

MUDAS DE EUCALIPTO PRODUZIDAS A PARTIR DE MINIESTACAS EM DIFERENTES RECIPIENTES E SUBSTRATOS¹

Teresa A. S. de Freitas², Deborah G. Barroso³, José G. de A. Carneiro³, Ricardo M. Penchel⁴ e Fábio A. M. M. de A. Figueiredo⁵

RESUMO – Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de mudas de híbridos naturais de *Eucalyptus grandis* e *E. saligna* produzidas a partir de miniestacas, em tubetes de 50 cc e em blocos prensados com as dimensões de 40 x 60 x 7cm. O experimento foi realizado em DIC, no fatorial 2 x 7 (2 clones e 7 tratamentos) com quatro repetições, no viveiro da Aracruz Celulose S.A., no período de julho a setembro de 2002. Foram analisadas as adequações dos substratos, casca de arroz carbonizada + casca de eucalipto (AR), bagaço de cana + torta de filtro (BT) e turfa, para produção de mudas nos dois tipos de recipientes. Foram feitas avaliações de diâmetro e altura das brotações, área foliar e massa seca da parte aérea. O substrato BT, quando em tubetes, não apresentou bom resultado, sendo o inverso observado quando se utilizou esse substrato em sistemas de blocos prensados. As mudas produzidas nesse sistema exibiram maior velocidade no crescimento.

Palavras-chave: Eucalyptus, recipientes e substratos.

EUCALYPTUS STECKLINGS PRODUCED IN DIFFERENT CONTAINERS AND SUBSTRATES

ABSTRACT – The objective of this work was to evaluate the quality of *Eucalyptus grandis* and *E. saligna* natural hybrid minicuttings, produced in tubes (50cc) and pressed blocks (40x60x7cm). The experiment was conducted in a completely randomized design, in a 2x7 factorial arrangement (2 clones and 7 treatments) with four replicates (192 minicuttings), in the Aracruz nursery, from July to September 2002. The following substrates were tested; carbonized rice husk + eucalyptus bark (AR), sugarcane bagasse + sugarcane filter cake (BT) and peat (T), for steckling production in two types of containers. The stecklings were evaluated for stem diameter and height, leaf area, shoot dry matter. The BT substrate in tubes did not give good results, different from when it was used in the pressed block system. The stecklings produced in pressed block system gave higher growth speed.

Keywords: Eucalyptus, containers and substrates.

1. INTRODUÇÃO

No início dos plantios de eucalipto em larga escala, as mudas eram produzidas por meio de sementes não melhoradas, o que muitas vezes resultava em má qualidade dos povoamentos, devido à desuniformidade do material.

Atualmente, a produção comercial de mudas de eucalipto na maioria das empresas florestais é realizada em sua quase totalidade por meio de propagação vegetativa, permitindo uma melhoria na produtividade e qualidade das florestas, garantindo vantagens como uniformidades dos povoamentos, melhor adaptação dos clones às

¹ Recebido em 1º.12.2004 e aceito para publicação em 05.04.2006.

² LFIT/CCTA/UENF, Av. Alberto Lamego, 2000 – Horto, 28013-602 Campos-RJ. E-mail: <tfreitas@uenf.br>.

³ LFIT/CCTA/UENF. E-mail: <deborah@uenf.br>. <carneiro@uenf.br>.

⁴ ARACRUZ Celulose. E-mail: <rp@aracruz.com.br>.

⁵ LFIT/CCTA/UENF. <fabio_uenf@yahoo.com.br>.

condições locais e aumento na produtividade (XAVIER e COMÉRIO, 1996). Entre as técnicas utilizadas para produção de mudas, a miniestaquia, que é uma técnica recente de propagação vegetativa, que surgiu a partir das limitações da microestaquia, utilizada para a obtenção de material rejuvenescido em laboratório de micropropagação, tanto no que tange aos aspectos técnicos, estruturais e operacionais quanto ao custo dessa produção (XAVIER e WENDLING, 1998).

Na década de 1980 ocorreu no Brasil a introdução de tubetes cônicos de polipropileno, como recipientes de mudas e a vermiculita expandida como substrato (CAMPINHOS Jr. e IKEMORI, 1983). Esses recipientes apresentam várias vantagens, como a facilidade operacional, resultante da mecanização, conseqüente redução na mão-de-obra e melhores condições de trabalho, maximizando a produção.

As pequenas dimensões dos tubetes e, conseqüentemente, o pequeno volume de substrato que suportam exigem, entretanto, aplicação de doses elevadas de nutrientes, devido às perdas por lixiviação, resultante da necessidade de regas freqüentes (NEVES et al., 1990). Outro prejuízo observado foi a perda de água e de nutrientes, quando se utiliza o recurso da fertirrigação, visto que os espaços entre os tubetes representam elevado porcentual das áreas das bandejas e, ainda, os recipientes cujas paredes não são perfuráveis tendem a formar mudas com deformações radiculares, que podem persistir após o plantio (SCHMIDT-VOGT, 1984; NOVAES, 1998; BARROSO et al., 2000c).

Recomenda-se que as mudas sejam plantadas com um mínimo de distúrbios e exposição do sistema radicular, reduzindo o estresse do plantio e aumentando, conseqüentemente, a sobrevivência e o crescimento no campo (TINUS e McDONALD, 1979). Portanto, a forma dos recipientes deve evitar deformações nas raízes.

As mudas provenientes de estacas apresentam uma possibilidade maior de desenvolver deformações radiculares, em razão de o crescimento inicial ser mais superficial e não haver definição de uma raiz pivotante (HARTMANN e DALE, 1975). No trabalho desenvolvido por Schwengber et al. (2002), com propagação da ameixeira através de estacas, esses autores observaram não apenas maior comprimento das raízes, como também melhor distribuição espacial destas, quando foram utilizados recipientes de maior volume, evidenciando-

se que o comprimento das raízes é diretamente proporcional à capacidade do recipiente.

Em alguns países estrangeiros, prioriza-se o uso de recipientes de paredes perfuráveis ou ausentes. Entre estes, destaca-se, na Finlândia, a utilização do sistema de blocos prensados, capaz de produzir mudas com elevado potencial de regeneração de raízes e favorável desenvolvimento morfológico radicular, em razão da ausência de paredes, o que evita seu confinamento ou direcionamento (PARVIAINEN, 1990). No Brasil, alguns autores têm testado a viabilidade técnica de produção de espécies florestais e frutíferas em blocos com substratos prensados (CARNEIRO e PARVIAINEN, 1988; CARNEIRO e BRITO, 1992; NOVAES, 1998; MORGADO et al., 2000; BARROSO et al., 2000a; LELES et al., 2000; SCHIAVO e MARTINS, 2002), obtendo-se mudas mais vigorosas e com maiores dimensões, em comparação com os sistemas tradicionais de produção. Destes, apenas Schiavo e Martins (2002) testaram a produção através de propagação vegetativa de goiaba.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* e *E. saligna* produzidas a partir de miniestacas, em tubetes e em blocos prensados com diferentes substratos.

2. MATERIALE MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na área de produção de mudas da empresa Aracruz Celulose S.A., no Município de Aracruz, na região litorânea no Estado do Espírito Santo, localizada a 19°48' S e 40°17' W. A precipitação no período de condução do experimento foi de 332,5 mm; temperatura média de 21,7 °C, sendo a mínima de 18,5 °C e a máxima de 26,3 °C, e a umidade relativa mínima foi de 57,7% e a máxima de 93,3%, de junho a setembro de 2002.

Foram produzidas mudas clonais de híbridos naturais de *Eucalyptus grandis* (2029) e *E. saligna* (1428). Para implantação dos minijardins, esse material foi coletado em Rio Claro (SP), em locais de testes de procedência, onde cada espécie é plantada numa pequena área circundada por outras espécies do mesmo gênero.

As mudas foram produzidas por meio de miniestaquia, sendo as miniestacas (± 4 cm) obtidas a partir da coleta de brotações do minijardim clonal. No momento do estaqueamento, estas eram colocadas

em contato com auxina em pó (AIB – 3.000 mg kg⁻¹), para facilitar o seu enraizamento.

O estaqueamento foi realizado em tubetes (50 cc) e em blocos prensados, apresentando cada bloco a mesma densidade de mudas das bandejas de tubetes (96).

Foram utilizados os seguintes substratos: 1) Composto de bagaço de cana-de-açúcar + torta de filtro de usina açucareira – BT, na proporção de 3:2 (v:v); 2) casca de eucalipto decomposta + casca de arroz carbonizada – AR, na proporção de 7:3 (v:v), substrato utilizado pela Aracruz Celulose S.A.; 3) Turfa: substrato prensado, importado da Finlândia há aproximadamente 15 anos, em forma de blocos. As características dos substratos encontram-se nas Tabelas 1 e 2.

Após o tratamento hormonal, os dois clones foram submetidos aos seguintes tratamentos: T1 - tubete com o substrato AR e adubação; T2 - tubete com substrato BT e adubação; T3 - tubete com substrato BT; T4 - bloco com o substrato AR e adubação; T5 - bloco com substrato BT e adubação; T6 - bloco com substrato BT; e T7 - bloco prensado com substrato turfa finlandesa.

Os substratos foram adubados com Osmocote (19-6-10) na dose de 1,5 kg m⁻³ de substrato.

Na confecção dos blocos, foi adicionado Stockosorb nos diferentes substratos (10 g dm⁻³), para obtenção de agregação e expansão dos substratos após o

Tabela 1 – Análise física dos substratos casca de arroz carbonizada + casca de eucalipto (AR), bagaço de cana + torta de filtro (BT) e turfa

Table 1 – Physical analysis of the substrates: sugarcane bagasse + cane sugar filter cake (BT), carbonized rice husk + eucalyptus bark (AR) and peat

Característica	Unidade	Substrato				
		AR		BT		Turfa
		P	NP	P	NP	P
Porosidade total	m ³ m ⁻³	0,91	0,89	0,91	0,92	0,89
Macroporosidade	m ³ m ⁻³	0,54	0,70	0,51	0,78	0,47
Microporosidade	m ³ m ⁻³	0,36	0,18	0,40	0,15	0,42
Dens. aparente	Mg m ⁻³	0,26	0,32	0,21	0,19	0,13
Densidade real	Mg m ⁻³	–	4,00	–	2,45	1,14

O material prensado foi obtido após o umedecimento dos substratos. P = substrato prensado e NP = substrato sem prensagem.

umedecimento. Após a secagem dos substratos, o polímero foi peneirado sobre eles, sendo feita a homogeneização dos materiais com enxada. Em seguida, essa mistura foi umedecida, colocada em uma forma metálica (40 x 60 x 20 cm) e prensada, sendo utilizada uma força de 10 kgf cm⁻², por cinco minutos.

Após a confecção, os blocos foram colocados em uma caixa plástica (60 x 40 x 7 cm) com fundo telado, para permitir a poda aérea natural das raízes. Em seguida, foi colocada uma tampa sobre a caixa, com 96 cones de 1 cm de altura em sua face inferior, destinados a marcar os pontos de estaquia.

As mudas foram conduzidas segundo os procedimentos da empresa. Após o estaqueamento, as bandejas foram levadas para o setor de enraizamento (casa de vegetação com irrigação, temperatura média de 20,75 °C e 91% UR), setor de aclimação (casa de sombra com irrigação e sombreamento móvel) e setor de crescimento e rustificação (áreas abertas com irrigação e a pleno sol no pátio), permanecendo por 20, 40 e 30 dias, respectivamente. Após a fase de aclimação das mudas, passou a ser realizada adubação de cobertura, via água de irrigação, com macro e micronutrientes². A partir da fase de aclimação, foi reduzida a irrigação das mudas produzidas em blocos, em razão da elevada retenção observada nos substratos.

Tabela 2 – Análise química dos substratos casca de arroz carbonizada + casca de eucalipto (AR), bagaço de cana + torta de filtro (BT) e Turfa

Table 2 – Chemical analysis of the substrates: sugarcane bagasse + cane sugar filter cake (BT), carbonized rice bark + eucalyptus husk (AR) and peat

Característica	Unidades	Substrato		
		AR	BT	Turfa
CE	µS cm ⁻¹	1,10	1,40	0,24
pH		5,61	5,36	4,60
N	g Kg ⁻¹	12,01	23,78	9,87
P	mg dm ⁻³	59,77	60,07	46,14
K	mmol _c dm ⁻³	52,35	85,00	36,00
S	g Kg ⁻¹	1,94	3,67	4,51
Ca	mmol _c dm ⁻³	41,00	66,92	55,5
Mg	mmol _c dm ⁻³	40,44	106,76	74,53

*N: método de Nessler, S= turbidimetria, P e K= extrator de Mehlich-1 e Ca e Mg= extrator de KCL 1 M.

² NKS - 1,3 g L⁻¹; Ca(NO₃)₂ - 2,1 g L⁻¹; MAP - 0,9 g L⁻¹; Uréia - 0,9 g L⁻¹; (NH₄)₂SO₄ - 1,5 g L⁻¹; MgSO₄ - 1,3 g L⁻¹; Tenso Fe - 12,5 mg L⁻¹; H₃BO₃ - 11 mg L⁻¹; ZnSO₄ - 0,06 mg L⁻¹; MnSO₄ - 2,4 mg L⁻¹; CuSO₄ - 0,15 mg L⁻¹; e Na₂MoO₄ - 0,05 mg L⁻¹.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 7, constituído por dois clones (*Eucalyptus grandis* e *E. saligna*) e os sete tratamentos descritos, com quatro repetições, sendo cada repetição composta por 192 mudas.

Foi avaliado o enraizamento das estacas aos 26 dias pela visualização de raízes no fundo do recipiente, pela resistência ao leve toque de remoção da estaca do substrato e pela remoção do topo do substrato (aproximadamente 5 mm), para visualizar os primórdios radiculares, determinando-se, assim, o percentual de estacas enraizadas. Com relação a essa característica foram avaliadas 96 mudas por repetição, sendo tomadas três repetições por tratamento.

A sobrevivência das mudas foi avaliada aos 26 e 40 dias.

Todas as mudas de cada repetição foram avaliadas quanto ao comprimento e ao diâmetro da brotação mais próxima do ápice da estaca, no ponto de inserção, medidos com uma régua milimetrada e paquímetro digital, respectivamente. Essas avaliações foram feitas aos 26, 40, 50, 60, 70 e 90 dias.

A área foliar e a massa seca das brotações foram determinadas aos 90 dias. A área foliar foi avaliada em quatro mudas por parcela, utilizando-se um medidor de área eletrônico de bancada (LI-3000, LI-COR Inc.) e a massa seca das brotações, após a secagem em estufa a 75 °C, por um período de 48 horas.

Para a individualização das mudas nos blocos prensados foi utilizada uma serra, cortando-os nos sentidos transversal e longitudinal.

O comprimento das raízes foi avaliado aos 50, 60 e 90 dias através do programa QuantRoot desenvolvido por professores do Depto. de Solos da UFV³, que realiza medição direta das raízes nas imagens digitalizadas em escala real, em que o programa cria linhas de igual comprimento ao das raízes.

Os dados foram submetidos a análises de variância e as médias dos tratamentos, comparadas pelo teste de Tukey (5%). Foram ajustados modelos de regressão para o comportamento das mudas nos diferentes

tratamentos, para cada característica avaliada ao longo do tempo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os clones comportaram-se de maneira diferente em relação ao enraizamento das estacas, apresentando o *Eucalyptus grandis* maior porcentagem que o de *E. saligna* (Tabela 3). Ambos os clones tiveram o mesmo comportamento com relação aos tratamentos, ocorrendo maior porcentagem de estacas enraizadas quando foram utilizados o sistema de tubete, com o substrato casca de arroz carbonizada e casca de eucalipto (TUB+AR), e o sistema de blocos, com placas de turfa (BL+TURFA). Entretanto, as diferenças ocorreram apenas com relação às mudas produzidas no sistema de blocos, com substrato bagaço de cana e torta de filtro, com e sem adubação (BL+BT e BL+BT+A). Foi observado, visualmente, que o substrato BT tem alta capacidade de absorção e retenção de água, o que é acentuado com a adição de polímeros no sistema de blocos. Isso pode ter provocado, nessa fase, a redução do enraizamento das estacas, já que é fundamental a manutenção da aeração na base da estaca para se obter um bom enraizamento. Apesar dessa observação, os materiais apresentam porosidade adequada (Tabela 1), segundo padrões apresentados por Gonçalves e Poggiani (1996), citados por Valeri e Corradini (2000).

Não foram observadas diferenças no percentual de sobrevivência das mudas com relação aos tratamentos até os 26 dias (Tabela 3), em ambos os clones. Aos 40 dias foi observado redução na sobrevivência dos clones em todos os tratamentos, sendo a diminuição mais acentuada nas mudas produzidas em sistemas de tubetes com substrato bagaço de cana + torta de filtro sem adubação (TUB+BT).

De acordo com os dados operacionais da Aracruz Celulose S.A., uma mortalidade de 15 a 20% das mudas após a sua transferência do setor de enraizamento para o setor de aclimação pode ser considerada normal, em razão de diferenças climáticas e do manejo diferenciado entre os setores, estando o sistema radicular das mudas pouco desenvolvido, favorecendo a morte das estacas. Observou-se que, nos dois clones, apenas nos tratamentos com utilização do substrato AR o percentual

3 Fornecido pelo professor Elpidio Inácio Fernandes Filho.

de sobrevivência foi mantido dentro dessa faixa esperada. O substrato BT necessita de maior tempo para seu umedecimento, apresentando posteriormente alta retenção dessa umidade, características que podem ter favorecido maior porcentual de mortalidade das estacas, embora a diferença entre os tratamentos não tenha sido significativa.

O efeito dos tratamentos sobre o crescimento das mudas em diâmetro e altura das brotações (Figura 1) começou a ser notado aos 40 dias após o estaqueamento, sendo observado crescimento mais acentuado nas mudas produzidas em sistema de blocos quando foram utilizados os substratos BT e TURFA. As mudas produzidas em sistema de tubetes com o substrato BT foram as que apresentaram o menor desenvolvimento dos dois clones.

O menor crescimento em altura e diâmetro das mudas dos dois clones, quando estas foram produzidas em sistemas de tubetes, também foi observado por Leles et al. (2000), Morgado et al. (2000) e Barroso et al. (2000a). Para Barroso et al. (2000a), o substrato BT não foi adequado para a produção de mudas de espécies florestais em sistema de tubetes.

De forma geral, as mudas produzidas em sistema de blocos prensados tiveram diâmetro das brotações e altura maiores em relação às mudas produzidas em sistema de tubetes. Carneiro e Parviainen (1988), em experimento com *Pinus elliotti*; Novaes (1998), com *Pinus taeda* L.; Morgado et al. (2000), com *Eucalyptus*

grandis; Leles et al. (2000), com *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. pellita*; Schiavo e Martins (2003), com *Acacia mangium*; e Silva (2003), com *Coffea canephora*, verificaram que mudas produzidas em blocos prensados apresentaram valores de altura da parte aérea e **diâmetro de colo** significativamente superiores aos das mudas produzidas em sistema de tubetes, sendo tais diferenças atribuídas ao maior volume de substratos disponibilizado para o sistema radicular das mudas pelos blocos e pela ausência de restrição do sistema radicular, causada pelas paredes dos tubetes.

A partir dos 60 dias, foi observado que as mudas dos dois clones, produzidas em blocos, apresentaram diâmetro e altura adequados para plantio (Figura 1). Entretanto, o manejo adotado, adequado para produção em tubetes, não permitiu rustificação antecipada das mudas, o que deverá ser ajustado em experimentos futuros. Barroso et al. (2000a) também observaram que as mudas de *E. camaldulensis* e *E. urophylla* exibiram altura e diâmetro do colo superiores aos das mudas que foram produzidas em tubetes, permitindo sua transferência antecipada para o campo.

Reis et al. (1989), Leles et al. (2000) e Moroni et al. (2003), trabalhando com diferentes espécies de eucalipto, observaram que algumas espécies são mais sensíveis que outras à restrição do sistema radicular, e essa restrição provocada por recipientes afeta diretamente a parte aérea das mudas.

Tabela 3 – Enraizamento e sobrevivência das mudas de eucalipto, produzidas em diferentes recipientes e substratos
Table 3 – Rooting and survival percentage of eucalyptus stecklings produced in different containers and substrates

Tratamento	Enraizamento (%)			Sobrevivência (%)					
	26 Dias			26 Dias			40 Dias		
	<i>E. grandis</i> (2029)	<i>E. saligna</i> (1428)	Média	<i>E. grandis</i> (2029)	<i>E. saligna</i> (1428)	Média	<i>E. grandis</i> (2029)	<i>E. saligna</i> (1428)	Média
TUB+AR	75,5	64,4	69,9 A	99,6	100,0	99,8A	80,8	78,3	79,5 AB
TUB+BT+A*	62,8	54,5	58,6 AB	97,5	98,7	98,1 A	65,4	52,1	58,7 AB
TUB+BT	58,9	60,0	59,0 AB	99,6	99,2	99,4 A	65,0	47,9	56,4 B
BL+AR	71,1	51,1	61,1 AB	99,2	100,0	99,6 A	81,7	85,4	83,5 A
BL+BT+A*	50,6	55,0	52,8 B	99,6	98,7	99,1 A	65,6	69,7	67,6 AB
BL+BT	49,4	47,8	48,6 B	99,6	97,1	98,3 A	65,8	79,2	72,5 AB
BL+TURFA	75,0	66,7	70,8 A	99,7	97,9	98,8 A	76,2	75,4	75,8 AB
Média	63,3 a	57,1 b		99,2 a	99,2 a		71,5 a	69,7 a	
CV (%)	15,56			1,64			19,53		

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

AR= Casca de arroz carbonizada + casca de eucalipto + adubação e BT= Bagaço de cana + torta de filtro.

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

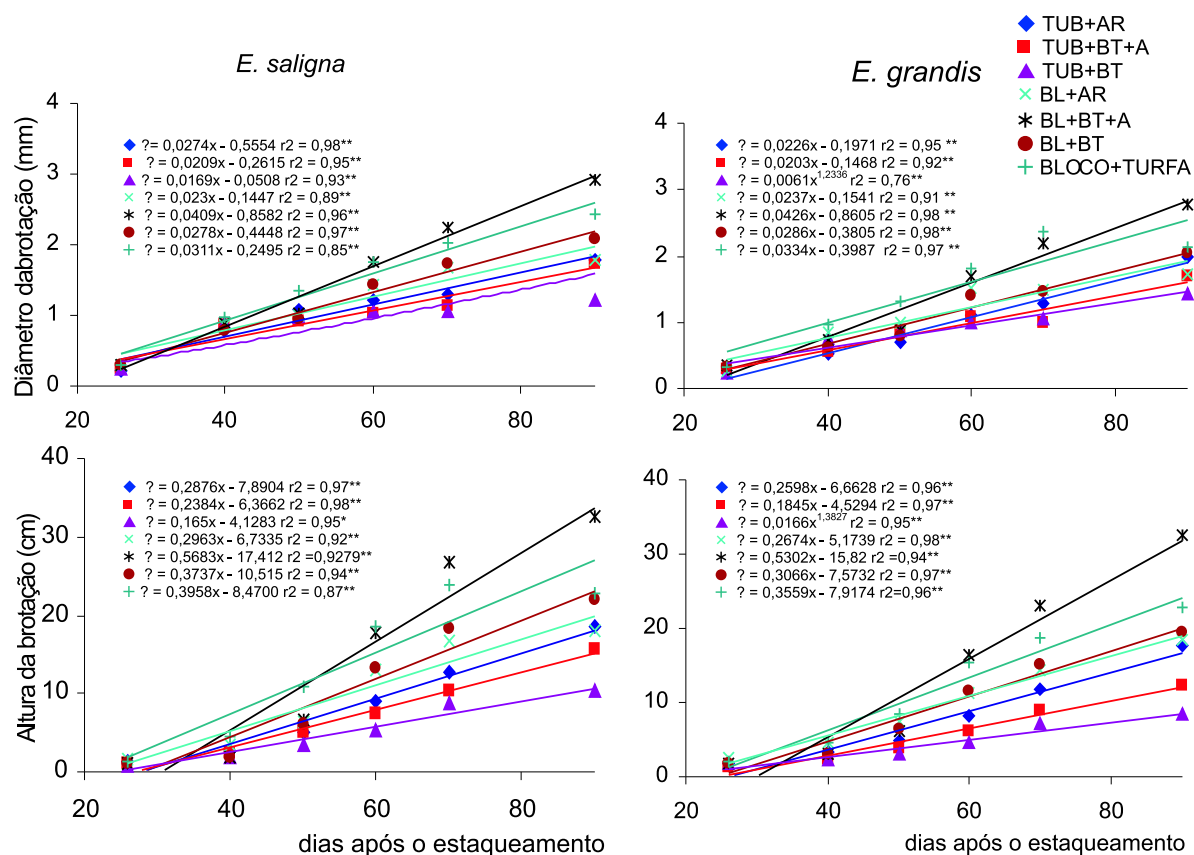


Figura 1 – Altura e diâmetro das brotações de mudas de eucalipto, produzidas em diferentes recipientes e substratos, em função do tempo de avaliação.

(TUB= tubete, BL= bloco prensado, AR= casca de eucalipto + casca de arroz carbonizado, BT= bagaço de cana + torta de filtro e A= Osmocote (19-6-10) 1,5 kg m⁻³ de substrato)

Figure 1– Height and diameter of eucalyptus cuttings produced in different containers and substrates, as a function of evaluation time.

(TUB= tube, BL= pressed block, AR= eucalyptus bark + carbonized rice husk, BT= sugarcane bagasse + sugarcane filter cake and A= Osmocote (19-6-10) 1.5 kg m⁻³ substrate)

Em geral, as mudas que apresentaram maior área foliar, em ambos os clones, foram aquelas produzidas em BL+BT+A, sendo que o *E. grandis* apresentou maior área foliar (Tabela 4).

Na comparação dos sistemas de produção, pode-se observar que as mudas geradas em sistema de blocos foram as que produziram maior área foliar em relação às produzidas em sistema de tubete (Tabela 4), o que evidencia a influência da restrição do crescimento do sistema radicular na produção da área foliar.

O crescimento da área foliar é uma das características mais influenciadas pela restrição do sistema radicular

(CRESSWELL e CAUSTON, 1988, citados por MARSCHNER, 1995). Em trabalhos realizados por Reis et al. (1989) com *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana*; Campostrini (1997) com *Carica papaya* L.; Leles et al. (2000) com *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. Pellita*; Barroso et al. (2000a) com *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla*; e Samôr et al. (2002) com *Anadenanthera macrocarpa* e *Sesbania virgata*, foi observado que as mudas produzidas em recipientes de baixo volume apresentaram menor área foliar em relação aos recipientes de maior capacidade. Reis et al. (1989), trabalhando com *Eucalyptus grandis* e *E. cloeziana*; Yeh e Chiang (2001), com *Hidrangea*

macrophylla; e Schiavo e Martins (2003), com *Acacia mangium*, também demonstraram que as dimensões dos recipientes influenciaram o crescimento dessas espécies, sendo as menores dimensões obtidas em mudas produzidas em recipiente de menor volume, o que eles atribuíram à restrição do sistema radicular.

De acordo com Richards (1977), a restrição ao desenvolvimento do sistema radicular provoca redução no crescimento da parte aérea, de modo a favorecer um desenvolvimento mais equilibrado.

Aos 90 dias, as mudas produzidas em BL+BT+A se destacaram, apresentando maior massa seca (Tabela 5), mesma tendência observada na área foliar (Tabela 4). Entretanto, a maior área foliar das mudas de *E. grandis*, diante da mesma massa seca entre as duas espécies, indica que o sistema proposto resultou em maior concentração de massa seca no caule do *E. saligna*, o que é de grande importância para a produção de madeira.

A redução no crescimento em mudas produzidas em TURFA, ao final da rotação, poderia ser atribuída aos menores teores de N, P e K nesse substrato, com relação aos demais (Tabela 2). Entretanto os valores estão bem acima do recomendado por Gonçalves e

Poggiani (1996), citados por Valeri e Corradini (2000).

Foram avaliadas, quanto ao comprimento, raízes com diâmetro médio de 0,35 mm. Segundo Rylter (1997), esse comprimento é a principal característica utilizada pelos pesquisadores para a obtenção da quantidade absorvida de água e nutrientes pelas raízes por unidade de volume de substrato.

Houve diferença no comprimento de raízes produzidas pelas mudas entre os dois clones no viveiro, sendo os maiores valores observados em *E. grandis*, o que também foi observado na avaliação do percentual de estacas enraizadas (Tabela 3).

Aos 50 dias, o menor comprimento de raízes foi observado nos tratamentos BL+BT, com e sem adubação. Comportamento semelhante foi verificado nos dados referentes ao percentual de enraizamento de estacas. Esse substrato, no sistema de blocos, não apenas reduziu o número de estacas enraizadas como também o comprimento de raízes emitidas pelas estacas. Como não houve variação entre substratos no sistema de tubetes, a adição do polímero, juntamente com a alta retenção de umidade desse substrato, pode ter prejudicado o enraizamento no estágio inicial de desenvolvimento (Tabela 6).

Tabela 4 – Área foliar (cm²) de mudas de eucalipto, produzidas em diferentes recipientes e substratos, aos 90 dias
Table 4 – Leaf area (cm²) of eucalyptus seedlings produced in different containers and substrates at 90 days of age

Espécies	Tratamentos						
	TUB+AR	TUB+BT+A*	TUB+BT	BL+AR	BL+BT+A*	BL+BT	BL+TURFA
<i>E. grandis</i>	5,10 c B	5,61 c A	4,98 c A	10,68 b A	16,99 a A	10,96 b A	10,70 b A
<i>E. saligna</i>	8,07 bc A	5,71 c A	7,37 bc A	8,97 bc A	14,13 a B	8,30 bc A	9,94 b A
CV (%)	18,5						

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

AR= casca de arroz carbonizada + casca de eucalipto + adubação e BT= bagaço de cana + torta de filtro.

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

Tabela 5 – Massa seca da parte aérea em g de mudas de eucalipto, produzidas em diferentes recipientes e substratos, aos 90 dias

Table 5 – Aerial part dry mass of eucalyptus seedlings, produced in different containers and substrates, at 90 days of age

Espécies	Tratamentos						
	TUB+AR	TUB+BT+A*	TUB+BT	BL+AR	BL+BT+A*	BL+BT	BL+TURFA
<i>E. grandis</i>	0,57 bcA	0,58 c A	0,39 c A	0,73 c A	1,76 a A	0,84 bc A	1,02 b A
<i>E. saligna</i>	0,64 bcA	0,46 c A	0,62 c A	0,46 c A	1,37 a A	0,64 bc A	0,89 b A
CV (%)	30,2						

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

AR= casca de arroz carbonizada + casca de eucalipto + adubação e BT= bagaço de cana + torta de filtro.

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

Tabela 6 – Comprimento das raízes de mudas de eucalipto, produzidas em diferentes recipientes e substratos
Table 6 – Root length of eucalyptus seedlings roots, produced in different containers and substrates

Tratamento	Comprimento de Raízes (cm)					
	50 Dias		60 Dias		90 Dias	
	<i>E. grandis</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. saligna</i>
TUB+AR	370,7 a A	483,2 a A	358,34 a C	489,7 a AB	702,9 a BC	565,7 a BC
TUB+BT+A*	330,5 a AB	377,6 a AB	414,0 a C	369,9 a B	682,1 a BC	600,7 a BC
TUB+BT	411,9 a A	380,7 a AB	444,3 a C	371,3 a B	562,2 a C	656,8 a BC
BL+AR	354,3 a A	370,3 a AB	784,4 a A	661,6 a A	831,2 a AB	487,0 b C
BL+BT+A*	226,6 a AB	232,3 a B	409,9 a C	384,9 a B	819,9 b AB	1042,3 a A
BL+BT	117,8 a B	175,7 a B	480,4 a BC	451,9 a AB	691,5 a BC	737,6 a B
BL+TURFA	287,3 a AB	370,4 a AB	700,0 a AB	483,5 b AB	1006,4 a A	503,6 b BC
CV (%)	32,9		25,3		21,7	

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

AR= casca de arroz carbonizada + casca de eucalipto + adubação e BT= bagaço de cana + torta de filtro.

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

Aos 60 dias, pode-se observar que a restrição do sistema radicular alterou a tendência do comprimento das raízes, reduzindo as diferenças em *E. saligna* e acentuando aquelas em *E. grandis*. No *E. saligna*, destaca-se o tratamento BL+AR e em *E. grandis*, BL+AR e BL+TURFA, com diferenças acentuadas nas mudas produzidas em tubetes.

Ao final do ciclo de produção, não foram observadas variações no comprimento de raízes dos clones estudados, com relação aos substratos, quando produzidos em sistema de tubetes, enquanto no sistema de blocos os clones apresentaram variações em seu comportamento nos diferentes substratos. O *E. saligna* apresentou maior comprimento quando foram utilizados os substratos BT, com e sem adubação, diferentemente do comportamento inicial, evidenciando-se o potencial desse substrato no sistema de blocos prensados para a produção de mudas com maior comprimento de raízes, sendo necessários ajustes nas proporções dos componentes e no manejo para o setor de enraizamento de estacas. O *E. grandis* não apresentou variação no comprimento de raízes nos diferentes substratos, no sistema de blocos.

De forma geral, as mudas produzidas em sistema de blocos prensados, apresentaram crescimento mais acelerado, o que se deve não apenas à ausência de restrição radicular, como também ao fato de o volume de substrato ser aproximadamente cinco vezes maior que a capacidade do tubete de 50 cc (BARROSO et al., 2000a). Schwengber et al. (2002), trabalhando com propagação de ameixeira por meio de estacas, observaram

não apenas maior crescimento em comprimento de raízes, como também melhor distribuição espacial destas, quando foram utilizados recipientes de maior volume, indicando que o comprimento das raízes produzidas pelas mudas é diretamente proporcional à capacidade do recipiente.

A utilização do bagaço de cana + torta de filtro também apresentou vantagens sobre algumas características avaliadas em relação aos demais substratos no sistema de blocos, entretanto a fertilização potencializou esses resultados. Serrano (2003), produzindo mudas de citrus, e Silva (2003), mudas de café, observaram deficiência inicial de Mg nas mudas produzidas no substrato BT, entretanto as mudas apresentaram crescimento mais acelerado que aquelas produzidas em substratos comerciais. Nesse experimento, não se observou nenhuma deficiência nutricional, provavelmente em razão de a adubação de cobertura ter sido fornecida via água de irrigação.

4. CONCLUSÕES

As mudas produzidas no sistema de blocos prensados apresentaram maior crescimento.

As mudas produzidas em blocos prensados têm condições de permanecer menos tempo no viveiro, sendo necessário, entretanto, ajustes durante o manejo para a redução do período de rotação.

A utilização de bagaço de cana + torta de filtro no sistema de blocos prensados proporciona mudas com desenvolvimento mais acelerado, tomando-se por base todas as características biométricas da parte aérea.

Entretanto, isso reduz o percentual de sobrevivência e enraizamento das estacas e o comprimento de raízes na fase inicial de produção, sendo necessários ajustes no manejo para este sistema de produção.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROSO, D.G.; CARNEIRO, J.G.A.; LELES, P.S.S. Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla* produzidas em tubetes e em blocos prensados, com diferentes substratos. **Floresta e Ambiente**, v. 7, n. 1, p. 238-250, 2000a.
- BARROSO, D.G. et al. Efeitos do recipiente sobre o desempenho pós-plantio de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla*. **Revista Árvore**, v. 24, n. 3, p. 291-296, 2000c.
- CAMPINHOS Jr, E.; IKEMORI, Y.K. Nova técnica para a produção de mudas de essências florestais. **IPEF**, v. 23, p. 47-52, 1983.
- CAMPOSTRINI, E. **Comportamento de quatro genótipos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) sob restrição mecânica ao crescimento do sistema radicular**. 1997. 166f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), - Universidade Estadual do Norte Fluminense - Campos dos Goytacazes, 1997.
- CARNEIRO, J.G.A.; BRITO, M.A.R. Nova metodologia para a produção mecanizada de mudas de *Pinus taeda* L. em recipientes com raízes laterais podadas. **Floresta**, v. 22, n. 1/2, p. 63-77, 1992.
- CARNEIRO, J.G. de A., PARVIAINEN, J.V. Comparison of production methods for containerized pine (*Pinus elliottii*) seedlings in South in Brazil. **Metsantutkimuslaitoksen Tiedonantoja**, v. 302, p. 6-24, 1988.
- CRESSWELL, A.; CAUSTON, D.R. The effect of roting space on whole plant and leaf growth in Brussels sprouts. (*Brassica oleracea* var. gemmifera). **Ann. Bot.**, v. 62, p. 549-558, 1988.
- GONÇALVES, J.L.M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. **Resumos...** Piracicaba: Sociedade Latino Americana de Ciências do Solo, 1996. (CD-ROM).
- HARTMANN, H.T.; DALE, E.K. **Propagación de plantas**. México: Continental, 1975. 662 p.
- YEH, D.M.; CHIANG, H.H., Growth and flower initiation in hydrangea as affected by root restriction and defoliation. **Scientia Horticultural**, v. 91, p. 123-132, 2001.
- LELES, P.S. et al. Qualidade de mudas de *Eucalyptus* spp. produzidas em blocos prensados e em tubetes. **Revista Árvore**, v. 24, n. 1, p. 13-20, 2000.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.
- MORGADO, I.F. et al. Nova metodologia de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden utilizando resíduos prensados como substratos. **Revista Árvore**, v. 24, n. 1, p. 27-33, 2000.
- MORONI, M.T.; NORLEDGE, D.; BEADLE, C.L. Root distribution of *Eucalyptus nitens* and *E. globules* in irrigated and droughted soil. **Forest Ecology and Management**, v. 177, p. 399-407, 2003.
- NEVES, J.C.L.; GOMES, J.M.; NOVAIS, R.F. Fertilização mineral de mudas de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. (Ed.) **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. 330 p.
- NOVAES, A.B. **Avaliação morfofisiológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L., produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes**. 1998. 118f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba 1998.
- PARVIAINEN, I. V. Future trends for containerized tree seedling production: a literature review. **Silva Fennica**, v. 24, n. 1, p. 93-103, 1990.
- REIS, G. G. et al. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**, v. 13, n. 1, p. 1-18, 1989.

- RICHARDS, D. Root shoot interaction. A functional equilibrium for water uptake in peach (*Prunus persica* L. botaoh), **Annual of Botany**, n. 41, p. 279-281, 1977.
- RYLTER, R. M., Fine root production and carbon and nitrogen allocation in basket willows. Doctoral thesis. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences. 1997.
- SAMÔR, O. J. M. et al. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, v. 26, n. 2, p. 209-215, 2002.
- SCHIAVO, J.A.; MARTINS, M. A. Produção de mudas de acácia colonizadas com micorrizas e rizóbio em diferentes recipientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 2, p. 173-178, 2003.
- SCHIAVO J. A.; MARTINS, M. A. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* l.), inoculadas com o fungo micorrízico Arbuscular *glomus clarum*, em substrato agro-industrial. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 24, n. 2, p. 519-523. 2002.
- SCHMIDT -VOGT, H. Morpho-physiological quality of forest tree seedlings: the present international status of research. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, 1984, Curitiba. **Métodos de produção e controle de qualidade de sementes e mudas florestais**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1984. p. 366-378.
- SCHWENGBER, J. E. et al. Utilização de diferentes recipientes na propagação da ameixeira através de estacas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 285 - 288, 2002.
- SERRANO L. A. L. **Sistemas de produção e doses de adubo de liberação lenta na formação de porta-enxerto cítrico (*Citrus limonia* Osbeck cv.)**. 2003. 97f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense - Campos dos Goytacazes, 2003.
- SILVA, J.I. **Produção de mudas de café (*Coffea canephora*) em diferentes recipientes e substratos**. 2003. 51f. Dissertação (Mestrado em produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense - Campos dos Goytacazes, 2003p.
- TINUS, R. W.; McDONALD, S.E. How to grow tree seedlings in containers in greenhouses. **Gen. Tech. Rep. RM USDA. Forest Service**, v. 60, p. 1-256, 1979.
- VALERI, S.V.; CORRADINI, L. Fertilização em viveiros para a produção de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 167-190.
- XAVIER, A.; COMÉRIO, J. Microestaquia: uma maximização da micropropagação de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, v. 20, n. 1, p. 9-16, 1996.
- XAVIER, A.; WENDLING, I. Miniestaquia na clonagem de *Eucalyptus*. **Viçosa, MG: SIF**, 1998. 10p. (Informativo Técnico SIF, 11).