

# CRESCIMENTO DE MUDAS EM RAIZ NUA DE *Pinus taeda*, L., SOB CINCO ESPAÇAMENTOS NO VIVEIRO E SEU DESEMPENHO NO CAMPO

## GROWTH OF BARE ROOT *Pinus taeda*, L. SEEDLINGS UNDER FIVE SPACINGS IN THE NURSERY AND THEIR PERFORMANCE IN THE FIELD

José Geraldo de Araujo Carneiro<sup>1</sup>, Deborah Guerra Barroso, Luis Maurício da Silva Soares<sup>2</sup>

### RESUMO

Mudas competem por luz, água e nutrientes. A área disponível para cada muda afeta o seu comportamento na exigência destes recursos. Cinco espaçamentos (2 x 2; 4 x 4; 6 x 6; 8 x 8 e 10 x 10 cm) foram usados, no estudo do crescimento de mudas de *Pinus taeda*, L., em viveiro, e após o plantio. As características analisadas foram: altura, diâmetro de colo, relação altura/diâmetro, massa fresca e seca (aérea, radicular e total). No viveiro, verificou-se que maiores espaçamentos propiciaram equivalentes crescimentos em altura e médias mais altas de diâmetro de colo, de massa fresca, seca e mais equilibrada relação altura/diâmetro de colo. Mudas foram distribuídas em classes de altura para a observação do comportamento de diâmetro de colo e relação altura/diâmetro de colo. Constatou-se que, em uma mesma classe, maiores médias de diâmetro de colo e mais equilibradas relações altura/diâmetro de colo foram obtidas nos maiores espaçamentos. Dez meses após o plantio, maiores médias de sobrevivência e crescimento foram verificadas em mudas produzidas em maiores espaçamentos. Nesta ocasião, com base em dimensões padronizadas de altura, plantas foram arrancadas, para análise do sistema radicular. Nos maiores espaçamentos foram constatados maior número de raízes de primeira e segunda ordens (diâmetro com espessura superior a 1 mm) e massas fresca e seca de raízes finas micorrizadas (espessura inferior a 1 mm). Em ambas as fases, para a maioria das características de qualidade, o espaçamento de 6 cm apontou médias equivalentes às dos que lhe são maiores.

Palavras-chave: densidade de mudas, qualidade de mudas, características morfológicas, crescimento de raízes.

### ABSTRACT

Seedlings compete for light, water and nutrients. The available area for each seedling affects their behaviour related to requirements for these resources. Five spacings (2 x 2; 4 x 4; 6 x 6; 8 x 8 and 10 x 10 cm) were used to study the growth of *Pinus taeda*, L. seedlings in the nursery and after the outplanting. The analyzed characteristics were: height, root collar diameter, height/root collar diameter ratio, fresh and dry matter weights (stem, root and total). It was observed in the nursery that higher spacings stimulated equivalent height growth, and higher averages of root collar diameter, fresh and dry weights, and better height/root collar diameter ratio balance. Seedlings were distributed in height classes with the aim to observe the behaviour of height and height/root collar diameter ratio. It was verified that in the same class higher root collar diameter averages and better balanced height/root collar diameter ratios were achieved in higher spacings. Ten months after the planting higher survival percentages and growth were observed in the seedlings cultivated in larger spacings. At this time, with basis on standardized heights some saplings were pulled out with the objective to study their root systems. Largest spacings stimulated higher root number of first and second orders (diameter over 1 mm) as well as fresh and dry matter weights of thin roots with mycorrhizae presence (diameter less than 1 mm). In both parts of the experiment (for the majority of the quality characteristics) the 6 cm spacing pointed out equivalent averages compared with the largest ones.

Key words: seedlings density, seedling quality, morphological characteristics, root growth.

### INTRODUÇÃO

Segundo (CANNELL, 1985 e MEXAL & LANDIS, 1990), o espaçamento desempenha crucial papel no crescimento da muda, como um todo, alterando a relação entre a parte aérea e as raízes, afetando o desempenho no campo após o plantio. DRIESSCHE (1994) acrescenta que o espaçamento tem alta importância na produção de mudas, pois afeta o nível de sombreamento entre as mesmas, com alteração na alocação dos produtos da fotossíntese para a parte aérea. De acordo com BIRCHER et al. (1998), o espaçamento ideal, entre outros fatores, depende da espécie e das condições do sítio. Durante o período de produção, deve-se procurar a densidade com uma máxima quantidade de mudas por m<sup>2</sup>, sem prejuízo de sua qualidade morfológica das mudas, visando ao plantio e que tenha menor custo de produção.

Por este motivo, a obtenção de dados experimentais inclui, necessariamente, os coletados no final da produção, época de expedição das mudas para o plantio (CARNEIRO, 1995). Ainda segundo este autor, a classificação da qualidade de mudas visa ao aumento do percentual de sobrevivência e diminuição da frequência dos tratos culturais após o plantio.

Os critérios usados pelos pesquisadores, na avaliação da qualidade de mudas, são baseados nos valores das características morfofisiológicas do crescimento, obtidos ao final do período de produção, no viveiro, e que é peculiar de cada espécie. Entre estas características, a altura da parte aérea (H), diâmetro de colo (D), relação H/D e massa seca são as mais freqüentemente estudadas. FONSECA (2000) reporta que a relação H/D foi usada com sucesso na determinação da qualidade de mudas de *Trema micrantha* (criddiúva, condiúva, pau-de pólvora), *Cedrela fissilis* (cedro, cedro-rosa) e *Aspidosperma polineuron* (peroba, peroba-rosa). Muitos autores consideram a relação H/D um indicativo de vigor de mudas (CARNEIRO, 1995; SOUTH, 2000 e JOSÉ, 2003).

GOMES & PAIVA (2004) afirmam que a altura, combinada com seu diâmetro de colo, constitui uma das mais importantes características para estimar o crescimento das mudas após o plantio.

Para McTAGUE & TINUS (1996), o diâmetro de colo é a medida morfológica que melhor ajusta-se aos modelos de predição da sobrevivência, após o plantio.

Segundo JOSÉ (2003), mudas com alta qualidade, obtidas de seleção do material genético, adequadas práticas culturais no viveiro e de implantação no campo, são fatores

<sup>1</sup> Professor de Silvicultura, Laboratório de Fitotecnia – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). [carneiro@uenf.br](mailto:carneiro@uenf.br) . Av. Alberto Lamego, 2000, Cep: 28015-602. Tel: (22) 27261426 – Campos dos Goytacazes, RJ.

<sup>2</sup> Técnico em Agropecuária, Laboratório de Fitotecnia – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). [msoares@uenf.br](mailto:msoares@uenf.br) . Av. Alberto Lamego, 2000, Cep: 28015-602. Tel.: (22) 27261426 – Campos dos Goytacazes, RJ.

(Recebido para Publicação em 08/09/2005, Aprovado em 11/09/2007)

R. Bras. Agrociência, Pelotas, v.13, n.3, p. 305-310, jul-set, 2007

que determinam o sucesso dos plantios.

De acordo com BARROSO et al. (2000), em um estudo com mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla*, a existência de pequenas quantidades de raízes laterais primárias, finas e pouco ramificadas, dificultou a adequada exploração do solo, ressaltando que se deve evitar, ainda no viveiro, deformações radiculares. Segundo REIS et al. (1989), caso haja restrições ao desenvolvimento das raízes, podem ocorrer má formação e distribuição das mesmas, persistindo após o plantio e prejudicando o desempenho das plantas no campo. LELES et al. (2000) constataram, com estas mesmas espécies, que maiores volumes de substrato por muda ou maior espaçamento no viveiro favorecem a melhor formação das raízes, refletindo na melhor distribuição do sistema radicular, no campo, após o plantio.

O estudo da arquitetura radicular constitui-se da interação das características de crescimento das raízes, relacionadas à distribuição e quantificação no solo, nos sentidos ortotrópico e plagiotrópico, com a análise das suas deformações (CARNEIRO, 1995).

PAULINO et al. (2003) cultivaram mudas de acácia-negra (*Acacia mearnsii*) em um estudo sobre a resistência ao vento, no campo, três anos após o plantio e concluíram que os tombamentos ocorrem quando as mudas são produzidas em recipientes de pequenas dimensões (3 cm de diâmetro e 12 cm de altura) que induzem sistemas radiciais mal distribuídos, posicionados nas camadas superficiais do solo. BURNS & BRENDMUEHL (1971) estudaram o comportamento de mudas de *Pinus elliottii*, plantadas em sítios arenosos e secos. Constataram que acréscimos na densidade foram acompanhados por decréscimos na proporção de mudas consideradas aptas ao plantio. BARNETT (1983) verificou que mudas de *Pinus taeda* oriundas de menores densidades apresentaram menores médias de altura, porém com maiores valores de diâmetro de colo, de massas secas das partes aérea e radicular e melhor desempenho no campo. Resultados obtidos por SOUTH, BOYER & BOSCH (1985) em estudo com *Pinus taeda*, até 13 anos após o plantio, indicaram a superioridades de mudas com valores mais elevados que 4,7 mm de diâmetro de colo, originadas de maiores densidades no viveiro, mostrando maiores sobrevivência, crescimento em altura e incremento em volume. CARNEIRO (1995) considera ser primordial a interação densidade/espécie florestal, alertando ser também importante que fertilidade do substrato.

Os objetivos deste trabalho visaram avaliar a influência de diferentes espaçamentos na qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. no viveiro, em função de suas características morfológicas, a sobrevivência e desempenho de crescimento em altura e diâmetro ao nível do solo, além do crescimento das raízes no campo e avaliação da arquitetura do sistema radicular.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na estação Experimental do Centro Nacional de Pesquisas de Florestas, em Colombo-PR. A região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfb, sempre úmido, pluvial quente e temperado, com temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C e a do mês mais frio, inferior a 10°C, com mais de cinco geadas por ano e precipitação média anual de 1.500 mm, situada à latitude de 25° 26' S e longitude 49° 16' W, com altitude de 920 m (IAPAR, 1994).

Sementes de *Pinus taeda*, L. foram procedentes do pomar clonal da Rigesa- Papel e Embalagem Ltda., localizada no município de Três Barras, Santa Catarina.

A implantação do experimento envolveu duas fases: a) cultivo de mudas em raiz nua, durante sete meses; b) acompanhamento do desempenho no campo até que as plantas apresentassem altura que superassem a competição com a vegetação, o que ocorreu 10 meses, após o plantio.

Na primeira fase, os tratamentos consistiram no uso dos seguintes espaçamentos para o cultivo das mudas: 2 x 2 cm (2500 mudas m<sup>2</sup>); 4 x 4 cm (625 mudas m<sup>2</sup>); 6 x 6 cm (278 mudas m<sup>2</sup>); 8 x 8 cm (156 mudas m<sup>2</sup>) e 10 x 10 cm (100 mudas m<sup>2</sup>). A semeadura ocorreu na primavera (setembro), sendo a área do viveiro arada e gradeada duas vezes. Na seqüência, passou-se enxada rotativa, até que só houvesse pouca quantidade de torrões com pequenas dimensões.

As características morfológicas de avaliação da qualidade, ao final do período de produção de sete meses, indicado para esta espécie, foram: altura da parte aérea (H), diâmetro de colo (D), relação H/D, massa fresca e seca das partes aérea, radicular e total. As variáveis de massa seca foram obtidas após secagem, em estufa com circulação forçada de ar, foi de 105° C, por 10 horas, quando se constatou terem as mudas atingido peso constante, de acordo com BÖHM (1979). Nesta ocasião, também amostras de 50 mudas, por parcela, foram distribuídas em classes de altura, com 4,9 cm de intervalo, para observação de variações de comportamento do D e relação H/D, segundo alturas comparáveis da parte aérea.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições, com parcelas de 1 m<sup>2</sup>. Para a comparação de médias dos tratamentos, usou-se o teste de comparação de médias de Duncan, ao nível de 95% de probabilidade.

A segunda fase do experimento foi implantada no campo, em abril (outono), seguindo-se um longo período chuvoso, após o plantio, sendo usado o espaçamento de 2 x 2 metros. Nesta fase, o critério de seleção das mudas para o plantio baseou-se em dimensões. As mudas foram escolhidas com as médias de altura e diâmetro de colo, oscilando o menos possível das respectivas médias observadas na fase de viveiro. Foi avaliada a sobrevivência no 10º mês, quando se julgou estar estável o percentual de mortalidade após o plantio. Os valores, expressos em percentagens, foram transformadas em  $\sqrt{100-P}$ , para fins estatísticos. Nesta ocasião, mediram-se, também, a altura, o diâmetro ao nível do solo e a relação entre estas duas variáveis.

Na seqüência das operações, também no 10º mês, foram arrancadas duas mudas de altura padronizada, em cada parcela, para a observação visual da ocorrência de deformações radiculares, distribuição das raízes nos quadrantes em torno da raiz pivotante, assim como o crescimento das raízes. Como critério para a amostragem destas mudas, foram medidas as alturas, calculando-se as médias e os desvios padrões desta característica. As duas mudas selecionadas tiveram suas alturas dentro do limite de mais 1/3 e menos 1/3 do desvio padrão. O crescimento radicular foi expresso por: a) número de raízes secundárias de primeira e segunda ordem, com diâmetros de dimensões iguais ou superiores a 1,0 mm, tomados na base de suas inserções; b) pelas massas fresca e seca de raízes finas, micorrizadas, mas com espessura inferior a 1,0 mm.

Nesta segunda fase, o delineamento foi o de blocos ao acaso, contendo cinco parcelas e com três repetições. A área de cada parcela foi de 10 x 12 m, com 30 mudas dispostas em seis linhas, com cinco mudas cada, adotando-se um espaçamento de dois metros. Após a Análise de Variância, aplicou-se o teste de Duncan, ao nível de 95% de probabilidade, para comparação das médias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados das características estudadas de qualidade de mudas. Aos sete meses após a semeadura, encontrou-se diferença significativa para todas elas, exceto para a altura.

A Tabela 1 evidencia a superioridade dos três maiores espaçamentos, em confronto com os dois menores, no que se refere à altura, diâmetro de colo e relação altura/diâmetro de colo. Segundo CARNEIRO (1995), SOUTH (2000) e JOSÉ (2003) essas três características morfológicas são mais

frequentemente indicadas para a determinação de qualidade de mudas. As médias encontradas nas características relacionadas às massas, do menor tratamento (2 x 2 cm) indicam que esse tratamento gerou as mudas com a pior qualidade para plantio. O resultado constatado no presente experimento é compatível com os encontrados pelos pesquisadores mencionados e sinaliza ser o espaçamento 6 x 6 cm, o mais indicado, por ser estatisticamente equivalente aos que lhe são maiores e que demandam maior área no viveiro para a produção de uma mesma quantidade de mudas.

Tabela 1 - Médias das características morfológicas de avaliação de qualidade de mudas de *Pinus taeda*, L., ao final do cultivo, sete meses após a semeadura.

Espaçamento (cm)	Altura H(cm)	Parte Aérea H(cm)	Diâmetro Colo D(mm)	Relação H/D	Massa fresca (g)			Massa seca (g)		
					Parte aérea	Raízes	Total	Parte aérea	Raízes	Total
2 x 2	17,90 a		2,13 b	8,74 <sup>a</sup>	1,75b	0,37a	2,12b	0,34d	0,16c	0,50d
4 x 4	18,43 a		3,34 ab	5,70 b	4,13 a	1,15a	5,28ab	0,95 c	0,38ab	1,33cd
6 x 6	15,17 a		3,63 a	4,22 c	4,76 a	1,44a	6,20 a	1,12 bc	0,45ab	1,57 ab
8 x 8	15,02 a		4,03 a	3,77 c	6,25 a	1,54a	7,79 a	1,74 ab	0,55 a	2,29 a
10 x 10	14,33 a		3,93 a	3,71 c	5,88 a	1,46a	7,34 a	1,55 a	0,54 a	2,09 ab

Letras distintas, na coluna, indicam diferença significativa, ao nível de 95% de probabilidade, pelo Teste de Duncan.

SOUTH (2000) encontrou maiores valores médios das características de qualidade de *Pinus taeda*, em raiz nua, cultivadas em maiores espaçamentos, resultado que corrobora os encontrados no presente experimento. SAMÔR et al. (2002), também, observaram que mudas de *Sesbania virgata* e *Anadhenanthera macrocarpa*, produzidas em recipientes mais espaçados, propiciam maiores médias de matéria seca de mudas, resultado que também corrobora o constatado neste estudo. JOSÉ (2003) pesquisou qualidade de mudas de *Schinus terebinthifolia* Raddi e *Guazuma ulmifolia* Lam., cultivadas em tubetes, com dois volumes: 50 e 150 mL, porém com diferentes espaçamentos entre os recipientes. Constatou maiores médias de matéria seca de raízes das mudas, quando os tubetes encontravam-se mais espaçados, em ambos os volumes. Este resultado também valida o encontrado no presente experimento, visto que maiores espaçamentos, de forma geral, estimularam a observação de maiores médias das características indicadoras de qualidade. BARROS et. al. (2000) também constataram este mesmo comportamento, no cultivo de tachi-branco. Os resultados do presente estudo permitem a observação de compatibilidade com os dos autores citados, embora a espécie aqui estudada não seja a mesma da maioria dos trabalhos mencionados. Segundo CARNEIRO (1995) nenhuma característica deve ser tomada, isoladamente, para a determinação da qualidade de mudas, mas, o conjunto delas é que fornece indicação da sua qualidade.

Na seqüência das operações descritas na metodologia deste estudo, as mudas foram amostradas em classes de altura (Tabela 2).

A Tabela 2 mostra que as maiores quantidades de mudas foram encontradas nas três classes centrais de altura (14-14,9; 15-19,9 e 20-24,9) em todos os tratamentos. Uma pequena freqüência de mudas pôde ser observada nas classes extremas da distribuição, razão pela qual não se procedeu à análise de variância destas classes.

Constataram-se, também, significativos aumentos entre as médias de diâmetro de colo, quando os espaçamentos foram mais amplos, enquanto que os da relação altura/diâmetro de colo foram decrescentes, comprovando a influência dos valores do diâmetro de colo, na relação altura/diâmetro de colo. CARNEIRO (1980) adotou esta metodologia de distribuição em classes, em trabalho com *Picea abies* e *Pinus sylvestris*, constatando a mesma tendência de crescimento que os verificados no presente estudo. Porém, nenhuma outra referência bibliográfica foi encontrada, para discussão, no que concerne à distribuição de mudas em classes de H, visando à avaliação da correlação desta característica com D e relação H/D.

Aos 10 meses após o plantio, foram avaliados o percentual de sobrevivência e o desempenho inicial das mudas (Tabela 3).

Na Tabela 3, observa-se que nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os tratamentos, com referência ao percentual de sobrevivência. Verifica-se, também, que os maiores valores médios de crescimento em altura e diâmetro ao nível do solo foram constatados nos três maiores espaçamentos e os menores, nos dois menores espaçamentos. Quanto à relação altura/diâmetro ao nível do solo, o tratamento 10 x 10 cm divergiu do menor, 2 x 2 cm. Infere-se, portanto, a importância exercida pelo espaçamento no que se refere a um equilibrado crescimento entre altura e diâmetro.

GOMES & PAIVA (2004) reportaram que há necessidade da definição de uma altura padrão, antes do plantio. Esta afirmação pôde ser constatada no presente experimento, visto que menores antes do plantio. Esta afirmação pôde ser constatada no presente experimento, visto que mudas produzidas nos espaçamentos maiores, apresentando menores médias de altura (Tabela1) resultaram em maior crescimento em altura e diâmetro ao nível do solo, 10 meses após o plantio. (Tabela 3). CARNEIRO (1995) relata a importância da classificação de

qualidade de mudas, apresentando valores adotados, em diferentes países, para diversas espécies. Nestas classificações, é adotada uma faixa de oscilação de altura

aérea, porém, cada uma com um limite mínimo de diâmetro de colo, abaixo do qual as mudas não são consideradas aptas ao plantio.

Tabela 2 - Distribuição das mudas de *Pinus taeda* L. em classes de altura (H) ao final do período de cultivo de sete meses.

Espaçamento (cm)	Classes de altura da parte aérea (cm)									
	5-9,9		10-14,9		15-19,9		20-24,9		25-29,9	
	D	H/D	D	H/D	D	H/D	D	H/D	D	H/D
<b>2 x 2</b>										
Médias	1,48	6,81	1,94c	7,07a	2,17 c	8,39 a	2,2c	10,22a	2,46	10,68
Freqüência	4		31		63		45		7	
<b>4 x 4</b>										
Médias	1,5	5,33	2,62 b	5,26 b	3,14 b	5,68 b	3,8 b	5,89 b	4,58	6,06
Freqüência	1		24		69		48		8	
<b>6 x 6</b>										
Médias	2,5	3,4	3,16 ba	4,1 bc	3,97 a	4,36 c	4,96 ab	4,57 bc	5,6	4,64
Freqüência	1		76		60		12		1	
<b>8 x 8</b>										
Médias	2,8	3,1	3,66 a	3,53 c	4,26 a	4,06 c	5,39 a	3,99 bc	*	
Freqüência	13		57		63		17			
<b>10 x 10</b>										
Médias	2,84	3,19	3,49 a	3,7 c	4,51 a	3,9 c	5,69 a	3,76 c	5,9	4,55
Freqüência	21		68		47		11		3	

Letras distintas, na coluna, indicam diferenças significativas, ao nível de 95% de probabilidade, pelo Teste de Duncan.

\* Nenhuma muda foi encontrada, nas três repetições, nesta classe de altura.

Tabela 3 - Sobrevivência e crescimento de mudas de *Pinus taeda*, L., produzidas em diferentes espaçamentos no viveiro, aos 10 meses após o plantio

Espaçamento no viveiro (cm)	Percentual de sobrevivência	Altura da parte aérea - H (cm)	Diâmetro ao nível do solo - D (mm)	Relação H/D
2 x 2	82,2 a	44,0 b	11,8 b	3,87 b
4 x 4	95,5 a	53,1 a b	14,4 a b	3,69 a b
6 x 6	98,9 a	55,4 a	15,8 a	3,53 a b
8 x 8	95,5 a	54,0 a b	15,5 a	3,53 a b
10 x 10	98,9 a	57,2 a	17,0 a	3,46 a

Os tratamentos que resultam em maiores médias de matéria seca evidenciam a possibilidade de que suas mudas possam, segundo TINUS (1996), apresentar maior percentual de sobrevivência no campo. De acordo com este autor, maiores médias de massa seca, obtidas em laboratório, podem dar condições de desempenho das mudas no campo. Embora estatisticamente os valores de sobrevivência tenham sido equivalentes, a diferença numérica do tratamento com menor espaçamento com os demais é de, no mínimo, 13,3 % (95,5 – 82,2) e, na prática, essa diferença é significativa, pois pode gerar a necessidade, no caso do menor espaçamento, de replantio. Na silvicultura, esta operação é indesejada, uma vez que aumenta os custos de implantação. Portanto, qualquer medida que evite o replantio é bem vinda.

Com referência ao crescimento em altura e ao diâmetro, medido ao nível do solo, os dois menores espaçamentos equivaleram-se. Contudo, como o espaçamento de 4 x 4 cm foi equivalente aos maiores, infere-se que possa estar ocorrendo uma recuperação no crescimento das mudas, nesta época. Em espaçamentos muito restritos, no viveiro, a ocorrência de autosombreamento pode provocar queda ou seca de folhas da porção inferior das mudas, reduzindo ou até eliminando esta vantagem de maior crescimento inicial em sítios em competição com a vegetação, após o plantio (DANIEL et al., 1994 e FONSECA, 2000). Este fato pode explicar o menor desempenho do tratamento de 2 x 2 cm.

JOHNSON & CLINE (1991) afirmam que uma baixa relação altura/diâmetro de colo garante às mudas maior sobrevivência e crescimento. Esta afirmação converge com os

resultados do presente estudo, visto que as menores médias, deste cociente no viveiro (Tabela 1) proporcionaram maior crescimento, 10 meses após o plantio (Tabela 3).

Como o objetivo deste trabalho também foi avaliar o sistema radicular, no campo, 10 meses após o plantio, período

em que as plantas suplantaram a concorrência com a vegetação, duas plantas de altura aérea mais próxima da média foram cortadas e, cuidadosamente, os sistemas radiculares foram extraídos para a quantificação das raízes. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Crescimento radicular tomado nos pontos de inserção, de mudas de *Pinus taeda*, L., 10 meses após o plantio.

Espaçamento no viveiro (cm)	Número de raízes secundárias ( $\geq 1,0$ mm)			Massa (g) ( $\leq 1,0$ mm)	
	Primeira ordem	Segunda ordem	Total	Fresca	Seca
2 x 2	20	67	89	2,8 a	1,43 a
4 x 4	29	125	154	2,9 a	1,57 a
6 x 6	30	120	150	3,3 a	1,63 a
8 x 8	31	128	159	3,03 a	1,53 a
10 x 10	31	135	166	3,77 a	1,90 a

Constatou-se que mudas provenientes do menor espaçamento na primeira fase apresentaram, no campo, aos 10 meses, menores números de raízes, de primeira e segunda ordens, quando comparado com os demais espaçamentos. Também, verificaram-se acréscimos dos valores de matéria fresca e seca nos espaçamentos mais amplos. Estas observações podem justificar, matematicamente, o menor percentual de sobrevivência das mudas provenientes da produção de mudas no menor espaçamento, embora nenhuma diferença estatística tenha sido observada entre os tratamentos. Não foram encontradas, na literatura, referências de estudos que se reportam ao crescimento radicular e desempenho de mudas após o plantio.

#### CONCLUSÕES

O espaçamentos de 2 x 2 cm, para a produção de mudas de *Pinus taeda* deve ser evitado, pois não propicia condições de adequado crescimento, 10 meses após o plantio.

Sete meses após a semeadura, o espaçamento de 6 x 6 cm proporciona melhores características de qualidade das mudas, notadamente o diâmetro de colo, relação altura/diâmetro de colo e massa seca total. Embora o espaçamento de 8 x 8 cm tenha sido equivalente ao de 6 x 6 cm, este é mais econômico, uma vez que ocupa menos espaço no viveiro.

Dez meses após o plantio, o crescimento das mudas de todos os espaçamentos pesquisados, à exceção de 2 x 2 cm, indica a recuperação em altura e diâmetro ao nível do solo.

Não existiu qualquer anomalia, em todos os espaçamentos, da arquitetura do sistema radicular.

#### REFERÊNCIAS

BARNETT, J. P. Relating seedling morphology and physiology of containerized-grown southern pines to field success. Separata de: CONVENTION OF THE SOCIETY OF AMERICAN FORESTERS (1983: Portland). **Proceedings**. New Orleans: USDA. For. Serv. Southern Forest Experiment Station., 1983. p. 405-409.

BARROS, P. E. L.; PASSOS, C. A. M.; GONGALVES, M. R.; PERES-FILHO, M. R. Avaliação de mudas de tachi-branco (*Sclerolobium paniculatum*) variedade *rugosum* em diferentes recipientes, substratos e níveis de luminosidade. In:

CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6., 2000, Porto Seguro, **Anais ...** Rio de Janeiro: Biosfera, 2000.

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

BIRCHER, T.; ROSE, R. W.; ROYO, A.; PARDOS, M. La planta ideal: revision del concepto, parametros definitorios y implementati3n practica. **Investigation Agr3ria, Sistemas y Recursos Forestales**, Madrid, v.7, n.1/2, 1998.

BÖHM, W. **Methods of studying root systems**. Berlin: Springer-Verlag, 1979. 188 p.

BURNS, Russel, M.; BRENDMUEHL, R. H. Nursery bed density affects slash pine seedlings grade and grade indicates field performance. **Res. Paper SE**. USDA For. Serv., Asheville, n. 77, p. 1-7, 1971.

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

CARNEIRO, J. G de A. **Untersuchungen zu Fragen der morphologischen Merkmale und des Wasserhaushaltes junger Koniferen Pflanzen**. Freiburg, i.Br.,1980. 236 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Albert Ludwig Universitaet., Alemanha.

CARNEIRO, J. G. de A. **Métodos de produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR.- Universidade Federal do Paraná/FUPEF-Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. Campos dos Goytacazes: UENF-Universidade Estadual do Norte Fluminense, 1995. 451 p.

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

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

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cedrela fissilis* Vell. e *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg., produzidas sob diferentes períodos**

- de sombreamento.** Jaboticabal, 2000. 119 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros Florestais:** (propagação sexuada). 3.ed. Viçosa: UFV-Universidade Federal de Viçosa, 2004. 116p.
- IAPAR. **Cartas climáticas do Paraná.** IAPAR-Instituto Agrônomo do Paraná, 1994, 45 p.
- JOHNSON, J. D.; CLINE, M. L. Seedling quality of southern pines. In: DURYEY, M. L.; DOUGHERTY, P. (eds.). **Forest regeneration manual.** Netherlands: Klumer Academic Publishers, 1991. p.143-162.
- JOSÉ, A. C. **Utilização de mudas de espécies florestais produzidas em tubetes e sacos plásticos para revegetação de áreas degradadas.** Lavras, 2003. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). UFLA- Universidade Federal de Lavras.
- LELES, P. S. S.; CARNEIRO, J. G. de A.; BARROSO, D. G.; MORGADO, I. F. Qualidade de mudas de *Eucalyptus* spp. produzidas em blocos prensados e em tubetes. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 13-20, 2000.
- McTAGUE, J. P.; TIIUS, R. W. The Effects of Seedling Quality and Forest Site Weather on Field Survival of Ponderosa Pine. **Tree Planters Notes.** Washington, DC. n 33. 1996. Capturado em 10 set. 2001. Online. Disponível na Internet: <http://www.srs.fs.fed.us/pubs/rpc/1998-06rpc-98jun-33.pdf>.
- MEXAL, J. G.; LANDIS, T. D. Target seedlings concepts: height and diameter. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM: MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERIES ASSOCIATION, 1990, Oregon. **Proceedings** Oregon: USDA, 1990. p. 17-37.
- PAULINO, A., F.; MEDINA, C. de C.; NEVES, C. S. V. J.; AZEVEDO, M. C. B. de A.; HIGA, A. R.; SIMON, A. Distribuição do sistema radicular de árvores de acácia-negra oriundas de mudas produzidas em diferentes recipientes. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, p.605-610, 2003.
- REIS, G. G. et al. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**, Viçosa, v.13, v.1, p.1-18, 1989.
- SAMÔR, O. J. M. et al. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.2, p.209-215, 2002.
- SOUTH, D. B. Planting Morphologically Improved Pine Seedlings to Increase Survival and Growth. **Forestry and Wildlife Series**, Auburn, Alabama, v.1, p.14. 2000.
- SOUTH, DAVID B.; BOYER, James N.; BOSCH, Leonard. Survival and growth of Loblolly Pine as influenced by seedling grade: 13 year results. **Southern Journal of Applied Forestry**, Bethesda, M.D., v.9, n.2, p.76-81, 1985.
- TINUS, R. W. Root growth potential as an indicator of drought stress history. **Tree Physiology**, Victoria, v.16, n.8, p.795-799, 1996.