

EFEITO DE DEFORMAÇÃO E PODA DAS RAÍZES DE MUDAS DE EUCALIPTO SOBRE O CRESCIMENTO NO CAMPO

Teresa Aparecida Soares de Freitas¹, Deborah Guerra Barroso², José Geraldo de Araújo Carneiro³,
Ricardo Miguel Penchel Filho⁴, Leonardo Silva Souza⁵

¹Eng.^a. Agrônoma, Dr.^a., UFRB, Cruz das Almas, BA, Brasil - tas_freitas@hotmail.com

²Eng.^a. Agrônoma, Dr.^a., UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil - deborah@uenf.br

³Eng. Florestal, Ph.D., UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil - carneiro@uenf.br

⁴Eng. Agrônomo, Ph.D., Aracruz Celulose S. A., Aracruz, ES, Brasil - rp@aracruz.com.br

⁵Eng. Agrônomo, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil - leouenf@hotmail.com

Recebido para publicação: 21/12/2007 – Aceito para publicação: 01/09/2008

Resumo

Avaliaram-se o efeito de deformações (dobra, estrangulamento e espiralamento) e podas das raízes de dois clones (11 e 20) de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* produzidos em tubetes. As mudas foram classificadas em três categorias: 0 (ausência de deformação); 1 (presença de 1 a 3 deformações) e 2 (4 a 6 deformações). Todas as mudas foram submetidas à poda apical (remoção da ponta do torrão em 3 cm), lateral (remoção da superfície de 2 mm do torrão) e ausência de podas. No campo, as mudas foram dispostas em DBC (4 blocos e 20 mudas por parcela). As mudas foram avaliadas em altura (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) e massa seca do sistema radicular (MSSR). Não houve diferença no crescimento em altura, diâmetro e produção de biomassa das plantas. O clone 11 apresentou maior produção de MSSR, de folhas e galhos. Não houve diferença na produção de lenho e casca entre clones. A aplicação da poda nas raízes das mudas não estimulou o crescimento diferenciado em relação à não aplicação, independentemente das deformações observadas.

Palavras-chave: *Eucalyptus urograndis*; tubetes; produção de biomassa.

Abstract

Effect of deformation and root pruning of eucalyptus cuttings on the growth in the field. The effect of root deformation (bends, spiraling and strangling) and root pruning in two clones (11 and 20) of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* grown in tubes were evaluated. The cuttings were graded in three classes: 0 (absence of deformation); 1 (presence of 1 to 3 deformations) and 2 (4 to 6 deformations). The cuttings were submitted to pruning: apical (removal of 3 cm of the clod bottom), lateral (removal of 2mm of the surface of the clod) and pruning absence. In the field the experiment was set up according to the Randomized Block Design, with 4 replicates with 20 seedlings. The plants were evaluated in height (2, 3, 9 and 14 months), diameter at the ground level (2 and 3 months) and DHC (9 and 14 months). Nine and 14 months after the planting, dry mass of the stem (MSPA) and dry root mass (MSSR) were evaluated. The results showed no difference in height growth, diameter and biomass production of the plants. The clone 11 presented higher production of dry mass of the root system, leaves and branches. No difference was found out in wood and bark production between the clones. The application of pruning in the roots seedlings didn't stimulate the growth differentiated in relation to the not pruned, independent of the observed deformations.

Keywords: *Eucalyptus urograndis*; tubes; production biomasses.

INTRODUÇÃO

A produção de mudas de espécies 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; POGGIANI, 1996).

Há necessidade de se criarem técnicas inovadoras, que diminuam a variabilidade na qualidade das mudas, muitas vezes influenciada por falta de conhecimento das práticas culturais aplicadas durante o processo de produção e de falta de padronização de procedimentos e critérios no momento da expedição dessas mudas para o campo, que podem refletir diretamente na sobrevivência, no crescimento inicial e na uniformidade dos povoamentos implantados.

Segundo revisão de Reis *et al.* (1991a), plantas com sistema radicular enovelado apresentam capacidade limitada de absorção de nutrientes, visto que as partes deformadas podem oferecer resistências na planta, podendo haver também desbalanço de reguladores de crescimento, o que pode comprometer o crescimento e a produtividade do povoamento.

De acordo com Liu; Latimer (1995), Robbins; Pharr (1988) e van Iersel (1997), a restrição ao crescimento da raiz reduz o crescimento de ramos laterais e a altura, devido ao decréscimo de raízes. Embora os efeitos da restrição de raiz na planta sejam semelhantes entre espécies, o baixo volume de raiz resultante nessas reduções de crescimento é diferente de espécie para espécie, especialmente ao serem consideradas a emissão e o crescimento de brotos laterais, de acordo com os autores.

Reis *et al.* (1991a), estudando podas das raízes de mudas de *Eucalyptus grandis* e *E. citriodora*, produzidas em tubetes, visando reduzir deformações das raízes devido ao volume do recipiente, observaram que as podas não promoveram diferenças significativas no crescimento em altura e diâmetro após 190 dias do plantio das mudas no campo. No entanto, as podas de 33, 50 e 66% propiciaram melhoria na configuração das raízes. Os autores constataram ainda que as podas de 50% e 66% podem prejudicar o desenvolvimento das mudas em condições de deficiência hídrica acentuada.

Atualmente, a produção de mudas de eucalipto é feita em tubetes de 54 cm³, o que permitiu 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, dependendo do tempo de estocagem no viveiro, o que limita o seu crescimento e desenvolvimento, com redução da área foliar, altura e produção de biomassa (REIS *et al.*, 1989; TOWNEND; DICKINSON, 1995; BARROSO *et al.*, 2000a), além de que 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 50 cm³, 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 ocasionar perda em incremento de biomassa. Os autores confirmaram perda de biomassa quando compararam mudas produzidas em tubete de 50 cm³ com mudas produzidas em blocos prensados, em mesma densidade no viveiro. As mudas produzidas em sistema de blocos prensados, em que 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 restrições ao sistema radicular de mudas podem apresentar sérias deformações radiculares após o plantio e menores taxas de crescimento inicial da parte aérea no campo (NOVAES *et al.*, 2002; BARROSO *et al.*, 2000c; FREITAS, 2003), acarretando perdas de produtividade.

O presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito de deformações e diferentes níveis de podas das raízes de mudas dos clones 11 e 20, híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, produzidas em tubetes, sobre o crescimento inicial após o plantio no campo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi montado na cidade de Carlos Chagas, Minas Gerais, com coordenadas 17°42' S e 40°45' W e altitude de 160 m, em uma área experimental da empresa Aracruz Celulose S.A.

Foram utilizados os clones 11 e 20, híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, produzidos 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 do sistema radicular.

Para as avaliações do grau de deformação (número de deformações presentes nas raízes), as mudas na fase de rustificação 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 a 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 é o desenvolvimento de forma circular das raízes laterais, contornando o interior do recipiente. As deformações obtidas devido ao contato da raiz com o 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, independentemente do tipo; e a deformação 2, correspondente a 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 a realização da poda apical do sistema, foi removida a ponta do torrão a 3 cm do seu ápice, e para a poda lateral foi feito a remoção de 2 mm da superfície externa lateral, em toda a circunferência 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, para diminuição do estresse provocado pela poda. A exposição do sistema radicular das mudas às condições ambientais antes do transplante não ultrapassou 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 no 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 0–2,0 mm de diâmetro, médias as de 2,1–4 mm e grossas aquelas com mais de 4 mm.

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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos não afetaram o crescimento em altura das plantas nas épocas avaliadas (Figura 1 e Tabela 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.

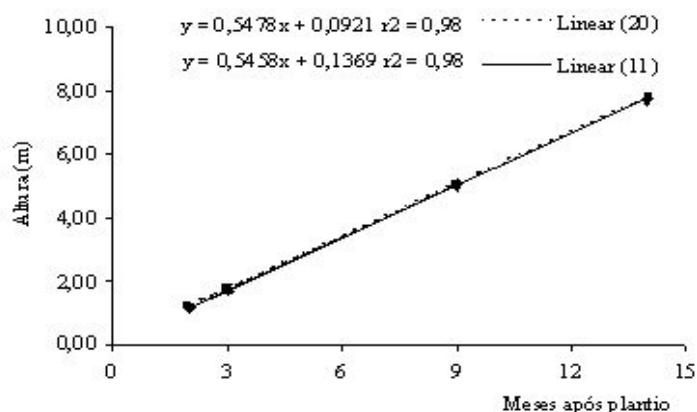


Figura 1. Crescimento pós-plantio das mudas dos clones 11 e 20 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* produzidas em tubetes.

Figure 1. Growth after planting of cuttling 11 and 20 of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* produced in tubes.

Tabela 1. Análise de variância da altura (H) aos 2, 3, 9 e 14 meses após o plantio no campo dos clones 11 e 20 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, produzidos em tubetes, submetidos a três níveis de poda radicular.

Table 1. Analysis of variance of height (H) at 2, 3, 9 and 14 months after out planting of the clones 11 and 20 of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, grown in tubes, submitted to three levels of root pruning.

Causas de variação	G.L.	H			
		2 meses	3 meses	9 meses	14 meses
		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.

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

Andersen; 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 2 e Tabela 3). 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 2. Diâmetro do colo (D) e diâmetro à altura do peito (DAP) de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* após o plantio, em função das podas radiculares das mudas.

Table 2. Diameter (D) and diameter at breast height (DBH) of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* after planting, as a function of cutting root pruning.

Podas	D (cm)		DAP (cm)	
	2 meses	3 meses	9 meses	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%).

Tabela 3. 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 *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, produzidos em tubetes, submetidos a três níveis de poda radicular.

Table 3. Analysis of variance of the diameter (D) at 2 and 3 months and diameter at breast height (DAP) at 9 and 14 months after out planting of the clones 11 and 20 of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, grown in tubes, submitted to three levels of root pruning.

Causas de variação	G.L.	D		DAP	
		2 meses	3 meses	9 meses	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.

Segundo Reis *et al.* (1996), a poda das raízes pode ser realizada com o 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 nas características avaliadas apenas entre os clones (Tabela 4, 5 e 6). Contudo, Andersen; 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 (Tabelas 4, 5 e 6).

Tabela 4. Produção de biomassa aérea após o plantio no campo dos clones 11 e 20 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*.

Table 4. Production of aerial biomass of clones 11 and 20 of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* after planting in the field.

	9 meses		CV (%)	14 meses		CV (%)
	Clone 11	Clone 20		Clone 11	Clone 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%).

Tabela 5. Análise de variância de peso seco da casca (PSC) e das folhas (PSF) aos 9 e 14 meses após plantio de mudas dos clones 11 e 20 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, produzidas em tubetes, submetidas a três níveis de poda radicular.

Table 5. Analysis of variance of dry weight of the bark (PSC) and leaves (PSF) at 9 and 14 months after out planting of seedlings of the clones 11 and 20 of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, grown in tubes, submitted to three levels of root pruning.

Causas de variação	G.L.	PSC		PSF	
		9 meses	14 meses	9 meses	14 meses
		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.

Tabela 6. Análise de variância de peso seco do galho (PSG) e do lenho (PSL) aos 9 e 14 meses após o 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.

Table 6. Analysis of variance of dry weight of the branch (PSG) and of the wood (PSL) at 9 and 14 months after out planting of seedlings of the clones 11 and 20 of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, grown in tubes, submitted to three levels of root pruning.

Causas de variação	G.L.	PSG		PSL	
		9 meses	14 meses	9 meses	14 meses
		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.

Malavasi; Malavasi (2006) produziram mudas de *Cordia trichotoma* (Vell) Arrab. ex Stend e *Jacaranda micranta* Cham. 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, houve diferença apenas 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, com o clone 11 apresentando maior biomassa em relação ao clone 20 (Tabela 7 e Tabela 8). 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 7. Produção de biomassa radicular após o plantio no campo dos clones 11 e 20 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*.

Table 7. Production of root biomass of clones 11 and 20 of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* after planting in the field.

	9 meses		CV (%)	14 meses		CV (%)
	Clone 11	Clone 20		Clone 11	Clone 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%).

Tabela 8. Análise de variância de peso seco de raízes finas (PSRF), médias (PSRM) e grossas (PSRG), aos 9 e 14 meses após o plantio de mudas dos clones 11 e 20 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, produzidas em tubetes, submetidas a três níveis de poda radicular.

Table 8. Analysis of variance of dry weight of fine (PSRF), of middle size (PSRM) and of thick roots (PSRG), at 9 and 14 months after out planting of seedlings of the clones 11 and 20 of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, grown in tubes, submitted to three levels of root pruning.

Causas de variação	G.L.	PSRF		PSRM	
		9 meses	14 meses	9 meses	14 meses
		Q.M.	Q.M.	Q.M.	Q.M.
MG***	1	38,5905112 ^{ns}	28859,7498**	1743,3060 ^{ns}	111640,70084**
Deformação	2	46,2105392 ^{ns}	2445,53884 ^{ns}	96,501318 ^{ns}	7068,6623 ^{ns}
Poda	2	68,6127282 ^{ns}	3647,1657 ^{ns}	45,6995 ^{ns}	1277,5923 ^{ns}
MG x DEF	2	245,3488672 ^{ns}	331,2251 ^{ns}	959,9873 ^{ns}	952,8301 ^{ns}
MG x POD	2	119,4197386 ^{ns}	2357,9952 ^{ns}	32,0425 ^{ns}	6,2222 ^{ns}
DEF x POD	4	61,7833031 ^{ns}	1212,8541 ^{ns}	490,3910 ^{ns}	3055,3814 ^{ns}
MG x DEF x POD	4	76,9333842 ^{ns}	2645,1260 ^{ns}	751,5785 ^{ns}	5201,5240 ^{ns}
Resíduo	36	261,8559203	2309,0684	825,0434	3418,6737
CV%		64,228	35,429	63,910	40,493

Causas de variação	G.L.	PSRG	
		9 meses	14 meses
		Q.M.	Q.M.
MG***	1	1895128,1382*	2911761,3629**
Deformação	2	4082,2992 ^{ns}	456648,4684 ^{ns}
Poda	2	95744,7474 ^{ns}	145415,8976 ^{ns}
MG x DEF	2	86005,5741 ^{ns}	238647,3228 ^{ns}
MG x POD	2	5512,2958 ^{ns}	26964,2144 ^{ns}
DEF x POD	4	91905,8905 ^{ns}	1106337,0117 ^{ns}
MG x DEF x POD	4	127345,3555 ^{ns}	1212710,7868 ^{ns}
Resíduo	36	333925,2757	2249326,6856
CV%		48,346	38,594

*** MG: material genético; **: significativo pelo teste de Tukey; ^{ns}: não significativo.

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 50 cm³, 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 mearnsii* 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 e o volume de solo explorado pela planta é fundamental para garantir a sobrevivência da planta nessas condições limitantes. Considerando que os plantios devam ser manejados em diferentes rotações, é importante que a melhor adequação da arquitetura radicular seja obtida com o 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 indica o estudo de novas práticas para estimular um crescimento mais acelerado das mudas após o plantio, uma vez que o sistema adotado não está se mostrando adequado para produção de mudas de qualidade.

São importantes estudos de novas metodologias com ênfase no desenvolvimento do sistema radicular de mudas de espécies florestais no viveiro, em especial para produção comercial de mudas de espécies de eucaliptos para lotes destinados a sítios de condições edafoclimáticas desfavoráveis, uma vez que a uniformidade no povoamento para produção comercial é essencial.

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.

O clone 11 apresentou maior produção de massa seca dos diferentes compartimentos do sistema radicular, de folhas e galhos.

Não houve diferença na produção de lenho e casca entre clones.

REFERÊNCIAS

ANDERSEN, L.; BENTSEN, N. S. Survival and growth of *Abies nordmanniana* in forest and field in relation to stock type and root pruning prior to transplanting. **Annals of Forest Science**. Versailles, v. 60, p. 757-762, 2003.

BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. de A.; LELES, P. S. dos S. Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla*, produzidas em tubetes e em blocos prensados, com diferentes substratos. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 7, n. 1, p. 238-250, 2000a.

BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. de A.; NOVAES, A. B.; LELES, P. S. dos S. Efeitos do recipiente sobre o desempenho pós-plantio de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 24, n. 3, p. 291-296, 2000c.

FREITAS, T. A. S. **Sistemas de blocos prensados para produção de mudas clonais de eucalipto**. Campos dos Goytacazes: 115 p. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense – Darcy Ribeiro, Campo dos Goytacazes, 2003.

FREITAS, T. A. S.; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. de A.; PENCHEL FILHO, R. M.; LAMÔNICA, K. R.; FERREIRA, D. de A. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 853 – 861, 2005.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. 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, 1996. 1 CD-ROM.

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

LIU, A.; LATIMER, J. G. Water relations and abscisic acid levels of watermelon as affected by rooting volume restriction. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 46, n. 289, p. 1011-1015, 1995.

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

MATTEI, V. L. **Comparação entre semeadura direta e plantio de mudas produzidas em tubetes, na implantação de povoamentos de *Pinus taeda* L.** 149 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

MORGADO, I. F.; CARNEIRO, J. G. A.; LELES, P. S. S.; BARROSO, D. G. Nova metodologia de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden utilizando resíduos prensados como substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 24, n. 1, p. 27-33, 2000.

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

NOVAES, A. B. de. **Avaliação morfofisiológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L., produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes.** 118 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

NOVAES, A. B.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; LELES, P. S. S. Comportamento de mudas de *Pinus taeda* produzidas em raiz nua e em dois tipos de recipientes, 24 meses após o plantio. **Floresta**, Curitiba, v. 31, p. 62-71, 2002.

REIS, G. G.; REIS, M. G. E.; RODRIGUES, F. L.; BERNARDO, A. L.; GARCIA, N. C. P. 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**, Viçosa, MG, v. 20, n. 2, p. 137-145, 1996.

REIS, G. G dos; REIS, M. das G. F.; BERNARDO, A. L.; MAESTRI, M. 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**, Viçosa, MG, v. 15, n. 1, p. 43 – 54, 1991a.

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

ROBBINS, N. S.; PHARR, D. M. Effect of restricted root growth on carbohydrate metabolism and whole plant growth of *Cucumis sativus* L. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 87, p. 409-413, 1988.

TOWNEND, J.; DICKINSON, A. L. A. Comparison of rooting environments in containers of different sizes. **Plant and Soil**, The Hague, v. 175, p. 139-146, 1995.

VAN IERSEL, M. Root restriction effects on growth and development of salvia (*Salvia splendens*). **HortScience**, Alexandria, v 32, n. 7, p. 1186-1190, 1997.