

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO EM RECIPIENTE
ABERTO E FECHADO**

TERESA APARECIDA SOARES DE FREITAS

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY
RIBEIRO
CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
OUTUBRO 2007**

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO EM RECIPIENTE
ABERTO E FECHADO**

TERESA APARECIDA SOARES DE FREITAS

Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutora em Produção Vegetal.

Orientador: Prof^a. Deborah Guerra Barroso

CAMPOS DOS GOYTACAZES

OUTUBRO - 2007

PRODUÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO EM RECIPIENTE
ABERTO E FECHADO

TERESA APARECIDA SOARES DE FREITAS

Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutora em Produção Vegetal.

Aprovado em 26 de outubro de 2007,

Comissão Examinadora:

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

Dr. Ricardo Miguel Penchel (PhD. Fisiologia Vegetal) – ARACRUZ Celulose

Prof^a. Luciana Aparecida Rodrigues (Dr^a. Produção Vegetal) – IST/ FAETEC

Prof^a. Deborah Guerra Barroso (Dr^a. Silvicultura) – UENF
Orientadora

DEDICO

Aos meus pais, irmãos, irmãs e ao meu marido

AGRADECIMENTOS

A Deus,

À minha família.

Ao meu marido.

À UENF, por intermédio do CCTA, pela possibilidade de continuação dos meus estudos e à FAPERJ pela concessão da bolsa.

À professora Deborah Guerra Barroso, pela amizade e orientação.

Ao professor José Geraldo de Araújo Carneiro.

Ao pesquisador Ricardo M. Penchel e sua equipe, pelas orientações e sugestões.

Ao Viveiro Ducampo, pelo espaço cedido para realização de parte dos experimentos.

Ao José Manuel e Herval, funcionários da UENF.

Ao funcionário Armando, pela ajuda na fase de laboratório.

Aos amigos do laboratório que me auxiliaram nos experimentos.

A todos os amigos que aqui fiz.

Aos professores que ajudaram no meu crescimento do saber e humano.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. OBJETIVOS.....	04
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	05
3.1. Substratos.....	06
3.2. Recipientes.....	13
3.3. Poda radicular e seus efeitos no desenvolvimento das mudas.....	18
3.4. Enraizamento de estacas	20
4. TRABALHOS.....	23
4.1. Efeito de deformações e podas no sistema radicular de mudas clonais de eucalipto sobre o crescimento no campo.....	24
4.1.1. Introdução.....	26
4.1.2. Material e Métodos.....	28

4.1.3. Resultados e Discussão.....	30
4.1.4. Conclusões.....	34
4.1.5. Referências Bibliográficas.....	35
4.2. Manejo de miniestacas de eucalipto no setor de enraizamento para a produção de mudas em sistema de blocos.....	38
4.2.1. Introdução.....	40
4.2.2. Material e Métodos.....	42
4.2.3. Resultados e Discussão.....	44
4.2.4. Conclusões.....	49
4.2.5. Referências Bibliográficas.....	50
4.3. Efeito da poda de raízes sobre o crescimento das mudas de eucalipto.....	52
4.3.1. Introdução.....	55
4.3.2. Material e Métodos.....	57
4.3.3. Resultados e Discussão.....	59
4.3.4. Conclusões.....	62
4.3.5. Referências Bibliográficas.....	63
5. RESUMOS E CONCLUSÕES.....	65
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
APÊNDICES.....	80
Apêndice A.....	81
Apêndice B.....	87
Apêndice C.....	89

RESUMO

FREITAS, Teresa Aparecida Soares. D.S.c.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; outubro, 2007; **Produção de mudas de eucalipto em recipiente aberto e fechado**. Orientadora: Deborah Guerra Barroso.

Com objetivo de adequar o manejo de produção de mudas de eucalipto, foram instalados experimentos no viveiro e no campo. No primeiro experimento foi avaliado o efeito de deformações no sistema radicular de mudas clonais de eucalipto e podas radiculares, no final do ciclo de produção, sobre seu crescimento após o plantio, produzidas em sistema de tubete, após aplicação de podas das raízes no final do ciclo de produção no viveiro. O experimento 2 foi realizado com objetivo de adequar o manejo de irrigação e período de permanência de estacas de clones de eucalipto no setor de enraizamento para produção de mudas em sistema de blocos. No quarto experimento foi observado o efeito da realização de podas no sistema radicular de mudas produzidas em sistema de blocos sobre suas características no final do ciclo de produção e após plantio no campo. O número de deformações radiculares e a aplicação dos diferentes tipos de podas nas raízes de mudas clonais de eucalipto, produzidas em tubetes de 54cm³, não alteraram o crescimento das mudas após plantio no campo, não justificando a prática da poda neste sistema. Foi observada a

necessidade de menor quantidade de água e de tempo de permanência das estacas no setor de enraizamento em relação ao necessário para produção de mudas em tubete. A aplicação de podas do sistema radicular de mudas produzidas em sistema de blocos não afetou o crescimento das mudas no final do ciclo de produção e após plantio no campo, no entanto, foi observado maior comprimento de raízes com aplicação de duas podas radiculares durante o ciclo de produção.

ABSTRACT

FREITAS, Teresa Aparecida Soares. D.S.c.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; october, 2007. **Production of eucalyptus seedlings in open and closed container.** Advisor: Deborah Guerra Barroso.

Nursery and field experiment were installed with the objective of adapting the handling of production of eucalyptus seedlings and cuttings. In the first experiment, the effect of deformations in the root system of eucalyptus cuttings produced in tubes, was evaluated in the and of the production cycle and after field planting. The second experiment was accomplished with objective of adapting the irrigation regimes and time of permanence of minicuttings eucalyptus in the greenhouse section for rooting and production of minicuttings in the blocks system. In the third experiment, the effect of the accomplishment of roots prunings was observed in the root system of seedlings, produced in blocks system, in the end of the production cycle and after planting in the field. The number of deformations and the application different prunings in the roots of minicuttings eucalyptus, produced in tubes of 54cm³, did not influence the growth of the seedlings after planting in the field, not being necessary the pruning in this root system. It was observed that cuttings need of smaller amount

of water and less time of permanence in the root section, in relation to, the production system in tubes. The application of prunings of the root system of seedlings produced in system of blocks did not affect the growth of the seedlings in the end of the production cycle and after planting in the field, however, larger length of roots was observed with application of two root prunings during the production cycle.

1. INTRODUÇÃO

A eucaliptocultura no Brasil representa uma excelente opção, em função de sua diversidade, adaptabilidade, potencial de produção e características da madeira, o que permite inúmeras utilizações, tais como celulose, madeira processada, serraria, movelaria, postes, moirões, energia, indústria química e farmacêutica.

A área total de florestas plantadas de eucalipto no Brasil atingiu em 2006 3.549.148 ha (ABRAF, 2007). Em relação à produção de madeira, a capacidade de produção sustentável das florestas brasileiras é elevada, estimada em cerca de 390 milhões de $\text{m}^3 \text{ano}^{-1}$, sendo que as florestas plantadas com pinus e eucalipto contribuem com uma produção sustentável de, aproximadamente, 184 milhões $\text{m}^3 \text{ano}^{-1}$, sendo 27% referentes à madeira de pinus e 73% referentes ao eucalipto (ABRAF, 2007).

A evolução tecnológica alcançada pelo setor florestal brasileiro é visível no processo produtivo, principalmente, no que diz respeito à produção de mudas. Avanços significativos foram obtidos com recipientes, substratos e com a forma de propagação quando se introduziu a clonagem por meio de macroestacas na década de 50 no Brasil (Campinhos e Ikemori, 1983) e mais recentemente, o aperfeiçoamento do método da estaquia, miniestaquia e a microestaquia; melhoria dos povoamentos florestais através do manejo ecofisiológico e silvicultura de precisão, além da semi-mecanização das atividades no viveiro e no campo.

Na década de 80, com o aumento da demanda de mudas florestais, houve a necessidade de aprimorar a produção de mudas para atender o mercado, favorecendo rápida evolução de técnicas. Recipientes de volumes reduzidos e com possibilidade de sua reutilização, foi o principal veículo para suprir esta nova demanda.

Os recipientes utilizados na produção de mudas não devem provocar dobras, estrangulamentos e/ou espiralamentos das raízes das mudas, além de serem confeccionados com material que não se desintegre no viveiro e ter volume compatível com as exigências de cada espécie (Carneiro, 1995).

A utilização de recipientes de volumes muito pequenos, além de provocar deformações, limita o suprimento de nutrientes e água para as mudas. No entanto, volumes superiores ao indicado para cada espécie provocam gastos desnecessários na produção de mudas (Gomes et al., 1990).

O sistema de blocos prensados vem sendo testado no Brasil desde o final da década de 80, cujos estudos foram iniciados na produção de mudas de *Pinus* (Carneiro e Parviainen, 1988). Hoje, o processo de produção de mudas utilizando o sistema de blocos prensados vem alcançando avanços importantes, tendo sido obtidos excelentes resultados experimentais com diferentes espécies florestais e frutíferas (Carneiro e Brito, 1992; Novaes, 1998; Morgado et al., 2000; Barroso et al., 2000a,b,c; Leles et al., 2000; Schiavo e Martins, 2002; Silva, 2003; Freitas et al., 2005, 2006).

Este método, totalmente mecanizado, consiste no cultivo das mudas em placas de material orgânico, onde as raízes desenvolvem-se sem confinamento ou direcionamento, permitindo um melhor desenvolvimento da muda no viveiro e, conseqüentemente, no campo. Esse sistema permite a poda lateral das raízes, prática de grande importância para mudas que serão transplantadas para regiões críticas, uma vez que promove a indução de novas raízes finas, que são essenciais para aumentar a absorção de água e nutrientes do solo.

A utilização de novas metodologias de produção de mudas requer estudos visando à adequação do meio de cultivo, a adequação do substrato, as necessidades do mercado e a viabilidade técnica e econômica. Sob este aspecto uma parceria entre a UENF e a Aracruz Celulose deu início a testes de propagação vegetativa de

eucalipto no sistema de blocos prensados. Na primeira fase do projeto, mudas produzidas em blocos prensados foram comparadas com aquelas produzidas no sistema convencional (tubete) da empresa, com utilização de diferentes substratos. Também no campo, essas mudas apresentaram crescimento mais acentuado, com maior produção de lenho nos clones testados.

Apesar de as mudas terem apresentado características biométricas superiores, quando produzidas em sistemas de blocos prensados por Freitas (2003), constatou-se a necessidade da adequação da nova tecnologia em relação ao manejo no viveiro, com ajustes no tempo de permanência nos diferentes setores, adequação do fornecimento de água durante o ciclo de produção e seleção de substratos, o que é fundamental para viabilizar o plantio mecanizado, utilizado hoje pelas empresas de reflorestamento.

O sistema de blocos prensados permite a minimização das deformações radiculares por não apresentar paredes laterais e, além de melhorar o desenvolvimento das raízes permitem, a prática da poda. Freitas et al. (2005, 2006) quando utilizaram o sistema de blocos prensados para a produção de mudas clonais de eucalipto observaram melhor desempenho em todas as características avaliadas quando comparadas às mudas produzidas em sistema de tubetes.

2. OBJETIVOS

Avaliar o efeito de deformações observadas no sistema radicular de mudas de eucalipto produzidas em tubetes, sobre o crescimento inicial após o plantio.

Adequar o manejo de irrigação para as mudas produzidas em sistema de blocos prensados na fase de enraizamento.

Avaliar o efeito das podas do sistema radicular sobre o crescimento de mudas de eucalipto em sistemas de tubetes e blocos na fase viveiro e após plantio no campo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A produção de mudas em sistema setorizado necessita de manejo específico para obter maior uniformização de crescimento aéreo e radicular, promover rustificação dos tecidos, a fim de que, após o plantio em condições adversas, sobrevivam e cresçam satisfatoriamente (Gomes et al., 2002).

Desde o fim da década de 70, quando se iniciou o estabelecimento das primeiras florestas clonais de eucalipto, a produção de mudas vem alcançando altos níveis tecnológicos, principalmente com a rápida evolução dos jardins clonais.

Os florestamentos comerciais passaram a ter várias de suas etapas mecanizadas no Brasil desde a década de 70. Entretanto, para viabilizar a mecanização em todas as fases é necessário o ajuste dos produtos (mudas, recipientes e substratos) aos equipamentos com o tipo de manejo usado; facilidade de manutenção e integração harmoniosa entre operador, trator e implemento (Benedetti et al., 2000).

Para mecanização do plantio, destaca-se a importância da compatibilidade dos equipamentos com as mudas produzidas, no que se refere à forma e estabilidade dos torrões visando aos plantios.

No mercado hoje, há uma série de materiais orgânicos utilizados na produção de mudas de espécies florestais, como por exemplo, casca de arroz carbonizada, casca de pinus e eucalipto decomposta e carbonizada, fibra de coco

verde e maduro, bagaço de cana, torta de filtro, entre outros. A utilização desses materiais, ou suas misturas, dependerá da espécie que se quer produzir e do tipo de recipiente a ser utilizado.

A substituição do tipo de recipiente na produção de mudas implica na modificação da composição do substrato utilizado e, conseqüentemente, no manejo oferecido durante a produção nas distintas fases (enraizamento, aclimatação, crescimento e rustificação) em relação ao tempo de permanência em cada setor, ajuste no turno de rega oferecido em cada fase de produção e no fornecimento de nutrientes. Freitas et al. (2006), trabalhando com diferentes recipientes e substratos, constataram a necessidade de modificação do manejo oferecido para produção de mudas no sistema de blocos prensados, sendo possível a redução do ciclo das mudas nesse sistema em confronto com o sistema de produção em tubete.

Grandes avanços nas técnicas e equipamentos para a produção de mudas florestais têm sido observados para a produção de mudas de melhor qualidade, com implantação de florestas. Neste contexto, os tipos de recipientes, substratos e manejo das mudas no viveiro têm merecido inúmeras pesquisas. Destacando-se entre as pesquisas geradas a identificação de recipientes, substratos e manejo na produção, atendendo com isso a demanda do mercado.

3.1. Substratos

O substrato para produção de mudas tem por finalidade garantir o desenvolvimento de uma planta com qualidade em curto período de tempo e baixo custo (Cunha et al., 2006).

Os substratos para a produção de mudas podem ser definidos como sendo o meio adequado para a sua sustentação, para a retenção e liberação da água, oxigênio e nutrientes em quantidades necessárias, além de oferecer pH compatível, ausência de elementos químicos em níveis tóxicos e condutividade elétrica adequada (Kämpf, 2004). Na escolha do meio de crescimento adequado, devem ser consideradas as características físicas, químicas e biológicas do substrato, o comportamento das espécies a serem propagadas e os aspectos econômicos do processo (Campinhos Jr. e Ikemori, 1983). Os autores relatam que um substrato

ideal para espécies florestais deve apresentar uniformidade em sua composição, baixa densidade, boas condições de porosidade, capacidade de campo e CTC adequadas, boa capacidade de retenção de água, boa drenagem, para que não falte aeração, e ser isento de organismos patogênicos.

De acordo com informações obtidas da Aracruz Celulose S.A., um substrato ideal para produção de mudas apresenta as seguintes características: 70 - 85% (v/v) de porosidade total; 30 - 40% (v/v) de macroporos; a água disponível deve estar entre 20 - 30% (v/v), com uma reserva de água de 5 - 10% (v/v); capacidade de troca catiônica com 100 - 120 meq/100g e pH de 5,5 - 6,0.

A qualidade física do substrato é importante, por ser utilizado num estágio de desenvolvimento em que a planta é muito susceptível ao ataque por microorganismos e pouco tolerante ao déficit hídrico (Cunha et al., 2006).

Segundo Haynes e Goh (1978), o aspecto mais importante de um substrato é a presença de estruturas porosas, com capacidade de estocar e suprir água para as raízes das plantas e, ao mesmo tempo, proporcionar aeração adequada.

As características químicas mais importantes são o pH em água e o teor total de sais solúveis, pois podem modificar o suprimento de fertilizante (Verdonok, 1984). O valor recomendado do pH em água para a maioria das espécies florestais varia de 5,5 até 6,5 (Siqueira, 1987).

Diversos compostos podem ser utilizados como substratos para cultivo de espécies vegetais, porém, há situações em que é necessária a realização de misturas desses compostos, atingindo assim as condições químicas e principalmente físicas adequadas para o crescimento das plantas (Grassi Filho e Santos, 2004).

Entre os materiais utilizados nas diferentes misturas que compõem os substratos para produção de mudas florestais produzidas em recipientes, destacam-se: vermiculita, compostos orgânicos, esterco bovino, moinha de carvão, terra de subsolo, serragem, bagaço de cana, acículas de pinus, turfa (Paiva e Gomes, 1995), e casca de coco (Morgado et al., 2000).

Segundo Aguiar et al. (1989), a vermiculita pura, ou em combinação com outros componentes, constitui excelente substrato para produção de mudas, tanto por semeadura quanto por enraizamento de estacas. Entretanto, Gomes et al. (1985) e Henriques et al. (1987) enfatizaram a necessidade de se testarem substratos de

fácil aquisição, alternativos à vermiculita, por razão de seu elevado custo. Além desse problema, a vermiculita, quando isolada, não apresenta agregação adequada ao sistema radicular das mudas, podendo apresentar problemas nas operações de plantio.

Na produção de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. saligna*, em tubetes de 50 cm³, Barichello et al. (1998) verificaram que a quantidade ideal de vermicomposto a ser adicionada à casca de *Pinus* triturada e hidratada é de 40%. Já no experimento de Schumacker et al. (2001), com produção de mudas de *Eucalyptus grandis*, utilizando argissolo vermelho-amarelo (retirado de 0 - 20 cm de profundidade), os autores observaram que diferentes doses de vermicomposto resultaram em variação no desenvolvimento das mudas, chegando à conclusão de que, para se produzirem mudas de boa qualidade, deve-se utilizar 30% do vermicomposto na composição deste substrato, pois doses acima desse valor diminuiriam o crescimento das mudas.

Caprione et al. (1993), trabalhando com misturas de materiais, que incluíram palha de arroz carbonizada, solo e vermiculita em duas granulometrias, observaram que, após 90 dias, não havia diferenças significativas entre tratamentos. No entanto, os substratos com granulometrias mais finas proporcionaram claras evidências de promover maior velocidade na emergência das plântulas, o que foi constatado aos 25 dias após a semeadura de *Eucalyptus grandis* e *E. citriodora*.

Alguns substratos devem ser usados com moderação, o exemplo é a casca de arroz carbonizada, que quando utilizada em altas proporções, pode provocar déficit hídrico, como constatado no trabalho de Trigueiro e Guerrini (2003).

A utilização de biossólido como componente de substrato é uma alternativa viável para a disposição final desse resíduo, tanto em função da economia de fertilizante que esse material pode proporcionar quanto do benefício ambiental. Todavia é importante observar a proporção desse material na mistura (Trigueiro e Guerrini, 2003). Os autores observaram para mudas de eucalipto, que a proporção ideal desses compostos está entre 40 - 50% quando misturados com casca de arroz carbonizada.

As propriedades físicas e químicas dos substratos podem diferir muito em função dos materiais utilizados importante. Seus componentes podem levar à

obtenção de propriedades químicas e físicas favoráveis ao desenvolvimento das plantas (Grassi Filho e Santos, 2004). Neste sentido, Gonçalves e Poggiani (1996) agruparam diversos substratos para a produção de mudas florestais, levando em conta características químicas e físicas semelhantes, bem como potências similares para a propagação de mudas. A partir das informações de vários trabalhos de pesquisa, foi identificado que a mistura de substratos de um mesmo grupo não resulta em grandes alterações das características do produto. Nessa linha de raciocínio, não se justifica o uso de mais de dois ou três componentes na composição dos substratos para propagação de mudas florestais (Gonçalves et al., 2000).

Entre os resíduos agro-industriais, com alto potencial de utilização na produção de mudas, e de alta disponibilidade nas regiões Norte e Noroeste Fluminense, encontram-se o bagaço de cana e a torta de filtro. Cada tonelada de cana-de-açúcar processada dá origem a 300 kg de bagaço com 50% de umidade, e 35 kg de torta de filtro com 75% de umidade (Fisher, 1983). As modernas técnicas de processamento industrial possibilitam a sobra de 50% de bagaço, como excedente ao que é consumido como fonte de energia na própria fabricação do álcool.

O bagaço de cana, de natureza lignocelulósica, possui menor teor de nitrogênio, cinzas e outros nutrientes, como cobre, manganês e boro. Já o zinco alcança concentrações superiores a dos demais resíduos orgânicos da indústria canavieira (Cerri et al., 1988).

A torta de filtro de usina açucareira consiste em um resíduo proveniente da filtração a vácuo da mistura de lodo dos decantadores no processo de produção de açúcar, sendo formado por todas as impurezas precipitadas pela ação de coagulantes químicos utilizados no processo de filtração. É um material orgânico de excelente qualidade, com elevada capacidade de retenção de água (Paul, 1974, citado por Sampaio et al., 1989), além de ser rico em cálcio, fósforo, nitrogênio e ferro (Orlando Filho e Leme, 1984, citados por Sampaio et al., 1989). Sua composição total diverge entre variedades e com o processo tecnológico a que foi submetido o caldo.

Morgado et al. (2000), testando diferentes resíduos agro-industriais, constatou que a mistura formada por 60% de bagaço de cana-de-açúcar e 40 % de

torta de filtro adequou-se à produção de mudas de *Eucalyptus grandis*. Esse substrato foi também usado com sucesso na produção de mudas de *Mimosa caesalpinifolia*, *Schinus terebinthifolius* (Barroso et al., 1998), *Hymenaea courbaril* e *Apuleia leiocarpa* (Leles et al., 2000), *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla* (Barroso, 2000a, b, c), *Citrus limonia* Osbeck cv. Cravo (Serrano, 2003), *Coffea canephora* (Silva, 2003), clones de eucalipto (Freitas et al., 2005 e 2006) e *Anadenanthera macrocarpa* (Chaves et al., 2006).

Outro substrato é a fibra de coco (*Cocos nucifera* L). O consumo expressivo e crescente de coco *in natura* gera grande volume de casca, com peso elevado, resistência e lenta degradação. De acordo com Carrijo et al. (2002), no ano de 2000, já havia no país cerca de 80 indústrias de pequeno porte e três de grande porte envasando a água de coco, tornando sua casca um sub-produto da industrialização, não tendo destino apropriado, principalmente nas regiões litorâneas. A geração desse resíduo consiste em um problema cada vez maior para os órgãos públicos, uma vez que é um material de difícil decomposição, levando mais de 8 anos para a finalização natural do processo.

De acordo com a EMBRAPA (2002), no caso de coco maduro, as cascas são geralmente utilizadas como combustível de caldeiras ou ainda processadas para beneficiamento de fibras. A “coir”, nome dado as fibras que constituem o mesocarpo grosso ou casca de coco (*Cocos nucifera* L), é usada para manufatura de cordoalhas, tapetes, esteiras e outros produtos. O processamento do “coir” gera uma quantidade considerável de pó e fibras curtas, como rejeito (“coir pith” ou “coir dust”), servindo de substratos, que estão sendo amplamente utilizados em diferentes partes do mundo. Além do aspecto ambiental, esse material também apresenta estrutura física vantajosa, proporcionando alta porosidade e alto potencial de retenção de umidade.

Diferente do coco maduro, as fibras de coco verde não são aproveitadas pelas indústrias de fibras, sendo as cascas descartadas em lixões ou aterros sanitários (Correia et al., 2003).

Esse substrato vem substituindo a turfa na Europa e Austrália (Coghlan, 1992; Labey, 1991). Nos Estados Unidos tem sido utilizado na horticultura intensiva (Vavrina et al., 1996) e no Brasil em cultivos de plantas em recipientes (Abad et al.,

1997; Noguera et al., 1997), em cultivos de plantas ornamentais (Abad et al., 2002; Souza, 2002 e Amaral, 2003), em cultivos de fruteiras (Correia et al., 2003) e para espécies florestais (Lacerda et al., 2006).

De acordo com Cresswell (1992), a fibra de coco é recomendada como um componente de substrato para produção em recipiente em função de sua qualidade. O mesmo autor ainda comenta que a fibra apresenta alta capacidade de retenção de água, sendo igual ou superior à turfa; excelente drenagem, ausência de plantas daninhas ou patógenos e maior resistência física que a turfa. Carrijo et al. (2002) também afirmam que a utilização da casca de coco verde é altamente viável, por suas fibras serem quase inertes e terem alta porosidade, além de serem abundantes e de baixo custo. No entanto, de acordo com Silva (1999), o pó de coco verde apresenta alta concentração de sais e elevada condutividade elétrica, sendo necessária uma prévia lavagem do material com água para reduzir a quantidade de Na e K.

Já Amaral (2003), trabalhando com *Quesnelia quesneliana* em recipientes com diferentes substratos (xaxim, casca de coco lavada e casca de coco sem lavar), não observou diferença no aspecto ornamental, nem problemas de toxidez ou deficiência nutricional visual e através de análises, apesar de as mudas produzidas em xaxim terem obtido maior incremento em altura, número de folhas e massa seca.

Correia et al. (2003) observaram em mudas enxertadas de cajueiro anão precoce, produzidas em tubetes com a utilização de pó de casca de coco maduro e verde, que a proporção de 20% de pó da casca de coco tanto do maduro quanto do verde, pode ser utilizada como componente de substratos para produção de mudas dessa espécie. Já Lacerda et al. (2006), produzindo mudas de sabiá em várias proporções desse material, concluíram que com sua utilização como único componente do substrato, a produção de matéria seca da parte aérea foi muito próxima às misturas com outros componentes.

Abad et al. (2002) verificaram que o conteúdo de fósforo e potássio nos pós de coco estudados foram extremamente altos, sendo também encontradas altas concentrações de cloro e sódio, que não se apresentaram problemáticas para a produção de mudas de qualidade.

Em função de suas características, a fibra de coco, quando aplicada em solos agrícolas, pode beneficiar a capacidade de retenção de umidade e aumentar a disponibilidade do conteúdo de nutrientes, taxa de infiltração, porosidade total e condutividade hidráulica do solo (Savithri e Khan, 1993).

De acordo com Abad et al. (1997), a fibra de coco pura apresenta uma elevadíssima capacidade de aeração, acima de 60% do volume, e uma moderada capacidade de retenção da água disponível e total. De acordo com os autores, as propriedades químicas da fibra de coco, especialmente sua elevada relação C/N e baixos níveis de cálcio e magnésio assimilados podem levar à necessidade de um manejo especial de fertilização no cultivo de determinadas espécies ornamentais. Abad et al. (2002) verificaram que a taxa de C/N, um indicador de matéria orgânica, maturidade e estabilidade de um substrato, foi diferente para todos os pós de coco estudados e maior que o presente na turfa, devendo-se ter o cuidado com a imobilização do nitrogênio no cultivo em recipientes.

Meerow (1995), trabalhando com *Anthurium* e *Ravenea rivularis*, observou que a *Ravenea rivularis*, em todos os parâmetros avaliados, apresentou resultados superiores quando produzidas em substratos à base de coco, e para o *Anthurium*, o peso seco de raízes se comparou aos das mudas produzidas em turfa, sendo todas as outras características superiores.

Bezerra et al. (2001), avaliando a agregação dos substratos às raízes (formação do torrão), trabalhando com substratos à base de casca de arroz carbonizada, casca de coco verde e casca de coco maduro, observaram que aqueles à base de coco apresentaram melhor agregação. Os mesmos autores observaram também que esses substratos apresentam maior capacidade de retenção de umidade, o que também contribuem para o desenvolvimento das raízes.

Souza e Jasmim (2004) obtiveram bons resultados com a associação de substrato comercial com mesocarpo de coco triturado na produção de mudas de singônio, utilizando tutor, que foi confeccionado a partir da prensagem de mesocarpo de coco triturado, em comparação ao xaxim.

Segundo revisão de Araújo (1994), em substratos orgânicos, de maneira geral, os teores de nutrientes são muito superiores aos níveis críticos relatados por Neves et al. (1990) para espécies florestais. Entretanto, pouco se conhece a respeito

da pronta disponibilidade dos nutrientes desses substratos para as plantas. A inexistência de um método recomendado por um órgão oficial para análise de substratos faz com que a maioria dos laboratórios utilize extratores ajustados para análises em solos, podendo, pois, fornecer resultados pouco precisos sobre a disponibilidade real dos nutrientes que compõem estes resíduos.

3.2. Recipientes

A produção de mudas florestais em recipientes é o sistema mais utilizado em nível comercial, por permitir melhor qualidade das mudas quando comparadas às produzidas em raiz nua, uma vez que o manejo das mudas, tanto no viveiro quanto no processo de transferência da mudas para o campo é mais controlada, além de permitir maior proteção do sistema radicular contra danos mecânicos e desidratação.

Apesar da vantagem citada anteriormente, a produção de mudas em recipientes de paredes rígidas pode resultar em deformações do sistema radicular em função do reduzido volume e manejo inadequado da produção. Essa restrição radicular, quando muito intensa diminui também o desenvolvimento da parte aérea, prejudicando o desenvolvimento das mudas no campo, (Carmi et al., 1983; Reis et al., 1989; Campostrini, 1997). A redução nas taxas de crescimento foliar é a resposta mais perceptível à restrição (Cresswell e Causton, 1988, citados por Marchner, 1995).

As raízes dependem do suprimento de carboidratos e de outras substâncias produzidas pela parte aérea, e a parte aérea depende da absorção de água e de nutrientes por parte do sistema radicular. Esse fato evidencia a existência de um equilíbrio funcional entre as raízes e a parte aérea das plantas (Brouwer, 1963, citado por Torres Netto, 2001).

Assim, a utilização de recipientes na produção de mudas, quando comparada ao sistema de raiz nua, apresenta inúmeras vantagens de natureza biológica, técnica, econômica e física (Abbott, 1982; Guldin, 1982a e 1982b; Carneiro e Parviainen, 1988), entretanto a forma dos recipientes deve evitar deformações nas raízes.

Devem ser confeccionados por material que não se desintegre no viveiro e ter volume compatível com as exigências de cada espécie. Volumes muito pequenos provocam deformações e limitam o suprimento de nutrientes e água para as mudas. Todavia, volumes superiores ao indicado para cada espécie provocam gastos desnecessários, elevando a área do viveiro, aumentando custos de transporte, manutenção e distribuição das mudas no campo (Gomes et al., 1990 e Carneiro, 1995).

De acordo com Cunha et al. (2005), recipientes de maiores volumes oferecem melhores condições para o desenvolvimento das mudas, contudo, esses somente devem ser utilizados para espécies que apresentam desenvolvimento lento, necessitando permanecer no viveiro por período maior, ou quando se desejam mudas bem desenvolvidas para plantio em vias públicas. Deve-se considerar que as demandas de insumo, mão-de-obra e transporte impõem limites às dimensões dos recipientes destinados à produção de mudas.

A escolha inadequada do recipiente pode causar deformações no sistema radicular que, por sua vez, contribuem para reduzir a capacidade de translocação dos nutrientes.

Na década de 80, ocorreu no Brasil a introdução de tubetes cônicos de polipropileno, como recipientes de mudas, e vermiculita expandida como substrato (Campinhos Jr. e Ikemori, 1983). Os autores enumeram como vantagens a facilidade operacional com uso do tubete, resultante da mecanização, a conseqüente redução da mão-de-obra e melhores condições de trabalho.

Segundo Gonçalves (1995), citado por Santos et al. (2000), a substituição de sacos plásticos por tubetes de polipropileno como recipiente de cultivo aumentou o grau de automatização dos viveiros florestais, levando à redução dos custos e tempo de produção das mudas. Entretanto, as pequenas dimensões dos tubetes para produção de mudas, especialmente de *Pinus*, exigem regas freqüentes, devido à percolação (Carneiro, 1995) e o formato do tubete pode apresentar outro prejuízo quando se utiliza o recurso da fertirrigação, visto que haverá elevadas perdas por lixiviação (Neves et al., 1990), bem como pelos espaços entre os recipientes nas bandejas ou nas mesas teladas.

Deve-se considerar, ainda, que recipientes cujas paredes rígidas e que não são perfuráveis pelas raízes tendem a formarem mudas com deformações radiculares. Essas deformações, muitas vezes continuam após a fase de viveiro, evidenciando a importância de priorizar metodologias de produção de mudas que não provoquem deformações em suas raízes. Carneiro (1987), Parviainen e Tervo (1989) e Mattei (1993), estudando espécies do gênero *Pinus*, e Barroso et al. (2000c) e Freitas et al. (2005), estudando espécies de *Eucalyptus*, observaram a persistência das deformações radiculares após a retirada dos recipientes.

Schwengber et al. (2002), pesquisando a propagação da ameixeira, através de estacas, observaram maior comprimento de raízes e sua melhor distribuição espacial quando foram utilizados recipientes de maior volume, constatando, também, que o comprimento das raízes, após 70 dias na casa de vegetação, é diretamente proporcional à capacidade do recipiente.

Neves et al. (2005) observaram que diferentes tipos de recipientes com diferentes volumes utilizados na produção de mudas de *Acacia mearnsii* afetaram o desenvolvimento de suas raízes três anos após plantio. As árvores mostraram maior quantidade de raízes e melhor arquitetura das raízes, uma vez que os recipientes induziram o desenvolvimento de raízes curvadas.

Isso mostra que a restrição pelo uso de recipientes com pequenas dimensões tem efeito inibitório do sistema radicular, similar àquele resultante da compactação do solo. Observa-se uma inibição na taxa de crescimento dos eixos principais e aumento da deformação das raízes, que são iniciadas mais próximas ao ápice (Marschner, 1995).

A restrição do sistema radicular limita o crescimento e o desenvolvimento de várias espécies pela redução da área foliar, altura e produção de biomassa (Reis et al., 1989; Townend e Dickinson, 1995).

Em trabalhos realizados com mudas de *Cordia trichotoma* (Vell) Arrab. Ex Stend e *Jaracanda micranta* cham, em recipientes de 55, 120, 180 e 300 cm³, após 70 dias da repicagem, obtiveram mudas com maior crescimento nos três recipientes de maiores volumes. Contudo, aos 180 dias, após plantio, constataram diferença entre as mudas produzidas nos recipientes de 55 e 300 cm³. Com isso, os autores concluíram que apesar da diferença ter ocorrido nestes dois recipientes, é possível a

utilização do recipiente de 120 cm³, havendo economia de substrato, área no viveiro e esforço no plantio, pois no final da produção no viveiro e aos 180 dias após plantio no campo não houve diferença entre os recipientes de 120 a 300cm³ (Malavasi e Malavasi, 2006).

Cunha et al. (2005) também observaram o efeito das dimensões dos recipientes em mudas de *Tabebuia impetigiosa* (Mart. Ex D. C.) Standl, trabalhando com os recipientes 20 x 36,5; 15 x 32; 13 x 25,5 e 13,5 x 19 cm. Constataram que os recipientes de 20 x 36,5 e 15 x 32 cm permitiram melhor desenvolvimento das mudas, comparando com as produzidas nos outros dois recipientes, concluindo que o recipiente 15 x 32 cm é suficiente para produção de mudas de qualidade dessa espécie.

As mudas provenientes de estacas apresentam uma possibilidade maior de desenvolver deformações radiculares, devido ao seu crescimento inicial ser mais superficial, sem definição de uma raiz pivotante imediata (Hartmann e Dale, 1975). A importância de um sistema radicular bem formado, lateral e verticalmente, é maior quando se intensificam as deficiências hídricas (Reis e Reis, 1993). Ainda é importante considerar que um adequado sistema radicular é também necessário na manutenção da estabilidade da planta adulta, principalmente quando em terrenos inclinados ou sujeitos a ventos fortes (Cremer, 1993).

Em função da necessidade na obtenção de recipientes adequados para a produção de mudas de espécies florestais com qualidade, instituições públicas e particulares têm se empenhado em pesquisas, com intuito de desenvolver novas metodologias de produção de mudas, buscando sempre observar o sistema radicular que deve apresentar boa arquitetura, sofrendo o mínimo de distúrbios no processo de transferência para o campo. Além de boas características do sistema radicular, a muda deve ser plantada com um torrão coeso e com o substrato bem agregado ao sistema radicular.

Carneiro e Parviainen (1988), estudando a produção de *Pinus elliottii* em diferentes recipientes, constataram que as mudas produzidas em blocos prensados apresentaram maior diâmetro de colo do que as produzidas em tubetes.

Também Novaes et al. (2002), comparando a qualidade de mudas de *Pinus taeda* produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes, concluíram que o

sistema de blocos prensados foi superior aos demais métodos, em todas as características morfofisiológicas avaliadas nas mudas e no desempenho dessas no campo, 24 meses após o plantio, enquanto que os valores mais baixos foram verificados nas mudas produzidas em tubetes.

Morgado (1998), Leles (1998), Barroso et al. (2000a, b, c) e Freitas et al. (2005, 2006) observaram que mudas de *Eucalyptus* spp., produzidas em blocos prensados, apresentaram maiores dimensões no viveiro, maior potencial de regeneração de raízes e melhor desempenho inicial após o plantio, em comparação com as de tubete.

Esse sistema consiste na produção de mudas através da semeadura em blocos prensados de turfa seca (Parviainen, 1984). Esses blocos, com cerca de 2 cm de altura e 96 pontos de semeadura, são fertilizados durante sua confecção e, por seu caráter higroscópico, podem atingir cerca de 3,5 vezes sua altura, quando submetidos a regas normais. São colocados em caixas plásticas (60 x 40 x 10cm) com fundos telados, para promover a poda natural das raízes, e frestas em todas as paredes laterais. A individualização das mudas é realizada por máquina específica com configuração em forma da letra "L" (Harstella et al., 1983), que possui sistema de serras circulares cortando os blocos nos sentidos, transversal e longitudinal, cortando os blocos em forma de torrão de seção quadrada. Essa prática também permite a poda das raízes laterais.

Esse sistema é utilizado com turfa prensada, que apresenta excelente expansão, no entanto, no Brasil a sua utilização é proibida por lei. No Brasil, a mistura de bagaço de cana e torta de filtro adaptou-se bem ao sistema de blocos prensados (Barroso et al., 2000a; Leles et al., 2000; Samor et al., 2002), mas esse substrato não apresenta a expansão suficiente, que permita o processo de prensagem e comercialização das placas para produção em larga escala. Freitas (2003) testou a utilização dessa e de outras misturas com adição de vários polímeros e observou que um deles, o Storksorb, foi o material que promoveu a expansão dos blocos, mais próxima à expansão natural da turfa prensada, após seu umedecimento.

No entanto, Freitas et al. (2006) observaram que para se utilizar o polímero é necessário modificar o manejo de regas, pois os polímeros têm uma capacidade

muito grande de absorção e retenção de água, podendo prejudicar o enraizamento e sobrevivência das mudas pela redução da aeração nas raízes. Os autores ainda constataram que o sistema de blocos permite reduzir o tempo de permanência no viveiro, reduzindo gastos, como por exemplo, com menor consumo de água.

O sistema de produção em blocos prensados tende a eliminar o problema da restrição radicular, possibilita melhor aproveitamento dos recursos, permitindo, com isso, a redução do ciclo de produção, além da realização de podas do sistema radicular durante o ciclo de produção.

3.3. Poda radicular e seus efeitos no desenvolvimento das mudas

O hábito de crescimento do sistema radicular é controlado geneticamente, podendo ser modificado pelas condições ambientais, bem como por técnicas de manejo (Spurr e Barnes, 1980; Sudmeyer et al., 2000b), o que ajuda na explicação das diferenças de enraizamento quando se aplicam diferentes tratamentos de podas do sistema radicular.

Em plantios florestais têm sido realizados estudos com o objetivo de avaliar o efeito da poda do sistema radicular.

A poda das raízes de mudas provenientes de sementes e de estacas produzidas em tubetes pode ser efetuada com o objetivo de melhorar a qualidade da arquitetura radicular das plantas e promover emissão de raízes finas de grande importância na absorção de água e nutrientes (Reis et al., 1996).

Quanto ao número de podas radiculares para a produção de mudas, Chamshama e Hall (1987) observaram que a poda do sistema radicular das raízes maiores que 5 mm, a cada três semanas, em mudas de *Eucalyptus camaldulensis*, é suficiente para aumentar o número de raízes e a sobrevivência das mudas no campo, não havendo benefícios adicionais com a poda semanal, sendo o método mais barato a opção mais adequada. Neste mesmo trabalho, a combinação da aplicação de nitrogênio e poda das raízes no viveiro aumentou a produção de raízes laterais primárias.

O número de poda do sistema radicular de macieiras afeta de forma diferente a taxa fotossintética, a transpiração e o potencial hídrico da folha. No

trabalho realizado por Schupp e Ferree (1990) foi observado que a primeira poda das raízes macieiras em condições de casa de vegetação afetou de forma acentuada a taxa fotossintética, a transpiração e o potencial hídrico da folha em relação à segunda poda. Mas foi observado que após alguns dias as respostas fisiológicas se normalizavam, igualando com as plantas que não receberam nenhuma poda do sistema radicular.

Reis et al. (1996) realizaram podas de 33 e 66% em raízes de mudas de *Eucalyptus grandis* e *E. pellita*, produzidas a partir de sementes e estacas e depois submeteram-nas às condições de campo. Os autores observaram que a poda de 33% do sistema radicular das mudas foi suficiente para melhorar a arquitetura do sistema radicular, constatando também que as mudas produzidas por estaquia apresentaram menor percentual de deformações das raízes, quando essas foram submetidas à eliminação de 66% do sistema radicular.

Andersen e Bentsen (2003), trabalhando com mudas de *Abies nordmanniana*, em raiz nua, aplicaram dois tipos de podas antes do transplântio para avaliação do desempenho das mudas no campo. As podas realizadas consistiram em: todas as raízes podadas a 15 cm do colo; as raízes podadas a 9 cm do colo; e um controle em que as raízes não foram podadas. Os autores observaram que a poda das raízes antes do plantio deve ser realizada com cautela, uma vez que foi observado menor incremento em altura das mudas na poda mais severa. Apesar da diminuição do incremento em altura, foi observada uma redução no diâmetro das raízes, e essa redução pode ser considerada um resultado positivo, pois as raízes mais finas são responsáveis pela absorção de água e nutrientes, e a redução que ocorreu na altura da planta pode ser compensada futuramente.

Alvarenga et al. (1994) avaliaram a poda do sistema radicular de mudas de *Eucalyptus grandis* em vasos com capacidade de 3 dm³, a uma distância de 3 cm do caule da muda até o fundo do vaso, sendo feita a poda em um, dois, três e quatro lados do vaso. Os autores concluíram que a poda não afetou de forma acentuada as características estudadas, como peso seco e teor nutricional da parte aérea, diâmetro do caule e altura da planta, mas a poda menos intensa, apenas de um lado dos vasos, promoveu aumento no crescimento das plantas, ocorrendo um intenso lançamento de raízes finas.

Ferree et al. (1999) observaram após transferência das mudas de *Vitis* sp. para recipientes de 24L e uma subsequente poda das raízes das mudas nas distâncias de 0, 2, 4, 6 e 8 cm do caule de um dos lados, após terem alcançado 63 cm de profundidade, afetaram o funcionamento fisiológico das mudas. À medida que aumentava o grau da poda radicular, a taxa fotossintética e a transpiração foram reduzidas durante os primeiros 15 dias após a poda, aumentando o número de folhas murchas comparadas com as mudas que não sofreram podas de suas raízes, sendo que após 18 dias da aplicação da poda, as mudas começaram a se recuperar.

Alguns recipientes podem minimizar as deformações das raízes, como por exemplo, as deformações provocadas pelas paredes laterais, melhorando o desenvolvimento das raízes e permitindo a prática da poda. Freitas et al. (2005, 2006), quando utilizaram o sistema de blocos prensados para a produção de mudas clonais de eucalipto, observaram melhor desempenho em todas as características avaliadas quando comparadas às mudas produzidas em sistema de tubetes. O sistema de blocos prensados permite a poda lateral das raízes antes do plantio.

3.4. Enraizamento de estacas

Na produção de mudas, a quantificação da água utilizada na irrigação para sua formação é de grande importância, uma vez que a falta ou excesso podem limitar o desenvolvimento das mesmas. A falta de água leva ao estresse hídrico, diminuindo a absorção de nutrientes, e o excesso pode favorecer a lixiviação dos nutrientes, proporcionando um micro-clima favorável ao desenvolvimento de doenças, além das questões sócio-ambientais relativas à economia de água e o acúmulo de lixiviados no solo (Lopes et al., 2005).

De acordo com Reis et al. (2006) as plantações florestais são muito dependentes das condições ambientais, por isso, é de grande importância a obtenção de material de alta produtividade, o que requer, dentre outros, a seleção do material genético apropriado para cada condição ambiental, principalmente em sítios onde a disponibilidade hídrica é limitada, em função da baixa precipitação e irregularidade de distribuição. Essa seleção tem sido feita em viveiros e no campo (Reis et al., 1989; Chaves et al., 2004; Stape et al., 2004; Tatagiba et al., 2007).

Silva (2004), trabalhando com mudas de *Eucalyptus grandis* sob dois regimes de irrigação, verificou que o estresse hídrico influenciou na transpiração de maneira que as mudas com maior adaptação ao estresse foram mais eficientes na percepção do estresse, fechando rapidamente seus estômatos enquanto as menos adaptadas ao estresse perderam bastante água por transpiração e apresentaram atraso em suas reações contra a desidratação.

A determinação do tempo de permanência e da quantidade de água a fornecer para o enraizamento das estacas e miniestacas dentro do setor de enraizamento é de grande importância, uma vez que é um ambiente altamente propício para disseminação de doenças devido à temperatura e umidade fornecidas nas instalações, não se justificando a permanência dos materiais além do tempo necessário. No trabalho de Freitas et al. (2006), foi observada redução do enraizamento das estacas de clones de *Eucalyptus saligna* e *E. grandis* no substrato de bagaço de cana com torta de filtro, com e sem adubação, em sistemas de blocos prensados, que, visualmente, tem alta capacidade de absorção e retenção de água, o que foi acentuado com a adição de polímeros hidroabsorventes. De acordo com os autores isso pode ter reduzido a aeração na base das estacas que é fundamental para obter um bom enraizamento.

De acordo com Ferreira et al. (2004), somente a partir da formação de primórdios radiculares reconhecíveis é possível observar o surgimento de raízes, sendo assim, normalmente existe uma tendência de superestimar o tempo de permanência na casa de enraizamento para indução da rizogênese dos propágulos vegetativos. Hartmann et al. (1997), citado por Ferreira et al. (2004), afirmam que a formação de raízes adventícias em estacas e miniestacas caulinares, sob o ponto de vista anatômico envolvem a formação de grupos de células meristemáticas, a diferenciação desse grupo em primórdios radiculares e o desenvolvimento e a emergência das novas raízes, incluindo a ruptura de outros tecidos do caule e a formação de condições vasculares com os tecidos condutores das estacas.

Ferreira et al. (2004), visando determinar o tempo ótimo de permanência de propágulos vegetativo, de clones de *Eucalyptus* spp. (Clone 1 e 2) na casa de enraizamento, sob o ponto de vista técnico e de risco de incidência de doenças, observaram pelo critério de interseção das curvas de ICD (Incremento Corrente

Diário) e IMC (Incremento Médio Diário), o tempo ideal foi de 20 e 30 dias, respectivamente, enquanto pelo critério de máxima velocidade de enraizamento os valores foram de 15 e 22 dias, respectivamente. De acordo com os autores, em função das condições favoráveis à incidência de doenças na casa de enraizamento e a necessidade de otimizar a utilização das instalações do viveiro, o critério de máxima velocidade de enraizamento pode ser adotado no intuito de maximizar a produção clonal.

Chaves et al. (2004), testando 5 clones em condições de irrigação normal e sob estresse hídrico, observaram que ao final dos ciclos de seca, as plantas que foram submetidas à deficiência hídrica apresentaram área foliar menor do que as do tratamento plenamente irrigado, em razão da abscisão foliar provocada pelo déficit hídrico. Dessa forma, as plantas anteriormente submetidas a déficit hídrico aumentaram sua taxa fotossintética líquida por unidade de área foliar, para promover a retomada de crescimento.

4. TRABALHOS

Foram realizados três experimentos com produção de mudas de eucalipto na fase de viveiro e no campo.

Os experimentos foram conduzidos na área experimental da empresa Aracruz Celulose S. A. em Aracruz – ES, no Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte fluminense Darcy Ribeiro (UENF), no município de Campos dos Goytacazes – RJ e no Viveiro DuCampo, em Sooretama - ES.

4.1. EFEITO DE DEFORMAÇÕES E PODAS NO SISTEMA RADICULAR DE MUDAS CLONAIIS DE EUCALIPTO SOBRE O CRESCIMENTO NO CAMPO

RESUMO: Com objetivo de avaliar o efeito de deformações e podas no sistema radicular dos clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* (clone 11 e clone 20) produzidas em tubetes, foi montado um experimento em Carlos Chagas – MG. No viveiro, as mudas foram classificadas quanto às deformações radiculares, no momento da expedição para o campo em três grupos de deformações: deformação 0 (ausência de deformação nas raízes); 1 (presença de 1 a 3 deformações) e 2 (4 a 6 deformações). Em seguida, todas as classes foram submetidas a três níveis de poda radicular: poda apical (remoção da ponta do torrão em 3 cm), poda lateral (remoção da extremidade de 2mm do torrão) e ausência de podas. No campo as mudas foram dispostas em DBC, com 4 blocos e 20 mudas por parcela. As plantas foram avaliadas quanto à altura (aos 2, 3, 9 e 14 meses), diâmetro do colo (2 e 3 meses) e DAP (9 e 14 meses). Aos 9 e 14 meses as plantas foram avaliadas quanto à massa seca da parte aérea (MSPA) dos diferentes componentes (folha, galho, casca e lenho) e massa seca do sistema radicular (MSSR), compartmentado em raízes finas, médias e grossas. Não houve diferença no crescimento em altura, diâmetro e produção de biomassa das plantas nas épocas avaliadas. Em relação a MSPA e MSSR, a diferença ocorreu entre os clones, avaliados aos 14 meses, quando o clone 11 apresentou maior produção de massa seca do sistema radicular, de folhas e galhos, não havendo diferença na produção de lenho e casca entre os clones.

Palavras-chave: Eucalipto urograndis, tubetes

EFFECT OF DEFORMATIONS AND PRUNINGS IN THE ROOT SYSTEM OF
EUCALYPTUS CUTTLING ON THE GROWTH IN THE FIELD

ABSTRACT: This work had as objective evaluates the effect of deformations and prunings in the root system of the hybrids of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* (clone 11 and clone 20), produced in tubetes. The experiment was carried out in Carlos Chagas - MG. In the nursery the seedlings were classified as for the roots deformations, in the expedition phase for the field, in three deformations groups: 0 (deformation absence in the roots); 1 (presence from 1 to 3 deformations) and 2 (4 to 6 deformations). Later, all of the classes were submitted at three levels of roots pruning: apical pruning (removal of the tip of the turf in 3 cm), lateral pruning (removal of the 2mm of extremity turf) and prunings absence. In the field the seedlings were disposed in Randomized Block Design, with 4 replicates with 20 seedlings. The plants were evaluated in the height (to the 2, 3, 9 and 14 months), diameter at the soil level (2 and 3 months) and DAP (9 and 14 months). At the 9 and 14 months the plants were evaluated as the dry matter of the aerial part (MSPA) of the different components (leafs, branch, peel and log) and root system dry matter (MSSR), compartmentalized in fine, averages and thick roots. There was not difference in the growth in height, diameter and biomass production of the plants in the appraised period. In relation to MSPA and MSSR, the difference happened only among the clones, evaluated at 14 months later, when the clone 11 presented larger production of dry matter of the root system, of leaves and branches, not being detected difference in the log and peel production among the clones.

Key word: *Eucalyptus urograndis*, tubes

4.1.1. INTRODUÇÃO

A produção de mudas florestais, em quantidade e qualidade, é de fundamental importância para o estabelecimento de povoamentos, com grande repercussão sobre a produtividade. Muitos trabalhos vêm sendo realizados no sentido de melhorar a qualidade e reduzir os custos de produção de mudas (Gonçalves e Poggiani, 1996).

Há necessidade de se criar técnicas inovadoras que resolvam a variabilidade na qualidade das mudas, influenciada por falta de conhecimento de algumas práticas culturais e de falta de padronização de procedimentos e critérios no momento do processo de expedição que podem refletir na sobrevivência, no crescimento inicial e na uniformidade dos povoamentos.

Segundo revisão de Reis *et al.* (1991a), plantas com sistema radicular enovelado apresentam menor capacidade de absorção de nutrientes, visto que as suas partes deformadas podem oferecer resistência ao movimento de água e de hidratos de carbono na planta, provocar desbalanço hormonal e, conseqüentemente, dificuldade na manutenção das relações, podendo, assim, comprometer a produtividade.

De acordo com Liu e Latimer (1995); Robbins e Pharr (1988) e van Iersel (1997) a restrição do crescimento da raiz reduz a massa seca do broto e raiz, área foliar, crescimento de broto lateral e altura em função do decréscimo do volume de raiz. Embora os efeitos gerais de restrição de raiz sejam semelhantes entre espécies, o volume crítico de raiz resultante nestas reduções de crescimento é diferente de espécie para espécie, especialmente ao considerar emissão e crescimento de brotos laterais.

Reis *et al.* (1991a), após realização de podas das raízes de mudas de *Eucalyptus grandis* e *E. citriodora*, produzidas em tubetes, visando reduzir deformações das raízes provocadas pelo volume do recipiente, observaram que as podas não promoveram diferenças significativas no crescimento em altura e diâmetro após 190 dias do plantio no campo. No

entanto, as podas de 33, 50 e 66% propiciaram melhoria na configuração das raízes. Os autores constataram ainda que a poda de 50% e 66% pode prejudicar o desenvolvimento das mudas em condições de deficiência hídrica.

Em geral, as produções de mudas clonais de eucalipto são realizadas em tubetes de 54cm³, em substituição aos sacos plásticos, e permitiram a produção de mudas em larga escala, em função da possibilidade de mecanização das diferentes etapas do processo de produção. Entretanto, o pequeno volume desses recipientes causa restrições ao sistema radicular das mudas, conforme tempo de estocagem no viveiro, o que limita o crescimento e o desenvolvimento, com redução da área foliar, altura e produção de biomassa (Reis *et al.*, 1989; Townend e Dickinson, 1995; Barroso *et al.*, 2000a) e deformações nas raízes tendem a continuar após o plantio (Mattei, 1993; Novaes, 1998; Barroso *et al.*, 2000c).

Reis *et al.* (1996), após eliminação através de poda de 33 e 66% do sistema radicular de mudas de *Eucalyptus grandis* e *E. pellita*, produzidas a partir de estacas em tubetes de 50cc, não observaram efeito no crescimento em altura e diâmetro das plantas após 8 meses do plantio no campo, e apenas a poda de 66% do sistema radicular das mudas permitiu melhoria parcial na arquitetura das raízes. No entanto, a maior parte das plantas permaneceu com raiz principal curvada apresentando zonas evidentes de constrição.

De acordo com Freitas *et al.* (2005), mudas com problemas de deformações radiculares no viveiro podem reduzir ou atrasar o seu crescimento no campo, acarretando maiores custos na manutenção do povoamento, além disso, podem estar perdendo em incremento de biomassa. Os autores confirmaram perda de biomassa quando compararam mudas produzidas em tubete de 50cm³ com mudas produzidas em blocos prensados, em mesma densidade no viveiro. As mudas produzidas em sistema de blocos prensados, onde não há problema de restrição radicular, apresentaram crescimento mais acentuado no campo, com maior produção de lenho nos clones testados, fator esse que é de grande importância para as empresas produtoras de madeira.

Alguns autores têm demonstrado que mudas produzidas sob restrição do sistema radicular apresentam sérias deformações radiculares após o plantio e menores taxas de crescimento inicial no campo (Novaes *et al.*, 2002; Barroso *et al.*, 2000c; Freitas, 2003), acarretando em perdas de produtividade.

Dessa maneira, é importante avaliar se as deformações do sistema radicular afetam a produtividade pós plantio e se a prática da poda do sistema radicular pode contribuir para reduzir os prováveis efeitos das deformações.

No experimento teve-se por objetivo avaliar o efeito de diferentes graus de deformação e diferentes níveis de podas das raízes de mudas dos clones 11 e 20, híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, produzidas em tubetes de 54 cm³, sobre o crescimento inicial após o plantio no campo.

4.1. 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi montado na cidade de Carlos Chagas, Minas Gerais, em uma área experimental da empresa Aracruz Celulose S.A.

Foram utilizados os clones 11 e 20, híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, produzidas em tubetes de 54 cm³. O substrato utilizado foi obtido através da mistura de casca de eucalipto compostada (40%), vermiculita expandida tipo fina (30%) e casca de arroz carbonizada (30%), sendo adicionados à mistura 2,0 Kg m⁻³ de osmocote (19-06-10) e 2,0 Kg m⁻³ de superfosfato simples. As mudas utilizadas encontravam-se na fase de expedição e apresentavam altura de 20 a 30 cm, com 6 a 10 pares de folhas, sendo classificadas quanto ao grau de deformação.

Para as avaliações do grau de deformação, as mudas foram retiradas do recipiente com todo o cuidado e analisadas individualmente quanto à quantidade de deformações radiculares. Os tipos de deformações radiculares foram definidos como sendo: dobra, estrangulamento e espiralamento. A dobra consistiu em um ângulo formado pelas raízes laterais partir do qual as raízes tomam direcionamento vertical com geotropismo negativo. A superposição de raízes que não correspondem à posição natural do seu desenvolvimento foi considerada estrangulamento e o espiralamento, o desenvolvimento de forma circular das raízes laterais, contornando o interior do recipiente. As deformações obtidas devido ao contato da raiz no recipiente não foram consideradas.

Foram definidas três classes de deformações: deformação 0, correspondendo àquelas mudas que não apresentaram nenhum tipo de deformação no sistema radicular; a deformação 1, como sendo a presença de 1 a 3 deformações, independente do tipo; e a deformação 2, mudas que apresentavam de 4 a 6 deformações.

Após a classificação, as mudas foram submetidas aos seguintes procedimentos: poda apical das raízes, poda lateral das raízes e sem poda das raízes. Para realização da poda apical do sistema foi removida a ponta do torrão em 3 cm do seu ápice, e para a poda lateral foi feita a remoção de 2mm da superfície externa lateral do torrão. As podas foram realizadas com uma lâmina bem afiada e em local protegido do sol e vento dentro de uma casa de enraizamento sob constante nebulização, para evitar ressecamento das raízes e folhas das mudas.

Esses procedimentos deram origem a 9 tratamentos: T1) poda apical + deformação 0; T2) poda lateral + deformação 0; T3) poda ausente + deformação 0; T4) poda apical + deformação 1; T5) poda lateral + deformação 1; T6) poda ausente + deformação 1; T7) poda apical + deformação 2; T8) poda lateral + deformação 2; T9) poda ausente + deformação 2.

Após esses procedimentos as mudas foram transplantadas para sacolas plásticas de 0,5 litros, colocadas em uma casa de nebulização evitando murchas da parte aérea, imediatamente após a avaliação da deformação e realização das podas. As mudas permaneceram por 3 dias em locais sombreados, sendo então transferidas para pleno sol, onde foram mantidas por 12 dias. A exposição do sistema radicular das mudas às condições ambientais antes do transplante não ultrapassaram 5 minutos.

As mudas foram plantadas em área experimental da Empresa Aracruz Celulose S.A. e avaliadas no período de novembro de 2004 a março de 2006.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 2 x 3 x 3 (dois clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, três sistemas de podas e três classes de deformações) com quatro repetições, sendo cada parcela composta por 20 mudas.

As plantas foram avaliadas quanto à altura no 2^o, 3^o, 9^o e 14^o mês após o plantio; ao diâmetro ao nível do solo, aos 2 e 3 meses, e ao DAP, aos 9 e 14 meses após o plantio.

Com o objetivo de avaliar o efeito das deformações do sistema radicular sobre a biomassa aérea e radicular dos clones testados, aos 9 e 14 meses após o plantio, foram selecionadas três plantas com altura média \pm o desvio padrão por tratamento, totalizando 27

plantas. Os diferentes componentes da parte aérea (folha, galho, casca e lenho) foram separados e pesados após o corte, obtendo-se a matéria fresca.

Para estudar o sistema radicular, todo ele foi retirado cuidadosamente do solo, e as raízes foram separadas de acordo com o seu diâmetro, sendo consideradas finas as raízes de 0-2,0mm de diâmetro, médias as de 2,1-4 mm e grossas aquelas com mais de 4mm.

A estimativa do peso seco dos componentes das plantas foi feita através de amostras, que foram pesadas e levadas à estufa de circulação forçada a 105°C, por 72 horas. As amostras foram retiradas de forma a se obter uma representação de todas as partes das plantas (terço inferior, médio e superior).

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as diferenças comparadas por teste de médias e ajuste de regressão.

4.1. 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos não afetaram o crescimento em altura das plantas nas épocas avaliadas (Figura 1). Reis *et al.* (1996), trabalhando com clones de *Eucalyptus saligna* e *E. alba*, no qual foram aplicadas 3 intensidades de podas no sistema radicular para avaliar o seu efeito na diminuição das deformações provocadas pelo recipiente utilizado, também observaram que não houve influência no crescimento das plantas no campo aos oito meses de idade.

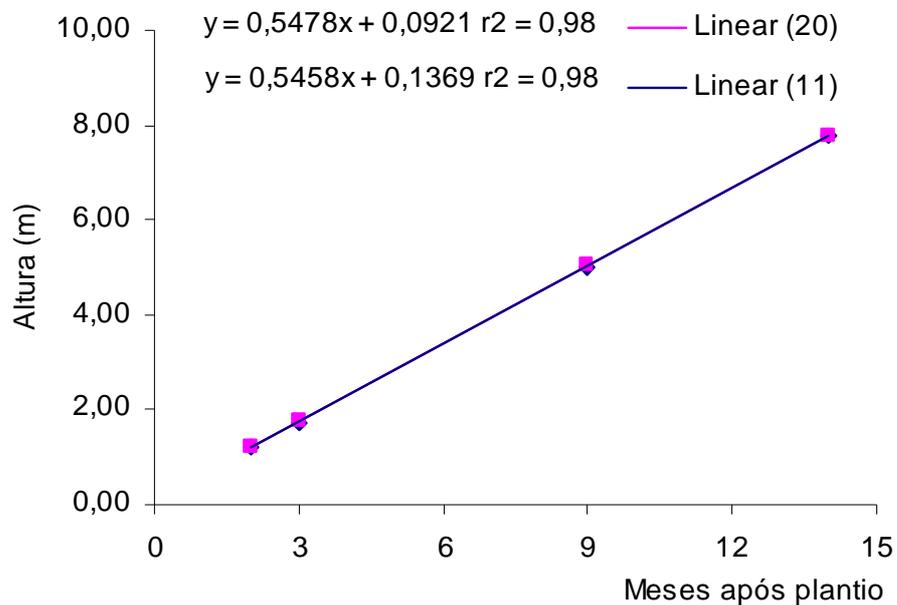


Figura 1: Crescimento pós plantio dos clones 11 e 20 de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* produzidas em tubetes de 54cm³.

Embora ambos os clones tenham apresentado o mesmo comportamento em altura, a sensibilidade com relação ao manejo de podas radiculares, pode variar entre espécies e entre clones da mesma espécie, e ambientes.

Andersen e Bentsen (2003), trabalhando com mudas de *Abies nordmanniana* em raiz nua, aplicaram dois tipos de podas radiculares antes do plantio para avaliação do desempenho das mudas no campo. As podas realizadas consistiram em: todas as raízes podadas a 15 cm do colo; as raízes podadas a 9 cm do colo e um controle em que as raízes não foram podadas. Os autores observaram menor incremento em altura das mudas na poda mais severa.

Os diâmetros do colo das mudas não apresentaram diferença entre os tratamentos aplicados aos 2 e 3 meses após o plantio no campo (Tabela 1). Ocorreu pequena diferença aos 9 meses, quando as mudas submetidas à poda apical apresentaram diâmetro maior que as mudas submetidas à poda lateral. Entretanto, mudas submetidas aos dois sistemas de poda não se diferenciaram das mudas que não tiveram suas raízes podadas. Aos 14 meses não foi mais detectada diferença em função das podas.

Tabela 1: Diâmetro do colo (D) e diâmetro à altura do peito (DAP) de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* após o plantio, em função das podas radiculares das mudas na expedição para o campo

PODAS	D (cm)		DAP (cm)	
	2meses	3 meses	9meses	14 meses
APICAL	2,082 a	3,199 a	4,094 a	7,325 a
LATERAL	2,068 a	3,194 a	3,824 b	7,125 a
AUSENTE	2,050 a	3,197 a	4,014 ab	7,205 a
CV (%)	10,460	9,367	8,440	4,791

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Segundo Reis *et al.* (1996), a poda das raízes pode ser realizada com intuito de eliminar as deformações presentes no sistema radicular, melhorando a arquitetura radicular, além de promover emissão de raízes finas de grande importância na absorção de água e nutrientes. No presente trabalho, a produção de biomassa radicular não foi influenciada pelos diferentes graus de deformações e podas realizadas no sistema radicular das mudas, sendo observadas variações apenas entre os clones (Tabela 2 e 3). Contudo, Andersen e Bentsen (2003), após aplicação de diferentes intensidades de podas no sistema radicular das mudas de *Abies nordmanniana* em raiz nua, observaram redução no diâmetro das raízes, característica desejada para potencializar a absorção de nutrientes.

O clone 11 apresentou maior produção de folhas e galhos aos 14 meses que o clone 20 (Tabela 2).

Tabela 2: Produção de biomassa aérea após plantio no campo dos clones 11 e 20 híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*

	9meses		CV (%)	14 meses		CV (%)
	11	20		11	20	
PS CASCA	258,48 a	268,01 a	38,225	1361,25 a	1223,90 a	31,704
PS FOLHA	1872,23 a	1969,69 a	37,285	4439,90 a	2684,84 b	40,377
PS GALHO	1562,44 a	1654,32 a	43,487	5468,78 a	4386,01 b	38,019
PS LENHO	1271,63 a	1384,82 a	44,617	7531,70 a	7723,22 a	32,909

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si, dentro de uma mesma característica, pelo teste de Tukey (5%).

Malavasi e Malavasi (2006) produziram mudas de *Cordia trichotoma* (Vell) Arrab. Ex Stend e *Jacaranda micranta* em recipientes de 55, 120 180 e 300 cm³ e observaram que os de maiores volumes (120, 180 e 300 cm³) produziram mudas maiores após 70 dias da repicagem, sendo que aos 180 dias após plantio no campo, apenas houve diferença entre as mudas produzidas nos recipientes de 50 cm³ e 300 cm³. Assim, é viável a utilização do recipiente de 120 cm³, resultando em economia de substrato, de espaço no viveiro e de esforço no plantio.

Aos nove meses, a produção de biomassa radicular entre os clones diferenciou-se apenas em relação às raízes grossas, quando o clone 11 apresentou maior biomassa em relação ao clone 20 (Tabela 3). Essa condição permaneceu aos 14 meses, quando as diferenças também foram detectadas para a produção de raízes médias e finas. Essa diferença pode estar relacionada às características do material genético ou à sensibilidade que cada clone apresenta em condições de crescimento sob restrição do desenvolvimento das raízes. A diferença entre espécies em relação à sensibilidade da restrição do sistema radicular causada por recipientes foi observada nos trabalhos conduzidos por Leles *et al.* (2000); Morgado *et al.* (2000) e Freitas (2003).

Tabela 3: Produção de biomassa radicular após o plantio no campo de clones híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*

	9meses		CV (%)	14 meses		CV (%)
	11	20		11	20	
RAIZ FINA	26,04 a	24,35 a	64,23	158,75 a	112,51 b	35,43
RAIZ MÉDIA	50,63 a	39,26 a	63,91	189,86 a	98,93 b	40,49
RAIZ GROSSA	1382,60 a	1007,93 b	48,35	4627,79 a	3144,25 b	38,59

Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si, dentro de uma mesma época, pelo teste de Tukey (5%).

Embora também não tenham encontrado diferença no crescimento das plantas no campo, Reis *et al.* (1996) observaram que a poda de 33% do sistema radicular de mudas de *Eucalyptus grandis* e *E. pellita*, produzidas em tubetes de 50cc, é suficiente para melhorar a arquitetura do sistema radicular, constatando também que as mudas produzidas por estaquia apresentaram menor percentual de deformações das raízes, quando essas foram submetidas à eliminação de 66% do sistema radicular.

Os problemas das deformações persistem por um período longo após o plantio no campo. Neves *et al.* (2005) observaram que diferentes tipos de recipientes com diferentes volumes afetaram o desenvolvimento de mudas de *Acacia mearnsu* após três anos no campo, tanto na quantidade de raízes quanto na sua arquitetura, uma vez que os recipientes de menores volumes induziram o desenvolvimento de raízes curvadas.

De acordo com Reis *et al.* (1996), a conformação do sistema radicular é de extrema importância para o estabelecimento de mudas, principalmente sob condições de deficiência hídrica, em que a profundidade do sistema radicular é fundamental. Considerando que os plantios devam ser manejados em diferentes rotações, é importante que a melhor adequação da arquitetura radicular seja obtida com objetivo de também reduzir perdas na produtividade de rotações subsequentes.

No presente trabalho não foram observados benefícios com a prática da poda das raízes das mudas no viveiro, nem variações no desempenho pós plantio, em função da quantidade de deformações observadas nas raízes das mudas, o que sugere o estudo de novas práticas para estimular um crescimento mais acelerado das mudas após o plantio.

São importantes estudos de novas metodologias com ênfase no desenvolvimento do sistema radicular no viveiro, em especial para lotes destinados a sítios de condições edafoclimáticas desfavoráveis.

4.1.4. CONCLUSÕES

Não houve diferença no crescimento em altura, diâmetro e biomassa aérea e radicular das mudas até 14 meses após plantio, em função das deformações e podas no sistema radicular das mudas.

As diferenças na produção de biomassa ocorreram apenas entre os clones, apresentando o clone 11 maior produção de massa seca dos diferentes compartimentos do sistema radicular, de folhas e galhos, não havendo diferença na produção de lenho e a casca entre clones.

As podas no sistema radicular das mudas não estimulou o crescimento diferenciado em relação às mudas não podadas, independente das deformações observadas.

4.1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andersen, L.; Bentsen, N. S. (2003). Survival and Growth of *Abies nordmanniana* in Forest and Field in Relation to Stock Type and Root Pruning Prior to Transplanting. **Ann. For. Sci.** 60: 757-762.
- Barroso, D. G.; Carneiro, J. G. de A.; Leles, P. S. dos S. (2000a). Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla*, produzidas em tubetes e em blocos prensados, com diferentes substratos. **Floresta e Ambiente.** 7 (1): 238-250.
- Barroso, D. G.; Carneiro, J. G. de A.; Novaes, A. B.; Leles, P. S. dos S. (2000c). Efeitos do recipiente sobre o desempenho pós-plantio de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla*. **Revista Árvore.** 24(3): 291-296.
- Freitas, T. A. S. (2003). **Sistemas de blocos prensados para produção de mudas clonais de eucalipto.** Campos dos Goytacazes: UENF. 115p. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense – Darcy Ribeiro.
- Freitas, T. A. S.; Barroso, D. G.; Carneiro, J. G. de A.; Penchel, R. M.; Lamônica, K. R.; Ferreira, D. de A. (2005). Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore.** 29 (6): 853 – 861.
- Gonçalves, J. L. M.; Poggiani, F. (1996). Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 13, Águas de Lindóia, 1996. **Resumos...** Piracicaba: Sociedade Latino Americana de Ciências do Solo. (cd-rom).
- Leles, P. S. dos S.; Carneiro, J. G. de A.; Barroso, D. G.; Morgado, I. F. (2000). Qualidade de mudas de *Eucalyptus* spp. produzidas em blocos prensados e em tubetes. **Revista Árvore.** 24(1): 13-20.
- Liu, A. Latimer, J. G. (1995). Water Relations and Abscisic Acid Levels of Watermelon as Affected by Rooting Volume Restriction. **Journal of Experimental Botany.** 46 (289): 1011-1015.

- Malavasi, U. C.; Malavasi, M. M. (2006). Efeito do volume do tubete no crescimento inicial de plântulas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud e *Jacaranda micranta* Cham. **Ciência Florestal**. 16 (1): 11 – 16.
- Mattei, V. L. (1993). **Comparação entre semeadura direta e plantio de mudas produzidas em tubetes, na implantação de povoamentos de *Pinus taeda* L.** Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) Curitiba, UFPR. 149p.
- Morgado, I. F.; Carneiro, J. G. A.; Leles, P. S. S.; Barroso, D.G. (2000). Nova metodologia de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden utilizando resíduos prensados como substratos. **Revista Árvore**. 24 (1): 27-33.
- Neves, C. S. V. J.; Medina, C. de C.; Azevedo, M. C. B. de; Higa, A. R.; Simon, A. (2005). Efeitos de substratos e recipientes utilizados na produção das mudas sobre a arquitetura do sistema radicular de árvores de acácia-negra. **Revista Árvore**. 29 (6): 897 – 905.
- Novaes, A. B. de. (1998). **Avaliação morfofisiológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L., produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes.** Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Curitiba-PR, Universidade Federal do Paraná -UFPR, 118p.
- Novaes, A. B.; Carneiro, J. G. A.; Barroso, D. G.; Leles, P. S. S. (2002). Comportamento de mudas de *Pinus taeda* produzidas em raiz nua e em dois tipos de recipientes, 24 meses após o plantio. **Floresta**. 31: 62-71.
- Reis, G. G.; Reis, M. G. E.; Rodrigues, F. L.; Bernardo, A. L.; Garcia, N. C. P. (1996). Efeito da poda de raízes de mudas de eucaliptos produzidas em tubetes sobre a arquitetura do sistema radicular e o crescimento no campo. **Revista Árvore**. 20 (2): 137-145.
- Reis, G. G dos.; Reis, M. das G. F.; Bernardo, A. L.; Maestri, M. (1991a). Efeito da poda de raízes sobre a arquitetura do sistema radicular e o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus citriodora* produzidas em tubetes. **Revista Árvore**. 15 (1): 43 – 54.
- Reis, G. G. dos; Reis, M. das G. F.; Maestri, M.; Xavier, A.; Oliveira, L. M. de. (1989). Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**. 13 (1): 1-18.
- Robbins, N. S.; Pharr, D. M. (1988). Effect of Restricted Root Growth on Carbohydrate Metabolism and Whole Plant Growth of *Cucumis sativus* L. **Plant Physiology**. 87: 409-413.
- Townend, J.; Dickinson, A. L. A. (1995). Comparison of rooting environments in containers of different sizes. **Plant and Soil**. 175: 139-146.

van Iersel, M. (1997). Root Restriction Effects on Growth and Development of Salvia (*Salvia splendens*). **HortScience**. 32 (7): 1186-1190.

4.2. MANEJO DE MINIESTACAS DE EUCALIPTO NO SETOR DE ENRAIZAMENTO PARA A PRODUÇÃO EM SISTEMA DE BLOCOS

RESUMO: O experimento foi conduzido no Viveiro Ducampo, Sooretama - ES, com objetivo de adequar o manejo de irrigação e ajustar o tempo de permanência das mudas no setor de enraizamento produzidas em sistema de blocos. Foram avaliados dois substratos: 1) Bagaço de cana de açúcar + torta de filtro - BT (3:2 v) e 2) Torta de filtro + fibra de coco - TF (3:2 v); dois turnos de rega, 100% e 75% da nebulização aplicada no viveiro e indicado para enraizamento em tubetes; e quatro períodos de permanência das mudas no setor de enraizamento (12, 15, 18 e 21 dias). O estaqueamento do híbrido de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* (D 003) foi realizado de forma escalonada a cada três dias, para que a avaliação final do experimento ocorresse no mesmo dia. No final do experimento, as mudas foram avaliadas quanto à sobrevivência, percentual de enraizamento, comprimento e diâmetro das raízes. As mudas produzidas nos dois substratos se desenvolveram melhor quando utilizado o turno de rega de 75%. As mudas produzidas nos dois substratos apresentaram comportamento semelhante para comprimento e diâmetro de raízes aos 21 e 18 dias, sendo que as mudas quando produzidas no substrato TF tiveram maior comprimento e menor diâmetro das raízes. Os substratos influenciaram de forma diferente o desenvolvimento das mudas, sendo a percentagem de enraizamento pouco influenciada pela lâmina de água fornecida, quando se utilizou o substrato BT, ocorrendo diferença apenas no final do período de permanência no setor. Já para o TF quando foi fornecida menor quantidade de água (75%) a diferença ocorreu desde o início do período de permanência, obtendo-se maior enraizamento das mudas. O comprimento das raízes foi diferente em função do substrato a partir do 15º dias após estaqueamento, sendo observado maior crescimento nas mudas enraizadas no substrato TF neste sistema, sendo este o substrato indicado, com irrigação referente a 75% da água que é fornecida em mudas produzidas em sistemas de tubetes, atingindo assim, 90% de estacas enraizadas com 17 dias de permanência no setor de enraizamento.

Palavras - chave: eucalipto urograndis, irrigação, raiz.

MANAGEMENT OF THE EUCALYPTUS MINICUTTINGS IN THE ROOTING SECTION FOR THE PRODUCTION IN BLOCKS SYSTEM

ABSTRACT: The experiment was carried in the Ducampo nursery, Sooretama - ES, with objective of to adapt the irrigation handling and adjust of permanence time of the cuttings in the rooting section produced in blocks system. Were evaluated two substrata: 1) sugar cane bagasse + filter cake - BT (3:2 v) and 2) filter cake + coconut fiber - TF (3:2 v); two watering outlines, 100% and 75% of the applied water in this section and suitable for rooting in tubes; and four permanence periods of the cuttings in the rooting section (12, 15, 18 and 21 days). The planting of cuttings of the hybrids of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* (D 003) was carried out in an assigned way every three days, so that the end evaluation of the experiment happened in the same day. In the end experiment, the cuttings were evaluated as for survival, rooting percentage, length and diameter roots. The cuttings produced in the two substrates grew better when used the shift of watering of 75%. The cuttings produced in the two substrates presented similar behavior for length and diameter roots to the 21 and 18 days, and the cuttings when produced in the substrata TF had larger length and smaller diameter of the roots. The substrates influenced in a different way the development of the cuttings, being the rooting percentage was little influenced by supplied water, when the substrata BT was used, happening just differentiates in the end of the permanence period in the section. With the TF substratum and smaller amount of water (75%) the difference happened since the beginning of the permanence period, what resulted in larger cuttings rooting. The length of the roots was different in function of the substrata starting from the 15th days after planting, when was observed larger growth the roots in the cuttings produced in the substrata TF in this system, being this the suitable substratum, with irrigation regarding 75% of the water that it is supplied in seedlings produced in tubes systems, reaching like this, 90% of stakes taken root with 17 days of permanence in the rooting section.

Key - words: eucalyptus urograndis, irrigation, root

4.2.1. INTRODUÇÃO

A produção de mudas de eucalipto em recipientes de 54cm³ é o sistema mais utilizado em nível comercial garantindo melhor qualidade das mudas quando comparadas às produzidas em raiz nua, uma vez que o manejo das mudas, tanto no viveiro quanto no processo de transferência da mudas para o campo é mais controlado, além de permitir maior proteção do sistema radicular contra danos mecânicos e desidratação.

As pequenas dimensões dos tubetes vêm trazendo problemas na formação das mudas, principalmente no sistema radicular, pois o pequeno volume promove deformações das raízes. De acordo com vários autores, essa má formação do sistema radicular prejudica o desenvolvimento da parte aérea, permanecendo após o plantio no campo como observado por Barroso *et al.* (2000c); Freitas *et al.* (2005) e Carneiro (1987).

Neves *et al.* (2005) observaram que diferentes tipos de recipientes com diferentes volumes utilizados na produção de mudas de *Acácia mearnsii* afetaram o desenvolvimento de suas raízes, três anos após plantio no campo, na quantidade e na arquitetura das raízes, uma vez que os recipientes induziram o desenvolvimento de raízes curvadas.

Pela necessidade de obtenção de mudas de melhor qualidade, no final da década de 80 no Brasil, Carneiro e Parviainen (1988), deram início à pesquisa de produção de mudas em sistema de blocos prensados, um sistema que tende a eliminar o problema da restrição radicular, pois não apresenta paredes laterais. Morgado (1998), Leles (1998), Barroso *et al.* (2000a,b,c) e Freitas *et al.* (2005, 2006) observaram que mudas de *Eucalyptus* spp., produzidas em blocos prensados, apresentaram maiores dimensões no viveiro, maior potencial de regeneração de raízes e melhor desempenho inicial após o plantio, em comparação com as de tubete.

Uma parceria entre a UENF e a Aracruz Celulose S.A. deu início a testes de propagação vegetativa de eucalipto no sistema de blocos prensados. Na primeira fase do

projeto, mudas produzidas em blocos prensados foram comparadas às produzidas no sistema convencional (tubete) da empresa, com utilização de diferentes substratos. Foi observado crescimento superior das mudas no sistema de blocos prensados, com ênfase no desenvolvimento e arquitetura do sistema radicular (Freitas, 2003). Também no campo, estas mudas apresentaram crescimento mais acentuado, com maior produção de lenho nos clones testados.

Apesar de as mudas clonais também terem apresentado características biométricas superiores quando produzidas em sistemas de blocos prensados por Freitas (2003), constatou-se a necessidade da adequação da nova tecnologia com relação aos ajustes no tempo de permanência em cada setor do viveiro, ao fornecimento de água e à fertilização durante o ciclo de produção.

Por eliminar o problema da restrição das raízes e permitir o maior aproveitamento dos recursos, além da prática da poda das raízes, o sistema de blocos permite a redução do ciclo de produção das mudas, havendo, entretanto, necessidade de adequação do manejo oferecido no viveiro.

Na produção de mudas, a quantificação da água utilizada na irrigação para sua formação é de grande importância, uma vez que a falta ou excesso podem limitar o desenvolvimento das mesmas. A falta de água leva ao estresse hídrico, diminuindo a absorção de nutrientes, e o excesso pode favorecer a lixiviação dos nutrientes, reduzir a oxigenação no sistema radicular e proporcionar um micro-clima favorável ao desenvolvimento de doenças (Lopes *et al.*, 2005), além do gasto desnecessário com a utilização de água em excesso.

De acordo com Alfenas *et al.* (2004), a miniestaquia pode, didaticamente, ser dividida nas fases de produção de brotos em minijardim clonal, indução do enraizamento sob nevoeiros intermitente e temperatura elevada, aclimação à sombra, crescimento e rustificação. No trabalho de Freitas *et al.* (2006), observou-se que o manejo hídrico oferecido às miniestacas dos clones de *Eucalyptus grandis* e *E. saligna* produzidos em sistema de blocos prensados, reduziu o percentual de sobrevivência e enraizamento das mesmas e o comprimento das raízes na fase inicial de produção. Os autores observaram a necessidade de ajustes no manejo para o sistema de produção, uma vez que todo o manejo oferecido na produção de mudas em escala comercial é adequado para o sistema de tubetes, no entanto, as mudas que sobreviveram apresentaram crescimento mais acelerado, permitindo redução de seu ciclo de produção.

Objetivou-se neste experimento adequar o manejo de irrigação e ajustar o tempo de permanência de miniestacas clonais de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* no setor de enraizamento, estaqueadas em sistema de blocos, com dois diferentes substratos.

4.2.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Viveiro Ducampo na casa de enraizamento, no município de Sooretama, na Região Litorânea no Norte do Estado do Espírito Santo.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso (DIC), em esquema fatorial 2 x 4 x 2 (dois substratos, quatro períodos de permanência no viveiro e duas lâminas de irrigação), constituído de 16 tratamentos e 5 repetições de 96 mudas (bandeja).

A temperatura dentro do setor de enraizamento variou de 22°C a 34°C, sendo a média de 28°C, e a umidade relativa do ar variou de 51% a 87% , com média de 75%, no período de condução do experimento.

Os materiais orgânicos utilizados para formação dos substratos foram o bagaço de cana, a torta de filtro de usina açucareira e fibra de coco, sendo produzidos os substratos nas seguintes proporções: BT: bagaço de cana de açúcar + torta de filtro (3:2 v:v) e TF: torta de filtro de usina açucareira + fibra de coco (3:2 v:v). Esses substratos foram enriquecidos com osmocote (1,5 Kg^m⁻³ de substrato) na formulação 19-06-10 e, após a homogeneização, a mistura foi acondicionada em bandejas plásticas de 60 x 40 x 20 cm, com capacidade para produção de 96 mudas, sem passar pelo processo de prensagem.

A nebulização foi realizada de 7:00 h às 17:00 h, diariamente, em intervalos de 5 minutos, sendo na primeira semana utilizado turno de 50 segundos, na segunda semana 40 segundos e na terceira semana de 30 segundos, tendo como base 100% da irrigação indicada para produção de mudas em tubetes de 54cm³ em viveiro. Já para a aplicação de 75% da irrigação aplicada no viveiro, a primeira, segunda e terceira semanas, corresponderam a 37,5, 30 e 21 segundos por turno, respectivamente. O intervalo entre cada irrigação foi modificado

em função das condições climáticas, quando necessário. A quantidade de água consumida em mm para cada tratamento durante a permanência das muda no setor de enraizamento e a descrição de cada tratamento encontram-se descritas no Quadro 1.

O estaqueamento foi realizado de forma escalonada a cada três dias, para que a avaliação final do experimento ocorresse no mesmo dia, sendo utilizado híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* (clone D 003) fornecido pelo Viveiro DuCampo.

Quadro 1: Descrição dos tratamentos e quantidade de água aplicada (mm) para cada tratamento durante a permanência das miniestacas no setor de enraizamento

TRATAMENTO	VAZÃO (%)	SUBSTRATO*	DIAS	H ₂ O diária (mm)	H ₂ O total (mm)
1	100	BT	21	7,07	148,50
2	100	TF	21	7,07	148,50
3	75	BT	21	5,34	112,20
4	75	TF	21	5,34	112,20
5	100	BT	18	6,22	111,90
6	100	TF	18	6,22	111,90
7	75	BT	18	4,87	87,60
8	75	TF	18	4,87	87,60
9	100	BT	15	5,02	75,30
10	100	TF	15	5,02	75,30
11	75	BT	15	3,91	58,70
12	75	TF	15	3,91	58,70
13	100	BT	12	4,82	57,90
14	100	TF	12	4,82	57,90
15	75	BT	12	3,67	44,00
16	75	TF	12	3,67	44,00

Adubo de liberação lenta: Osmocote (19-6-10) 1,5Kg m⁻³ de substrato 1,5 Kg m⁻³ de substrato

* BT: bagaço de cana + torta de filtro.

TF: torta de filtro + fibra de coco

Após 21 dias do primeiro estaqueamento, todos os tratamentos foram avaliados quanto à sobrevivência, o percentual de miniestacas enraizadas, comprimento e diâmetro das raízes. O percentual de sobrevivência de miniestacas foi obtido com a contagem de todas as miniestacas. O percentual das miniestacas enraizadas foi obtido através da pequena resistência da muda de ser removida do substrato e ainda visualização dos primórdios radiculares após remoção da superfície do substrato (aproximadamente 5mm). Foram consideradas miniestacas mortas aquelas que apresentaram escurecimento em sua base (necrose) e as demais estacas com potencial para posterior enraizamento.

Para determinação do comprimento total e do diâmetro das raízes foram coletadas cinco miniestacas de cada repetição, lavadas em água corrente com auxílio de peneiras, evitando perdas, retiradas as raízes adventícias, que foram escaneadas para análise das imagens pelo programa QuantRoot, conforme utilizado por Freitas *et al.* (2006).

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as diferenças comparadas por testes de média e ajustes de regressão.

4.2.3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Independente dos substratos as mudas desenvolveram-se melhor quando submetidas a 75% da água fornecida no sistema convencional de tubete para todas as características avaliadas (Tabela 1). Nestas mesmas condições as raízes apresentaram menor diâmetro, o que é uma característica muito importante, uma vez que apresentam maior potencial de absorção de água e nutrientes, fator importante para o bom desenvolvimento das mudas. As raízes de menor diâmetro apresentam maior superfície específica, menor lignificação e parede celular mais delgada.

Como o sistema de blocos tem 100% do aproveitamento da água de irrigação fornecida, a quantidade de água fornecida em 100 % pode ter prejudicado o desenvolvimento das raízes das mudas. Freitas *et al.* (2006), trabalhando com sistema de blocos prensados observaram que a quantidade de água fornecida para as miniestacas no setor de enraizamento prejudicou o desenvolvimento das mesmas, no entanto, o crescimento das mudas foi mais acelerado que no sistema de tubetes. Os autores constataram que o fornecimento de água ideal para o sistema de tubetes estava acima da necessidade das miniestacas em sistemas de blocos.

Na fase de indução e emissão das raízes, a falta ou excesso de umidade causa perda de miniestacas, o excesso de água na fase de crescimento de raízes pode provocar ainda falta de aeração, com a morte de mudas enraizadas, aumento da incidência de doenças e, conseqüentemente, redução do aproveitamento final de mudas (Alfenas *et al.*, 2004).

Em condições de excesso de água, os espaços porosos são ocupados pela água, ocorrendo falta de aeração, o que impede a respiração das raízes, podendo levá-las à morte. De acordo com Smiderle e Minami (2001), um substrato para produção de mudas deve proporcionar retenção de água suficiente e, quando saturado, deve, ainda, manter quantidades adequadas de espaço poroso para facilitar o fornecimento de oxigênio, indispensável para o enraizamento e sobrevivência.

No trabalho de Freitas *et al.* (2006) foi observado de forma visual que o substrato bagaço de cana de açúcar + torta de filtro (3:2) tem alta capacidade de absorção de água, provavelmente, devendo apresentar grande microporosidade, e além dessa característica o sistema de blocos se diferencia por aproveitar 100% da água a ele fornecida, e a falta de aeração pode ter levado a morte de raízes. Esse fator pode ter reduzido o comprimento do sistema radicular das miniestacas, quando essas receberam a mesma lâmina aplicada no sistema de produção em tubetes (Tabela 1).

Tabela 1: Comprimento e diâmetro das raízes adventícias e sobrevivência das mudas de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* no setor de enraizamento, produzidas com diferentes lâminas de irrigação e substratos

Vazão (%)	Comprimento (cm)		Diâmetro (cm)	
	BT	TF	BT	TF
100	14,71 b B	23,03 a B	0,064 a A	0,054 b A
75	22,98 a A	29,85 a A	0,054 a B	0,050 b B
CV(%)	33,56		20,48	

Vazão (%)	Sobrevivência (%)	
	BT	TF
100	99,69 a A	97,92 b B
75	99,84 a A	99,37 a A
CV(%)	0,97	

Dentro de uma mesma característica avaliada, médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de F (5%).

BT: bagaço de Cana + torta de filtro; TF: torta de filtro de usina açucareira + fibra de coco

A utilização de fibra de coco na composição do substrato TF permitiu maior comprimento das raízes emitidas independente da quantidade de água fornecida ao sistema,

não se diferenciando da mistura BT em 75% da vazão e também o menor diâmetro das raízes. De acordo com Cresswell (1992), a fibra de coco é recomendada como um componente de substrato para produção de mudas em função de sua qualidade, como alta capacidade de retenção de água e uma excelente drenagem. Essas características podem ter contribuído de forma positiva no enraizamento das estacas.

Em relação à percentagem de sobrevivência, miniestacas apresentaram menor sobrevivência em 100% da vazão de água no substrato torta de filtro + fibra de coco (TF), mas essa diferença foi pequena (Tabela 1).

A taxa de sobrevivência das mudas em relação ao tempo de permanência no setor de enraizamento foi alta (acima de 96%) para os dois substratos utilizados (Tabela 2), não havendo grandes variações entre os períodos.

Tabela 2: Sobrevivência e diâmetro de raízes das mudas de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* no setor de enraizamento, produzidas sob diferentes substratos e períodos de permanência no setor

Período (dias)	Sobrevivência (%)		Diâmetro (cm)	
	BT	TF	BT	TF
21	99,69 A	99,90 A	0,061 A	0,046 B
18	99,79 A	98,65 B	0,058 A	0,050 B
15	99,79 A	96,15 B	0,060 A	0,057 A
12	99,79 A	99,90 A	0,057 A	0,056 A
CV(%)	0,97		20,48	

Médias seguidas da mesma letra maiúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de F (5%).
BT: Bagaço de Cana + Torta de Filtro; TF: Torta de Filtro de Usina Açucareira + Fibra de coco

Na Tabela 2 pode-se observar o diâmetro das raízes das mudas em cada substrato nos diferentes períodos de permanência no setor de enraizamento. As mudas produzidas nos dois substratos apresentaram comportamentos distintos para o diâmetro, nos ciclos de 21 e 18 dias, sendo que as mudas quando produzidas em torta de filtro de usina açucareira + fibra de coco (TF) tiveram menor diâmetro das raízes, fator importante para absorção de água e nutrientes no solo, pelo maior contato com o solo.

Na Figura 1, observa-se que os substratos influenciaram de forma diferente o percentual de miniestacas enraizadas. A percentagem de enraizamento foi pouco influenciada

pela lâmina de água fornecida quando se utilizou o substrato BT, ocorrendo diferença apenas nas mudas que permaneceram por 21 dias, onde a irrigação com 100% da capacidade diminuiu a percentagem de miniestacas enraizadas. Já com a utilização do TF, a menor quantidade de água (75%) resultou em maior percentual de miniestacas enraizadas para todos os períodos de permanência, se igualando nas mudas sob ciclo de 21 dias com o substrato BT a 75% do turno de rega. Observa-se que a partir de 17 dias de permanência no setor, com substrato TF e 75% da irrigação, 90% das miniestacas estavam enraizadas.

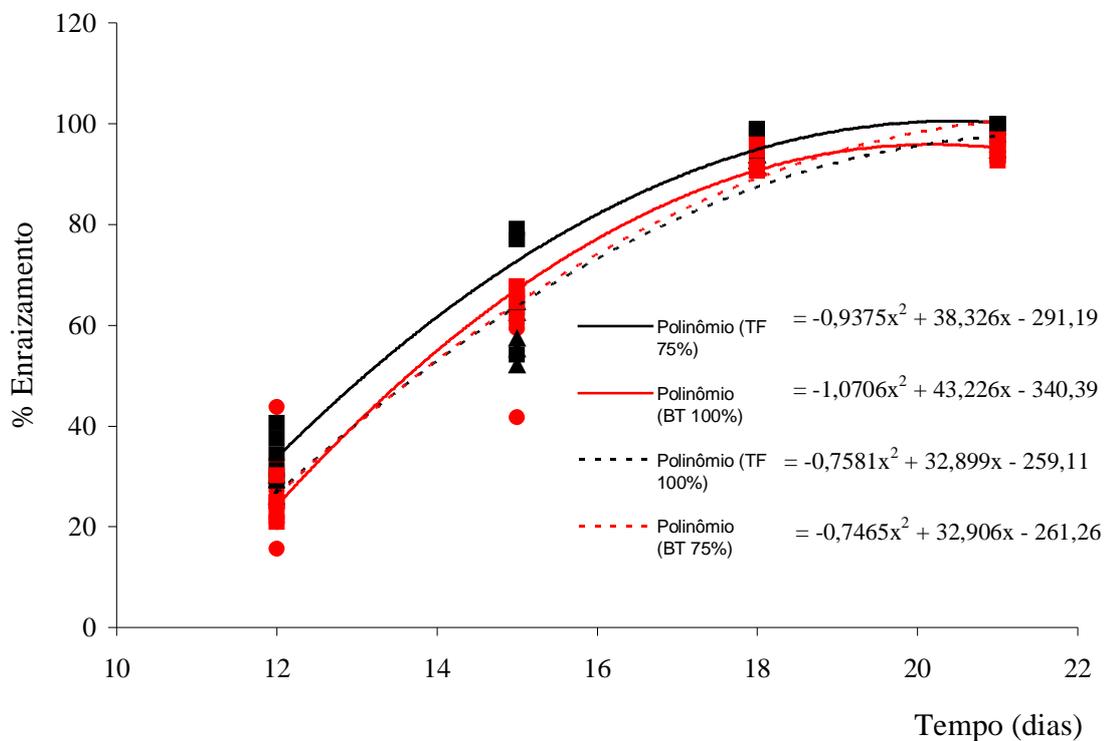


Figura 1: Percentagem de estacas enraizadas de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, em sistemas de blocos com dois tipos de substrato (BT: bagaço de cana e torta de filtro - 3:2, v:v, e TF: torta de filtro com fibra de coco - 3:2, v:v), sob duas lâminas de irrigação fornecidas (75% e 100% do sistema tradicional), em diferentes períodos de permanência no setor de enraizamento.

Freitas *et al.* (2006), trabalhando com o mesmo substrato com clones de *Eucalyptus saligna* e *E. grandis*, observaram que o substrato BT tem alta capacidade de retenção de água. Esta característica pode ter afetado a percentagem de enraizamento das estacas quando foi

fornecido 100% da vazão no maior ciclo de permanência das mudas no setor, uma vez que neste setor a grande quantidade de água e a alta umidade facilitam o acúmulo de água no substrato e conforme as características do substrato, a drenagem insuficiente resulta em excesso de água e redução da aeração.

De acordo com pesquisadores da Aracruz Celulose a determinação da percentagem de enraizamento de estacas na saída do setor de enraizamento, operacionalmente não é realizada, devido aos custos de mão de obra de terceiros. No entanto, têm-se resultados de dois experimentos conduzidos ao longo do ano no viveiro (fevereiro de 2007 e junho de 2007) com 4 clones (np), utilizando-se o substrato padrão operacional da empresa (30% fibra de coco + 35% vermiculita + 35% casca de arroz carbonizada), onde foram obtidos, em média 20 dias, após o estaqueamento, enraizamento de estacas de $51\% \pm 16\%$ e $36\% \pm 9\%$, respectivamente (Penchel et al., 2007). Foi testado também um substrato alternativo (50% fibra de coco + 50% casca de pinus carbonizada) nas duas épocas, obtendo-se $68\% + 11\%$ e $82\% + 8\%$ de enraizamento, em fevereiro e julho, respectivamente (Penchel et al., 2007).

Ferreira *et al.* (2004) constataram diferença na velocidade de enraizamento entre dois híbridos de eucaliptos, indicando que o tempo de permanência ótimo das miniestacas no setor de enraizamento também pode ser diferente. Os autores observaram pelo critério de máxima velocidade de enraizamento, que o tempo onde se tem a máxima velocidade para os híbridos de eucalipto *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* e *E. grandis* x *E. saligna* foi de 15 e 22 dias, respectivamente. De acordo com os autores, em função das condições favoráveis à incidência de doenças na casa de enraizamento e a necessidade de otimizar a utilização das instalações do viveiro, o critério de máxima velocidade de enraizamento pode ser adotado no intuito de maximizar a produção clonal.

As respostas das mudas em relação ao comprimento das raízes adventícias foram diferentes em cada substrato utilizado a partir do 15º dias após estaqueamento (Figura 2), sendo observado maior crescimento nas estacas enraizadas no substrato TF neste sistema. Na última avaliação realizada (21 dias de permanência no setor de enraizamento) as mudas produzidas no TF apresentaram o comprimento das raízes cerca de 90% maior que o comprimento observado no BT, o que pode proporcionar melhor desenvolvimento das mudas em condições adversas.

De acordo com Alfenas *et al.* (2004), para materiais de rizogênese mais lenta e em determinadas estações do ano, o enraizamento é completado na fase de aclimação à sombra,

devendo as miniestacas permanecer por 5 a 10 dias neste setor. Portanto, a utilização de instalações com área coberta por sombrite (50%) pode completar o processo inicial ou indução da rizogênese.

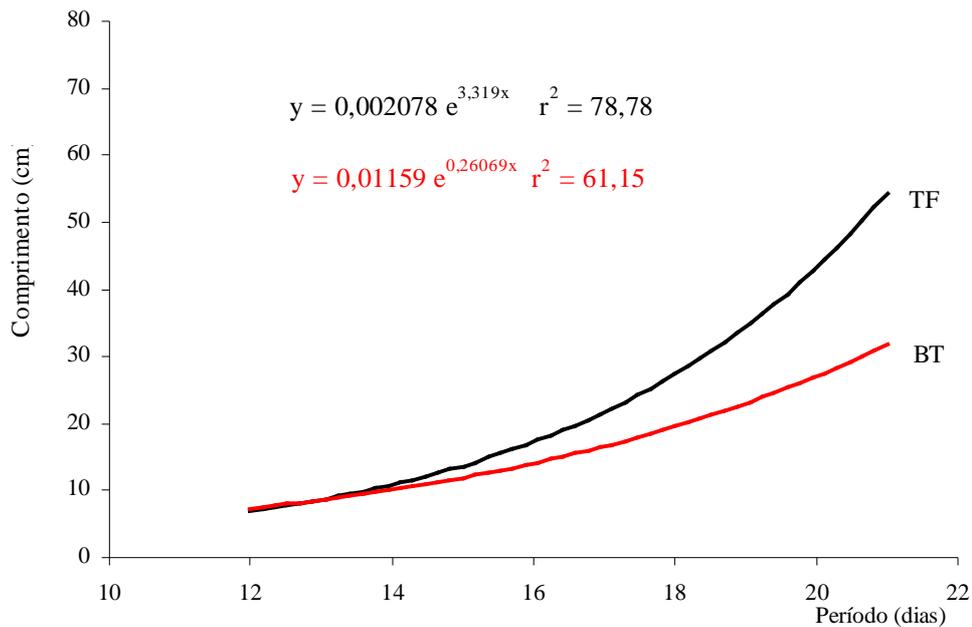


Figura 2: Comprimento das raízes adventícias de miniestacas de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* no setor de enraizamento, produzidas em sistemas de blocos em dois tipos de substrato (BT: bagaço de cana e torta de filtro (3:2, v:v), e TF: torta de filtro com fibra de coco (3:2, v:v), em diferentes períodos de permanência no setor.

4.2.4. CONCLUSÕES

As miniestacas produzidas em sistemas de blocos se desenvolveram melhor quando foi utilizado 75% da água fornecida no sistema de tubete.

A percentagem de miniestacas enraizadas foi pouco influenciada pela lâmina de água fornecida, quando se utilizou bagaço de cana + torta de filtro. O menor percentual de enraizamento foi obtido em miniestacas mantidas por 21 dias em casa de vegetação, com 100% da irrigação de rotina no setor.

Com a utilização da torta de filtro + fibra de coco, a menor quantidade de água (75%) aumentou o percentual de miniestacas enraizadas para todos os períodos de permanência, se igualando no ciclo de 21 dias com o substrato bagaço de cana + torta de filtro, com 75% do turno de rega.

Houve maior comprimento de raízes nas miniestacas produzidas em torta de filtro + fibra de coco, com relação ao substrato bagaço de cana + torta de filtro, que permaneceram no setor de enraizamento por mais de 15 dias após o estaqueamento.

No sistema de blocos, com a lâmina aplicada de 75%, o tempo de permanência das mudas no setor de enraizamento pode ser reduzido, nos dois substratos testados.

4.2.5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Alfenas, A. C.; Zauza, E. A. V.; Máfia, R. G.; Assis, T. F. (2004). **Clonagem e Doenças do Eucalipto**. Viçosa: Editora UFV. 442p.

Barroso, D. G.; Carneiro, J. G. de A.; Leles, P. S. dos S. (2000a). Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla*, produzidas em tubetes e em blocos prensados, com diferentes substratos. **Floresta e Ambiente**. 7 (1): 238-250.

Barroso, D. G.; Carneiro, J. G. de A.; Leles, P. S. dos S.; Morgado, I. F. (2000b). Regeneração de raízes de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Scientia Agricola**. 57 (2): 229-237.

Barroso, D. G.; Carneiro, J. G. de A.; Novaes, A. B.; Leles, P. S. dos S. (2000c). Efeitos do recipiente sobre o desempenho pós-plantio de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla*. **Revista Árvore**. 24 (3): 291-296.

- Carneiro, J. G. de A. (1987). **Influência de recipientes e de estações de semeadura sobre o comportamento do sistema radicular e dos parâmetros morfológicos de mudas de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii***. Curitiba: UFPR, Setor de Ciências Agrárias, 81 p.
- Carneiro, J. G. de A.; Parviainen, J. V. (1988). Comparison of production methods for containerized pine (*Pinus elliottii*) seedlings in Southern Brazil. **Metsantutkimuslaitoksen Tiedonantoja**. 302: 6-24.
- Cresswell, G. C. (1992). Report on the use of coir dust as substitute for peat in potting media. NSW Agriculture. **Biological and Chemical Research Institute**. Austrália.
- Ferreira, E. M.; Alfenas, A. C.; Máfia, R. G.; Leite, H. G.; Sartorio, R. C.; Penchel Filho, R. M.; (2004). Determinação do tempo ótimo do enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**. 28 (2): 183 – 187.
- Freitas, T. A. S. (2003). **Sistemas de blocos prensados para produção de mudas clonais de eucalipto**. Campos dos Goytacazes: UENF. 115p. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense – Darcy Ribeiro.
- Freitas, T. A. S.; Barroso, D. G.; Carneiro, J. G. de A.; Penchel, R. M.; Figueiredo, F. A. M. M. de A. (2006). Mudas de eucalipto produzidas a partir de miniestacas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**. 30 (4): 519 – 258.
- Freitas, T. A. S.; Barroso, D. G.; Carneiro, J. G. de A.; Penchel, R. M.; Lamônica, K. R.; Ferreira, D. de A. (2005). Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**. 29 (6): 853 – 861.
- Leles, P. S. dos S. (1998). **Produção de mudas de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. pellita* em blocos prensados e em tubetes**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Campos dos Goytacazes, RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 76p.
- Morgado, I. F. (1998). **Resíduos agroindustriais prensados como substratos para a produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e *Saccharum* spp**. Campos dos Goytacazes: UENF. 102p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense.
- Neves, C. S. V. J.; Medina, C. de C.; Azevedo, M. C. B. de; Higa, A. R.; Simon, A. (2005). Efeitos de substratos e recipientes utilizados na produção das mudas sobre a arquitetura do sistema radicular de árvores de acácia-negra. **Revista Árvore**. 29 (6): 897 – 905.
- Smiderle, O. S.; Minami, K. (2001). Emergência e vigor de plântulas de goiabeira em diferentes substratos. **Revista Científica Rural**. 6 (1): 38-45.

Penchel, R. M.; Araújo, E. F.; Fonseca, S. (2007). Interação entre diferentes tipos de tubetes plásticos, misturas de substratos orgânicos e regimes de irrigação, para uso na produção de mudas clonais de eucalipto. Aracruz Celulose S.A., Centro de Pesquisa e Tecnologia, **Relatório de Pesquisa CPT**, Nº 21/07, 8p.

4.3. EFEITO DA PODA DE RAÍZES SOBRE O CRESCIMENTO DAS MUDAS DE EUCALIPTO

RESUMO: O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito das podas no sistema radicular de mudas seminais de *Eucalyptus camaldulensis*, produzidas em blocos. No viveiro foram testados três tratamentos (T1: sem poda do sistema radicular; T2: 1 poda do sistema radicular; T3: duas podas do sistema radicular), disposto em DIC, com nove repetições, sendo cada repetição composta por 96 mudas. Parte dessas mudas foi levada para o campo para avaliação do efeito da poda das raízes após o plantio no campo. Foram dispostas em quatro blocos casualizados, com 49 mudas por parcela. O substrato utilizado para produção de mudas foi a mistura de plantmax florestal (60%) e fibra de coco de granulometria mista (40%), sendo adicionados 8g de osmocote (19-06-10) por quilo do substrato. As podas das raízes na fase de viveiro foram realizadas aos 80 e 90 dias após a semeadura, com auxílio de uma lâmina afiada. As mudas foram avaliadas aos 100 dias após a semeadura, quanto à altura da parte aérea, diâmetro do colo, massa seca da parte aérea, comprimento e diâmetro das raízes. No campo as mudas foram avaliadas quanto à altura e diâmetro ao nível do solo no 1º, 3º, 5º, 7º e 9º mês após plantio. No viveiro, mesmo não havendo diferença no crescimento em altura e diâmetro da parte aérea das mudas entre os tratamentos, aquelas que não sofreram poda de suas raízes (T1) apresentaram menor produção de massa seca da parte aérea, representada pelas folhas. Já para o sistema radicular, quando foram aplicadas duas podas durante o ciclo de produção, as mudas apresentaram maior comprimento e diâmetro de raízes produzidas. Não houve diferença no crescimento das mudas após plantio no campo, no entanto, a condição climática

na época de implantação e condução do experimento, além do sítio favorável ao desenvolvimento das mudas pode ter contribuído para esse resultado, sendo necessária condução de novo experimento para avaliar o efeito das podas em mudas plantadas em condições adversas.

Palavras-chave: *Eucalyptus camaldulensis*, sistema radicular, sistema de blocos

EFFECT OF THE ROOTS PRUNING IN THE GROWTH OF THE EUCALYPTUS SEEDLINGS

Abstracts: The objective this work was to evaluate the effect of the roots prunings of *Eucalyptus camaldulensis* seedlings, produced in blocks. In the nursery three treatments were tested (T1: without roots pruning; T2: one roots pruning; T3: two roots pruning), in Completely Randomized Design, with nine replicates (96 seedlings for replicate). Portion of those seedlings was taken for the field for evaluation of the pruning roots effect after the planting in the field. The substrate used for production of seedlings was the mixture of forest plantimax (60%) and fiber of the coconut (40%), was added 8g of osmocote (19-06-10) for kilo of the substrate. The prunings of the roots in the nursery were accomplished to the 80 and 90 days after sow, with sharp sheet. The seedlings were evaluated 100 days after the sowing, for height, stem diameter, shoot dry matter, length and diameter roots. In the field the seedlings were evaluated as the height and diameter to the soil level in the 1^o, 3^o, 5^o, 7^o e 9^o 1, 3, 5, 7 and 9 months after planting. In the nursery, did not have difference in the shoot height and diameter of the seedlings among the treatments, but the seedlings that did not received root pruning (T1) presented smaller production of shoot dry matter, acted by the leaves. When were applied two prunings during the production cycle, the seedlings presented larger length and diameter roots. There was not difference in the growth of the seedlings after planting in the field, however, the climatic condition in the implantation and conduction of experiment, besides the favorable site to the development of the seedlings might have contributed to that result, being necessary the conduction again experiment to evaluate the effect of the prunings in seedlings planted in adverse conditions.

Key-words: *Eucalyptus camaldulensis*, root system, block system

4.3.1. INTRODUÇÃO

De acordo com Carmi e Hewer (1981), Ruff *et al.* (1987) e Peterson *et al.* (1991), a diminuição no crescimento de uma planta é constante quando se tem restrição do sistema radicular, mesmo na ausência de deficiência nutricional.

Restrições do sistema radicular na fase de viveiro favorecem o surgimento de deformações nas raízes e, conseqüentemente, senescência precoce, principalmente em espécies, procedências e clones sensíveis à restrição do sistema radicular (Reis *et al.*, 1996). Embora o uso de tubetes rígidos ofereça vantagens operacionais, a qualidade das mudas pode ser comprometida, uma vez que muitas espécies florestais são sensíveis à restrição do sistema radicular (Fagundes e Fialho, 1987; Reis *et al.*, 1989).

A poda das raízes de mudas provenientes de sementes e de estacas, produzidas em tubetes pode ser efetuada com o objetivo de melhorar a qualidade da arquitetura radicular das plantas e promover emissão de raízes finas de grande importância na absorção de água e nutrientes (Reis *et al.*; 1996).

Problemas de qualidade das mudas, supostamente resultantes da utilização de recipientes de paredes rígidas, têm incentivado estudos com objetivo de desenvolver novas técnicas de produção de mudas florestais que não favoreçam a restrição radicular e que permitam a prática da poda.

Um sistema de produção que é muito utilizado nos países escandinavos é o da Empresa VAPO, que no Brasil recebeu o nome de blocos prensados. Esse sistema apresenta como método de cultivo a produção de mudas em placas de material orgânico, onde as raízes se desenvolvem sem confinamento ou direcionamento, permitindo melhor crescimento do sistema radicular, sem aparecimento de deformações na fase de viveiro e após o plantio, possibilitando também total mecanização (Barroso *et al.*, 2000c e Morgado *et al.*, 2000). O sistema de blocos prensados também permite a poda do sistema radicular das mudas,

favorecendo a formação de novas raízes. Em plantios florestais têm sido realizados estudos com o objetivo de avaliar o efeito da poda do sistema radicular sobre a qualidade das mudas e desempenho pós-plantio.

Alvarenga *et al.* (1994), trabalhando com diferentes intensidades de poda do sistema radicular de mudas de eucalipto produzidas em caixas de 2,15 dm³ de solo, observaram que a poda das raízes não afetou o desenvolvimento das mudas de forma marcante. No entanto, a poda menos intensa das raízes, de apenas um lado do vaso, promoveu estímulo ao crescimento da planta e um intenso lançamento de novas raízes.

Apesar de a poda do sistema radicular de mudas de *Abies nordmanniana* diminuir o incremento em altura, foi observada uma redução no diâmetro das raízes emitidas, e essa redução pode ser considerado um ótimo resultado, pois as raízes mais finas são responsáveis pela absorção de água e nutrientes e a redução que ocorreu na altura da planta pode ser compensada futuramente (Andersen e Bentsen, 2003).

Fanelli (1999) observou o efeito da poda do sistema radicular em diferentes profundidades na formação e comprimento de novas raízes em mudas de *Quercus palustris* Munch.. Foram realizadas podas nas profundidades de 5, 10 e 15 cm, sendo o tratamento controle sem poda. As podas foram realizadas com uma navalha bem afiada através de aberturas laterais nas paredes dos recipientes. As podas do sistema radicular nas diferentes profundidades não tiveram nenhum efeito significativo sobre o comprimento das raízes e crescimento da parte aérea das mudas, entretanto, houve efeito na morfologia do sistema radicular em função do aparecimento de novas raízes laterais.

Alguns recipientes podem minimizar as deformações das raízes, como por exemplo, as deformações provocadas pelas paredes laterais e além de melhorar o desenvolvimento das raízes permitem a prática da poda. Freitas *et al.* (2005, 2006), quando utilizaram o sistema de blocos prensados para a produção de mudas clonais de eucalipto, observaram melhor desempenho em todas as características avaliadas quando comparadas às mudas produzidas em sistema de tubetes. O sistema de blocos prensados permite a poda lateral das raízes.

Com a individualização das mudas produzidas em blocos ocorre a poda do sistema radicular, o que favorece a ramificação mais intensa das raízes e, conseqüentemente, maior enraizamento para o bom desempenho das mudas após o plantio em condições adversas (Freitas *et al.*, 2005).

A produção de mudas em sistema de blocos pode ser realizada com e sem a prensagem de substratos, sendo o bom enraizamento responsável pela estabilidade dos torrões formados.

Neste trabalho objetivou-se avaliar o efeito de diferentes regimes de poda do sistema radicular de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* produzidas em sistema de blocos, no final do ciclo de produção das mudas e no crescimento inicial das mudas no campo.

4.3.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campus da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, no setor de Fitotecnia da Produção Vegetal, no Centro Ciência e Tecnologia Agropecuária – CCTA (viveiro), e na PESAGRO-Rio (campo), no município de Campos dos Goytacazes, RJ.

O experimento consistiu em duas fases: no viveiro, na qual foram produzidas mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e submetidas a diferentes regimes de poda, sendo as mudas avaliadas no momento da expedição para o campo; e no campo, onde se avaliou o efeito das podas das raízes no desempenho inicial das mudas após o plantio.

Fase de viveiro:

O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente casualizado, com nove repetições, sendo cada repetição composta por 96 mudas. Foram utilizadas sementes de *Eucalyptus camaldulensis* para produção das mudas.

O substrato utilizado foi obtido através da mistura de plantmax florestal (60%) e fibra de coco de granulometria mista (40%). No momento da mistura foi adicionado 200g de osmocote por saco. As misturas foram acondicionadas soltas em uma bandeja plástica de 60 x 40 x 20 cm de fundo telado e frestas nas laterais para permitir a individualização das mudas, além de permitir as podas das raízes (Foto 1).

As mudas permaneceram em uma casa de vegetação até a fase de crescimento (70 dias após a semeadura), sendo então transferidas para pleno sol para sua rustificação.

Após a transferência das mudas para a rustificação, essas foram submetidas a três tratamentos: T1 - sem poda do sistema radicular; T2 - 1 poda do sistema radicular; T3 - duas podas do sistema radicular.

As podas foram realizadas 80 e 90 dias após a semeadura, na fase de rustificação das mudas, com auxílio de uma lâmina afiada (Foto 1). Após a segunda poda, as mudas foram mantidas no viveiro por mais 10 dias, sendo então levadas para o campo, totalizando 100 dias no viveiro.



Foto 1: Poda do sistema radicular das mudas, com auxílio de uma lâmina afiada
Photo 1: Prunes of the system root of the seedlings, with a sharp sheet

As mudas foram avaliadas quanto à altura da parte aérea (régua), diâmetro do colo (paquímetro digital), massa seca da parte aérea (75°C por 48 horas em estufa de circulação forçada de ar), no final do ciclo de produção no viveiro (100 dias).

Para avaliação do comprimento e diâmetro das raízes foram utilizadas três mudas de cada repetição. O sistema radicular dessas mudas foi lavado em peneiras e, através do programa QuantRoot, foram obtidos a aérea superficial, comprimento e diâmetro das raízes conforme metodologia adotada por Freitas *et al.* (2006).

Fase de campo:

A fase de campo foi realizada na área experimental da PESAGRO – Rio, em Campos dos Goytacazes-RJ. O solo da área é classificado como Cambissolo de origem fluvial, pouco profundo, com drenagem moderada a imperfeita (Sondotécnica, 1983).

No campo, o experimento foi conduzido em Delineamento em Blocos Casualizados com 3 tratamentos dispostos em quatro blocos, sendo cada parcela composta por 49 mudas.

Antes do plantio, a área passou por um processo de aração e gradagem, com aplicação de 200g de calcário por cova.

No plantio foram aplicados 200g por cova de um adubo, cuja formulação consistia em: N (6%); P_2O_5 sol CNA H_2O (30%); K_2O sol H_2O (6%); Ca (7,84%) e S (6,41%). Durante os cinco primeiros meses após o plantio o período permaneceu chuvoso. Foram realizadas capinas manual, mecânica e química nos primeiros sete meses após plantio.

As plantas foram avaliadas quanto à altura e diâmetro do caule ao nível do solo no 1^o, 3^o, 7^o e 9^o meses após o plantio.

4.3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença na altura e diâmetro das mudas ao final do ciclo de produção no viveiro (Tabela 1), no entanto, as mudas que não sofreram podas das raízes durante a fase de produção, apresentaram menor produção de massa seca da parte aérea, diferença provavelmente representada pelas folhas, uma vez que não houve diferença no crescimento em altura e diâmetro.

Tabela 1: Massa seca da parte aérea (MSPA), altura (H), diâmetro do colo (DC), no momento da expedição das mudas seminais de *Eucalyptus camaldulensis* para o campo (100 dias após a semeadura)

Table 1: Soot dry matter, height, collar diameter, in expedition of the *Eucalyptus camaldulensis* seedlings for the field (100 days after the sowing)

Tratamentos	MSPA	H	DC
Sem poda*	1,48 B	39,52 A	3,57 A
1 poda*	5,11 A	38,28 A	2,87 A
2 podas*	4,98 A	39,77 A	2,89 A
CV (%)	27,87	5,80	41,23

* Podas aplicadas no sistema radicular das mudas

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%)

1 poda: aplicada 80 dias após semeadura

2 podas: aplicada aos 80 e 90 dias após a semeadura

Alvarenga *et al.* (1994), trabalhando com mudas de *Eucalyptus grandis* também observaram que a poda do sistema radicular das mudas realizada a uma distância de 3cm do caule da muda em um, dois, três e quatro lados do vaso não afetou de forma acentuada as características estudadas pelos autores, como massa seca da parte aérea, diâmetro do caule e altura da muda. Entretanto, a poda menos intensiva, apenas de um dos lados do vaso, promoveu aumento no crescimento das mudas, ocorrendo um intenso lançamento de raízes finas.

O maior comprimento de raízes foi obtido no tratamento com duas podas (Figura 1), não havendo diferença na produção de raízes das mudas que tiveram seu sistema radicular podado uma vez e das que não sofreram poda. Mudas submetidas a 2 podas apresentaram comprimento de raiz 208% maior que o tratamento sem poda. Contudo, Fanelli (1999) observou que a poda do sistema radicular de mudas de *Quercus palustris* em diferentes profundidades, estatisticamente, não apresentou nenhum efeito no comprimento das raízes e no crescimento da parte aérea das mudas, entretanto, a poda modificou morfológicamente o sistema radicular em função de uma intensa ramificação de raízes laterais.

A realização da poda do sistema radicular das mudas pode permitir o aumento da emissão de novas raízes, pois de cada extremidade de raiz podada pode ocorrer emissão de duas ou mais raízes novas, sendo assim, quanto mais podas forem realizadas, mais raízes novas poderão ser emitidas, o que aumenta a superfície específica e o contato com o solo, favorecendo a aquisição de nutrientes e água.

Uma das funções principais da raiz é a aquisição de nutrientes, que pode ser uma tarefa difícil se o elemento a ser absorvido for de baixa mobilidade no solo, como no caso do fósforo, que é um dos elementos necessários para o crescimento inicial das mudas no campo. O efeito que a poda das raízes provoca poderá beneficiar a absorção desse e de outros nutrientes.

As mudas que não sofreram poda do seu sistema radicular apresentaram diâmetro menor em relação às mudas que tiveram suas raízes podadas duas vezes, no entanto, não se diferenciaram daquelas que tiveram suas raízes podada uma única vez (Figura 1). Entretanto foi pequena a variação no diâmetro das mudas em função dos tratamentos.

A quantidade de raízes finas produzidas é um dos fatores que podem interferir no desempenho inicial das mudas no campo, uma vez que as mudas que apresentam grande produção dessas raízes são mais aptas às condições de estresse ambiental (Freitas *et al.*, 2005).

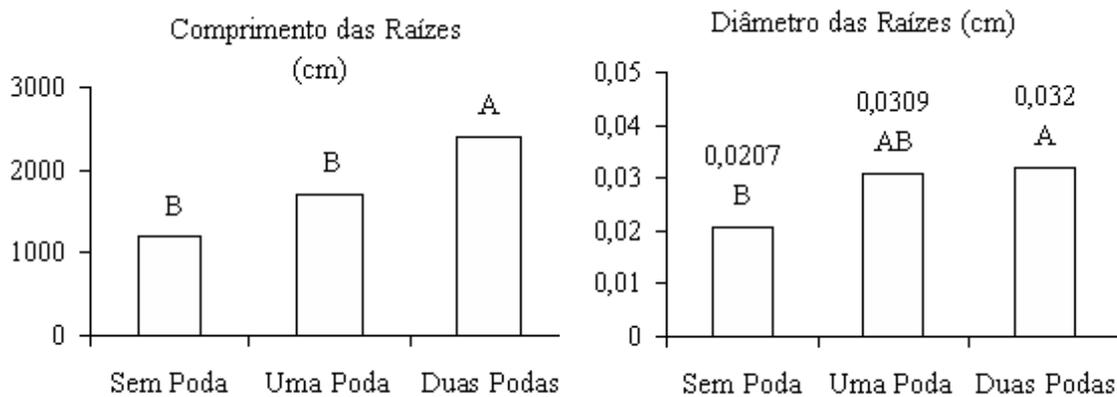


Figura 1: Comprimento e diâmetro das raízes de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* 100 dias após a semeadura, em função das podas no sistema radicular. (uma poda: aplicada 80 dias após semeadura; duas podas: aplicada aos 80 e 90 dias após a semeadura).

Figure 1: Length and diameter roots of *Eucalyptus camaldulensis* seedlings, 100 days after the sowing, in function of the prunings in the root system. (one pruning: applied 80 days after sowing; two prunings: applied to the 80 and 90 days after the sowing).

A utilização da poda do sistema radicular das mudas no viveiro também pode ser realizada com o objetivo de prolongar seu ciclo de produção sem causar danos às mudas como deformações nas raízes por falta de espaço, evitando que as mudas percam sua qualidade, devido à redução no incremento do crescimento da parte aérea das mudas. Quando é realizada a poda do sistema radicular, é provocado um estresse, e ocorre modificação no fator fonte-dreno, a raiz que normalmente é fonte de nutrientes e água passa a ser dreno de fotoassimilados da parte aérea investir no seu crescimento. De acordo com Vogt (1991) a atividade do dreno da raiz pode ser modificada por fatores internos (como taxa de crescimento do tecido) e externos (estresses).

Não houve diferença em altura e diâmetro das mudas no campo (Figura 2).

De acordo com Chamshama e Hall (1987), a poda do sistema radicular das mudas de *Eucalyptus camaldulensis*, a cada três semanas, no viveiro, é suficiente para aumentar a sobrevivência das mudas no campo, não se justificando a poda semanal, sendo o método de menor custo operacional a opção mais adequada.

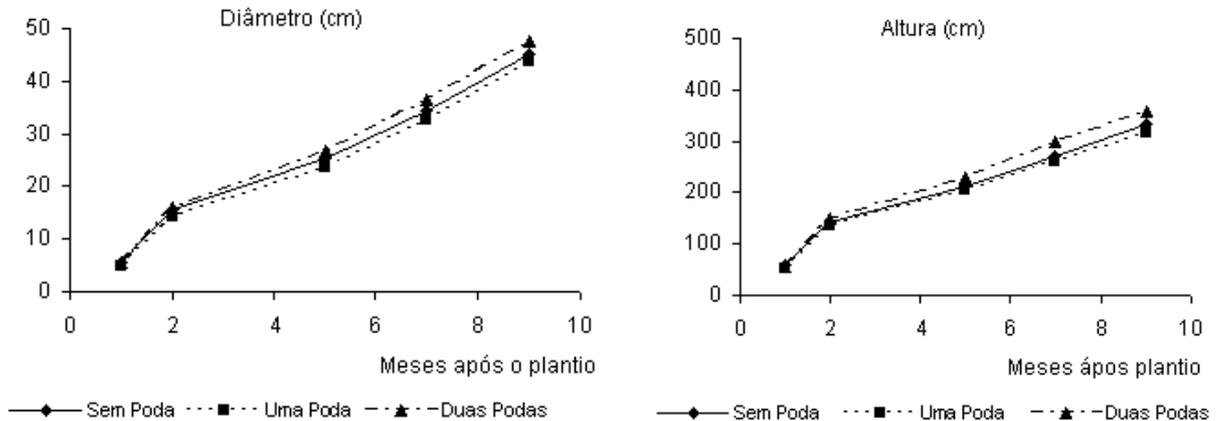


Figura 2: Altura e diâmetro das mudas de *Eucalyptus camaldulensis*, após plantio no campo, submetidas a diferentes regimes de poda no viveiro. (uma poda: aplicada 80 dias após semeadura; duas podas: aplicada aos 80 e 90 dias após a semeadura).

Figure 2: Height and diameter of the *Eucalyptus camaldulensis* seedlings, after planting in the field, submitted to different pruning in the nursery. (one pruning: applied 80 days after sowing; two prunings: applied to the 80 and 90 days after the sowing).

O plantio das mudas no campo foi realizado em época de chuvas frequentes, além do preparo adequado do solo e da adubação realizada, sendo condições favoráveis ao bom desenvolvimento das mudas no campo.

Nestas condições, apenas uma poda do sistema radicular foi suficiente para um bom desenvolvimento das mudas, sendo indicado a condução de outro experimento em condições adversas, como por exemplo, estresse hídrico pós plantio ou plantio em sítios de baixa fertilidade avaliando se o efeito das podas do sistema radicular é mantido nestas condições.

4.3.4. CONCLUSÕES

Não houve diferença no crescimento em altura e diâmetro da parte aérea das mudas em função das podas radiculares no viveiro.

Mudas que não sofreram poda de suas raízes apresentaram menor produção de massa seca da parte aérea, representada pelas folhas no final do seu ciclo de produção.

Quando foram aplicadas duas podas radiculares durante o ciclo de produção, as mudas apresentaram maior comprimento de raízes.

Não houve efeito das podas radiculares sobre o crescimento inicial das mudas após o plantio.

4.3.5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alvarenga, R. C.; Barros, N. F.; Dantas, C. E. S.; Lobão, D. E. V. P. (1994). Efeito do conteúdo de água sobre o crescimento de mudas de eucaliptos. **Revista Árvore**. 18 (2): 107-114.

Andersen, L.; Bentsen, N. S. (2003). Survival and Growth of *Abies nordmanniana* in Forest and Field in Relation to Stock Type and Root Pruning Prior to Transplanting. **Ann. For. Sci.** 60: 757-762.

Barroso, D. G.; Carneiro, J. G. de A.; Novaes, A. B.; Leles, P. S. dos S. (2000c). Efeitos do recipiente sobre o desempenho pós-plantio de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla*. **Revista Árvore**. 24 (3): 291-296.

Carmi, A. Heuer, B. (1981). The Role of Roots in the Control of Bean Shoot Growth. **Ann. Bot.** 48: 519-527.

Chamshama, S. A. O.; Hall, J. B. (1987). Effects of Nursery Treatments on *Eucalyptus camaldulensis* Field Establishment and Early Growth at Mafiga, Morogoro, Tanzania. **Forest Ecology and Management**. 21: 91-108.

Fagundes, N. B.; Fialho, A. A. (1987). Problemática da produção de mudas em essências florestais. **IPEF - Série Técnica**, Piracicaba. 4 (13): 25-7.

Fanelli, J. R. H. (1999). Effect of root pruning and container depth on growth of Pin oak (*Quercus palustris* Munch.) **SNA Research Conference**. 44: 87-89.

Freitas, T. A. S.; Barroso, D. G.; Carneiro, J. G. de A.; Penchel, R. M.; Figueiredo, F. A. M. M. de A. (2006). Mudas de eucalipto produzidas a partir de miniestacas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**. 30 (4): 519 – 258.

- Freitas, T. A. S.; Barroso, D. G.; Carneiro, J. G. de A.; Penchel, R. M.; Lamônica, K. R.; Ferreira, D. de A. (2005). Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**. 29 (6): 853 – 861.
- Morgado, I. F.; Carneiro, J. G. A.; Leles, P. S. S.; Barroso, D. G. (2000). Nova metodologia de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden utilizando resíduos prensados como substratos. **Revista Árvore**. 24 (1): 27-33.
- Peterson, T. A.; Reinsel, M. D.; Krizek, D. T. (1991). Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill., cv. 'Better Bush') Plant Response to Root Restriction. I. Alteration of Plant Morphology. **Journal of Experimental Botany**. 42 (243): 1233-1240.
- Reis, G. G.; Reis, M. G. E.; Rodrigues, F. L.; Bernardo, A. L.; Garcia, N. C. P. (1996). Efeito da poda de raízes de mudas de eucaliptos produzidas em tubetes sobre a arquitetura do sistema radicular e o crescimento no campo. **Revista Árvore**. 20 (2): 137-145.
- Reis, G. G. dos; Reis, M. das G. F.; Maestri, M.; Xavier, A.; Oliveira, L. M. de. (1989). Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**. 13 (1): 1-18.
- Ruff, M. S.; Krizek, D. T.; Mirecki, R. M.; Inouye, D. W. (1987). Restricted Root Zone Volume: Influence on Growth and Development of Tomato. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 112 (5): 763-769.
- Sondotécnica (1983). Estudos e Levantamento Pedológicos e Hidrológicos: In: Projeto de Irrigação e Drenagem da cana de açúcar na região Norte Fluminense. MIC: IAA.
- Vogt, K. A. (1991). Carbon budgets of temperature forest ecosystems. **Tree Physiology**. 9: 69-86.

5. RESUMOS E CONCLUSÕES

Objetivou-se neste trabalho, realizado em quatro experimentos, avaliar o efeito de deformações e podas no sistema radicular dos clones de *Eucalyptus urograndis*, produzidas em tubetes, e adequar a produção de mudas em sistemas de blocos, pela determinação dos substratos, adequação da irrigação e do período de permanência da muda no setor de enraizamento, além de avaliar o efeito de podas do sistema radicular de mudas produzidas em sistema de blocos.

Experimento I: Com objetivo de se avaliar o efeito de deformações e podas no sistema radicular de mudas de dois clones de *Eucalyptus urograndis* (11097 e 20242) produzidas em tubetes, foi montado um experimento em Carlos Chagas - MG. As mudas foram classificadas no momento de sua expedição quanto ao número de deformação presente nas raízes e logo depois tiveram parte de suas raízes podadas. Após o plantio no campo, as plantas foram avaliadas quanto à altura (2, 3, 9 e 14 meses); diâmetro do colo (2 e 3 meses); DAP (9 e 14 meses); massa seca da parte aérea (folha, galho, casca, lenho) e massa seca do sistema radicular (raiz fina, média e grossa), obtendo-se as seguintes conclusões:

- Não houve diferença no crescimento inicial em altura, diâmetro e biomassa aérea e radicular das mudas em função das deformações e podas no sistema radicular das mudas.

- As diferenças na produção de biomassa ocorreram apenas entre os clones, apresentando o clone 11097 maior produção de massa seca dos diferentes compartimentos do sistema radicular, de folhas e galhos, não havendo diferença na produção de lenho e a casca entre clones.

Experimento II: Foi montado para observar a adequação do manejo de irrigação e ajustar o tempo de permanência das estacas de eucalipto no setor de enraizamento produzidas em sistemas de blocos. As estacas foram mantidas sob regime de irrigação de 100% e 75% da água fornecida a um sistema de produção de mudas em tubetes de 50cc e mantidas nessas condições por 12, 15, 18 e 21 dias no setor de enraizamento. Foram utilizados dois substratos: BT (bagaço de cana e torta de filtro) e TF (torta de filtro e fibra de coco), para enraizamento das estacas, chegando-se às seguintes conclusões:

- As mudas se desenvolveram melhor quando foi utilizado 75% da água fornecida no sistema de tubete, sendo necessária esta redução para a produção de mudas clonais no sistema de blocos, nos substratos testados.

- A percentagem de miniestacas enraizadas foi pouco influenciada pela lâmina de água fornecida, quando se utilizou bagaço de cana + torta de filtro, ocorrendo menor percentual apenas em mudas mantidas por 21 dias em casa de vegetação, com 100% da irrigação de rotina no setor.

- Com a utilização da torta de filtro + fibra de coco, a menor quantidade de água (75%) aumentou o percentual de estacas enraizadas para todos os períodos de permanência no setor de enraizamento, igualando-se no ciclo de 21 dias com o substrato BT a 75% do turno de rega.

- Houve maior comprimento de raízes nas mudas que permaneceram no setor de enraizamento por mais de 15 dias após o estaqueamento, quando produzidas no substrato TF, com relação ao substrato BT.

Experimento III: Foi realizado em casa de vegetação da UENF (fase de viveiro) e na área experimental da Pesagro-Rio (fase de campo), em Campos dos Goytacazes, onde foi avaliado o efeito das podas no sistema radicular de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* no final do ciclo de produção de mudas (momento da

expedição das mudas) e após plantio no campo aos 1, 3, 5, 7 e 9 meses, chegando às seguintes conclusões:

- Não houve diferença no crescimento em altura e diâmetro da parte aérea das mudas em função das podas radiculares no viveiro.
- Mudas que não sofreram poda de suas raízes apresentaram menor produção de massa seca da parte aérea, representada pelas folhas no final do seu ciclo de produção.
- Quando foram aplicadas duas podas radiculares durante o ciclo de produção, as mudas apresentaram maior comprimento de raízes no momento da expedição.
- Não houve efeito das podas radiculares sobre o crescimento inicial das mudas após o plantio.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, M.; Noguera, P.; Noguera, V. (1997). Crecimiento de plantas ornamentales de hoja en sustratos de cultivo a base de fibra de coco. *Actas de Horticultura*. V. 17. Portugal: II Congresso Iberoamericano y III Congresso Ibero de ciencias Hortícolas, p. 11-15.
- Abad, M.; Noguera, P.; Puchades, R.; Maquieira, A.; Nogueira, V. (2002) Physico-chemical and chemical properties of some coconut coir dusts for use as a peat substitute for containerised ornamental plants. *Bioresource Technology*. 82: 241-245.
- Abbott, J. E. (1982). Operational planting of container grown slash pine seedlings on problem sites. In: Southern Containerized Forest Tree Seedlings Conference. (1981: Savannah). *Proceedings*. New Orleans, 1982, p.115-116. (USDA. For. Serv. Gen. Tech. Rep. SO. N.37).
- ABRAF, 2007. Anuário Estatístico da ABRAF (Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas); Ano Base 2006. 80p.
- Aguiar, I. B.; Valeri, S. V.; Hanzato, D. A. (1989) Seleção de componentes de substrato para a produção de mudas de eucalipto em tubetes. *IPEF*. 41/42: 36-43.
- Alfenas, A. C.; Zauza, E. A. V.; Máfia, R. G.; Assis, T. F. (2004). *Clonagem e Doenças do Eucalipto*. Viçosa: Editora UFV. 442p.

- Alvarenga, R. C.; Barros, N. F.; Dantas, C. E. S.; Lobão, D. E. V. P. (1994) Efeito do conteúdo de água sobre o crescimento de mudas de eucaliptos. *Revista Árvore*. 18 (2): 107-114.
- Amaral, T. L. do. (2003). *Aplicação de Benzilaminopirina (BAP) e de Nitrogênio em Quesnelia quesneliana Brongniart cultivada em diferentes substratos*. Tese (Mestrado em produção Vegetal). Campos dos Goytacazes - RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 57p.
- Andersen, L.; Bentsen, N. S. (2003) Survival and Growth of *Abies nordmanniana* in Forest and Field in Relation to Stock Type and Root Pruning Prior to Transplanting. *Ann. For. Sci.* 60: 757-762.
- Araújo, S. S. (1994). *Crescimento de mudas de Eucalyptus grandis e E. urophylla em resposta à adição de NPK e gesso*. Tese (Mestrado em Ciências Florestais). Viçosa - MG, Universidade federal de Viçosa - UFV, 45p.
- Barichello, L. R.; Schumacher, M. V.; Vogel, H. L. M. (1998). Efeito de diferentes doses de vermicomposto no desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus saligna Smith.* e *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. In: FertBio 98: reunião brasileira de fertilidade do solo e nutrição de plantas, 23 reunião brasileira sobre micorrizas, 7.; simpósio brasileiro de biologia do solo, 2.;1998. Caxambú. *Resumos expandidos...* Caxambú - M.G., p.669.
- Barroso, D. G.; Carneiro, J. G. de A.; Leles, P. S. dos S. (2000a) Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla*, produzidas em tubetes e em blocos prensados, com diferentes substratos. *Floresta e Ambiente*. 7 (1): 238-250.
- Barroso, D. G.; Carneiro, J. G. de A.; Leles, P. S. dos S.; Morgado, I. F. (2000b) Regeneração de raízes de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. *Scientia Agricola*. 57(2): 229-237.
- Barroso, D. G.; Carneiro, J. G. de A.; Novaes, A. B.; Leles, P. S. dos S. (2000c) Efeitos do recipiente sobre o desempenho pós-plantio de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla*. *Revista Árvore*. 24(3): 291-296.
- Barroso, D. G.; Carneiro, J. G. de A.; Marinho, C. S.; Leles, P. S. dos S.; Neves, J. C. L.; Carvalho, A. Jr. C. de. (1998) Efeitos da adubação em mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* benth) e aroeira (*Schinus terebinthifolius* raddi)

- produzidas em substrato constituído por resíduos agroindustriais. *Revista Árvore*. 22(4): 433-441.
- Benedetti, V.; Gonçalves, L. M.; Fessel, V. A. G. (2000). Mecanização da Fertilização Florestal. In: Gonçalves, J. L. M., Benedetti, V. *Nutrição e Fertilização Florestal*. IPEF. p.416 - 427.
- Bezerra, F. C.; Rosa, M. F.; Brígido, A. K. L.; Norões, E. R. V. (2001) Utilização de pó de coco como substrato de enraizamento para estaca de crizântemo. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*. 7(2): 129 – 134.
- Campinhos, E.; Ikemori, Y. K. (1983) Nova técnica para a produção de mudas de essências florestais. *IPEF*. 23: 47-52.
- Campostrini, E. (1997). *Comportamento de quatro genótipos de mamoeiro (Carica papaya L.) sob restrição mecânica ao crescimento do sistema radicular*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense -UENF, 166p.
- Caprione, A. L.; Vieira, J. D.; Davide, A. C. (1993). Efeitos da salinidade e substratos na emergência de plântulas e produção de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus citriodora*. In: Congresso Florestal Panamericano, 1º Congresso Florestal Brasileiro, 1993, Curitiba. *Anais...* São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura. p. 281-283.
- Carmi, A., Hesketh, J. D., Enos, W. T., Peters, D. B. (1983) Interrelationships between shoot growth and photosynthesis, as affected by root growth restriction. *Photosynthetica*. 17:240-245.
- Carmi, A. e Hewer, B. (1981) The Role of Roots in the Control of Bean Shoot growth. *Ann. Bot.* 48: 519-527.
- Carneiro, J. G. de A. (1995). *Produção e controle de qualidade de mudas florestais*. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UENF, 451p.:il.
- Carneiro, J. G. de A. (1987). *Influência de recipientes e de estações de semeadura sobre o comportamento do sistema radicular e dos parâmetros morfológicos de mudas de Pinus taeda e Pinus elliottii*. Curitiba: UFPR, Setor de Ciências Agrárias, 81 p.

- Carneiro, J. G. de A.; Brito, M. A. R. (1992) Nova metodologia para a produção mecanizada de mudas de *Pinus taeda* L. em recipientes com raízes laterais podadas. *Florestas*. 22 (1/2): 63-77.
- Carneiro, J. G. de A.; Parviainen, J. V. (1988) Comparison of production methods for containerized pine (*Pinus elliottii*) seedlings in Southern Brazil. *Metsantutkimuslaitoksen Tiedonantoja*. 302: 6-24.
- Carrijo, O. A.; Liz, R. S. de; Makishima, N. (2002) Fibra de casca de coco verde como substrato agrícola. *Horticultura brasileira*. 30 (4): 533 – 535.
- Cerri, C. C.; Polo, A.; Andreux, F.; Lobo, M. de I. C.; Eduardo, B. de P. (1988) Resíduos orgânicos da agroindústria canavieira: I. Características físicas e químicas. *STAB*. 6(3): 34- 37.
- Chamshama, S. A. O.; Hall, J. B. (1987) Effects of Nursery Treatments on *Eucalyptus camaldulensis* Field Establishment and Early Growth at Mafiga, Morogoro, Tanzania. *Forest Ecology and Management*. 21: 91-108.
- Chaves, J. H.; Reis, G. G.; Reis, M. G. F.; Neves, J. C. L.; Pezzopane, J. E. M.; Polli, H. Q. (2004) Seleção precoce de clones de eucalipto para ambientes com disponibilidade diferenciada de água no solo: Relações hídricas de plantas em tubetes. *Revista Árvore*. 28 (3): 333-341.
- Chaves, L. L. B.; Carneiro, J. G. A.; Barroso, D. G. (2006) Crescimento de mudas de angico vermelho produzidas em substratos fertilizado, constituído de resíduos agro - industriais. *Scientia Forestalis*. 76: 49-56.
- Coghlan, G. C. (1992) Britain backs coconut composts. *New science*. 133:26.
- Correia, D.; Rosa, M. F.; Norões, E. R. V.; Araújo, F. B. (2003) Uso do pó de casca de coco na formulação de substratos para formação de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 25 (3): 557 – 558.
- Cremer, K.W. (1993) Taper and heartwood in roots and tree stability. *Aust.for*. 56(1): 38-44.
- Cresswell, G. C. (1992). Report on the use of coir dust as substitute for peat in potting media. NSW Agriculture. *Biological and Chemical Research Institute*. Australia.
- Cunha, A. de M.; Cunha, G. de M.; Sarmiento, R. de A.; Cunha, G. de M.; Amaral, J. F. T. do. (2006) Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. *Revista Árvore*. 30 (2): 207 – 214.

- Cunha, A. O.; Andrade, L. A. de.; Bruno, R. L. A.; Silva, J. A. L. da.; Souza, V. C. de. (2005) Efeito de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D. C.) Standl. *Revista Árvore*. 29 (4): 507 - 516.
- EMBRAPA (2002). *Utilização da Casca de Coco como Substrato Agrícola*. Documento 52. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Fortaleza-Ceara. Maio, 2002.
- Fagundes, N. B.; Fialho, A. A. (1987) Problemática da produção de mudas em essências florestais. *IPEF*. 4(13): 25-7.
- Fanelli, J. R. H. (1999) Effect of root pruning and container depth on growth of Pin oak (*Quercus palustris* Munch.) *SNA Research Conference*. 44: 87-89.
- Ferree, D. C.; Scurlock, D. M.; Schmid, J. C. (1999) Root Pruning Reduces Photosynthesis, Transpiration, Growth, and Fruiting of Container-grown French-American Hybrid Grapevines. *HortScience*. 34(6): 1064-1067.
- Ferreira, E. M.; Alfnas, A. C.; Máfia, R. G.; Leite, H. G.; Sartorio, R. C.; Penchel Filho, R. M.; (2004) Determinação do tempo ótimo do enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus* spp. *Revista Árvore*. 28 (2): 183 – 187.
- Fisher, R. I. (1983). (ed.) *Aproveitamento energético dos resíduos da agroindústria da cana-de-açúcar*. Eletrobrás. Rio de Janeiro. 340p.
- Freitas, T. A. S. (2003). *Sistemas de blocos prensados para produção de mudas clonais de eucalipto*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal). Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 115p.
- Freitas, T. A. S.; Barroso, D. G.; Carneiro, J. G. de A.; Penchel, R. M.; Figueiredo, F. A. M. M. de A. (2006) Mudanças de Eucalipto produzidas a partir de miniestacas em diferentes recipientes e substratos. *Revista Árvore*. 30 (4): 519 – 258.
- Freitas, T. A. S.; Barroso, D. G.; Carneiro, J. G. de A.; Penchel, R. M.; Lamônica, K. R.; Ferreira, D. de A. (2005) Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. *Revista Árvore*. 29(6): 853 – 861.

- Gomes, J. M.; Couto, L.; Borges, R. de C. G. (1985) Uso de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em tubetes e em bandejas de isopor. *Revista Arvore*. 9(1): 58-86.
- Gomes, J. M.; Couto, L.; Borges, R. de C. G.; Freitas, S. C. de. (1990) Influência do tamanho da embalagem plástica na produção de mudas de ipê (*Tabebuia serratifolia*), da copaíba (*Copaifera langsdorffii*) e de angico-vermelho (*piptadeniaperegrina*). *Revista Árvore*. 14(1): 26-34.
- Gomes, J. M.; Couto, L.; Leite, H. G.; Xavier, A.; Garcia, S. L. R. (2002) Parâmetros Morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*. 26 (6): 655-664.
- Gonçalves, J. L. M.; Santarelli, E. G.; Moraes Neto, S. P.; Manara, M. P. (2000). Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: Gonçalves, J. L. M., Benedetti, V. *Nutrição e Fertilização Florestal*. IPEF. p.309-350.
- Gonçalves, J. L. M.; Poggiani, F. (1996). Substratos para produção de mudas florestais. In: Congresso Latino Americano de Ciências do Solo, 13, Águas de Lindóia, 1996. *Resumos...* Piracicaba: Sociedade Latino Americana de Ciências do Solo. (cd-rom).
- Grassi-Filho, H.; Santos, C. H. (2004). Importância da relação entre os fatores hídricos e fisiológicos no desenvolvimento de plantas cultivadas em substratos. In: Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato. IV Ensub: IV Encontro Nacional Sobre Substratos para Plantas, 2004, Viçosa - MG. *Anais...* p. 78-91.
- Guldin, R. W. (1982a) Nursery costs and benefits of container-grown southern pine seedlings. *Southern Journal of Applied Forestry*. 6(2): 93-99.
- Guldin, R. W. (1982b) What does it cost to grow seedlings in containers? *Tree Planters' Notes*. 33(1): 34-37.
- Haynes, R. J.; Goh, K. M. (1978) Evaluation of potting media for commercial nursery production of container - grown plants: IV - physical properties of a range amendment peat - based media. *Journal of agricultural research*. 21: 449-456.
- Harstella, P.; Parviainen, I.; Tervo, L. (1983) Production of containerized seedlings by "box pruning" -a description of the method and nursing experiences. **Separata** de:

- Seminar on Machines and Techniques for Forest Plant Production: Tratanska Lomnica, Czechoslovakia). Tratanska Lomnica, Czechoslovakia, p.1-7.
- Hartmann, H. T.; Dale, E. K. (1975). *Propagación de plantas*. México: continental.
- Henriques, E. P. (1987). *Produção de mudas na Acesita Energética S.A. In: Simões, I.W. Problemática da produção de mudas de essências florestais*. Série Técnica, IPEF. 4(13): 13-17.
- Kämpf, A. (2004). Evolução e perspectivas do crescimento do uso de substratos no Brasil. IV ENSUB: IV Encontro Nacional sobre Substrato para Plantas. Nutrição e Adubação de Plantas Cultivadas em Substratos. Editores: Barbosa, J. G.; Martinez, H. E. P.; Pedrosa, M. W.; Sedyama, M. A. N. Viçosa: UFV (2004).
- Lacerda, M. R. B.; Passos, M. A. A.; Rodrigues, J. J. V.; Barreto, L. P. (2006) Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). *Revista Árvore*. 30 (2): 163 – 170.
- Labey, B. (1991) Coir achieves peat performance. *Hort. Week*. 24(18):15.
- Leles, P. S. dos S. (1998). *Produção de mudas de Eucalyptus camaldulensis, E. grandis e E. pellita em blocos prensados e em Tubetes*. Tese (Doutorado em produção Vegetal). Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 76p.
- Leles, P. S. dos S.; Carneiro, J. G. de A.; Barroso, D. G.; Morgado, I. F. (2000) Qualidade de mudas de *Eucalyptus* spp. produzidas em blocos prensados e em tubetes. *Revista Árvore*. 24(1): 13-20.
- Liu, A. Latimer, J. G. (1995) Water Relations and Abscisic Acid Levels of Watermelon as Affected by Rooting Volume Restriction. *Journal of Experimental Botany*. 46 (289): 1011-1015.
- Lopes, J. L. W.; Guerrini, I. A.; Saad, J. C. C.; Silva, M. R. (2005) Efeitos da irrigação na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. *Scientia Forestalis*. 68: 97 – 106.
- Malavasi, U. C.; Malavasi, M. M. (2006) Efeito do Volume do tubete no crescimento inicial de plântulas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud e *Jacaranda micranta* Cham. *Ciência Florestal*. 16 (1): 11 – 16.

- Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, San Diego, 889p.
- Mattei, V. L. (1993). *Comparação entre semeadura direta e plantio de mudas produzidas em tubetes, na implantação de povoamentos de Pinus taeda L.* Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Curitiba - PR, Universidade Federal do Paraná – UFPR, 149p.
- Meerow, A. W. (1995) Growth of two tropical foliage plants using coir dust as a container médium amendment. *Hort. Technology*. 5(3): 237-239.
- Morgado, I. F.; Carneiro, J. G. A.; Leles, P. S. S.; Barroso, D. G. (2000) Nova metodologia de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden utilizando resíduos prensados como substratos. *Revista Árvore*. 24(1): 27-33.
- Morgado, I. F. (1998). *Resíduos agroindustriais prensados como substratos para a produção de mudas de Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden e Saccharum spp.* Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 102p.
- Neves, C. S. V. J.; Medina, C. de C.; Azevedo, M. C. B. de; Higa, A. R.; Simon, A. (2005) Efeitos de substratos e recipientes utilizados na produção das mudas sobre a arquitetura do sistema radicular de árvores de acácia-negra. *Revista Árvore*. 29 (6): 897 – 905.
- Neves, J. C. L.; Gomes, J. M.; Novais, R. F. (1990). Fertilização mineral de mudas de eucalipto. In: Barros, N. F., Novais, R. F. (eds.) *Relação solo-eucalipto*. Viçosa, MG, Folha de Viçosa, 330p.
- Noguera, P.; Abad, M.; Puchades, R.; Noguera, V.; Maquieira, A. (1997) Physical and chemical properties of corré waste and their relation to plant growth. *Acta Horticulture*. 450: 365-373.
- Novaes, A. B. de. (1998). *Avaliação morfofisiológica da qualidade de mudas de Pinus taeda L., produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes.* Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Curitiba-PR, Universidade Federal do Paraná –UFPR, 118p.
- Novaes, A. B.; Carneiro, J. G. A.; Barroso, D. G.; Leles, P. S. S. (2002) Comportamento de mudas de *Pinus taeda* produzidas em raiz nua e em dois tipos de recipientes, 24 meses após o plantio. *Floresta*. 31: 62-71.

- Paiva, H. N. de, Gomes, I. M. (1995). *Viveiros florestais*. Imprensa Universitária. Viçosa. 56p.
- Parviainen, I. V. (1984). Containerized forest tree seedling production in Fiffland and the other nordic countries. In: Simpósio Internacional de Métodos de Produção e Controle de Qualidade de Sementes e Mudanças Florestais (1984: Curitiba). Métodos de produção e controle de qualidade de sementes e mudas florestais. Curitiba: UFPR/FUPEF. p. 403-417.
- Parviainen, I. V.; Tervo, L. A. (1989) New approach for production of containerized coniferous seedlings using peat sheets coupled with root pruning. *Forestry Supplement*. 62: 87- 94.
- Penchel, R. M.; Araújo, E. F.; Fonseca, S. (2007). Interação entre diferentes tipos de tubetes plásticos, misturas de substratos orgânicos e regimes de irrigação, para uso na produção de mudas clonais de eucalipto. Aracruz Celulose S.A., Centro de Pesquisa e Tecnologia, **Relatório de Pesquisa CPT**, Nº 21/07, 8p.
- Peterson, T. A.; Reinsel, M. D.; Krizek, D. T. (1991) Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill., cv. 'Better Bush') Plant Response to Root Restriction. I. Alteration of Plant Morphology. *Journal of Experimental Botany*. 42 (243): 1233-1240.
- Reis, G. G. dos.; Reis, M. das G. F.; Bernardo, A. L.; Maestri, M. (1991a) Efeito da poda de raízes sobre a arquitetura do sistema radicular e o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus citriodora* produzidas em tubetes. *Revista Árvore*. 15(1): 43 – 54.
- Reis, G. G dos.; Reis, M. das G. F.; Fontan, I. C. I.; Monte, M. A.; Gomes, A. N.; Oliveira, C. H. R. (2006) Crescimento de raízes e da parte aérea de clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla* e de *Eucalyptus camaldulencis* X *Eucalyptus* spp submetidos a dois regimes de irrigação no campo. *Revista Árvore*. 30 (6): 921-931.
- Reis, G. G.; Reis, M. G. E.; Rodrigues, F. L.; Bernardo, A. L.; Garcia, N. C. P. (1996) Efeito da poda de raízes de mudas de eucaliptos produzidas em tubetes sobre a arquitetura do sistema radicular e o crescimento no campo. *Revista Árvore*. 20 (2):137-145.

- Reis, G. G.; Reis, M. G. F. (1993). Competição por luz, água, e nutrientes em povoamentos florestais. In: Simpósio Brasileiro da Pesquisa Florestal. 1993. Belo Horizonte. *Anais...* Viçosa: SIF. p. 161-172.
- Reis, G. G. dos; Reis, M. das G. F.; Maestri, M.; Xavier, A.; Oliveira, L. M. de. (1989) Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. *Revista Árvore*. 13(1): 1-18.
- Robbins, N. S.; Pharr, D. M. (1988) Effect of Restricted Root Growth on Carbohydrate Metabolism and Whole Plant Growth of *Cucumis sativus* L. *Plant Physiology*. 87: 409-413.
- Ruff, M. S.; Krizek, D. T.; Mirecki, R. M.; Inouye, D. W. (1987) Restricted Root Zone Volume: Influence on Growth and Development of Tomato. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112 (5): 763-769.
- Samôr, O. J. M.; Carneiro, J. G. A.; Barroso, D. G.; Leles, P. S. S. (2002) Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. *Revista Árvore*, Viçosa – MG. 26 (2): 209-215.
- Sampaio, I. B. R., Duarte, C. de S., Duarte, G. de S., Carvalho, M. M de. (1989) Efeito da torta de filtro como adubo orgânico, visando a uma complementação ou substituição parcial da adubação mineral (N P K) no desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). *Ciência e Prática*. 13(1): 73-85.
- Santos, C. B.; Longhi, S. J.; Hoppe, J. M.; Moscovich, F. A. (2000) Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. Don. *Ciência Florestal*. 10(2): 1-15.
- Savithri, P.; Kran, H. H. (1993). Characteristics of coconut coir peat and its utilization in agriculture. *Journal of Plant Crop*. 22: 1-18.
- Schiavo, J. A.; Martins, M. A. (2002) Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.), inoculadas com o fungo micorrízico Arbuscular *glomus clarum*, em substrato agro – industrial. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 24 (2): 519 - 523.
- Schumacher, M. V.; Caldeira, M. V. W.; Oliveira, E. R. V.; Piroli, E. L. (2001) Influência do vermicomposto na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. *Ciência Florestal*. 11(2): 121-130.

- Schupp, J. R.; Ferree, D. C. (1990) Influence of time of root pruning on growth, net photosynthesis, and transpiration of young apple trees. *Scientia Horticulturae*. 42: 299-306.
- Schwengber, J. E.; Dutra, L. F.; Tonietto, A.; Kersten, E. (2002) Utilização de diferentes recipientes na propagação da ameixeira através de estacas. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 24(1): 285 – 288.
- Serrano, L. A. L. (2003). *Sistemas de produção e doses de adubo de liberação lenta na formação de porta-enxerto cítrico (Citrus limonia Osbeck cv.)*. Tese (Mestrado em produção Vegetal). Campos dos Goytacazes - RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 97p.
- Silva, F. C. (1999). *Manual de Análises química de solos, plantas, e fertilizantes*. Brasília: Embrapa. 370p.
- Silva, J. I. (2003). *Produção de mudas de café (Coffea canephora) em diferentes recipientes e substratos*. Tese (Mestrado em produção Vegetal). Campos dos Goytacazes - RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 51p.
- Silva, M. R.; Klar, A. E.; Passos, J. R. (2004) Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio nas características morfofisiológicas de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden). *Irriga*. 9(1): 31-40.
- Siqueira, O. J. F. (1987). *Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. Passo Fundo: EMBRAPA/CNPT. 100p.
- Smiderle, O. S.; Minami, K. (2001) Emergência e vigor de plântulas de goiabeira em diferentes substratos. *Revista Científica Rural*. 6 (1): 38-45.
- Sondotécnica (1983). Estudos e Levantamento Pedológicos e Hidrológicos: In: *Projeto de Irrigação e Drenagem da cana de açúcar na região Norte Fluminense*. MIC: IAA.
- Souza, N. A.; Jasmim, J. (2004) Crescimento de Singônio com diferentes tutores e substratos à base de mesocarpo de coco. *Horticultura Brasileira*. 22 (1): 39 – 44.
- Spurr, S. H.; Barnes, B. Y. (1980). *Forest ecology*. 3.ed. New York: The Ronald Press. 687p.
- Sudmeyer, R. A.; Hall, D. J. M.; Eastham, J.; Adams, M. (2000b). The tree-crop interface: the effects of root pruning in southwestem Australia. *Agroforest System*. in press.

- Stape, J. L.; Binkley, D.; Ryan, M. G. (2004) *Eucalyptus* production and the supply, use and efficiency of use of water, light and nitrogen across a geographic gradient in Brazil. *Forest Ecology and Management*. 193: 17 – 31.
- Tatagiba, S. D.; Pezzopane, J. E. M.; Reis, E. F. (2007) Avaliação do crescimento e produção de clones de *Eucalyptus* submetidos a diferentes manejos de irrigação. *Cerne*. 13(1):1-9.
- Torres Netto, A. (2001). *Ecofisiologia de Plantas de Coffea canephora Pierre Cultivadas em Condições de Confinamento do Sistema Radicular*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Campos dos Goytacazes, RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 89p.
- Townend, J.; Dickinson, A. L. A. (1995) Comparison of rooting environments in containers of different sizes. *Plant and Soil*. 175: 139-146.
- Trigueiro, R. de M.; Guerrini, I.; A. (2003) Uso de bio-sólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. *Scientia Forestalis*. 64: 150 - 162.
- Vavrina, C.S., Ambrester, K. Arenas, M., pena, M. (1996). Coconut coir as an alternative to peat media for vegetable transplant production. University of Florida. Southwest Florida Research and Education Center. SWFREC Station Report – Veg 96.7
- van Iersel, M. (1997) Root Restriction Effects on Growth and Development of *Salvia* (*Salvia splendens*). *HortScience*. 32 (7) 1186-1190.
- Verdonok, O. (1984) Reviewing and evaluation of new materials used as substrates. *Acta Horticulturae*. 150: 467 – 473.
- Vogt, K. A. (1991) Carbon budgets of temperate forest ecosystems. *Tree Physiology*. 9: 69-86, 1991.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Quadro 1A: Análise de variância da altura (H) aos 2, 3, 9 e 14 meses após plantio no campo dos clones 11 e 20 de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, produzidas em tubetes, submetidas a três níveis de poda radicular

CAUSAS DE VARIAÇÃO	H				
		2 MESES	3 MESES	9 MESES	14 MESES
	G.L.	Q.M.	Q.M.	Q.M.	Q.M.
BLOCO	3	0.2138889**	0.3212685**	2.9273342**	1.0302309**
MG***	1	0.0304222 ^{ns}	0.0234722 ^{ns}	0.0177347 ^{ns}	0.0033348 ^{ns}
DEFORMAÇÃO	2	0.0348931 ^{ns}	0.0082542 ^{ns}	0.0274681 ^{ns}	0.0164181 ^{ns}
PODA	2	0.0129597 ^{ns}	0.0389292 ^{ns}	0.4322388 ^{ns}	0.2586887*
MG X DEF	2	0.0238014 ^{ns}	0.0585181 ^{ns}	0.1403431 ^{ns}	0.0836265 ^{ns}
MG X POD	2	0.0018514 ^{ns}	0.0300264 ^{ns}	0.0272390 ^{ns}	0.0502389 ^{ns}
DEF X POD	4	0.0158306 ^{ns}	0.0175333 ^{ns}	0.0680702 ^{ns}	0.0220180 ^{ns}
MG X DEF X POD	4	0.0036181 ^{ns}	0.0136722 ^{ns}	0.0377410 ^{ns}	0.1037805 ^{ns}
RESÍDUO	51	0.0157350	0.0320744	0.0870484	0.0774477
CV%		9.758	9.283	6.606	3.441

*** MG: Material genético

** significativo pelo teste de tukey

Ns não significativo

Quadro 2A: Equações de Regressão, estimadas para altura da parte aérea aos 2, 3, 9 e 14 meses após plantio no campo dos clones 11 e 20 de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, produzidas em tubetes, submetidas a três níveis de poda radicular.

	Equações de Regressão r^2	
Clone 11	$\hat{y} = 0.5478310x + 0.0922058$	$r^2 = 0.9838$
Clone 20	$\hat{y} = 0.5457890x + 0.136907$	$r^2 = 0.9839$

Quadro 3A: Análise de variância do diâmetro (D) aos 2 e 3 meses e diâmetro à altura do peito (DAP) aos 9 e 14 meses após plantio no campo dos clones 11 e 20 de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, produzidas em tubetes, submetidas a três níveis de poda radicular

CAUSAS DE VARIÇÃO	D				DAP	
	G.L.	2 MESES	3 MESES	9MESES	14 MESES	
		Q.M.	Q.M.	Q.M.	Q.M.	
BLOCO	3	0.2628778**	0.3164976*	0.8073982**	0.3430389*	
MG***	1	0.0168055 ^{ns}	0.0217014 ^{ns}	0.0186889 ^{ns}	0.1042722 ^{ns}	
DEFORMAÇÃO	2	0.0257042 ^{ns}	0.0581097 ^{ns}	0.0458375 ^{ns}	0.0453764 ^{ns}	
PODA	2	0.0062042 ^{ns}	0.0001764 ^{ns}	0.4624042*	0.2422682 ^{ns}	
MG X DEF	2	0.0934014 ^{ns}	0.0996431 ^{ns}	0.1433681 ^{ns}	0,0379763 ^{ns}	
MG X POD	2	0.0152264 ^{ns}	0.0383430 ^{ns}	0.0390014 ^{ns}	0.0804014 ^{ns}	
DEF X POD	4	0.0576896 ^{ns}	0.0192056 ^{ns}	1.1072291 ^{ns}	0.0485972 ^{ns}	
MG X DEF X POD	4	0.0171410 ^{ns}	0.0614347 ^{ns}	0.0500306 ^{ns}	0.1104556 ^{ns}	
RESÍDUO	51	0.0467288	0.0896457	0.1127021	0.1195742	
CV%		10.460	9.283	8.440	4.791	

*** MG: Material genético

** significativo pelo teste de tukey

ns não significativo

Quadro 4A: Análise de variância de peso seco da casca (PSC) e das folhas (PSF) aos 9 e 14 meses após plantio no campo de mudas dos clones 11 e 20 de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, produzidas em tubetes, submetidas a três níveis de poda radicular

CAUSAS DE VARIÇÃO	PSC			PSF	
		9MESES	14 MESES	9MESES	14 MESES
	G.L.	Q.M.	Q.M.	Q.M.	Q.M.
MG***	1	1226.64 ^{ns}	254674.73 ^{ns}	128243.86 ^{ns}	41583648.51 ^{**}
DEFORMAÇÃO	2	6622.99 ^{ns}	142553.23 ^{ns}	249414.09 ^{ns}	1243152.21 ^{ns}
PODA	2	330.29 ^{ns}	23278.79 ^{ns}	80175.89 ^{ns}	683781.014 ^{ns}
MG X DEF	2	1277.98 ^{ns}	19016.27 ^{ns}	231536.07 ^{ns}	212069.46 ^{ns}
MG X POD	2	2715.04 ^{ns}	90088.42 ^{ns}	375094.89 ^{ns}	1398000.03 ^{ns}
DEF X POD	4	1183.51 ^{ns}	224137.95 ^{ns}	164987.35 ^{ns}	2118321.63 ^{ns}
MG X DEF X POD	4	3063.25 ^{ns}	145225.83 ^{ns}	138022.81 ^{ns}	1828019.18 ^{ns}
RESÍDUO	36	10125.27	167933.82	512990.31	2068917.45
CV%		38.225	31.704	37.285	40.377

*** MG: Material genético

** significativo pelo teste de tukey

ns não significativo

Quadro 5A: Análise de variância de peso seco do galho (PSG) e do lenho (PSL) aos 9 e 14 meses após plantio no campo de mudas dos clones 11 e 20 de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, produzidas em tubetes, submetidas a três níveis de poda radicular

CAUSAS DE VARIÇÃO	PSG			PSL	
		9MESES	14 MESES	9MESES	14 MESES
	G.L	Q.M.	Q.M.	Q.M.	Q.M.
MG***	1	113961.97 ^{ns}	15827065.03*	172958.9174 ^{ns}	495125.87 ^{ns}
DEFORMAÇÃO	2	234572.08 ^{ns}	5411080.40 ^{ns}	297044.43 ^{ns}	3062005.14 ^{ns}
PODA	2	16497.79 ^{ns}	997800.31 ^{ns}	8730.75 ^{ns}	274483.73 ^{ns}
MG X DEF	2	64298.79 ^{ns}	2390890.58 ^{ns}	256.87 ^{ns}	353270.29 ^{ns}
MG X POD	2	52031.81 ^{ns}	4648910.62 ^{ns}	128837.31 ^{ns}	4168807.92 ^{ns}
DEF X POD	4	141195.14 ^{ns}	5779228.99 ^{ns}	78378.12 ^{ns}	3383066.98 ^{ns}
MG X DEF X POD	4	261822.43 ^{ns}	6035416.92 ^{ns}	96126.63 ^{ns}	2823510.47 ^{ns}
RESÍDUO	36	489205.41	3509450.86	352044.17	6300812.063
CV%		43.487	38.019	44.671	32.909

*** MG: Material genético

** significativo pelo teste de tukey

ns não significativo

Quadro 6A: Análise de variância de peso seco de raízes finas (PSRF), de raízes médias (PSRM) e de raízes grossas (PSRG), aos 9 e 14 meses após plantio no campo de mudas dos clones 11 e 20 de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, produzidas em tubetes, submetidas a três níveis de poda radicular

CAUSAS DE VARIAÇÃO	PSRF		PSRM		PSRG		
	9MESES	14 MESES	9MESES	14 MESES	9MESES	14 MESES	
	G.L.	Q.M.	Q.M.	Q.M.	Q.M.	Q.M.	
MG***	1	38.5905112 ^{ns}	28859.7498 ^{**}	1743.3060 ^{ns}	111640.70084 ^{**}	1895128.1382 [*]	2911761.3629 ^{**}
DEFORMAÇÃO	2	46.2105392 ^{ns}	2445.53884 ^{ns}	96.501318 ^{ns}	7068.6623 ^{ns}	4082.2992 ^{ns}	456648.4684 ^{ns}
PODA	2	68.6127282 ^{ns}	3647.1657 ^{ns}	45.6995 ^{ns}	1277.5923 ^{ns}	95744.7474 ^{ns}	145415.8976 ^{ns}
MG X DEF	2	245.3488672 ^{ns}	331.2251 ^{ns}	959.9873 ^{ns}	952.8301 ^{ns}	86005.5741 ^{ns}	238647.3228 ^{ns}
MG X POD	2	119.4197386 ^{ns}	2357.9952 ^{ns}	32.0425 ^{ns}	6.2222 ^{ns}	5512.2958 ^{ns}	26964.2144 ^{ns}
DEF X POD	4	61.7833031 ^{ns}	1212.8541 ^{ns}	490.3910 ^{ns}	3055.3814 ^{ns}	91905.8905 ^{ns}	1106337.0117 ^{ns}
MG X DEF X POD	4	76.9333842 ^{ns}	2645.1260 ^{ns}	751.5785 ^{ns}	5201.5240 ^{ns}	127345.3555 ^{ns}	1212710.7868 ^{ns}
RESÍDUO	36	261.8559203	2309.0684	825.0434	3418.6737	333925.2757	2249326.6856
CV%		64.228	35.429	63.910	40.493	48.346	38.594

*** MG: Material genético

** significativo pelo teste de tukey

ns não significativo

APÊNDICE B

Quadro 1B: Análise de variância de comprimento de raízes (CR), diâmetro de raízes (DR), sobrevivência (SO) e enraizamento (EN) das miniestacas de híbridos de *Eucalyptus urophylla* x *E.grandis* no Setor de Enraizamento, produzidas sob diferentes substratos e períodos de permanência no setor

CAUSAS DE VARIAÇÃO	G.L.	CR	DR	SO	EN
		Q.M.	Q.M.	Q.M.	Q.M.
SUBSTRATO	1	1152.843*	0.000947*	25.07867*	117.3096*
VAZÃO	1	1137.825*	0.000935*	13.0344*	269.6533*
PERÍODO	3	4372.656*	0.000112 ^{ns}	15.20454*	20432.85*
SUB X VAZ	1	10.38569 ^{ns}	0.000112 ^{ns}	8.477105*	173.1906*
SUB X PER	3	344.2983*	0.000199 ^{ns}	16.07259*	17.04915 ^{ns}
VAZ X PER	3	49.44229 ^{ns}	0.000174 ^{ns}	11.26212*	4.462348 ^{ns}
SUB X PER X VAZ	3	7.210793 ^{ns}	0.000202 ^{ns}	8.513274*	94.12525*
TRATAMENTO	15	1108.125 ^{ns}	0,00027 ^{ns}	13.31651 ^{ns}	4147.04 ^{ns}
RESIDUO	64	57.73558	0.00013	0.922309	26.85547
CV%		33.55855	20.48226	0.968058	7.309366

** significativo pelo teste de tukey

ns não significativo

APÊNDICE C

Quadro 1C: Análise de variância de altura (H), diâmetro do colo (D) e massa seca da parte aérea (MSPA), no final do ciclo de produção no viveiro de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* 100 dias após a semeadura, em função das podas no sistema radicular das mudas produzidas em sistemas de blocos

CAUSAS DE VARIÇÃO	H			
	G.L.	Q.M.	DC	MSPA
		Q.M.	Q.M.	Q.M.
TRATAMENTO	2	5.7473697 ^{ns}	1.4385158 ^{ns}	38.1020534 ^{**}
RESIDUO	24	5.1717986	1.6464395	1.1561221
CV%		5.803	41.233	27.873

** significativo pelo teste de média

ns não significativo

Quadro 2C: Análise de variância de comprimento de raízes (CR) e diâmetro de raízes (DR) no final do ciclo de produção no viveiro de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* 100 dias após a semeadura, em função das podas no sistema radicular das mudas produzidas em sistemas de blocos

CAUSAS DE VARIÇÃO	CR		
	G.L.	Q.M.	DR
		Q.M.	Q.M.
TRATAMENTO	2	3305808.7483472 ^{**}	0.0000259 [*]
RESIDUO	24	294762.6326898	0.0000037
CV%		30.764	6.306

** significativo pelo teste de média

ns não significativo

Quadro 3C: Análise de variância de altura (H) e diâmetro do colo (D), das plantas de *Eucalyptus camaldulensis*, após plantio no campo, submetidas a diferentes regimes de poda no viveiro

CAUSAS DE VARIÇÃO	H			D		
	G.L.	Q.M.		Q.M.		
BLOCO	3	5552.0337818*		95.9985102**		
ÉPOCA	4	144909.0168577**		2634.5170352**		
TRATAMENTO	2	3223.0452516 ^{ns}		53.2626380 ^{ns}		
EPO X TRAT	8	263.8732169 ^{ns}		4.0969255 ^{ns}		
RESIDUO	42	996.5565847		13.7794741		
CV%		15.430		14.929		

** significativo pelo teste de tukey
 ns não significativo