com espécies nativas é a obtenção de mudas, tanto na quantidade e qualidade desejada, como na diversidade de espécies.

A sobrevivência, estabelecimento, frequência dos tratos culturais e crescimento inicial das florestas estão diretamente relacionados à qualidade das mudas na ocasião do plantio (CARNEIRO, 1995; GOMES et al., 1991; FONSECA et al., 2002). O Potencial genético, as condições fitossanitárias e a conformação estável do sistema radicular são muito importantes para a boa produtividade dos povoamentos florestais (CARVALHO, 1992).

A produção de mudas de espécies florestais é limitada por alguns fatores como semente, substrato e recipiente. Estes fatores, refletem diretamente na qualidade do produto final. Buscando melhor produtividade dos reflorestamentos, a qualidade da muda tem sido abordada em vários trabalhos de pesquisa, procurando definir tamanhos e tipos de recipientes e, de substratos, melhor adequados à produção de mudas na qualidade desejável (SANTOS et al., 2000).

Cozzo (1976), analisando qual seria o recipiente ideal para a produção de mudas florestais concluiu que a escolha deve recair sobre um recipiente que atenda aspectos práticos e técnicos, ou seja, deve ser barato, de fácil obtenção em grandes quantidades, com baixo custo de manejo no viveiro, permitir o bom desenvolvimento do sistema radicular e a sua composição não pode apresentar toxidez para as plantas.

Problemas relacionados a doenças do sistema radicular na fase de viveiro e após o plantio, a percentagem de sobrevivência a campo, bem como a deficiência e fragilidade no crescimento das mudas a campo, estão muitas vezes relacionadas às restrições radiculares causadas pela escolha inadequada do recipiente utilizado no processo de produção da muda no viveiro (FARIAS et al., 2005).

Na restauração florestal com espécies nativas, uma questão que tem sido frequentemente colocada é a do tamanho ideal das mudas para o plantio. Se por um lado espera-se que mudas de maior tamanho, desde que com raízes bem formadas, tenham maiores chances de sobrevivência no campo, de outro lado, recipientes maiores implicam maior custo de implantação, tanto pelo maior consumo de substrato e maior necessidade de espaço no viveiro, como maior custo de transporte e menor rendimento no plantio (FERRAZ & ENGEL, 2011).

Em estudo combinando fatores como volumes de recipientes (saco plástico e tubetes), adubo e forma de mistura do adubo ao substrato, no crescimento e *Peltophorum dubium*, Brachtvogel & Malavasi (2010), observaram que a altura das plântulas foi beneficiada com o uso do saco plástico e adição de fertilizante de liberação lenta, da mesma forma houve incremento do diâmetro do coleto em recipientes maiores, porém a biomassa seca da parte aérea e biomassa seca total foram indiferentes ao volume do recipiente quando houve fertilização com NPK.

Estudando o comportamento de mudas de *Parapiptadenia rígida*, em diferentes luminosidade e volumes de recipiente (saco plástico), Farias et al. (2005), obtiveram melhores resultados com os recipientes de maior volume, segundo os

autores, o maior volume de substrato permite amplo desenvolvimento do sistema radicular e maior eficiência na capacitação de nutrientes, além de reduzirem a probabilidade de estresse hídrico.

2.4 RECIPIENTES

Por volta de 1970, em várias partes do mundo, começou-se a dar maior importância às mudas de espécies florestais produzidas em recipientes. Desde então muitas pesquisas foram realizadas com relação a tipos e tamanhos de recipientes, substratos, manipulação do material, avaliando as respostas a campo. Notáveis avanços foram alcançados, sendo que maiores índices de sobrevivência e desenvolvimento das plantas após plantio no campo foram as principais razões para o uso dessa tecnologia (DANIEL et al., 1982).

O plantio de espécies florestais nativas, para fins de produção ou conservação, depende da utilização de mudas produzidas em recipientes. Aspectos como maior qualidade das mudas, facilidade de controle nutricional e proteção do sistema radicular, aliadas às facilidades de transporte e plantio das mesmas, fazem com que o sistema de produção de mudas em recipientes seja atualmente o modelo mais utilizado por pequenos, médios e grandes viveiristas (CARNEIRO, 1995; GOMES, 2003).

A produção de mudas em recipientes trouxe relevantes avanços à silvicultura, contudo novos questionamentos são feitos dia a dia sobre situações que podem ser ainda melhoradas. Cada espécie possui autoecologia específica ou semelhante a outras espécies, e que, de modo geral, são pouco conhecidas cientificamente (FARIAS et al., 2005).

Com crescimento inicial lento, algumas espécies florestais nativas necessitam de mais tempo no viveiro para alcançar tamanho mínimo recomendável (25 - 30 cm), que por sua vez induz o uso de recipientes de maior tamanho (CARNEIRO, 1995). Desta forma, para que não ocorram danos ao sistema radicular às dimensões dos recipientes devem adequar-se às características das espécies (GOMES et al., 1990).

É difícil definir um recipiente ideal, já que segundo alguns estudos, o resultado no campo é similar para diferentes tipos de recipientes, e a decisão de se

usar um ou outro no sistema de produção de mudas dependerá de considerações qualitativas e aspectos práticos como: custos, superfície útil, mecanização, etc. (BARROS et al., 1978; GOMES, 1990; CARNEIRO, 1995).

A escolha do tipo de recipiente a ser utilizado é função do seu custo de aquisição, vantagens na operação (durabilidade, possibilidade de reaproveitamento, área ocupada no viveiro, facilidade de movimentação e transporte) e de suas características espaciais para a formação de mudas de boa qualidade. Por melhor satisfazer estes quesitos, os recipientes mais comuns são os sacos plásticos e os tubetes de polipropileno (GOMES, 1991; MACEDO, 1993).

O saco plástico tem sido o principal recipiente utilizado na produção de mudas de espécies nativas. Apresentam como vantagem o baixo preço, a grande disponibilidade de mercado e a facilidade na formação de mudas grandes, porém ocupam grandes espaços nos viveiros, impõem dificuldade nas operações em viveiro, transporte e distribuição das mudas a campo, além de causar enovelamento do sistema radicular das mudas (CAMPINHOS & IKEMORI, 1983; GOMES et al., 1990; CARNEIRO, 1995; MARTINS, 2010).

Segundo Pezzutti et al. (1999), o conhecimento do crescimento das plantas no viveiro, em resposta a fatores como água, luz, temperatura, fertilizantes e restrição radicular reveste-se de importância para produzir mudas de qualidade, em quantidade suficiente e a um custo menor.

Nas últimas décadas, a produção de mudas de espécies florestais tem passado por grandes avanços, sendo que a utilização de tubetes como recipientes tem sido um dos principais fatores que impulsionaram a silvicultura comercial brasileira, trazendo grandes contribuições para a produção de mudas de espécies nativas (JOSÉ et al., 2009).

Segundo Carneiro (1995) e Gomes et al. (2003) a tendência geral para a produção de mudas é a substituição dos sacos plásticos por tubetes de plástico rígido, em função das facilidades de manuseio em viveiro e a campo, e, menores problemas ocasionados por danos ao sistema radicular

Em mudas produzidas em tubetes o sistema radicular é mais bem estruturado e compacto, portanto menos susceptível a lesões e danos mecânicos de manuseio e transporte (FAGUNDES & FIALHO, 1987; GOMES et al., 1990; GOMES et al., 2002), possibilitando menor incidência de pragas e doenças (GOMES & PAIVA, 2004).

Em relação aos sacos plásticos, os tubetes ocupam menor espaço em viveiro, apresentam maior facilidade de manuseio, de transporte e permitem o reaproveitamento, reduzindo significativamente os custos; (GOMES et al., 1990; GONÇALVES, 1995; MARTINS, 2010).

Segundo Alfenas et al. (2009), na maioria dos viveiros são empregados tubetes cônicos de 4 ou 6 estrias e 50 cm³ de capacidade. Em regiões de clima frio, onde o plantio é restrito a determinadas épocas do ano, tem-se empregado tubetes de 100 a 150 cm³ de capacidade, para manter as mudas mais tempo em viveiro.

Ferraz & Engel, (2011) constataram que as mudas de espécie de final de sucessão ecológica sofrem menor influência do tamanho do tubete no crescimento em altura, quando comparadas às mudas de espécies secundária tardia, que sofreram forte influência da variação do tamanho do tubete para a maioria dos parâmetros analisados em relação a qualidade de mudas florestais.

Estudos sobre o desenvolvimento de mudas de *Cordia trichotoma* e *Jacaranda micranta*, em diferentes tamanhos de recipientes, realizados por Malavasi & Malavasi (2006), constataram que o crescimento inicial em viveiro das mudas de ambas as espécies foi influenciado pelas dimensões dos recipientes, sendo que os tubetes com volumes maiores contribuíram positivamente para o crescimento das mudas.

Pesquisas com a produção de espécies florestais em recipientes têm sido direcionadas com vistas ao desenvolvimento do sistema radicular das mudas, constatando-se que as raízes devem apresentar boa arquitetura, além de permitir que a muda seja transplantada com um torrão sólido e bem agregado a todo o sistema radicular, provocando o mínimo de distúrbios e favorecendo a sobrevivência e o crescimento inicial em campo (GOMES et al., 2003).

Para Carneiro (2005) a agregação estável do substrato ao sistema radicular das mudas é fundamental para viabilizar o plantio semi-mecanizado, modelo mais utilizado pelas empresas florestais. Tavares Jr. (2004) pesquisando volume e granulométrica do substrato na formação de mudas de café, constatou que o tempo de formação das mudas foi menor em recipientes de menores dimensões, da mesma forma que a estabilidade do conjunto muda e substrato variou com o tamanho do recipiente, sendo maior nos tubetes menores.

2.5 IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DE MUDAS FLORESTAIS

O padrão de qualidade da muda influencia diretamente no estabelecimento do povoamento, aumentando o percentual de sobrevivência das mudas após o plantio e diminuindo a frequência dos tratos culturais concernentes ao plantio e pós-plantio, tais como replantio, capinas e coroamento (CARNEIRO, 2003; FARIAS, 2006). Mudanças de baixa qualidade quando levadas a campo inviabilizam os projetos de produção florestal, elevando os custos com replantio e cuidados após o plantio (SANTOS et al., 2000).

Visando avaliar como as mudas estão reagindo às variações relacionadas à temperatura, luz, adubação, substrato, entre outras, são realizadas medições de variáveis como altura, diâmetro de colo e biomassa seca. Estas medidas refletirão o comportamento das plantas nas condições que as mesmas se encontram submetidas, indicando o quanto estes fatores estão influenciando no crescimento e sobrevivência das mudas (ALMEIDA, 2005).

2.5.1 Variáveis indicadoras de qualidade de mudas

Parâmetros fisiológicos e morfológicos são mais indicados na determinação da qualidade das mudas de espécies florestais, reconhecidas como aptas para o plantio. Os fisiológicos referem-se ao estado nutricional, capacidade de absorção de água, variações nos tecidos de reserva, potencial de regeneração de raízes, entre outros. Já os parâmetros morfológicos são os mais utilizados devido à praticidade e facilidade de aquisição (CARNEIRO, 1995; GOMES & PAIVA, 2004). Tanto a qualidade morfológica quanto a fisiológica das mudas dependem da carga genética, da procedência das sementes, das condições ambientais, das técnicas de produção, dos equipamentos utilizados e da forma de transporte dessas para o campo (PARVIAINEN, 1981).

Para a determinação da qualidade das mudas prontas para o plantio, os parâmetros utilizados baseiam-se nos aspectos morfológicos (fenotípicos) ou fisiológicos (GOMES et al., 2002). Parâmetros morfológicos são atributos determinados física ou visualmente, como altura, diâmetro de coleto (FONSECA et

al., 2002), sendo os de uso mais frequente na determinação do padrão de qualidade das mudas (GOMES, 2002; BINOTTO, 2007).

As variáveis morfológicas são mais utilizadas na determinação de qualidade de mudas, pois são mais fáceis de serem visualizadas ou medidas, no entanto não há definições precisas sobre as exigências quanto à sobrevivência e ao crescimento, determinadas pelas adversidades encontradas no campo (GOMES, 2002; GOMES & PAIVA, 2004).

A altura da parte aérea (H), diâmetro de coleto (DC), o peso da biomassa seca total (BST), o peso da biomassa seca aérea (BSA), o peso da biomassa seca radicular (BSR), são os parâmetros morfológicos mais utilizados para determinação do padrão de qualidade das mudas (GOMES & PAIVA, 2004; ALMEIDA, 2005; BINOTTO, 2007).

Tanto os produtores de mudas quanto os silvicultores, ao tratar a qualidade da muda, consideram a sanidade, o diâmetro de colo, a altura da muda, o desenvolvimento do sistema radicular, a lignificação do caule e o material genético como as principais características a serem avaliadas (PEZZUTTI & CALDATO, 2011).

Segundo Ritchie & Landis (2008), numerosos estudos mostram que o diâmetro de coleto é o melhor indicador de qualidade das mudas, uma vez que são os melhores indicadores do desempenho após o plantio. Sturion & Antunes (2000), Thomas et al. (2003) e Hoppe et al. (2003), mencionam que, em geral, o parâmetro diâmetro de coleto é o mais observado para indicar a capacidade de sobrevivência da muda no campo. O diâmetro da muda é de fácil medição, mostra uma aproximação da seção transversal do transporte da água, da resistência mecânica, e da capacidade relativa para tolerar altas temperaturas na superfície do solo (CLEARY et al., 1977 citado por BIRCHLER et al., 1998).

A produção de mudas de maior diâmetro de coleto tem maiores custos pela relação que essa variável possui com o tamanho do recipiente, a densidade de mudas por m² e o tempo de produção no viveiro. Porém, maiores custos podem ser traduzidos em ganhos, quando estes se associam a melhor qualidade da muda e a obtenção de maiores índices de sobrevivência e crescimento posterior ao plantio (PEZZUTTI & CALDATO, 2011).

Um parâmetro importante no crescimento da planta é a sua área foliar, uma vez que o processo fotossintético depende da captação da energia luminosa pelas

folhas, que posteriormente será convertida em energia química na forma de carboidratos, desta forma, a eficiência da fotossíntese, depende da área foliar (MAGALHÃES, 1995; TAVARES Jr., 2005). A área foliar constitui uma variável de extrema importância, pois as folhas constituem uma das principais fontes de fotoassimilados e nutrientes para a adaptação da muda após o plantio. Para assegurar o suprimento de água e nutrientes, principalmente nos 30 dias iniciais, as mudas recém plantadas alocam grande quantidade de foto-assimilados e nutrientes existentes em sua copa para a formação de raízes (GONÇALVES et al., 2000).

BARNETT et al. (2002) ressaltam que desenvolver padrões de qualidade requer a realização de plantios e a avaliação do desenvolvimento destes em diversos sítios e anos sucessivos. Estabelecer padrões de qualidade de mudas baseados em pesquisas é difícil porque mudas com padrões de qualidade baixos, em anos com abundante chuva, podem apresentar boa sobrevivência após o plantio.

2.5.2 Relação entre as variáveis

Visando definir padrões para mudas florestais, são feitas relação entre os parâmetros altura da parte aérea e diâmetro do coleto (H/DC), altura da parte aérea com o peso da biomassa seca aérea (H/BSA), biomassa seca aérea e biomassa seca radicular (BSA/BSR) e o Índice de Qualidade de Dickson (DICKSON et al., 1960; GOMES & PAIVA, 2004).

A relação entre a altura da muda com o seu respectivo diâmetro de coleto é considerado um índice de extrema importância, pois fornece indicações de quanto delgada está a muda e quanto menor o seu valor maior a chance de sobrevivência e estabelecimento no local de plantio (GOMES & PAIVA, 2004).

A relação entre a biomassa seca aérea com a biomassa seca radicular (BSA/BSR) é um dos parâmetros comumente utilizados para averiguar a estabilidade de mudas florestais, onde valores muito reduzidos podem comprometer o estabelecimento da muda no campo, ocorrendo ocasionalmente o tombamento por apresentar sistema radicular pouco desenvolvido e parte aérea proeminente (FERRAZ & ENGEL, 2011). Gomes & Paiva (2004) consideram a relação entre biomassa seca aérea e biomassa seca radicular (BSA/BSR) um índice seguro para

expressar o padrão de qualidade de mudas, e mencionam que por convenção entre vários autores, valores acima de “2”, são melhores adequados.

O Índice de Qualidade de Dickson leva em consideração a produção da biomassa seca da parte aérea, das raízes e total, bem como a altura e diâmetro de coleto das plantas e tem sido o mais utilizado para avaliar qualidade de mudas florestais (SILVA et al., 2011)

Segundo Johnson & Cline (1991), o Índice de Qualidade de Dickson é importante, pois leva em consideração a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda, ponderando vários parâmetros considerados relevantes (FONSECA et al., 2002), sendo considerado um bom indicador de qualidade das mudas. Este índice tem sido usado por diversos pesquisadores na avaliação da qualidade de mudas, justamente por agrupar a maior quantidade de atributos da muda (JOSÉ, 2003).

José (2003), recomenda que nenhuma das variáveis morfológicas deve ser avaliada isoladamente, o que pode subestimar ou superestimar a qualidade da muda. A avaliação da altura deve ser feita em conjunto com o diâmetro, e com a relação altura/diâmetro.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

A presente pesquisa foi desenvolvida no viveiro comercial Agroflorestal Mata Atlântica (AMA), estabelecido na Rodovia BR 101, km 888, divisa entre os municípios de Teixeira de Freitas e Caravelas, situada a $17^{\circ}31'08''$ de latitude Sul e $39^{\circ}44'30''$ de longitude Oeste, altitude média 18,9 m, região litorânea do extremo sul da Bahia, sua localização está ilustrada na FIGURA 1.

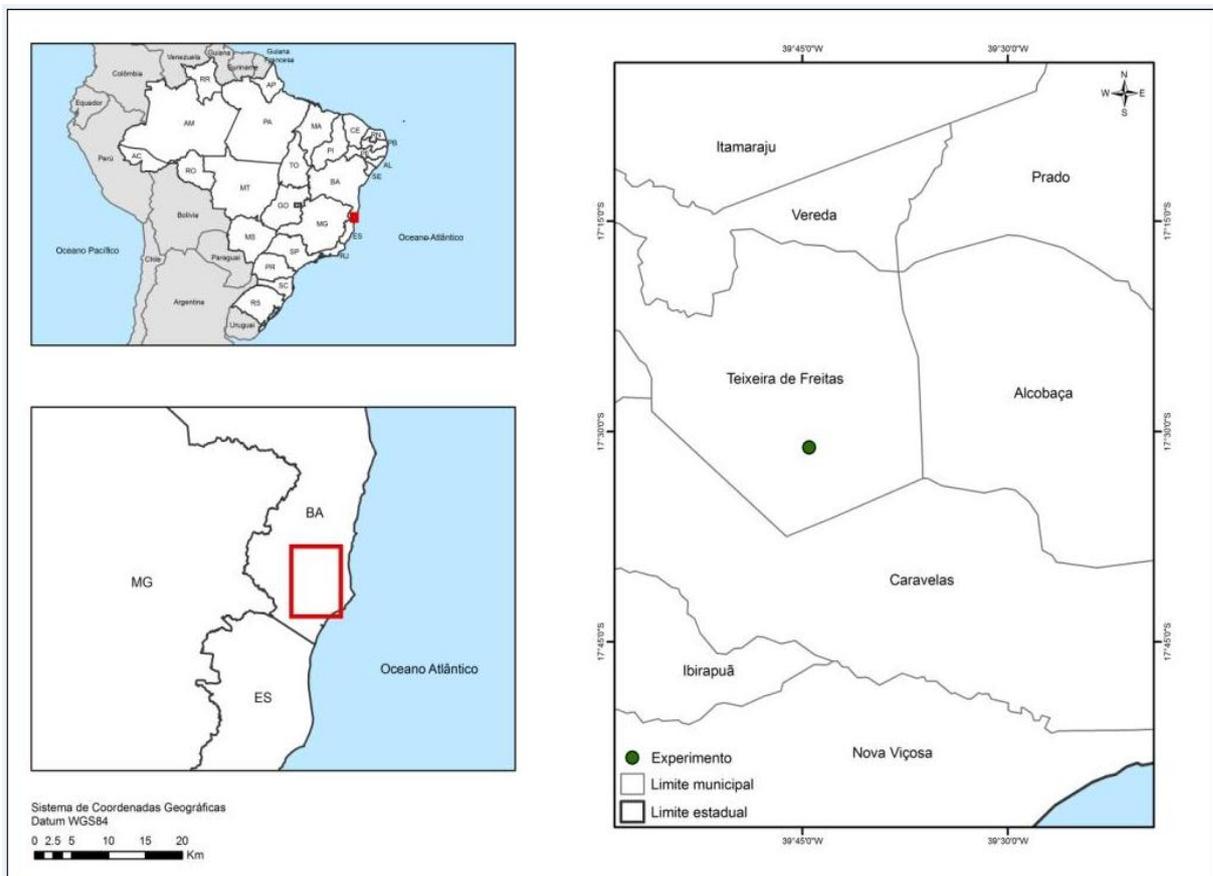


FIGURA 1. Mapa do Brasil com a localização do Município de Teixeira de Freitas e região onde foi instalado o presente experimento.

Esta região localiza-se na faixa costeira, onde o relevo distingue-se em Baixadas Litorâneas e Tabuleiros Costeiros. O clima na faixa litorânea, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo “Af”, clima quente onde o mês mais frio atinge temperatura superior a 18°C e o mês mais seco tem precipitação igual ou superior a 60 mm. O regime pluviométrico apresenta chuvas bem distribuídas ao longo do ano, totalizando uma média anual histórica de 1.411 mm. A temperatura média anual em geral ultrapassa os 26°C (EMBRAPA, 2000). Esta região, segundo CARVALHO (2003), esta inserida no bioma Mata Atlântica e comporta vegetação típica de Floresta Ombrófila Densa.

3.2 PLANEJAMENTO E INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

3.2.1 Coleta e armazenamento das sementes

As sementes das espécies utilizadas foram coletadas entre agosto e dezembro de 2010, de acordo com o período de frutificação e maturação relativo à autoecologia de cada espécie. As árvores matrizes, utilizadas para a obtenção das sementes, estão localizadas nos remanescentes de Mata Tropical Atlântica, da região litorânea do extremo sul da Bahia.

Depois de removidas dos frutos, as sementes foram colocadas sob jornal e mantidas em temperatura ambiente, abrigadas do sol, por 72 horas, para a retirada da umidade superficial, posteriormente foram armazenadas, em saco plástico, em câmara fria com temperatura de 10°C +/-1 e umidade relativa de 75% +/-3.

3.2.2 Preparo dos canteiros e semeadura

Para a linha de produção por sementes, foram utilizadas sementeiras compostas por uma camada de 20 cm de areia grossa peneirada, distribuída em uma área de 1 m x 15 m cercada por tijolos, expostas a pleno sol, irrigadas por micro aspersão. Após a semeadura, as sementes foram cobertas por uma fina camada de

areia peneirada (FIGURA 2), com a finalidade de não deixá-las expostas ao sol e a eventuais predadores.

A espécie *Calophillum brasiliense* (guanandi) foi semeada em sementeira, proporção de 2,5 kg.m⁻², a pleno sol, na data de 09/10/10.

As espécies *Cariniana estrellensis* (jequitibá branco) e *Schinus terebinthifolius* (aroeira vermelha) foram semeadas em sementeiras, na proporção média de 1,5 kg.m⁻², a pleno sol, na data de 20/10/10.

A espécie *Peltophorum dubium* (angico canjiquinha) foi semeada em sementeira, proporção de 1,5 kg.m⁻², a pleno sol, na data de 10/01/11.



FIGURA 2. Detalhes da linha de produção por semente e semeadura.

3.2.3. Repicagem e transplântio

As plântulas foram removidas das sementeiras e mantidas em recipientes com água para evitar o murchamento, até o efetivo transplântio. Este procedimento foi realizado de forma criteriosa e evitando danos à parte aérea e sistema radicular. Visando evitar o enovelamento e danos na extremidade da raiz, retirou-se o terço final da raiz principal e das raízes laterais.

Em seguida as plântulas foram colocadas em orifícios abertos no substrato (PAIVA & GOMES, 1993; TAVARES Jr., 2004). Para eliminar os espaços vazios ao redor das raízes e fixar a muda no substrato, ao final do transplante, foi realizada irrigação manual.

Para as quatro espécies estudadas, utilizou-se como parâmetro para o transplante das plântulas da sementeira para os recipientes, a emissão do primeiro par de folhas cotiledonar. Além deste parâmetro comum a todas as espécies, para cada espécie individualmente, foi padronizado mudas com altura e diâmetro de coleto semelhantes. Transplantaram-se apenas plantas com boas condições fitossanitárias e físicas (sem ferimentos ou partes quebradas) (FIGURA 3).



FIGURA 3. Padronização do par de folhas cotiledonar entre as espécies e altura e diâmetro de coleto para mudas da mesma espécie.

Para efeito prático, considerou-se neste estudo, o tempo de permanência em viveiro, bem como as datas de avaliação, a data a partir do transplante (repicagem) das mudas das sementeiras para aos recipientes como o início do experimento.

3.2.4 Delineamento experimental

Foi adotado o delineamento experimental de blocos ao acaso, utilizando-se como tratamento cinco volumes de recipientes (tubetes de 53 cm³; 115 cm³; 180 cm³ e 280 cm³ e saco de 560 cm³), dispostos em quatro blocos, totalizando 20 unidades experimentais e 10 graus de liberdade do erro, atendendo recomendações de STORKC et al., (2000) e PIMENTEL-GOMES (2002) para experimentação florestal.

Os recipientes utilizados foram aqueles de uso generalizado na produção comercial de mudas de espécies florestais nativas compreendendo os tubetes e sacolas de polipropileno (FARIAS et al., 2005). As mudas foram produzidas em quatro tamanhos de tubetes, cônicos com estrias internas, de capacidades

volumétricas equivalentes a 53 cm³; 115 cm³; 180 cm³ e 280 cm³, e um tamanho de saco com capacidade volumétrica de 560 cm³ (TABELA 1), conforme podem ser visualizados na FIGURA 4.

TABELA 1. Tratamentos com base na capacidade volumétrica dos recipientes

Tratamento	Recipiente	Formato	Altura (cm)	Diâmetro superior (mm)	Diâmetro inferior (mm)	Número de estrias	Volume (cm ³)
T1	Tubete	Cônico	12	28	12	4	53
T2	Tubete	Cônico	16	38	15	4	115
T3	Tubete	Cônico	15	52	13	4	180
T4	Tubete	Cônico	20	52	13	4	280
T5	Saco plástico	Cilíndrico	18	60	60	0	560

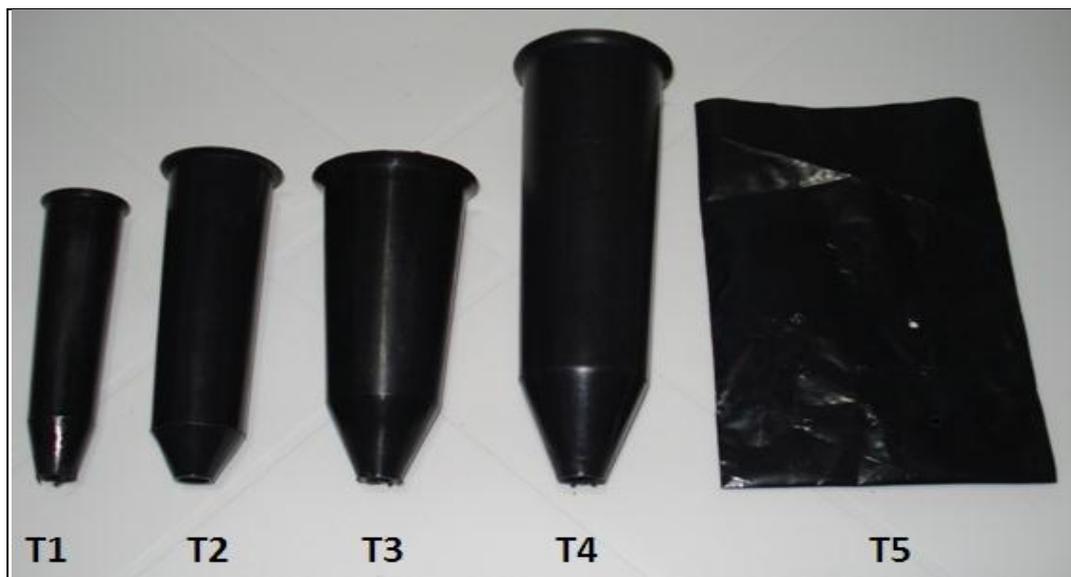


FIGURA 4. Recipientes utilizados na presente pesquisa.

Todos os recipientes foram acondicionados em bandejas plásticas individuais, apropriadas para as suas dimensões.

Cada bloco representou uma repetição, onde o número de unidades experimentais por bloco é igual ao número de tratamentos (STORCK et al., 2002).

As parcelas, constituídas por 54 plantas, foram instaladas de maneira mais homogênea possível e casualidades dentro de cada bloco (FIGURA 5).



Figura 5. Detalhes da distribuição dos blocos em casa de vegetação.

Para cada espécie constituiu-se um experimento individual e independente das demais, em função das diferentes épocas de emergência das sementes e de repicagem das plântulas da sementeira para os recipientes. O tempo de emergência e de transplântio está relacionado à fisiologia e a autoecologia de cada uma das espécies utilizadas.

3.2.5. Substrato

Utilizou-se substrato comercial Mecplant® Florestal, a base de casca de pinus bioestabilizada, vermiculita expandida, casca de arroz carbonizada e fertilizante NPK. O substrato, conforme especificação na ficha técnica do fabricante apresenta capacidade de retenção de água (CRA) no mínimo 60% em massa, capacidade de troca catiônica (CTC) mínima de 200 mm c/Kg e umidade máxima de 60% p/p.

O substrato foi peneirado e homogeneizado, posteriormente procedeu-se o enchimento dos recipientes, os quais ficaram presos nas bandejas, em mesa vibratória para uniformizar a compactação e volume de substrato.

A caracterização química do substrato utilizado, antes da incorporação da adubação de base, encontra-se na TABELA 2.

TABELA 2. Caracterização química do substrato Mecplant® Florestal.

Unidade	Elementos										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Fe	Cu	Mn	Zn
	g/kg	mg/dc ³		cmol					mg/dc ³		
Amostra de Substrato	7,40	209	490	3,0	2,9	81	0,3	202	0,8	40	7,2

Análise de Substrato realizada Fullin pelo Laboratório de Análise Agronômica, Linhares – ES, 2010.

3.3. MANEJO DO EXPERIMENTO

3.3.1 Sistema de irrigação

Para a irrigação tanto das sementes em fase de emergência, como das mudas, de todas as espécies estudadas, em todos os estágios de crescimento, foi utilizado o sistema de micro aspersão, com aspersores de vazão nominal de 420 L.h⁻¹ e diâmetro molhado de 6,5 m. Os aspersores, distribuídos a uma distância de 6,5 m, foram dispostos a 60 cm de altura, acima das bases de apoio das bandejas com as mudas.

As irrigações ocorreram de duas em duas horas, das 7hs às 21hs, totalizando sete irrigações diárias, com duração média 10 a 20 minutos dependendo da fase de crescimento das plantas, temperatura, ventos e precipitação. Nos dias com temperaturas muito elevadas e/ou ventos fortes, houve necessidade de um período mais prolongado de irrigação, para evitar a déficit hídrico, murchamento e mortalidade das mudas.

3.3.2 Adubação

Nas adubações de base e cobertura foram utilizados NPK e micronutrientes. A adubação de base foi composta por fertilizantes químicos a base de nitrogênio, fósforo e potássio, misturados ao substrato através de betoneira, no ato do enchimento dos recipientes.

A adubação de cobertura iniciou 20 dias após o transplante das mudas, ocorrendo aplicações a cada 10 dias. Para as adubações de cobertura utilizaram-se os adubos Osmocote® e Alkifish® e adubo composto (4,6 kg de Sulfato de amônio; 3,2 Kg de Cloreto de potássio, 0,8 Kg de Cloreto de Cálcio e 1,0 Kg de Sulfato de Magnésio), quantidades aplicadas rotineiramente no viveiro em que foi realizado o estudo, diluídos em 1000 litros de água, aplicados por irrigação.

3.3.3 Crescimento das mudas

Nos primeiros dias após a repicagem, período de formação das primeiras raízes, as mudas permaneceram em casa de vegetação (setor de enraizamento), do tipo cobertura alta com plástico translúcido com espessura de 4 mm. Todas as unidades experimentais ficaram suspensas em estrutura mista de madeira e metal a 1,0 m do solo. O controle de insolação foi realizado por tela sombrite, com nível de sombreamento de 50 % no teto e laterais (FIGURA 6).



FIGURA 6. Casa de vegetação do tipo cobertura alta com plástico translúcido, composta por bandejas suspensas.

Passado a fase inicial de enraizamento, as mudas foram transferidas para o setor de crescimento, permanecendo por um período médio que variou de 45 a 75 dias, dependendo da fisiologia e crescimento de cada espécie, até atingirem altura e diâmetro aproximados a 15,0 cm e 3,0 mm respectivamente, apresentando sistema

radicular visivelmente bem desenvolvido e parte aérea bem estabelecida. O setor de desenvolvimento (FIGURA 7) possui cobertura do tipo sombrite, com 50 % de sombreamento no teto e nas laterais.



FIGURA 7. Disposição das mudas no setor de crescimento.

Quando as mudas estavam com aparência visual de bom enraizamento, parte aérea bem estabelecida, e boa relação visual de parte aérea e radicular, foram transferidas para o setor de rustificação, a pleno sol e irrigações com duração de 15 a 20 minutos, dependendo das condições climáticas (FIGURA 8).

Nos setores de desenvolvimento e rustificação as unidades experimentais ficaram dispostas em lajetas a 10 cm do chão.



FIGURA 8. Mudas de *Cariniana estrellensis* no setor de rustificação, a pleno sol.

As mudas permaneceram no setor de rustificação até atingirem altura superior a 20 cm e diâmetro de coleto acima de 4 mm, segundo Gomes (2003), mudas de espécies florestais nativas devem ter estas dimensões para irem a campo, além de apresentarem torrão com agregação estável conforme recomendação de Carneiro (1995) e Farias (2006).

As espécies estudadas tiveram um tempo de permanência diferenciado nos diferentes setores do viveiro, respeitando o crescimento e fisiologia de cada espécie. Informações mais detalhadas sobre o tempo de permanência e manejo de cada espécie no viveiro estão apresentadas na TABELA 3.

TABELA 3. Tempo de permanência e de manejo das espécies no viveiro em função das suas diferentes características fisiológicas.

Atividades	Espécies			
	Guanandi	Jequitibá Branco	Angico Canjiquinha	Aroeira Vermelha
	Data de realização			
Semeadura	20/09/10	20/10/10	10/01/11	20/10/10
Repicagem	30/12/10	03/12/10	15/02/11	15/11/10
1° Avaliação (30 dias)	30/01/11	03/01/11	15/03/11	15/12/10
2° Avaliação (60 dias)	30/02/11	03/02/11	15/04/11	15/01/11
3° Avaliação (90 dias)	30/03/11	03/03/11	15/05/11	15/02/11
4° Avaliação (120 dias)	30/04/11	03/04/11	15/06/11	15/03/11
5° Avaliação (150 dias)	30/05/11	03/05/11	-	-
Avaliações destrutivas	30/05/11	03/05/11	15/06/11	15/03/11
Setor	Tempo de permanência após a repicagem (dias)			
Casa de vegetação	20	20	15	15
Crescimento	45	75	60	45
Rustificação	85	55	45	60
Viveiro	150	150	120	120

As avaliações finais e destrutivas foram realizadas quando as plantas de todas as parcelas atingiram altura acima de 23 cm e diâmetro de coleto acima de 4 mm, apresentando folhas com tamanho e coloração típica da espécie e bom estado fitossanitário (FIGURAS 9 e 10), conforme padrões de qualidade de mudas florestais nativas recomendados por Gonçalves et al. (2000), e adotados na região onde se deu o estudo.

Segundo VIVIAN¹, na região em estudo, a muda é considerada apta para ir a campo quando atinge altura acima de 30 cm, está bem rustificada, caule rígido, com sistema radicular visivelmente bem agregado ao substrato, apresentando vigor, bom estado nutricional e boas condições fitossanitárias.



FIGURA 9. Características fitossanitárias, morfológicas e de agregação do sistema radicular de mudas de *Cariniana estrellensis* (jequitibá branco), produzidas nos diferentes recipientes, aos 150 dias.



FIGURA 10. Características das mudas de *Peltophorum dubium* (angico canjiquinha), produzidas em diferentes recipientes, aos 120 dias.

¹ ([VIVIAN, J. A. C], [Fibria Celulose], Comunicação pessoal, (2011)).

3. 4 AVALIAÇÕES DO DECRESCIMENTO DAS MUDAS

O crescimento das mudas é verificado a partir dos seus parâmetros biométricos, morfológicos e produção de biomassa seca, bem como a evolução dos índices gerados a partir destes parâmetros (TOMAS, 2006).

Para efeito prático, considerou-se neste estudo, o período de crescimento das mudas *Calophyllum brasiliense* (guanandi) e *Cariniana estrellensis* (jequitibá branco), de zero a 150 dias após a repicagem, e, das mudas de *Peltophorum dubium* (angico canjiquinha) e *Schinus terebinthifolius* (aroeira vermelha), de zero a 120 dias após a repicagem. Este período foi considerado em função do tempo necessário para cada uma das espécies atingir os padrões biométricos e morfológicos recomendados pela literatura, para as mudas florestais irem a campo.

3.4.1 Parâmetros biométricos

Para as avaliações dos parâmetros biométricos de todas as espécies estudadas foram utilizadas 15 plantas centrais de cada parcela, escolhidas aleatoriamente.

Os parâmetros altura da parte aérea e diâmetro de coleto foram avaliados aos 30, 60, 90 e 120 dias após a repicagem para as espécies *Peltophorum dubium* (angico canjiquinha) e *Schinus terebinthifolius* (aroeira vermelha), e, aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após a repicagem para as espécies *Calophyllum brasiliense* (guanandi) e *Cariniana estrellensis* (jequitibá branco).

A altura foi avaliada em centímetros, com auxílio de uma régua graduada apoiada entre o nível do substrato até o meristema apical da planta. O diâmetro do coleto foi medido em milímetros, com paquímetro digital graduado, analisado ao nível da borda do substrato, conforme metodologias utilizadas por Almeida (2005), Farias (2006), Thomas (2007).

3.4.2 Biomassa seca da parte aérea e radicular

As análises destrutivas, para a determinação de biomassa seca, foram realizadas aos 120 dias após a repicagem para as espécies *Schinus terebinthifolius* (aroeira vermelha) e *Peltophorum dubium* (angico canjiquinha), e, aos 150 dias após a repicagem para as espécies *Calophyllum brasiliense* (guanandi) e *Cariniana estrellensis* (jequitibá branco).

Para a obtenção da biomassa seca da parte aérea e radicular, as quinze plantas centrais de cada parcela, as quais vinham sendo avaliados os parâmetros biométricos mensalmente, foram seccionadas a altura do coleto, em parte aérea e radicular, com uso de tesoura de poda.

O sistema radicular foi peneirado com o auxílio de duas peneiras de 1 mm sobrepostas, posteriormente foi minuciosamente lavado para retirar o substrato, evitando-se desestruturar a raiz perder material de estudo. Na FIGURA 11 pode ser observado a estrutura do sistema radicular da espécie *Cariniana estrellensis*, com o substrato agregado e depois de efetuada a retirada do substrato.



FIGURA 11. Aspecto do sistema radicular de *Cariniana estrellensis* (jequitibá branco) antes e depois da retirada do substrato.

Tanto a parte aérea (folhas e caule), como o sistema radicular, após coletados, separados e limpos, permaneceram três horas expostos em papel toalha, à temperatura ambiente, na sombra, para retirada do excesso e umidade. Posteriormente foram embalados em sacos de papel, devidamente identificados, de acordo com cada tratamento e respectiva repetição, e submetidos à secagem em estufa de circulação forçada a 70 °C, até massa constante. A pesagem do material se deu através de balança analítica, com três casas de precisão.

3.4.3 Área foliar

A área foliar foi determinada através do processador de imagem digital modelo CL-203CA, Leaser Leaf Area Meter (CID, Inc., USA).

Para este procedimento as folhas foram destacadas do caule e passadas uma a uma no processador digital. Através da soma da área de cada folha individualizada constitui a área foliar total de cada planta (FIGURA 12).



FIGURA 12. Determinação da área foliar com processador de imagem digital.

3.4.4 Índices morfológicos

A partir dos valores de biomassa seca aérea e radicular, obteve-se a biomassa seca total (BST), resultante da soma da biomassa aérea com a radicular, e, ainda, relação biomassa seca aérea e biomassa seca radicular (BSA/BSR).

Para os parâmetros biométricos, calculou-se a razão entre a altura da parte aérea e diâmetro de coleto (H/DC).

De posse da relação dos valores morfológicos acima descritos, determinou-se o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), proposto por DICKSON et al. (1960), obtido pela relação da biomassa seca total (BST), com a soma das relações entre

Para os parâmetros altura (H) e diâmetro de coleto (DC) e biomassa seca aérea (BSA) e biomassa seca radicular (BSR), conforme equação abaixo.

$$IQD = \frac{BST (g)}{[H (cm) / DC (cm)] + [BSA (g) / BSR (g)]}$$

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise estatística dos dados utilizou-se o Sistema para Análises Estatísticas (SAEG), versão 4.0.

Os resultados coletados foram submetidos à análise de variância, utilizando o teste F a 1 % e 5 % de probabilidade. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo de Tukey, adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para todas as espécies estudadas, o tempo de crescimento considerado para a realização das avaliações de altura, diâmetro de coleto, área foliar, biomassa seca aérea, radicular e total e os índices morfológicos, foi a contagem dos dias transcorridos após o transplântio (repicagem) das mudas para os recipientes.

4.1 *Calophyllum brasiliense* (guanandi)

O volume de recipiente influenciou o crescimento das mudas de *Calophyllum brasiliense* para a altura da parte aérea (H), o diâmetro de coleto (DC) e a relação altura/diâmetro de coleto (H/DC) na maioria dos períodos avaliados. Com exceção do diâmetro de coleto aos 30 dias e da relação altura diâmetro de coleto aos 30 e 90 dias, em que não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos.

Nos demais períodos, nos quais houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, as maiores médias tenderam para os recipientes de maior volume (tubetes de 180, 280 cm³ e saco plástico de 560 cm³).

Aos 30 dias após a repicagem, as plantas que apresentaram as menores alturas foram às produzidas nos sacos de 560 cm³, não havendo diferença estatística entre as medias dos tubetes. A partir dos 60 dias, as maiores médias corresponderam aos recipientes de maior volume.

Aos 150 dias após a repicagem, as maiores alturas corresponderam aos tubetes de 115, 180 e 280 cm³, e o saco de 560 cm³, não havendo diferença estatística entre as medias destes tratamentos (TABELA 4).

TABELA 4. Altura (H), diâmetro de coleto (DC) e relação altura/diâmetro de coleto (H/DC), das mudas de *Calophyllum brasiliense* (guanandi), em função dos volumes de recipientes, ao longo de seu crescimento em viveiro.

Parâmetros Biométricos	Volume de recipiente (cm ³)					Anova	
	53	115	180	280	560	Fc (5%)	CV%
30 dias							
H (cm)	15,11ab	15,20ab	16,03a	16,76a	14,07b	7,67**	4,75
DC (mm)	2,85	2,73	2,84	3,01	2,66	2,12	6,63
H/DC	5,35	5,57	5,63	5,56	5,30	0,92	5,66
60 dias							
H (cm)	19,88b	20,51ab	21,55ab	21,92a	20,37ab	3,64**	4,29
DC (mm)	3,30a	3,34a	3,46a	3,53a	3,00b	9,40**	3,96
H/DC	6,02b	6,14b	6,21b	6,22b	6,79a	8,14**	3,32
90 dias							
H (cm)	23,41c	24,37bc	25,43abc	26,18ab	26,92a	7,15**	4,14
DC (mm)	3,67b	3,68b	3,94ab	4,05a	3,87ab	4,54**	4,06
H/DC	6,41	6,63	6,45	6,47	6,95	1,64	5,32
120 dias							
H (cm)	28,06c	32,97b	34,14b	34,89ab	37,82a	19,14**	4,68
DC (mm)	4,07c	4,29bc	4,71ab	4,91a	4,87a	14,22**	4,29
H/DC	6,90b	7,69ab	7,25ab	7,10ab	7,77a	5,29**	4,49
150 dias							
H (cm)	28,4b	33,74ab	35,36a	35,39a	40,07a	8,04**	8,55
DC (mm)	4,52b	4,69b	5,19ab	4,98ab	5,67a	6,87**	6,84
H/DC	6,31b	7,18a	6,82ab	7,08a	7,07a	4,96**	4,59

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Em estudo do uso de esterco bovino e calagem para formação de mudas de *Calophyllum brasiliense* (guanandi), Artur et al. (2007) encontraram, aos 120 dias, valores semelhantes em relação a altura e diâmetro de coleto, aos encontrados no presente estudo. Os autores comentam que a resposta de crescimento do guanandi é condizente com a hipótese de que as espécies clímax mostram crescimento pouco influenciado pelas condições de solo e substrato. No presente estudo, a semelhança estatística entre as médias dos tubetes de 115, 180 e 280 cm³, e o saco de 560 cm³, pode ser explicada pela pequena resposta do crescimento de *C. brasiliense* em relação aos diferentes volumes de substrato.

Testando substrato e tubetes de 50, 115, 180 e 280 cm³, Farias (2006) encontrou maiores alturas para as mudas produzidas nos tubetes de 180 e 280 cm³, não diferindo estatisticamente entre si. O autor considerou que do ponto de vista biológico e econômico, é mais viável a utilização do recipiente de 180 cm³, devido à

diminuição de volume de substrato a ser utilizado, o que implica em redução de tempo e custos de produção. Gomes et al. (1990) atribuíram importância às dimensões, uma vez que recipientes maiores resultaram em custos desnecessários na produção de mudas de espécies florestais nativas.

Tavares Jr. (2004), constatou as plantas se desenvolvem melhor em relação à altura em recipientes de maiores volumes de substrato. Porém Gomes (2001) comenta que utilização da altura de mudas de espécies florestais como único meio de avaliação do padrão de qualidade pode apresentar deficiências no julgamento quando se espera um bom desempenho após o plantio.

Em estudo de parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, combinando dosagens de NPK e recipientes, Gomes (2002) obteve os melhores crescimentos nos tubetes de maior volume, porém o autor não os recomenda, uma vez que a altura das mudas estava acima das tecnicamente ótimas para o plantio de mudas da espécie, além de o custo de produção ser maior devido ao maior consumo de substrato. Vivian¹ (2011) informa que em se tratando mudas de nativas, não há limite máximo para a altura das plantas, apenas mínimo que é 30 cm, devendo estar rustificada e com boa agregação do torrão.

Para o diâmetro de coleto das mudas de *C. brasiliense*, houve pequena diferença estatística em relação ao volume de recipiente nos primeiros 30 e 60 dias de crescimento, porém com o passar do tempo mudas em recipientes maiores obtiveram maiores médias. Aos 150 dias, embora as mudas de todos os recipientes apresentarem diâmetro de coleto superior a 4 mm, valor considerado adequado para o plantio de nativas, o saco plástico seguido dos tubetes de 280 e 180 cm³ apresentaram melhor resultado, não diferindo estatisticamente.

Tavares Jr. (2004), sugere que plantas que se desenvolvem em maiores volumes de substrato, por apresentarem maior diâmetro de coleto têm a disposição maiores quantidades de reservas, sendo mais adequadas para o plantio. Carneiro (1995) confirma a superioridade de mudas mais espessas na sobrevivência após o plantio. O diâmetro de coleto é considerado por vários autores como o melhor indicador da qualidade da muda (CALDEIRA et al., 2008), sendo a variável mais observada para indicar a capacidade de sobrevivência a campo (GOMES & PAIVA, 2004).

¹ ([VIVIAN, J. A. C], [Fibria Celulose], Comunicação pessoal, (2011)).

A relação altura da parte aérea e diâmetro de coleto das mudas de *C. brasiliense* não apresentou diferença significativa aos 30 e 90 dias, mostrando maiores médias para o saco plástico aos 60 dias. Aos 120 e 150 dias, os tubetes de 115, 280 cm³ e o saco de 560 cm³ apresentaram maior média, não havendo diferença estatística significativa.

Bonfim et. al. (2009), também encontraram maiores médias para altura da parte aérea, diâmetro de coleto e relação altura/diâmetro de coleto, em mudas produzidas em recipientes de maior volume (saco de (2090 cm³), quando comparados aos tubetes de 50 e 288 cm³, sendo que o tubete de 50 cm³ apresentou o menor percentual de sobrevivência 24 meses após o plantio, em relação ao tubetes demais recipientes.

Neste caso, pesquisas complementares ao presente estudo, avaliando o crescimento e sobrevivência das mudas no campo, a fim de verificar a relação entre os resultados relativos ao diâmetro de coleto e relação altura e diâmetro de coleto em nível de viveiro, com desenvolvimento após o plantio, serão de grande importância para direcionar a escolha do tamanho adequado de recipiente.

Embora a menor média para a relação entre altura e diâmetro de coleto, aos 150 dias, corresponder ao tubete de 53 cm³, para todos os tratamentos, em todos os períodos avaliados, este índice, está na faixa considerada adequada para espécies florestais, que segundo Carneiro (1995), devem estar entre 5,4 e 8,1. Valores nesta faixa indicam que as mudas cresceram de forma proporcional em relação a altura da parte aérea e espessamento do diâmetro de coleto.

A partir dos 120 dias houve um declínio da relação altura e diâmetro de coleto, uma vez que ocorreu redução do incremento em altura, para todos os tratamentos, e, continuidade do desenvolvimento em diâmetro, para todos os volumes de recipientes, com exceção do tubete de 180 cm³ em que houve redução do incremento em diâmetro a partir dos 120 dias (FIGURA 13).

A queda dos valores da relação altura e diâmetro de coleto, indica que neste período as mudas estão iniciando o processo de espessamento e rustificação do caule, estabilizando sua fase de alongamento de caule, estando, portanto, aptas a irem a campo, quando houver agregação satisfatória do conjunto raiz substrato.

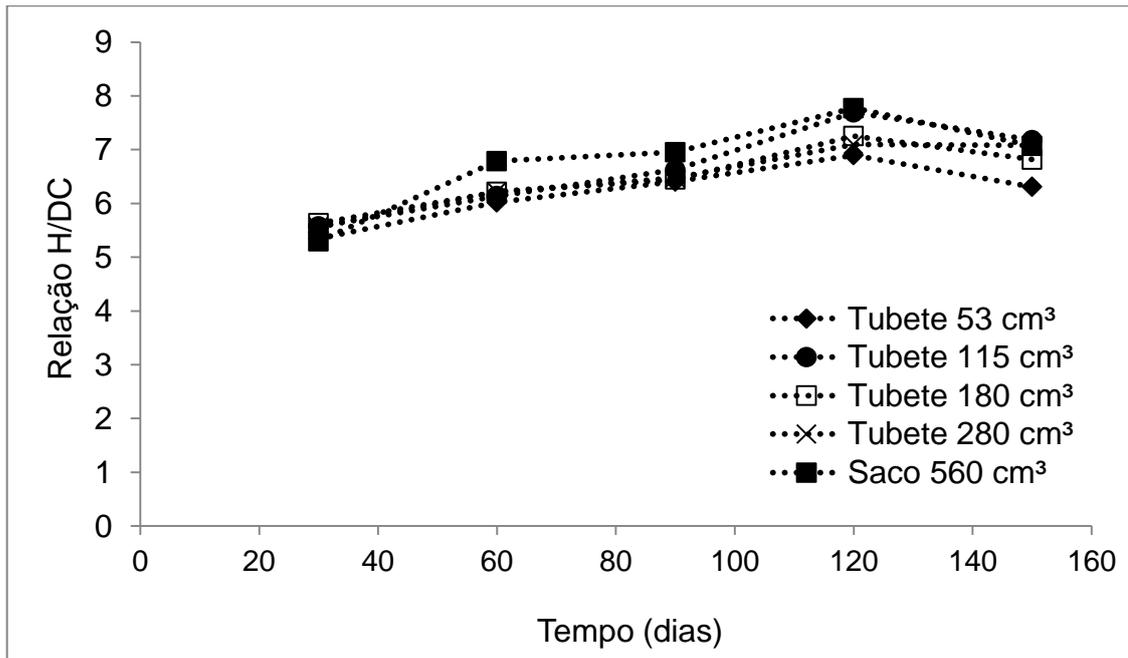


FIGURA 13. Relação altura diâmetro de coleto, das mudas de *Calophyllum brasiliense* (guanandi), ao longo do tempo de avaliação.

Considerando recomendação de Gomes (2003) que as mudas de espécies florestais devam ir a campo com diâmetro acima de 4 mm, aos 120 dias após a repicagem, as mudas de *C. brasiliense*, de todos os recipientes, estariam em condições adequadas para o plantio. No entanto, a prática adotada pelas empresas na região que realizam plantios florestais, bem como a literatura, considera a muda apta para ir ao campo quando estiver com agregação estável do substrato ao sistema radicular. Para Gomes (2001) a formação de um torrão bem agregado, é uma condição indispensável para o transporte da muda a campo.

No presente estudo, os recipientes com maiores volumes, como o saco de 560 cm³, apresentam um tempo mais prolongado para agregação do sistema radicular ao substrato, implicando em maior tempo de permanência em viveiro e, conseqüentemente, maiores custos. Gonçalves (1987) constatou que o torrão de mudas produzidas em tubetes é mais bem agregado, apresentando diferença significativa, quando comparado ao das mudas produzidas em sacos plásticos.

Considerando os fatores acima, relacionados a volume de recipientes e tempo de formação das mudas, a realização de testes para verificar a condição de agregação das raízes ao substrato, em função dos volumes de recipientes, poderá contribuir para a escolha do recipiente melhor adequado para a formação das mudas, bem como o período que as plantas estão aptas a ir a campo.

Os resultados estatísticos para biomassa seca (aérea, radicular e total), área foliar, relação biomassa seca aérea, radicular e o índice morfológico de Dickson, aos 150 dias após a repicagem, não apresentaram diferença estatística entre os volumes de tubetes de 180 e 280 cm³ e o saco de 560 cm³. Os tubetes de 53 e 115 cm³, obtiveram as menores médias para esses parâmetros, não diferindo estatisticamente, porém o tubete de 115 cm³ apresentou semelhança estatística ao tubete de 180 cm³.

Já a relação biomassa seca aérea e radicular (BSA/BSR), aos 150 dias, não apresentou diferença estatística significativa entre as médias das mudas para todos os recipientes (TABELA 5).

TABELA 5. Biomassa seca aérea (BSA), radicular (BSR) e total (BST), área foliar (AF), relação biomassa seca aérea/radicular (BSA/BSR) e índice de Dickson (IQD) de mudas de *Calophyllum brasiliense* (guanandi), aos 150 dias.

Biomassa seca (g)	Volume de recipiente (cm ³)					Anova	
	53	115	180	280	560	Fc (5%)	CV%
Aérea	1,89c	2,53bc	3,13ab	2,78abc	3,75a	7,5**	17,90
Radicular	0,75c	0,94bc	1,16ab	1,19ab	1,47a	12,94**	13,68
Total	2,65c	3,47bc	4,29ab	3,97abc	5,22a	8,84**	16,40
AF (cm ²)	115,80c	161,42bc	162,64abc	192,56ab	245,69a	8,13**	18,47
Índices morfológicos							
BSA/BSR	2,52	2,71	2,71	2,32	2,55	2,29	8,45
IQD	0,30c	0,35bc	0,45ab	0,42abc	0,54a	10,11**	14,16

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores da relação biomassa seca aérea e radicular, apesar de não apresentarem diferença estatística, assumem valores próximos aos descritos por Gomes & Paiva, (2004), que consideram “dois” (2), um valor seguro para caracterização da boa relação entre a parte aérea e radicular. José (2003) estudando produção de mudas de espécies florestais para recuperação de áreas degradadas encontrou valores semelhantes para este índice, sendo eles, 2,74 e 2,78 para tubetes de 50 e 150 cm³ respectivamente.

Malavassi & Malavassi, (2006) encontraram resultados semelhantes ao presente estudo, obtendo valores significativamente superiores para biomassa seca aérea e total em mudas conduzidas em tubetes de 300 cm³, quando comparados

aos tubetes de 55, 120 e 180 cm³, sendo que os tubetes de 55 cm³ obtiveram menor média para esse parâmetro.

Tavares Jr. (2005), constatou que a maior quantidade de matéria seca aérea, e área foliar, foram obtidas em plantas desenvolvidas em maiores volumes de substrato (recipiente de 200 cm³ comparado aos de 50 e 120 cm³), devido ao maior número de folhas, maior altura, diâmetro de caule e superfície foliar.

Para o índice de qualidade de Dickson, o estudo apresentou maiores médias entre as mudas produzidas nos tubetes de 180 e 280 cm³ e o saco de 560 cm³, havendo semelhança estatística entre as mesmas. A menor média foi do tubete de 53 cm³, que não diferiu significativamente do tubete de 115 cm³, este por sua vez, não diferiu significativamente do tubete de 180 cm³.

A maioria dos autores recomenda valores acima de “0,2” para o índice de qualidade Dickson (JOSE, 2003; GOMES & PAIVA, 2004), sendo que em todos os tratamentos, as médias estão acima desta média.

Valores de significativamente superiores de Índice de Qualidade de Dickson em mudas produzidas no tubete de maior volume (300 cm³) também foram encontrados por Ferraz & Engel (2011), em comparação às mudas produzidas nos tubetes de menor volume (50 e 110 cm³), sugerindo que o tamanho do recipiente traz influência sobre o índice de qualidade de Dickson.

Ao final dos 150 dias, as mudas produzidas em todos os tubetes apresentavam valores de indicadores dendrométricos de qualidade adequados às espécies florestais nativas, porém os sacos de 560 cm³ apresentavam sinais visíveis de enovelamento e dobra da raiz pivotante, fator que não é desejável para mudas florestais. Segundo Carneiro, (1995) e Martins (2010), o saco plástico tem a desvantagem de causar enovelamento das raízes das mudas.

4.2 *Cariniana estrellensis* (jequitibá branco)

O volume de recipiente interferiu no crescimento das mudas de *Cariniana estrellensis* (Jequitibá branco), apresentando diferença estatística entre as médias dos tratamentos. Apenas para os valores da altura aos 30 dias e relação altura e diâmetro de coleto, aos 60 dias, que apresentaram semelhança estatística entre todos os tratamentos. Os tubetes de 115 e 180 cm³ tiveram médias para altura,

diâmetro e relação altura/diâmetro de coleto, com semelhança estatística na maioria dos períodos avaliados.

Aos 30 e 60 dias houve semelhança estatística entre altura, diâmetro de coleto e relação altura diâmetro de coleto, entre as mudas produzidas nos tubetes de 180 cm³, 280 cm³ e saco de 560 cm³. Aos 90 e 120 dias houve semelhança estatística entre as médias do tubete de 280 cm³ e saco de 560 cm³ quanto ao diâmetro de coleto.

Aos 150 dias, as maiores médias para altura, diâmetro e relação altura/diâmetro de coleto tenderam para o saco de 560 cm³. As médias de altura e relação altura diâmetro de coleto foram semelhantes estatisticamente entre os tubetes de 53, 115 e 180 cm³, sendo que a menor média para diâmetro de coleto, aos 150 dias, correspondeu ao tubete de 53 cm³ (TABELA 6).

TABELA 6. Altura (H), diâmetro de coleto (DC) e relação altura/diâmetro de coleto (H/DC), das mudas de *Cariniana estrellensis* (jequitibá branco) em função dos volumes de recipientes, ao longo de seu crescimento em viveiro.

Parâmetros Biométricos	Volume de recipiente (cm ³)					Anova	
	53	115	180	280	560	Fc (5%)	CV%
30 dias							
H (cm)	6,19	6,26	6,01	5,98	6,36	1,15	4,92
DC (mm)	2,00b	2,09ab	2,17a	2,14a	2,13ab	4,95**	2,73
H/DC	3,09a	2,99ab	2,78b	2,79b	2,99ab	5,19**	4,13
60 dias							
H (cm)	8,72b	9,01ab	9,23ab	10,26ab	10,49a	4,86**	7,44
DC (mm)	2,61b	2,86a	2,93a	3,02a	3,04a	12,05**	3,43
H/DC	3,34	3,16	3,15	3,39	3,45	2,75	5,03
90 dias							
H (cm)	13,08d	15,77cd	16,51c	22,77b	26,82a	71,38**	7,02
DC (mm)	3,43d	3,80c	4,12bc	4,49a	4,26ab	29,07**	3,79
H/DC	3,81c	4,16c	4,01c	5,08b	6,30a	33,02**	7,71
120 dias							
H (cm)	16,38d	22,66c	22,11c	29,81b	38,49a	128,77**	5,79
DC (mm)	3,99c	4,30c	4,92b	5,18ab	5,52a	54,15**	3,58
H/DC	4,09c	5,28b	4,50c	5,75b	6,98a	70,14**	5,09
150 dias							
H (cm)	23,48c	27,05c	27,48c	36,98b	53,33a	68,10**	8,70
DC (mm)	4,43e	4,97d	5,61c	6,20b	6,68a	146,8**	2,69
H/DC	5,30bc	5,44bc	4,90c	5,97b	7,98a	27,35**	7,84

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Pesquisando o efeito do tamanho de tubetes (50, 110 e 300 cm³) na qualidade de mudas florestais, Ferraz & Engel, (2011) obtiveram, mudas com diâmetro de coleto semelhantes às encontradas no presente estudo, sendo que as mudas mais espessas corresponderam aos tubetes de maior volume (300 cm³),

Resultados diferentes foram encontrados por Mesquita et al. (2009) ao avaliar a combinação de substratos com recipientes (tubete de 180 cm³ e saco de 560 cm³). Aos 120 dias, o autor obteve semelhança estatística em relação à altura e diâmetro de coleto, entre mudas produzidas em saco e tubete, para todas as combinações recipiente substrato. Neste caso, as diferentes características do substrato interferiram no crescimento das mudas (FREITAS et al., 2010).

A partir dos 120 dias, as mudas produzidas no tubetes de 115, 180 e 280 cm³, tenderam a estabilizar a relação altura diâmetro de coleto, uma vez que o incremento em diâmetro foi maior que o incremento em altura, iniciando o processo de rustificação caulinar (FIGURA 14).

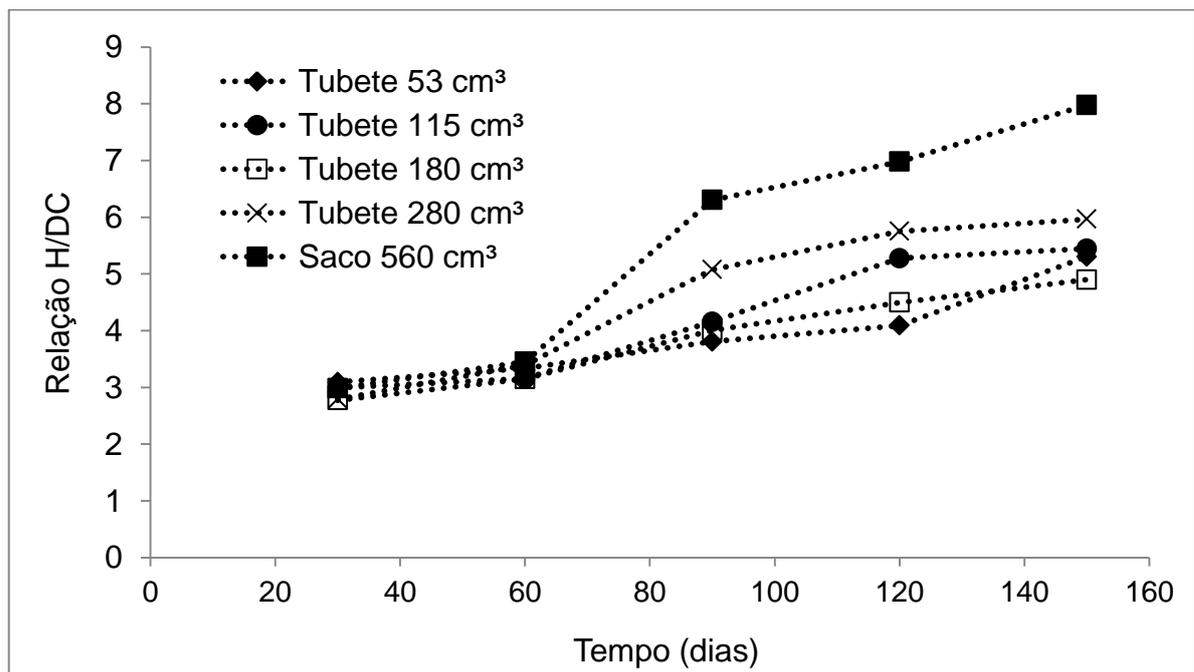


FIGURA 14. Relação altura diâmetro de coleto, das mudas de *Cariniana estrellensis* (jequitibá branco), ao longo do tempo de avaliação.

As mudas produzidas no tubete de 53 cm³ e saco de 560 cm³, tiveram, entre os 120 e 150 dias um incremento maior em relação à altura, frente ao diâmetro. Uma possível explicação pode ser encontrada no adensamento das mudas nas bandejas, em função do reduzido espaço por m² ocupado pelo tubete de 53 cm³. Segundo

Thomas (2007) o maior adensamento das mudas pode aumentar a concorrência por luz, estimulando um crescimento da parte aérea em busca de luminosidade.

O grande volume de folhas das mudas produzidas em saco de 560 cm³ ocasionou o fechamento da parte aérea, aumentando a competição por luminosidade entre as plantas, também contribuindo para o maior incremento em altura neste período.

O tubete de 53 cm³ apresentou o inconveniente de um tempo mais prolongado para atingir os padrões recomendados para o plantio de mudas florestais, as quais devem ir a campo altura acima de 20 cm (GONSALVES et al., 2000), diâmetro de coleto acima de 4 mm (GOMES, 2003), e relação altura/diâmetro de coleto acima de 5,4 (CARNEIRO, 1995). Apenas aos 120 dias as mudas destes tubetes estavam aptas ao plantio, enquanto que, nos demais recipientes, as mudas atingiram este padrão aos 120 dias, representando um ganho de custos em função da redução de mão de obra e insumos.

Segundo Tavares Jr. (2005), o crescimento do vegetal depende da capacidade de renovação do ar no substrato, através da entrada de O₂ e saída de CO₂, evitando acúmulo e toxidez para as plantas. Recipientes menores restringem esta troca de gases, proporcionando acúmulo de substâncias tóxicas para a planta, inibindo o seu crescimento.

No presente estudo não foi avaliada a composição de ar no substrato, porém considerando a literatura exposta, pode-se admitir que no tubete de 53 cm³, o preenchimento antecipado dos poros pelas raízes prejudica a condição adequada de aeração das mesmas, o que pode explicar o menor índice para biomassa seca radicular e total e Índice de Dickson para as mudas produzidas neste recipiente.

Outro fator constatado em relação ao tubete de 53 cm³ é o fato de a superfície foliar de mudas de *C. estrellensis* restringem o molhamento do substrato, devido ao pequeno diâmetro do tubete comparado a largura das folhas, o que provoca estresse hídrico e aumento da temperatura do sistema radicular, fatores que interferem no crescimento das raízes e parâmetros relacionados.

Carneiro (1995), explica que o estresse hídrico é induzido pela restrição radicular, resultando na redução da abertura dos estômatos, ocasionando declínio e vigor das mudas, resultando na redução da relação parte aérea/radicular. A resistência a desidratação é resultado de um conjunto de fatores, como desenvolvimento radicular, umidade do meio, abscisão foliar, entre outras. A restrição

radicial pode alterar a resistência a desidratação, causando prejuízo à condição hídrica da planta e ao seu crescimento.

Os resultados estatísticos para biomassa seca (aérea, radicular e total) e área foliar apresentaram diferença entre os tratamentos. Para biomassa seca aérea e total, e área foliar, as maiores médias corresponderam ao saco de 560 cm³, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. As menores médias foram referentes ao tubete de 53 cm³, o qual apresentou semelhança estatística com o tubete de 115 cm³. Já para a biomassa seca radicular o tubete de 280 cm³ apresentou a maior média, diferindo dos demais tratamentos, a menor média correspondeu ao tubete de 53 cm³ (TABELA 7).

Farias (2006) obteve resultados semelhantes ao presente estudo, encontrando relação proporcional entre a biomassa seca e os recipientes de maior volume (tubete de 280 cm³), sendo que, para a biomassa seca aérea encontrou semelhança estatística entre os tubetes de 180 e 280 cm³, e, para biomassa seca radicular e índice de qualidade de Dickson a maior média correspondeu ao tubete de 280 cm³.

Maiores médias para biomassa seca aérea, radicular e total, produzidas nos recipientes de maior volume, também foram encontradas por Bonfim et al. (2009).

Em estudo do efeito do volume de tubetes (50, 56, 120 e 240 cm³) e tipos de substratos na qualidade de mudas florestais, Santos et al. (2000) verificaram que as variáveis massa seca (aérea, radicular e total) estão diretamente relacionadas ao volume de recipiente, sendo maior no recipiente de 240 cm³. No entanto, os autores recomendam o uso do recipiente de 120 cm³, devido ao aspecto econômico, por utilizar menos substrato e menor área no viveiro.

Para o índice de Dickson, as médias de todos os recipientes satisfizeram o padrão de qualidade recomendado pela literatura, que deve ser acima de "0,2", existindo semelhança estatística entre o saco de 560 cm³ com os tubetes de 280 e 180cm³, e, diferença significativa entre os tubetes de 180cm³ e 280 cm³. A média mais baixa correspondeu ao tubete de 53 cm³.

Malavassi & Malavassi, (2006) encontraram resultados semelhantes ao presente estudo para o índice qualidade de Dickson, obtendo médias com similaridade estatística entre tubetes de 120, 180 e 300 cm³ para mudas de *Cordia trichotoma*, e, entre tubetes de 180 e 300 cm³ para mudas de *Jacaranda micranta*.

Sendo que o tubete de 55 cm³ apresentou o menor valor para este índice para ambas as espécies.

Para a relação biomassa seca aérea radicular, destacou-se o recipiente de maior volume, onde o saco plástico apresentou maior média, diferindo dos demais tratamentos. Entre os tubetes, as médias para este índice foram similares estatisticamente.

TABELA 7. Biomassa seca aérea (BSA), radicular (BSR) e total (BST), área foliar (AF), relação biomassa seca aérea/radicular (BSA/BSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Cariniana estrellensis* (Jequitibá branco) aos 150 dias.

Biomassa seca (g)	Volume de recipiente (cm ³)					Anova	
	53	115	180	280	560	Fc (5%)	CV%
Aérea	1,38d	2,14cd	2,39c	3,71b	6,81a	113,84**	12,23
Radicular	0,98e	1,56d	1,97c	2,78a	2,40b	99,02**	7,31
Total	2,36d	3,70c	4,35c	6,49b	9,21a	123,31**	9,26
AF (cm ²)	172,38c	233,50c	225,99c	372,24b	683,76a	56,47**	16,33
Índices morfológicos							
BSA/BSR	1,40b	1,38b	1,22b	1,34b	2,83a	90,67**	8,65
IQD	0,35d	0,55c	0,71b	0,89a	0,86ab	43,80**	10,10

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

As médias encontradas para a relação biomassa seca aérea radicular, nos tubetes de 53, 115 e 180 e 280 cm³, estão abaixo do recomendado por Gomes & Paiva, (2004), para espécies florestais. Apenas o saco de 560 cm³ apresentou valor acima de “2”, diferindo significativamente dos demais.

Segundo Thomas (2007) a muda deve apresentar equilíbrio entre a parte aérea e a radicular. Da mesma forma, a quantidade de biomassa aérea e biomassa radicular devem seguir essa tendência de equilíbrio, para que a quantidade de raízes possa, não somente cumprir o papel de sustentação, mas também, o de absorção das quantidades de nutrientes necessários para nutrir toda a parte aérea da planta.

Para Chaves et al. (2006) a relação biomassa seca aérea radicular é um indicativo da probabilidade de sobrevivência da mudas no campo.

Gomes et al. (2002) não indica a relação biomassa seca aérea radicular como índice para determinação do padrão de qualidade de mudas florestais, uma vez que esta relação, apesar de considerada um índice seguro para avaliar a

qualidade de mudas florestais, poderá ser contraditória para expressar o crescimento no campo. O autor comenta que o diâmetro do coleto é considerado o mais importante dos parâmetros para estimar a sobrevivência após o plantio.

Recomenda-se a realização de estudos de sobrevivência e desempenho a campo, com a finalidade de verificar o grau de interferência da baixa relação biomassa seca aérea radicular no desenvolvimento após o plantio.

Apesar de as maiores médias para biomassa aérea e total, área foliar e relação biomassa seca aérea radicular (único valor acima de '2') corresponder ao saco se 560cm³, do ponto de vista prático estas mudas não estavam com padrões de qualidade satisfatórios, uma vez que apresentavam enovelamento do sistema radicular (FIGURA 15).



FIGURA 15. Enovelamento do sistema radicular de mudas de *Cariniana estrellensis* produzidas em saco de 560 cm³ comparado aos demais recipientes.

Wielewicki et al. (2004) explicam que o saco plástico apresenta inconveniente de não permitir que a muda permaneça muito tempo em viveiro, pois ocasiona enovelamento do sistema radicular, além de dificultar os processos de plantio mecanizado, ocasionando baixo rendimento da operação.

A forma dos recipientes deve evitar o crescimento das raízes em forma espiral, como também a dobra da raiz pivotante ou de qualquer outra raiz. Se as raízes não passam pelas paredes, como exemplo as mudas produzidas em saco plástico, crescem adquirindo uma forma espiral, estrangulamento ou outro aspecto de deformação. Estas deformações radiciais que ocorrem no interior do recipiente continuam após a fase de viveiro, continuando a crescer na forma de seu

desenvolvimento deformado. Alguns autores levantaram a hipótese de que o declínio da parte aérea e produtividade, para várias espécies pode ser devido às limitações ao desenvolvimento radicial (CARNEIRO, 1995).

Em trabalhos futuros devem ser conduzidas pesquisas com a mesma espécie, a fim de verificar a relação entre a morfologia do sistema radicular espiralada e dobra da raiz pivotante, bem como, os valores abaixo de “2”, da relação biomassa seca aérea radicular, com a sobrevivência e desenvolvimento das mudas após o plantio.

4.3 *Peltophorum dubium* (angico canjiquinha)

Espécie da família leguminosae, embora classificada como secundária inicial apresenta características de pioneira, com rápido desenvolvimento, o *Peltophorum dubium*, (angico canjiquinha) teve crescimento em altura e diâmetro favorecido pelos recipientes de maior volume de substrato.

As melhores médias para altura, diâmetro de coleto e relação altura diâmetro de coleto, corresponderam às mudas produzidas em saco de 560 cm³. Houve similaridade estatística nestes parâmetros, em todos os períodos avaliados para as mudas produzidas nos tubetes de 180 e 280 cm³. Os tubetes de 115 e 180 cm³ foram similares estatisticamente para a altura em todos os períodos avaliados.

Para as médias da relação altura diâmetro de coleto, em todos os períodos, os tubetes de 53, 115, 180 e 280 cm³ não diferiram estatisticamente. Aos 120 dias, esta relação foi similar estatisticamente entre as mudas produzidas no tubetes de 280 cm³ e no saco de 560 cm³ (TABELA 8).

Avaliando volumes de recipientes (saco plástico e tubetes de 100 e 180 cm³), e tipos de adubos, no crescimento de *Peltophorum dubium*, Brachtvogel & Malavasi, (2010) observaram que a altura e o diâmetro das plântulas foram beneficiados com o uso do saco plástico e adição de fertilizante de liberação lenta. Porém com a adição de NPK não houve diferença estatística para a altura. Tanto as médias de altura como de diâmetro observadas pelos autores, foram semelhantes às encontradas no presente estudo.

TABELA 8. Altura (H), diâmetro de coleto (DC) e relação altura/diâmetro de coleto (H/DC), das mudas de *Peltophorum dubium* (angico canjiquinha) em função dos volumes de recipientes, ao longo de seu crescimento em viveiro.

Parâmetros Biométricos	Volume de recipiente (cm ³)					Anova	
	53	115	180	280	560	Fc (5%)	CV%
30 dias							
H (cm)	8,22c	9,85b	10,12b	10,21b	11,49a	31,86**	4,15
DC (mm)	1,20d	1,42c	1,60b	1,63ab	1,77a	37,44**	4,75
H/DC	6,86	6,95	6,34	6,29	6,50	2,14	6,23
60 dias							
H (cm)	14,95c	18,30bc	20,75b	21,04b	32,38a	52,52**	8,43
DC (mm)	2,27d	2,56c	2,91b	3,16b	3,56a	74,28**	4,04
H/DC	6,60b	7,15b	7,16b	6,72b	9,11a	7,96	9,83
90 dias							
H (cm)	17,17c	20,86bc	24,35bc	28,17b	47,30a	40,81**	13,86
DC (mm)	3,30c	3,38c	4,52b	5,05b	6,79a	75,66**	6,62
H/DC	5,21b	5,49b	5,39b	5,57b	6,96a	5,25**	10,95
120 dias							
H (cm)	20,83d	24,08cd	27,76bc	32,05b	48,87a	72,98**	8,37
DC (mm)	4,02c	4,58c	5,40b	6,08b	7,89a	91,65**	5,62
H/DC	5,19b	5,25b	5,14b	5,29ab	6,20a	4,56**	7,64

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O período de maior incremento em altura, para todos os recipientes, foi dos 30 aos 60 dias.

A partir dos 60 dias, houve uma redução do incremento em altura, e continuidade de desenvolvimento em diâmetro das mudas produzidas em todos os recipientes, ocasionando redução na relação altura diâmetro de coleto. Neste período já foi possível visualizar boa agregação do substrato para os recipientes de 53, 115 cm³, apesar de ainda não apresentarem altura e diâmetro recomendados pela literatura para irem a campo.

Aos 90 dias, tanto o incremento em altura, quanto em diâmetro foi afetado, mesmo nos tubetes de maiores volumes (FIGURA 16). Neste período, as mudas passam por um processo de endurecimento e rustificação, com o aumento do diâmetro do coleto em maior proporção que a altura, ganhando maior quantidade de biomassa seca (GOMES et al., 2002).

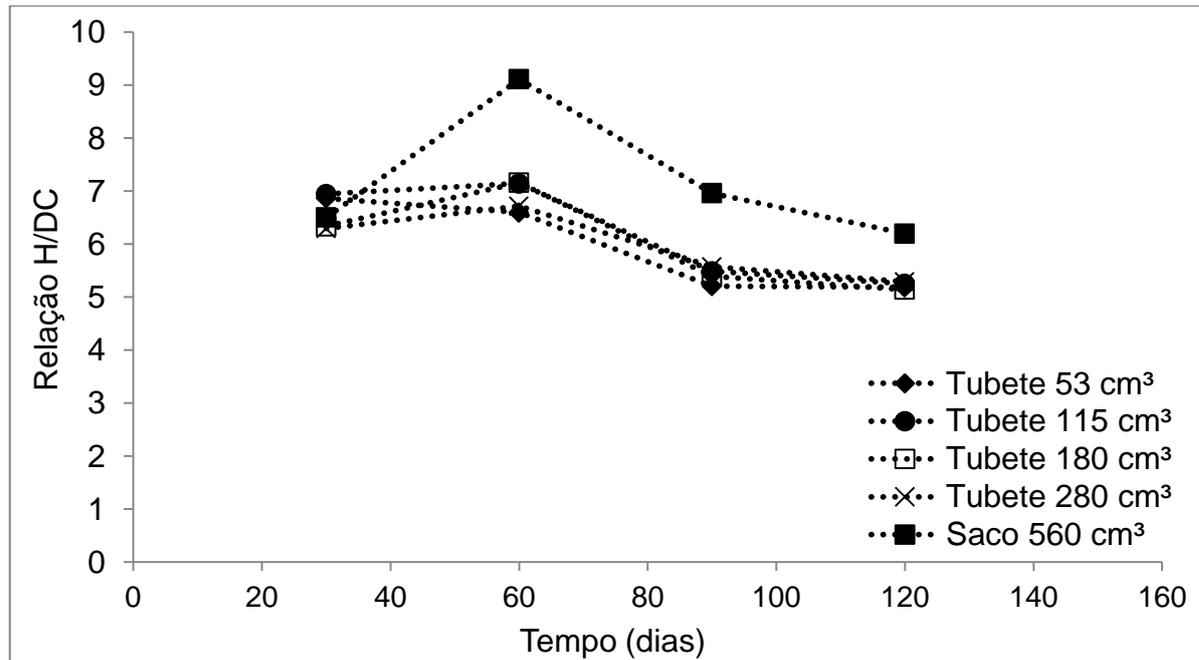


FIGURA 16. Relação altura diâmetro de coleto, das mudas de *Peltophorum dubium* (angico canjiquinha), ao longo de 120 dias em viveiro.

Aos 120 dias as mudas de todos os tubetes estavam com os parâmetros morfológicos para mudas florestais, adequado para o plantio, além de estarem com caule enrijecido, bom crescimento radicular e boa agregação das raízes ao substrato. Para Gomes et al. (2002) o torrão deve ser consistente a ponto de permitir o transporte da muda para o campo sem a necessidade de se levar o tubete.

Em estudo da produção de mudas de *Peltophorum dubium* utilizando tubetes de 50 cm³ e diferentes combinações de adubos, Neto et al. (2003) constataram que nos tratamentos adubados as mudas estabilizaram o crescimento aos 120 dias. Neste período as plantas atingiram valores em altura e diâmetro de coleto variando entre 12 e 24 cm, e, 3,1 a 4,8 mm respectivamente, médias semelhantes as encontrados no presente estudo.

Hoppe et al. (2003) estudando o crescimento de *Acacia mearsii* em diferentes substratos e recipientes (tubetes de 53, 115 e 180 cm³ e laminados de 67 e 115 cm³), encontraram melhores resultados para altura e diâmetro de coleto em nível de viveiro em mudas produzidas nos tubetes de 115 e 180 cm³. Os autores recomendam o uso do tubete de 180 cm³ para a espécie, em função da maior sobrevivência a campo.

Nicoloso et al. (2000) avaliando sacos de 1515, 3064, 6051 cm³ e tubete de 50 cm³, com diferentes substratos na produção de mudas de espécies da família

leguminosae, também encontraram, aos 90 e 120 dias após a emergência, melhores resultados para a altura e diâmetro do coleto nos recipientes de maior volume.

Para os parâmetros biomassa seca (aérea, radicular e total), área foliar e índice de Dickson, as maiores médias corresponderam às mudas produzidas em saco plástico, enquanto as médias mais baixas corresponderam aos tubetes de menor volume (TABELA 9).

TABELA 9. Biomassa seca aérea (BSA), radicular (BSR) e total (BST), área foliar (AF), relação biomassa seca aérea/radicular (BSA/BSR) e Índice de Dickson (IQD) de mudas de *Peltophorum dubium* (angico canjiquinha) aos 150 dias.

Biomassa seca (g)	Volume de recipiente (cm ³)					Anova	
	53	115	180	280	560	Fc (5%)	CV%
Aérea	1,39d	1,98cd	3,02c	4,17b	9,16a	172,66**	11,98
Radicular	0,52d	0,75d	1,19c	1,60b	3,44a	192,67**	11,15
Total	1,91d	2,73d	4,21c	5,76b	12,60a	214,54**	10,70
AF (cm ²)	162,6d	232,88cd	302,75c	490,21b	648,49a	73,77**	12,61
Índices morfológicos							
BSA/BSR	2,65	2,62	2,54	2,63	2,66	0,22	8,07
IQD	0,24d	0,35cd	0,55bc	0,74b	1,42a	89,54**	14,95

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os tubetes de 53 e 115 cm³ apresentaram similaridade estatística em todos os parâmetros, apesar de o tubete de 53 cm³ apresentar índice de Dickson pouco acima do limite mínimo recomendado pela literatura.

Já os tubetes de 115 e 180 cm³ não diferiram estatisticamente em relação à biomassa seca aérea, área foliar e índice de qualidade de Dickson.

Os menores valores de biomassa (aérea, radicular e total), e área foliar nos tubetes de menor volume (53 e 115 cm³), quando comparados aos demais recipientes (tubetes de 180 e 280 cm³ e saco de 560 cm³), podem ser explicados pelo pequeno espaço para o desenvolvimento radicular. Segundo Thomas (2007), na medida em que há uma redução no crescimento radicular, há também restrição ao crescimento da parte aérea.

O maior volume de recipiente permite maior disponibilidade de água e maior desenvolvimento do sistema radicular e, conseqüentemente, aumento da biomassa total (REIS et al., 1989). Recipientes de menor volume ocasionam maior lixiviação de nutrientes (CARNEIRO, 1995). De modo geral, as espécies com características

pioneiras têm seu potencial de crescimento restringido quando se desenvolvem em substratos pobres (SANTOS, 2008).

A relação biomassa seca área radicular apresentou semelhança estatística entre todos os recipientes. Segundo Carneiro (1995) este fato pode ser explicado pelo ajuste do crescimento das mudas, uma vez que a restrição imposta pelo recipiente promove o crescimento balanceado entre as partes, sem alteração na distribuição relativa de matéria seca com a variação do volume do tubete.

Espécies com características pioneiras apresentam rápido crescimento radicular e maior densidade de raízes finas, em sincronia com o maior potencial de expansão da área foliar e parte aérea como um todo (GONÇALVES, 2000), proporcionando equilíbrio entre parte aérea e radicular.

Neto et al. (2003) encontraram médias mais elevadas que as encontradas no presente estudo, para a biomassa (aérea, radicular e total), e relação entre biomassa seca área radicular, em mudas de *Peltophorum dubium* produzidas no tubetes de 50 cm³ em combinação com diferentes adubos.

Brachtvogel & Malavasi, (2010) constataram que as médias da biomassa seca aérea e total, de mudas de *Peltophorum dubium*, foram indiferentes ao volume do recipiente quando houve fertilização com NPK, porém quando houve adição de fertilizante de liberação lenta, o parâmetro diminui com a redução do volume do recipiente.

Dosagens de nutrientes combinadas com recipientes de diferentes volumes poderão ser testadas no futuro, a fim de verificar, se há alguma resposta de desenvolvimento em viveiro das mudas *Peltophorum dubium* em relação ao fatorial nutrientes e volume de substrato.

Nicoloso et al. (2000), aos 135 dias após a semeadura de espécies da família leguminosae, em diferentes recipientes, (laminados, saco plástico e tubetes de 50cm³), não encontraram diferença estatística significativa para os parâmetro biomassa seca (aérea, radicular e total), percentagem de sobrevivência, comprimento do sistema radicular entre médias do tubetes e sacos plásticos.

Em estudo sobre os efeitos de substratos e vários recipientes, (dentre eles o tubete de 55 cm³ e o saco plástico de 538 cm³), utilizados na produção das mudas da família leguminosae, Neves et al. (2005), ao avaliarem a arquitetura do sistema radicular das árvores, três anos após o plantio, concluíram que os recipientes influenciaram o sistema radicular no campo, tanto no que diz respeito à quantidade

de raízes quanto à arquitetura, pois alguns recipientes induziram o desenvolvimento de raízes curvadas. Porém não houve diferença significativa quanto à área lateral e superior, e, arquitetura morfológica das raízes, tampouco quanto à área de raízes por profundidade do solo, nos tratamentos de recipientes correspondentes ao saco de 538 cm³ e ao tubete 55 cm³.

No presente estudo, apesar de as mudas produzidas em tubetes apresentarem valores médios inferiores estatisticamente às mudas produzidas em saco de 560 cm³, aos 120 dias, as plantas de todos os tubetes apresentavam padrões morfológicos de qualidade para mudas florestais, adequados para irem ao campo, além de estarem com bom aspecto nutricional, boa agregação do sistema torrão substrato.

Embora os melhores resultados estatísticos apresentados, para todos os parâmetros avaliados, corresponderem ao saco de 560 cm³, as raízes desenvolvidas neste recipiente, apresentavam, aos 120 dias, visíveis sinais de enovelamento e estrangulamento da raiz pivotante (FIGURA 17), fator que segundo literatura já citada anteriormente, não é recomendável, uma vez que pode prejudicar o desenvolvimento da muda no campo.



FIGURA 17. Aspectos do sistema radicular das mudas de *Peltophorum dubium*, aos 120 dias. As mudas produzidas em saco plástico (T5), apresentavam dobra e estrangulamento do eixo pivotante e enovelamento.

4.4 *Schinus terebinthifolius* (aroeira vermelha)

Espécie pioneira, de crescimento rápido, as maiores médias das mudas de aroeira, para altura e diâmetro, corresponderam aos recipientes de maior volume.

Aos 30 dias, as mudas de *Schinus terebinthifolius* apresentavam semelhança estatística em relação à altura, e pequena diferença em relação ao diâmetro e relação altura diâmetro de coleto.

A partir dos 60 dias já houve diferenciação para estes parâmetros, sendo possível a visualização da agregação do substrato nos recipientes de 53 e 115 cm³. Neste período, as mudas produzidas nos saco de 560 cm³ apresentavam relação altura diâmetro de coleto acima de 8,1, valor máximo recomendado por Carneiro (1995), para espécies florestais, indicando que as mudas sofreram um alongamento desproporcional do caule em relação ao espessamento em diâmetro.

Aos 90 dias as mudas de todos os tubetes já apresentavam padrões biométricos adequados para irem a campo (TABELA 10), apresentando boa morfologia e agregação do sistema radicular. Apenas as mudas produzidas em saco de 560 cm³, devido ao maior volume de substrato, não haviam atingido agregação suficiente, sendo visível, ao manusear as mudas, que o substrato desintegrava do sistema radicular, além de apresentarem enovelamento e dobra da raiz pivotante.

TABELA 10. Altura (H), diâmetro de coleto (DC) e relação altura/diâmetro de coleto (H/DC), das mudas de *Schinus terebinthifolius* (Aroeira vermelha), em função dos volumes de recipientes, ao longo de seu crescimento em viveiro.

Parâmetros Biométricos	Volume de recipiente (cm ³)					Anova	
	53	115	180	280	560	Fc (5%)	CV%
30 dias							
H (cm)	6,81	6,57	6,52	6,82	6,28	1,50	5,62
DC (mm)	1,20c	1,34abc	1,37ab	1,48a	1,29bc	9,32**	5,16
H/DC	5,69b	4,92b	4,75b	4,61b	4,85a	17,74**	4,06
60 dias							
H (cm)	19,71c	22,09c	29,69b	32,96b	40,25a	116,7**	5,32
DC (mm)	2,89c	3,21c	3,74b	3,91ab	4,22a	42,15**	4,58
H/DC	6,80d	6,89cd	7,94bc	8,44b	9,59a	23,93**	5,96
90 dias							
H (cm)	24,83d	27,48d	34,44c	43,66b	64,44a	159,6**	6,55
DC (mm)	4,02c	4,60c	5,67b	6,08ab	6,59a	27,41**	7,50
H/DC	6,11b	5,98b	6,10	7,19b	9,86a	19,32**	10,62
120 dias							
H (cm)	26,75c	28,78c	35,08c	51,94b	73,46a	34,15**	15,52
DC (mm)	4,48c	5,17c	6,41b	6,89b	8,04a	70,82**	5,41
H/DC	6,03c	5,58c	5,47bc	7,54b	9,11a	13,27**	12,69

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Avaliando mudas de *Schinus terebinthifolius* produzidas em tubetes sob diferentes substratos, Araujo et al. (2007), encontraram, aos 60 dias, valores para altura variando de 3 a 5 cm, e, aos 120 dias, valores entre 14 e 23 cm, médias mais baixas que as observadas no presente trabalho.

Resposta semelhante ao presente estudo foi encontrada por Jose et al. (2009) ao avaliar o crescimento de *Schinus terebinthifolius* em tubetes de 50 e 150 cm³ e tipos de adubo. Os autores encontraram, aos 90 dias, maiores médias, para altura, diâmetro e relação altura diâmetro de coleto, em mudas produzidas nos tubetes de maior volume.

As diferenças observadas em relação à altura e diâmetro do coleto das mudas produzidas nos tubetes menores, podem ser minimizadas ou eliminadas, através da compensação nutricional, pela aplicação de fertilizantes em maior quantidade e frequência. Quanto menor o recipiente menor será a permanência dos elementos no substrato, tanto pelo consumo da muda, quanto por lixiviação por ocasião da irrigação (JOSE et al., 2009).

Em estudos sobre o desenvolvimento de mudas de aroeira vermelha em tubete de 100 cm³, e diferentes substratos, Almeida (2005) encontrou valores médios de altura, de 3, 10 e 23 cm, aos 30, 60 e 90 dias respectivamente, e diâmetro médio de coleto equivalente a 2 e 4 cm, aos 60 e 90 dias respectivamente, valores inferiores aos observados neste estudo.

Testando diferentes compostos orgânicos na produção de mudas de aroeira-vermelha, em semeadura direta em saco de 748 cm³, Caldeira et al. (2008) encontram valores para altura variando entre 18,4 e 31,2cm, ao final de 90 dias.

Avaliando a influência da contaminação do solo por cobre no crescimento e qualidade de mudas *Schinus therebinthifolius*, Silva et al. (2011) encontraram valores de altura, diâmetro de coleto e relação altura diâmetro variando entre 17,23 e 23,88cm, 3,6 e 3,95mm, e, 3,28 e 6,77 respectivamente.

Jose (2003) em estudo sobre o crescimento inicial das mudas de *Schinus terebinthifolius* (Aroeira vermelha), *Guazuma ulmifolia* (mutambo) e *Aspidosperma parvifolium* (guatambu), produzidas em tubetes (50 e 150 cm³) e saco plástico (2250cm³), plantadas em área para recuperação, constatou 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.

Avaliando a sobrevivência e crescimento inicial de mudas de *Pinus taeda* levadas a campo com diferentes diâmetros do coleto, Pezzutti & Caldato, (2011) constataram que diâmetro do coleto inicial das mudas produzidas em recipientes não influenciou significativamente o crescimento e a sobrevivência.

Estabelecendo uma relação entre os parâmetros altura e diâmetro de coleto, em função do tempo de desenvolvimento, foi possível constatar que a partir dos 90 dias, as plantas produzidas nos tubetes de 50, 115 e 180 cm³, estabilizaram seu crescimento em altura, porém as mudas produzidas em tubete de 280 cm³ e saco de 560cm³ tiveram apenas uma redução no incremento em altura, continuando o alongamento do caule.

O diâmetro de coleto seguiu a mesma tendência de crescimento para todos os tubetes, reduzindo o incremento a partir dos 90 dias.

O período de estabilização do crescimento das mudas nos tubetes de 50, 115 e 180 cm³, coincidiu com o período em que as mesmas atingiram os padrões recomendados pela literatura para mudas espécies florestais nativas, (altura acima de 20 cm, diâmetro de coleto acima de 4 mm, relação altura diâmetro de coleto entre 5,4 e 8,1, e torrão perfeitamente agregado ao substrato e não enovelado).

Apenas as mudas produzidas em saco plástico não estavam adequadas aos parâmetros, uma vez que a relação altura diâmetro de coleto estava acima de 8,1, o que não é recomendável, e, o torrão não estava perfeitamente agregado, além de apresentar enovelamento do sistema radicular pivotante.

As características morfológicas apresentadas no presente estudo indicam que as mudas produzidas em saco de 560 cm³, precisariam de um tempo maior para estabilizar a agregação do torrão ao substrato. Porém um período maior em viveiro ocasiona o inconveniente de aumentar o enovelamento do sistema radicial, além de aumentar os custos com irrigação, controle de pragas e doenças e mão de obra. Fatores que vinham ocorrendo após os 100 dias em viveiro.

Almeida (2006) recomenda que as mudas de *Schinus terebinthifolius* (aroeira vermelha), não devem permanecer um período acima de 105 dias em viveiro, devido à maior ocorrência de pragas (fungos, lagartas e cochonilhas), seca da parte aérea e redução da qualidade da muda.

O caráter pioneiro e agressivo da espécie pode explicar a continuidade do crescimento nos recipientes de maior volume (280 e 560 cm³), onde encontram condições mais favoráveis ao desenvolvimento das raízes. O maior volume da embalagem não limitou o crescimento das raízes, aumentando a quantidade de substrato explorado e, conseqüentemente, a maior absorção de nutrientes e crescimento da planta (GOMES et al., 2002).

A partir dos 90 dias, houve uma queda na relação altura diâmetro de coletor para as mudas dos tubetes de 53, 115, 180 cm³ e o saco de 560 cm³, indicando que as mudas estavam sofrendo menor alongamento de caule e maior espessamento de diâmetro. Apenas as mudas nos tubetes de 280 cm³ mantiveram incremento em altura maior que em diâmetro (FIGURA 18).

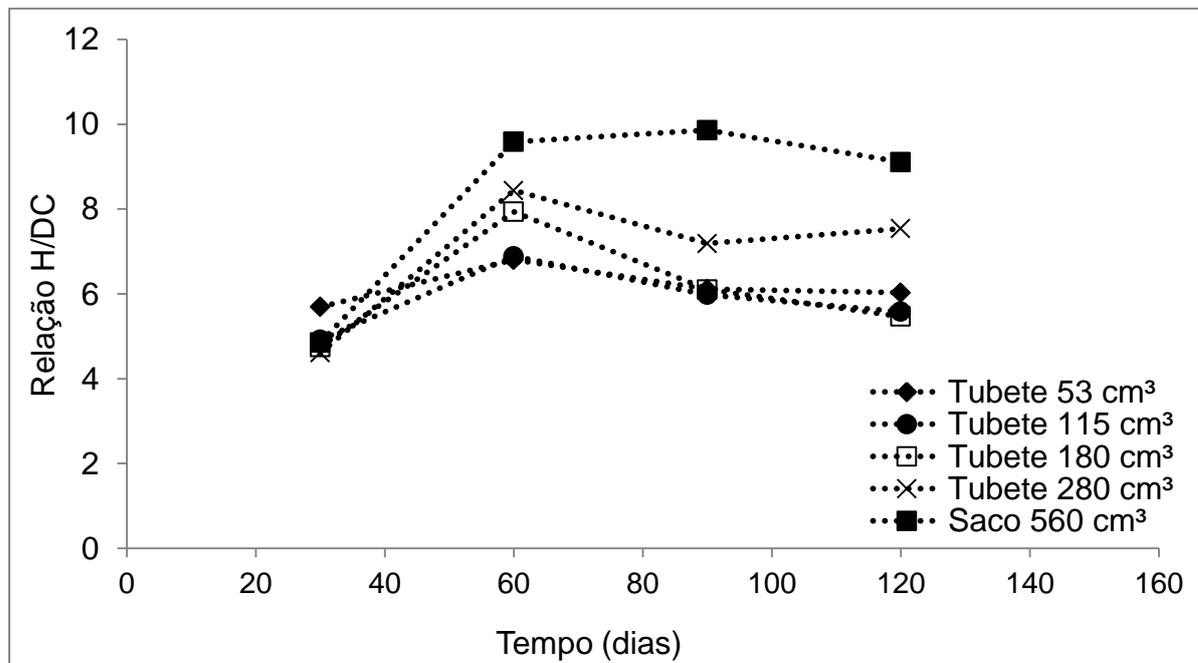


FIGURA 18. Relação altura diâmetro de coletor (H/DC), das mudas de *Schinus terebinthifolius* (aroeira vermelha), ao longo do tempo.

Avaliando a produção de mudas de *Eucalyptus grandis*, Gomes et al. (2002) concluíram que o tubete de 110 cm³ deve ser considerado para mudas com 90 dias de idade, neste período os volumes dos tubetes começam a restringir o crescimento em altura das mudas, permitindo o maior crescimento diamétrico e maior produção de matéria seca, promovendo o seu maior endurecimento e rustificação do caule.

A redução do crescimento em altura é função das restrições impostas ao sistema radicular (REIS et al., 1989). Segundo Thomas (2007) para as mudas em

recipientes com pequeno volume de substrato, a redução do ritmo de crescimento em diâmetro de colo é menos acentuada ao longo do tempo, do que a observada em relação ao crescimento em altura da parte aérea da muda,

Para os parâmetros biomassa aérea e total, relação biomassa aérea radicular e área foliar, as maiores médias corresponderam às mudas produzidas em saco de 560 cm³. Para biomassa radicular houve semelhança estatística entre o tubete de 280 cm³ e o saco de 560 cm³, e, ainda entre os tubetes de 53 e 115 cm³.

A relação biomassa aérea radicular foi estatisticamente semelhante para todos os tubetes (53, 115, 180 e 280 cm³). O índice de qualidade de Dickson foi semelhante estatisticamente, entre mudas produzidas no tubetes de 180 e 280 cm³ e saco de 560cm³ e entre os tubetes de 53 e 115 cm³ (TABELA 11).

TABELA 11. Biomassa seca aérea (BSA), radicular (BSR) e total (BST), área foliar (AF), relação biomassa seca aérea/radicular (BSA/BSR) e índice de Dickson (IQD) de mudas de *Schinus terebinthifolius* (aroeira vermelha), aos 150 dias.

Biomassa seca (g)	Volume de recipiente (cm ³)					Anova	
	53	115	180	280	560	Fc (5%)	CV%
Aérea	2,12d	2,47d	4,73c	7,69b	13,27a	110,32**	14,50
Radicular	1,28c	1,75c	3,13b	4,53a	4,22a	36,80**	15,97
Total	3,40d	4,22d	7,86c	12,21b	17,49a	81,83**	14,37
AF (cm ²)	159,27c	185,89c	298,42c	465,14b	886,44a	79,72**	16,90
Índices morfológicos							
BSA/BSR	1,65b	1,42b	1,50b	1,71b	3,16a	84,41**	8,31
IQD	0,44b	0,61b	1,13a	1,35a	1,43a	23,18**	18,61

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Caldeira et al. (2008) encontraram valores variando entre 0,5 a 6,3 para a relação biomassa seca aérea radicular em mudas de *Schinus therebinthifolius*, aos 90 dias. Já Silva et al. (2011) encontraram valores médios de biomassa seca aérea entre 1,63 e 2,03g, biomassa seca radicular entre 0,9 e 1,17g, e IQD entre 0,33 e 0,51 para a mesma espécie.

Resultados semelhantes foram observados por Jose et al. (2005), utilizando tubetes de 50 e 150 cm³ e saco de 2250 cm³. Aos 90 dias de viveiro, encontraram semelhança estatística para a relação biomassa seca aérea/radicular e potencial de crescimento radicular, entre mudas de todos os recipientes, e, diferença estatística para biomassa seca (aérea, radicular e total), aera foliar e Índice de Dickson. Sendo

que as maiores médias corresponderam às mudas produzidas em saco plástico. Os autores explicam que a semelhança estatística para potencial de crescimento radicular (avaliado pela emissão de novas raízes de novas raízes), nos três recipientes, mostra que as mudas apresentavam no momento do plantio o mesmo status fisiológico, ou seja, mesmo potencial de crescimento e sobrevivência após o plantio.

Na mesma pesquisa acima descrita, avaliando o desenvolvimento e sobrevivência a campo, aos 250 dias após o plantio, os valores de diâmetro do coleto e altura das plantas para os três recipientes não apresentaram diferenças significativas. A taxa de crescimento inicial da mudas a campo foi maior nas mudas produzidas em tubetes. Segundo os mesmos autores, mudas produzidas em recipientes de pequeno volume, em condições de restrição radicular, podem passar por um processo de aclimação, que propicia o desenvolvimento de mecanismos de tolerância às condições de estresse a campo, como é o caso das áreas degradadas, podendo contribuir para o aumento no desempenho pós-plantio.

Corroche et al. (2003), avaliando a produção de mudas de *Pinus taeda* em diferentes recipientes (tubetes de 53 e 180 cm³), constataram que a maior produção de biomassa radicular ocorreu em mudas formadas em tubetes com maior capacidade de armazenar substrato quando comparadas com as produzidas em tubetes de menor volume.

Paulino et al. (2011), combinando doses de adubos e substratos em diferentes recipientes (tubetes de 120, 180, 290 cm³ e saco de 500cm³), encontrou as maiores médias de biomassa seca total, nos tubetes de 180 e 290 cm³, sendo estatisticamente semelhantes. Para o índice de Dickson, houve preponderância para o tubete de 290 cm³, sendo que as mudas dos demais recipientes apresentaram médias abaixo de “0,2”, levando o autor a considerá-las de baixa qualidade.

5 CONCLUSÕES

As mudas de *Calophyllum brasiliense* (guanandi) tiveram menor resposta aos volumes de recipientes durante o seu crescimento em viveiro. Para esta espécie o uso de tubete de 180 cm³ reduziu o consumo de insumos e o tempo de formação da muda.

Para a espécie *Cariniana estrellensis* (jequitibá branco), as maiores médias, corresponderam ao saco plástico, exceto pra a biomassa seca radicular e índice de qualidade de Dickson, onde o tubete de 280 cm³ apresentou melhores resultados.

Mudas da espécie *Peltophorum dubium* (angico canjiquinha), tiveram maiores médias quando produzidas em saco plástico, exceto para a relação biomassa seca aérea radicular, onde os tratamentos apresentaram semelhante resposta.

A espécie *Schinus terebinthifolius* (aroeira vermelha), apresentou as maiores médias em mudas produzidas em saco plástico. No entanto para a biomassa seca radicular e índice de qualidade de Dickson, as mudas tiveram crescimento semelhante no tubete de 280 cm³ e no saco plástico.

Todas as espécies estudadas apresentaram enovelamento radicial, dobra e estrangulamento da raiz pivotante e maior tempo para agregação do sistema radicular ao substrato. Portanto, não é recomendável a utilização do saco plástico, para a produção de mudas destas espécies.

Levando em consideração aspectos práticos e operacionais como mão de obra, espaço ocupado na linha de produção de mudas, consumo de insumos, tempo de permanência em viveiro e monitoramento de pragas e doenças, recomenda-se, para as espécies estudadas, a utilização dos tubetes de 180 ou 280 cm³, os quais apresentaram melhores características morfológicas de qualidade de mudas.

6 CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

Sugere-se que novos estudos sejam realizados na mesma linha de pesquisa verificando alguns fatores abaixo relacionados, que podem contribuir para uma resposta mais precisa sobre o recipiente mais adequado para a produção das espécies nativas avaliadas no presente trabalho;

Recomenda-se realização de testes vibratórios para verificar a condição de agregação das raízes ao substrato, uma vez que a estabilidade do conjunto muda substrato é condição necessária para a muda ir ao campo, visto que, foi constatado no presente estudo, as mudas produzidas nos maiores recipientes demoraram maior período para formação do sistema radicular agregado, aumentando o tempo de permanência da em viveiro.

Pesquisas complementares ao presente estudo, avaliando o desenvolvimento das mudas a campo, são importantes para verificar o grau de interferência de indicadores morfológicos com valores inferiores ao recomendado pela literatura, como exemplo a baixa relação biomassa seca aérea radicular, na sobrevivência e desempenho após o plantio.

Estudos que avaliem a sobrevivência e desenvolvimento a campo, de mudas com o sistema radicular enovelado ou raiz pivotante dobrada e estrangulada, são de extrema importância para a silvicultura e projetos de restauração florestal.

Sugere-se testar, em nível de viveiro, um fatorial envolvendo volume de irrigação e tamanho de recipientes, para *Cariniana estrellensis* (Jequitibá branco), a fim de verificar se o volume de água disponibilizado ao sistema radicular interferiu no crescimento das mudas.

Dosagens de nutrientes combinadas com recipientes de diferentes volumes poderão ser testadas no futuro, a fim de verificar, uma possível resposta de crescimento em nível de viveiro para mudas *Peltophorum dubium*.

Estudos semelhantes ao desenvolvido neste trabalho, realizando-se análises destrutivas mensais, a partir dos 90 dias, podem definir o período necessário em viveiro para agregação do conjunto sistema radicular substrato para as dimensões de recipientes.

O volume de recipiente está diretamente relacionado ao volume de substrato utilizado, ao espaço ocupado em viveiro, ao volume de mudas para transporte a campo, a quantidade de insumos necessários para a produção de mudas, tempo de permanência das mudas em viveiro, e, conseqüentemente, aos custos de produção. Estudos econômicos sobre os custos de produção relacionados ao volume de recipientes são importantes para o planejamento, tanto dos viveiristas, quanto das empresas que realizam o plantio de mudas para restauração de áreas degradadas.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS²

ALFENAS, A. C.; ZAUZA, V. A. E.; MAFIA, G. R.; ASSIS, F. T. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2009. 500p.

ALMEIDA, L.S. **Avaliação morfológica de mudas de *Allophylus edulis* (a. st.-hil., a. juss. & cambess.) radl. (vacum) e *Schinus terebinthifolius raddi* (aroeira) produzidas em diferentes substratos**. Curitiba, 2005. 105p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná

ARAÚJO, A. C. B.; SILVEIRA, F. B.; ARAÚJO, M. Avaliação de mudas da sp. *Schinus terebinthifolius raddi* sob diferentes substratos visando a recuperação de áreas degradadas. In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu – MG **Anais**. Sociedade Brasileira de Ecologia. 2007.

AHRENS, S. Sobre a legislação aplicável a restauração de florestas e de preservação permanente e de reserva legal. In: GALVAO, A. P. M.; PORFÍRIO-DASILVA, V.; **Restauração florestal: Fundamentos e estudo de caso**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2005, 139p.

ARTUR, A. G.; CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E.; BARRETO, V. C. M.; YAGI, R. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.6, Brasília jun. 2007.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul**. Santa Cruz do Sul: Instituto Souza Cruz, RS. 2002. 325 p.

BARNETT, J. P.; HAINDS, M.; HERNANDEZ, G. Interim guidelines for growing longleaf seedlings in containers. In: WORKSHOPS ON GROWING LONGLEAF PINE IN CONTAINERS, 2002, Asheville. **Proceedings**. General Technical Report SRS-56. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 2002. p. 27-29.

BARROS, N.F.; BRANDI, R.M.; COUTO, L. Efeitos de recipientes na sobrevivência e 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, 1978.

² Normas: CENTRO NORTE UNIVERSITÁRIO/CEUNES/UFES. Programa de Pós Graduação em Agricultura Tropical, 2011.

BARROS, F.; MELO, M. M. R. F. CHIEA, S. A. C.; KIRIZAWA, M.; WANDERLEY, M. G. L.; JUNG-MENDANÇOLLI, S. L. Caracterização geral da vegetação e listagem de espécies ocorrentes. In: MELO, M. M. F. **Restauração de áreas degradadas**, 1991.

BINOTTTO, A. F. **Relação entre variáveis de crescimento e o índice de qualidade de Dickson em mudas de *Eucalyptus grandis* w. hill ex maid e *Pinus elliottii* var. *elliottii* – engelm.** 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. 2007.

BIRCHLER, 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, p. 109-121, 1998.

BONFIM, A. A.; NOVAES, A. B.; JOSÉ, A. R. S.; GRISI, F. A. Avaliação morfológica de mudas de madeira-nova (*Pterogyne nitens* tull.) produzidas em tubetes e sacos plásticos e de seu desempenho no campo. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 39, n. 1, p. 33-40, jan./mar. 2009.

BORGHETTI, F. Ecofisiologia da germinação das sementes. **Universa**, Brasília, v. 8, n. 1, p. 149-180, 2000.

BRACHTVOGEL, E. L.; MALAVASI, U. C. Volume do recipiente, adubação e sua forma de mistura ao substrato no crescimento inicial de *peltophorum dubium* (sprengel) taubert em viveiro. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.2, p.223-232, 2010.

CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.1, p.27-33, 2008.

CAMPELO, A. B. **Caracterização e especificidade de *Rhizobium* spp. de leguminosas** 1976. 122f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí.

CAMPINHOS Jr., E.; IKEMORI, Y. K. Introdução de nova técnica na produção de mudas de essências florestais. **Silvicultura**, v.8, n.28, p. 226-228, jan./fev. 1983.

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

CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; SOARES, L. M. S. Crescimento de mudas em raiz nua de *Pinus taeda* L., sob cinco espaçamentos no viveiro e seu desempenho no campo. **Revista Brasileira Agrocência**, v.13, p.305-310, 2007.

CARPANEZZI, A. A. Fundamentos para reabilitação de ecossistemas florestais. In: GALVAO, A. P. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; **Restauração florestal**: Fundamentos e estudo de caso. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2005, 139p.

CARVALHO; P. E. R.; CAMPANEZZI, A. A. Espécies florestais com associações simbióticas, promissoras ou indicadas para plantio no sul do Brasil 1982. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 7, 1982. Curitiba. **Anais**. Curitiba. Embrapa - URPFCS, 1982. P. 7-17. (Embrapa - URPFCS. Documentos, 12).

CARVALHO, P. E. R. Revegetação de uma área degradada pela exploração de xisto pirobetuminoso de fauna autóctone. In: Congresso Florestal do Paraná, 2, 1988, Curitiba. **Anais**. Curitiba: Instituto Florestal do Paraná, 1988. p 408-422.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Florestais Brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. COLOMBO: EMBRAPA/CNPF, 1994. 640 p.

CARVALHO, P. E. R. **Influencia da intensidade luminosa e do substrato no conteúdo de clorofila e na fotossíntese de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. Subsp. Canjerana, *Calophillum brasiliense* Camb, e *Enterolobium robustum* (Vell.) Mart. Ex. Benth., na fase juvenil**. 1996. 157f. Curitiba: Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas. 2003. 1036p.

CHAVES, L. L. B.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G. Crescimento de mudas de angico vermelho produzidas em substrato fertilizado, constituído de resíduos agro-industriais. **Cientia florestalis**, Piracicaba, SP. n. 72, p. 49-56, dezembro 2006.

CHAVES, A. S.; PAIVA, H. N. Influencia de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso. (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.) **Scientia Florestalis**, Piracicaba, SP. n. 65, p. 22-29, jun, 2004.

CORROCHÉ, P. C.; THOMAS, R.; QUEVEDO, F. F.; VIVIAN, J. A. C. V.; HOPPE, J. M.; SCHUMACHER, M. V.; GIRELLI, D.; SEGANFREDO, F. S. S. Avaliação de diferentes tipos de recipientes para produção de mudas de *Pinus taeda* L. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, 9., 2003, Nova Prata, RS. **Anais...** Nova Prata: Prefeitura Municipal de Nova Prata - UFSM/FATEC/PPGEF, 2003. CD-ROM.

COZZO, D. **Tecnología de la forestación en Argentina y América Latina**. Buenos Aires, Argentina: Ed. Hemisferio Sur, 1976. 610 p.

CURTI, A. R., 2011, **Multiplicação e enraizamento in vitro de *Peltophorum dubium* (sprengel) taubert**. 2011. 94 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2011.

DANIEL, T.; HELMS, J.; BACKER, F. **Princípios de silvicultura**. 2. ed. México: McGraw-Hill, 1982. 492p.

DAVID, A. C.; BOTELHO, S. A. Análise crítica dos programas de recomposição de matas ciliares In: Simpósio Mata Ciliar: Ciência e Tecnologia. 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Lavras: UFLA/FAEPE/CEMIG, 1999. p. 172 – 188.

DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest. Chronicles**, v. 36, p. 10-13,1960.

DUBOIS, J. **Recursos genéticos florestais**: espécies nativas da Amazônia. Boletim FBCN, Rio de Janeiro, v. 21, p. 45-71. 1986.

DURIGAN, G. Taxa de sobrevivência e crescimento inicial das espécies em plantio de recomposição da mata ciliar. **Acta Botanica Brasílica**. v.4, n.2, supl.1. Feira de Santana, BA, 1990.

DURIGAN, G.; NOGUERIA, J. C. B. **Recomposição de matas ciliares**. São Paulo: Instituto Florestal. 1990. 14p. (IF. Série Registros, 4).

EMBRAPA. Levantamento Generalizado e semidetalhado de solos da Aracruz Celulose S.A. no Estado do Espírito Santo e extremo sul do Estado da Bahia e sua aplicação nos plantios de eucalipto. EMBRAPA – CNPS, 2000. **Boletim de Pesquisa**, 1. Centro Nacional de pesquisas de solo – Rio de Janeiro, 2000. 93p.

FAGUNDES, N. B.; FIALHO, A. A. Produção de mudas de Eucalyptus via sementes no sistema tubetes na COPENER. **Série Técnica**. IPEF. Piracicaba, v.4, n.13, p.25-29, dez. 1987.

FARIAS; J. A.; HOPPE, J. M.; VIVIAN, J. A. Comportamento de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth) Brenan, Submetidas a diferentes índices de luminosidade e em função de diferentes recipientes. **Caderno de Pesquisa**. Série Biologia / Universidade de Santa Cruz do sul, RS. Santa Cruz do sul, v.17, n.2. p. 69-80, (jul./dez). 2005.

FARIAS, J. A. **Contribuição para a silvicultura de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini (Açoita-cavalo)**. 2006. 69f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2006.

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

FERRAZ, A. V., ENGEL, V. L., Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*hymenaea courbaril* l. var. *stilbocarpa* (hayne) lee et lang.), ipê-amarelo (*tabebuia chrysotricha* (mart. ex dc.) sandl.) e guarucaia (*parapiptadenia rigida* (benth.) brenan). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, p.413-423, 2011.

FERRETI, A. R.; KAGEYAMA, P. Y.; ARBOEZ, G. F.; SANTOS, J. D.; BARROS, M.; LORZA, R. F.; OLIVEIRA, C. Classificação das espécies arbóreas em grupos ecológicos para revegetação com nativas no estado de São Paulo. **Florestar estatístico**, v.3, n. 7. 1995. p.2-6.

FLEIG, M. **Anacardiaceae**. Boletim do Instituto de Biociências da UFRGS, 1987. n.42, p.1-70.

FLEIG, M. **Anacardiaceae**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1989. 62p.

FLEIG, M.; KLEIN, R. M.. 1989. Anacardiáceas. In: Reitz, **Revista Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues. 64p.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (l.) blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.4, p.515-523, 2002.

FREITAS T. A. S.; BARROSO, D. G.; SOUZA, L. S.; CARNEIRO, J. G. A.; PAULINO, G. M.. Produção de mudas de eucalipto com substratos para sistema de blocos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.5, p.761-770. 2010.

GALVÃO, A. P. M.; MEDEIROS, A. C. S. **Restauração da mata atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 134p.

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

GOMES, J. M.; COUTO, L.; BORGES, R. C. G.; FREITAS, S. C. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maidem, Win-strip. **Revista Árvore**. Viçosa, MG. v.15, n.1, p.35-42. 1991.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e dosagens de N-P-K.** 164 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

GOMES, J. M. GOMES, J. M., COUTO, L., LEITE, H. G., XAVIER, A., GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.26, n.6, p.655-664, 2002.

GOMES, J. M., COUTO, L., LEITE, H. G., XAVIER, A., GARCIA, S. L. R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização n-p-k. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.2, p.113-127, 2003.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada.** 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 116 p.

GONÇALVES, A. J. **Substratos para a produção de mudas de alta qualidade em horticultura.** São Paulo: Queiroz, 1995. P. 107-115. 1995.

GONÇALVES, J. L. et al. Uso do resíduo industrial como substrato produção de mudas em tubete na Ripasa Florestal S.A. **Série Técnica. IPEF.** Piracicaba, v.4, n.13, p. 18-23, dez. 1987.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para a produção de mudas florestais. In: SOLO-SUELO-CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 1996, Águas de Lindóia – SP. **Resumos expandidos...** Água de Lindóia: SLCS: SBCS: ESALQ/USP: CEA – ESALQ/USP:SBM, 1996. (CD Room).

GONÇALVES, J. L. M., SANTARELLI, E. G., NETO, S. P. M.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF, 2000. p. 310-350.

HOPPE, J. M.; SHUMACHER, M. V.; VIVIAN, J. A. C. V. **Efeitos de diferentes tipos de substrato e recipientes sobre o desenvolvimento pós-plantio da acácia-negra (*Acacia mearnsii* de Willd).** Santa Maria: CEPEF-FATEC, 2003. Cap. 6, 69 p. (Relatório Técnico).

IBDF - INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. Departamento de Economia Florestal. **Diagnóstico do setor florestal do estado do Mato Grosso.** Brasília. 1984. 354p.

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

JOSE, A. C., DAVIDE, A. C., OLIVEIRA, S. L. Efeito do volume do tubete, tipo e dosagem de adubo na produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi). **Revista Agrarian**, Universidade Federal de Lavras (UFLA). v.2, n.3, p.73-86, jan./mar. 2009.

JOSE, A. C., DAVIDE, A. C., OLIVEIRA, S. L. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Revista Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 187-196, abr./jun. 2005.

JOSÉ, A. C. **Utilização de mudas de espécies florestais produzidas em tubetes e sacos plásticos para revegetação de áreas degradadas**. 2003. 101f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003.

KAGEYAMA, P. Y. Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatórios de usinas hidroelétricas da CESP. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 8, n. 25, p.1-43, 1992.

KAGEYAMA, P. Y.; GUANDARA, F. B. Resultados do Programa de Restauração com espécies arbóreas nativas do convênio ESALQ/USP e CESP, In: GALVAO, A. P. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; **Restauração florestal**: Fundamentos e estudo de caso. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2005, 139p.

LAMB, D.; ERSKINE, P.D.; PARROTA, J.A. Restoration of degraded tropical forest landscapes. **Science**, v.310, p.1628-1632, 2005.

LEITÃO FILHO, H. F.; PAGANO, S. N.; CESAR, O.; TIMONI, J. L.; RUEDA, J. J. **Ecologia da mata Atlântica em Cubatão (SP)**. São Paulo: Editora da UNESP, Campinas: Editora da UNICAMP, 1993.

LOPES, E. D. **Qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla*, *E. camaldulensis* e *Corymbia citriodora* produzidas em blocos prensados e em dois modelos de tubetes e seu desempenho no campo**. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2005.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Nova Odessa: Editora Plantarum, v.1, 1998. 352 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352p.

MACEDO, A. C. **Produção de Mudas em viveiros florestais: espécies nativas**. Revisado e ampliado por Paulo Y. Kageyama, Luiz G. S. da Costa. - São Paulo: Fundação Florestal, 1993. 18p.

MACEDO, A. C. **Revegetação: matas ciliares e de produção ambiental**. São Paulo: Fundação Florestal, 1993. 27p.

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

MALAVASSI, U. C.; MALAVASSI, M. M. Efeito do volume do tubete no crescimento inicial de plântulas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud E *Jacaranda micranta* Cham. SEEDLINGS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.16, n.1, p.11-16, 2006.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das Angiospermas: Leguminosas**. Santa Maria: Ed. da Universidade Federal de Santa Maria, 1997. 200p.

MARCHIORI, J. N. C. **Elementos de dendrologia**. Santa Maria: UFSM, 1995. 163p.

MARQUES, M. C. M.; JOLY, C. A. Germinação e crescimento de *Calophillum brasiliense* (Clusiaceae), uma espécie típica de florestas inundadas. *Acta Botanica Brasilica*, São Paulo, v.14, n.1, p. 113-120, 2000.

MARQUES, M. C. M. **Estudos auto-ecológicos do guanandi, (*Calophillum brasiliense* Camb. Clusiaceae) numa mata ciliar do Município de Brotas, SP**. 1994, **Dissertação** (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MARTINS, S. V., **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa: CPT, 2007, 255p.

MARTINS, S. V., **Ecologia das florestas tropicais do Brasil**. Viçosa, MG, UFV, 2009, 261p.

MARTINS, S. V., **Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviário e de mineração**. Viçosa, MG, 2ª edição, 2010, 270p.

MEDEIROS, A. C. DE S.; ZANON, A.; Conservação de sementes de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* RADDI). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 36, p.11-20, jan./jun. 1998.

MESQUITA, J. B.; SANTOS, M. J. C.; RIBEIRO, G. T., MOURA, A. O. Avaliação da composição de substratos e recipientes na produção de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Revista Acta Forestalis**, Aracaju, v.1, n.1, p.47-58, 2009.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre>>. Acessado em: 07 de abril de 2011.

MORITZ, C. Strategies to protect biological diversity and the evolutionary process that sustain it. **Systematics Biology**, v.51, n.2, p.238-254, 2002.

MYERS, N. Threatened biotas: hotspots in tropical forests. **The Environmentalist**, v.8, n.3, p.178-208, 1988.

NETO, S. P. M., GONÇALVES, J. L. M.; RODRIGUES, J. C.; GERES, W. L. A.; DUCATTI, F.; AGUIRRE, JR. J. H. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas com combinações de adubos de liberação controlada e prontamente solúveis. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.6, p.779-789, 2003.

NEVES, C. S. V. J., MEDINA, C. C.; AZEVEDO, M. C. B.; HIGA, A. R.; SIMON, A. Efeitos de substratos e recipientes utilizados na produção das mudas sobre a arquitetura do sistema radicular de árvores de acácia-negra. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.6, p.897-905, 2005.

NICOLOSSO, F. T.; FORTUNATO, R. P.; ZANCHETTI, F.; CASSOL, L. F.; EISINGER, S. M. Recipientes e substratos na produção de mudas de *Maytenus ilicifolia* e *Apuleia leiocarpa*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.6, p.987-992, 2000.

NUNES, Y. R. F., PETERE JUNIOR, M. Estrutura e dinâmica de uma população de *Cariniana estrellensis* (Lecythidaceae) na APE – Barreiro, Belo Horizonte, MG. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTANICA, 2000. Brasília. **Resumos**. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, 2000. P. 147-148.

PAIVA, H.N.; GOMES, J.M. **Viveiros florestais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 1993. 56 p.

PALMER, M. A.; AMBROSE, R. F.; POFF, N. L. Ecological Theory and Community Restoration. **Restoration Ecology**, v. 5, n.4, p.291-300, 1997.

PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação de qualidade de mudas florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1., 1981, Curitiba. **Anais...**Curitiba: FUPEF, 1981. p. 59-90.

PAULINO, J. FOLEGATTI, M. V.; FLUMIGNAN, D. L.; A. ZOLIN, C. A.; BARBOS JR. C. R. A.; PIEDADE, S. M. S. Crescimento e qualidade de mudas de pinhão-manso produzidas em ambiente protegido **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, UAEEA/UFPA. v.15, n.1, p.37- 46, 2011.

PEIXOTO, A. L.; GENTRI, A. A. Diversidade e composição florística da mata de tabuleiro na Reserva florestal de Linhares (Espírito Santo, Brasil). **Revista Brasileira de Botânica**, v.13, p.19-25, 1990.

PEZZUTTI, R. V. CALDATO, S. L. sobrevivência e crescimento inicial de mudas de *pinus taeda* l. com diferentes diâmetros do colo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 355-362. abr.-jun, 2011.

PEZZUTTI, R.V.; SCNUMACHER, M.V.; HOPPE, J. M. Crescimento de mudas de *Eucalyptus globulus* em resposta a fertilização. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 117-125, 1999.

PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**. Exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: ESALQ. 2002. 309p.

QUEIROZ, J. A. L.; MELEM JUNIOR, N. J. Efeito do tamanho do recipiente sobre o desenvolvimento de mudas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). Comunicação Científica. Jaboticabal, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 460-462, 2001.

REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; MAESTRI, M. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.13, n.1, p.1-18, 1989.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto Madeira de Santa Catarina. **Sellowia**, Itajaí, n. 28-30, p. 3-3320, 1978.

RITCHIE, G. A.; LANDIS, T. D. **The container tree nursery manual**. USDA, v. 7, p. 17-80. 2008. Agricultural Handbook 674.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. E. S.; SERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto Bio Atlântica, 2009. 264p.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃ O-FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2004. p.235-247.

RONDON NETO, R. M. BOTELHO, S. A.; DAVIDES, A. C.; FONTES, M. A. L.; FARIA, J. M. R. Estudos básicos para propostas de tratamentos silviculturais para acelerar o processo de recomposição da vegetação de uma clareira de formação antrópica, em Lavras, MG – Brasil. In: CICLO DE ATUALIZAÇÃO FLORESTAL DO CONE SUL, 1999, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: universidade Federal de Santa Maria, 1999. p. 165 -176.

SALVADOR, J. L. G. **Considerações sobre as matas ciliares e a implantação de reflorestamentos mistos nas margens de rios e reservatórios**. São Paulo, 1989, 15p.

SANTARELLI, E.G. Produção de mudas de espécies nativas para florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo/Fapesp, 2004. p.313-317.

SANTOS, C.B. **Efeito de modelos de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria Japonica* (L.f.) D. Don**. 65f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 1998.

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

SANTOS, A. F. dos. et al. **Cultivo do eucalipto** - Importância socioeconômica e ambiental. Sistemas de Produção, Colombo, PR: Embrapa Florestas ago./2003.

SBS - SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Estatísticas sobre o setor florestal brasileiro**. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br/secure/estatisticas.htm>>. Acessado em: 10 de outubro de 2010.

SHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M., **A florestal e a água**. Porto Alegre, 1998, 70p.

SILVA, R. F; SAIDELLES, F. L., SILVA, A. S.; BOLZAN, J. S. Influência da contaminação do solo por cobre no crescimento e qualidade de mudas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata* mart. & zucc.) e aroeira-vermelha (*Schinus thebinthifolius* Raddi). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 111-118, jan.-mar. 2011.

SIQUEIRA, M. F. **Análise Florística e ordenação de espécies arbóreas da mata atlântica, através de dados binários**. 1994. 143f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Campinas. Campinas.

SPVS - SOCIEDADE DE PESQUISA EM VIDA SELVAGEM E EDUCAÇÃO AMBIENTAL. **Manual para recuperação de reserva florestal legal**. Curitiba: FNMA, 1996. 84p.

SOUZA, C. D., **Uma nova oportunidade para a Mata Atlântica**, Viçosa, MG, 2009, 66p.

STORCK, L.; GARCIA, D. C.; LOPES, S. J., ESTEFANEL, V.. **Experimentação vegetal**. Santa Maria: UFSM, 2000. 198p.

STURION, J. A.; ANTUNES, J. B. M. Produção de Mudas de Espécies Florestais. In: **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2000. 351p.

TAVARES JR., J. E. **Volume e granulometria do substrato na formação de mudas de Café**. 2004. 59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola de Agricultura Luiz de Queiroz SP.

THOMAS, R. **Crescimento e nutrição de mudas de *Pinus taeda* L. no estado do Rio Grande do Sul**. 66f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2007.

THOMAS, R.; QUEVEDO, F. F.; VIVIAN, J. A. C. V.; HOPPE, J. M.; SHUMASCHER, M.V.; GIRELLI, D.; SEGRANFREDO, F. S. S. Determinação do melhor substrato para produção de mudas de *Pinus taeda* L. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, 9., 2003, Nova Prata-RS. **Anais...** Nova Prata: Prefeitura Municipal de Nova Prata/UFSM/FATEC/PPGEF, 2003. CD-ROM.

TONHASCA Jr. A. **Ecologia e história natural da Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Interciência. 2005. 197p.

VIVIAN, J. A. C. ([Fibria Celulose]. **(Comunicação pessoal)**, 2011).

WENDLING, I.; FERRARI, M.P.; GROSSI, F. **Curso intensivo de viveiros e produção demudas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 48 p

WIELEWICKI, A. P.; SAIDELLES, F. L. F.; TRENTO, R. C. S.; CANTARELI, E. B.; BRUN, E. **Viveiros Florestais**. Centro de pesquisa de recursos florestais. FEPAGRO Florestas, Santa Maria. 2004, 84p.