

CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Eucalyptus grandis* EM DIFERENTES TAMANHOS DE TUBETES E FERTILIZAÇÃO N-P-K¹

José Mauro Gomes², Laércio Couto², Helio Garcia Leite³, Aloisio Xavier³ e Silvana Lages Ribeiro Garcia⁴

RESUMO - O experimento foi instalado com o objetivo de estudar o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. O substrato utilizado foi uma mistura de 80% de composto orgânico (CO) e de 20% de moinha de carvão (MC), adubados com a presença e ausência dos elementos N, P e K. Como embalagens foram utilizados quatro tamanhos de tubetes de plástico rígido, com volumes de 50, 110, 200 e 280 cm³. Os volumes dos tubetes devem ser considerados para produção de mudas de *Eucalyptus grandis*. Apesar de os melhores crescimentos terem sido obtidos nos maiores tubetes, estes não devem ser utilizados, uma vez que as alturas das mudas estão acima das tecnicamente ótimas para o plantio, além de o custo de produção ser onerado. Aos 60 dias de idade as mudas ainda estão pequenas e bastante tenras, sem o endurecimento adequado para o plantio no campo. Aos 120 dias após a semeadura a restrição ao crescimento das raízes e da altura das mudas é afetada, mesmo nos tubetes de maiores volumes, não sendo essa a idade indicada. O tubete de 110 cm³ de volume deve ser considerado para mudas com 90 dias de idade.

Palavras-chave: Eucalipto, embalagem, mudas e viveiro.

GROWTH OF *Eucalyptus grandis* SEEDLINGS PRODUCED IN DIFFERENT SIZED TUBES AND N-P-K FERTILIZATION

ABSTRACT - An experiment was carried out to study the growth of *Eucalyptus grandis* seedlings produced in different sized tubes and N-P-K fertilization. A mixture of 80% organic compound (CO) and 20% charcoal powder fertilized with and without N, P and K was used as substrate. Four sizes of hard plastic tubes at the volumes of 50, 110, 200 and 280 cm³ were used as containers. The tube volumes must be considered for producing *Eucalyptus grandis* seedlings. Although the highest growths occurred in the larger tubes, these tubes should not be used because the seedling heights far surpass the ones considered as technically optimum for planting, and have a higher production cost. At 60 days of age, the seedlings are still small and quite tender, and do not present the hardness appropriate to field planting. At 120 days after sowing, the restriction to root growth and seedling height is affected even in the larger tubes, thus this is not the indicated age. The 110 cm³ volume tube must be considered for 90-day old seedlings.

Key words: *Eucalypt*, containers, seedlings and nursery.

1. INTRODUÇÃO

A produção de mudas em recipientes é o sistema mais utilizado, principalmente por permitir a melhor qualidade, devido ao melhor controle da nutrição e à proteção das raízes contra os danos mecânicos e a

desidratação, além de propiciar o manejo mais adequado no viveiro, no transporte, na distribuição e no plantio.

Devido à maior proteção das raízes o período de plantio poderá ser prolongado, uma vez que essas não se danificam durante o ato de plantar, promovendo maiores

¹ Recebido para publicação em 24.9.2001.

Aceito para publicação em 19.2.2003.

² Professor Titular de Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa - DEF/UFV, 36571-000 Viçosa-MG; ³ Professor Adjunto de Departamento de Engenharia Florestal da UFV. ⁴ Engenheira Florestal, M.S., Faculdade de Viçosa, 36571-000 Viçosa-MG

índices de sobrevivência e de crescimento (Daniel et al., 1982; Santos et al., 2000).

O tipo de recipiente e suas dimensões exercem influências sobre a qualidade e os custos de produção de mudas de espécies florestais (Carneiro, 1987).

Os volumes dos recipientes influenciam a disponibilidade de nutrientes e água (Böhm, 1979), devendo ser ressaltado que o maior volume promove a melhor arquitetura do sistema radicular, à semelhança do sistema radicular de mudas por semeadura direta no campo (Parviainen, 1976), apesar de grandes dimensões acarretarem maiores custos de produção, de transporte, de distribuição e de plantio (Gonzalez, 1988; Gomes et al., 1990), e a altura e o diâmetro variarem com a espécie (Ferreira, 1985; Carneiro, 1987; Gomes et al., 1990). No entanto, em geral, a altura da embalagem é mais importante do que o seu diâmetro para o crescimento de mudas de várias espécies florestais (Gomes et al., 1980, 1981, 1990).

Outro aspecto a ser considerado é a durabilidade da embalagem, ou seja, ela não poderá se desintegrar durante o período de produção das mudas, nem demorar muito tempo para se decompor no campo (Carneiro, 1995).

Diferentes recipientes utilizados na produção de mudas foram estudados por diversos pesquisadores (Bertolani et al., 1975; Barros et al., 1978; Gomes et al., 1977, 1985, 1991). De acordo com a maioria deles, o saco plástico superou os demais, apresentando algumas desvantagens como o envelhecimento do sistema radicular, a utilização de grandes áreas no viveiro, o uso de terra de subsolo como substrato, o alto custo do transporte das mudas para o campo e o baixo rendimento nas operações de distribuição e de plantio no campo.

Pesquisas foram realizadas com o objetivo de minimizar as desvantagens das principais embalagens existentes, principalmente as referentes aos sacos plásticos, porém os resultados não foram satisfatórios (Gomes et al., 1981).

A produção de mudas em recipientes de paredes lisas, à semelhança das sacolas plásticas, provoca o envelhecimento do sistema radicular (Parviainen, 1981), o que continua na fase de campo e provoca a baixa estabilidade das futuras árvores (Schimidt-Voght, 1984), devendo ser ressaltado que as deformações do sistema radicular em mudas de *Pinus* spp. (Parviainen & Tervo, 1989), de *Pinus taeda* e de *Pinus elliottii* (Carneiro, 1987) continuam causando sérios problemas no campo. Além disto,

apresentam baixa sobrevivência e crescimento inicial, por não ter um sistema radicular eficiente, podendo culminar em morte antes dos dois anos de idade ou permanecer, até a idade de corte, como uma árvore suprimida.

As pesquisas com embalagens para produção de mudas têm sido muito dinâmicas e sempre acatando o princípio de que o sistema radicular é importante, devendo apresentar boa arquitetura, e que, por ocasião do plantio, deverá sofrer o mínimo de distúrbios, o que permite que a muda seja plantada com um torrão sólido e bem agregado a todo o sistema radicular, favorecendo a sobrevivência e o crescimento inicial no campo.

A tendência atual é a substituição das sacolas plásticas pelos tubetes de plástico rígido, por apresentarem estrias longitudinais internas, minimizando os problemas, principalmente no que se refere ao envelhecimento do sistema radicular (Carneiro, 1985; Gomes et al., 1990), além de possibilitar a mecanização das operações de produção de mudas (Carneiro, 1995).

Os recipientes pequenos, tipo tubetes de plástico rígido, restringem o crescimento do sistema radicular, portanto não são indicados para produção de mudas de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* (Reis et al., 1989).

Os tubetes pequenos (50 cm³) podem causar menor crescimento no viveiro, mas o crescimento em altura de *Eucalyptus grandis* é recuperado no campo (BARROS et al., 1978), sendo indicadas, em relatos técnicos, algumas vantagens para o seu uso (Campinhos & Ikemori, 1983; Fagundes & Fialho, 1987).

A utilização dos tubetes de plástico rígido de 50 cm³ de volume, tendo como substrato a mistura de composto orgânico com moinha de carvão, proporcionou ao *Eucalyptus grandis* um sistema radicular bem mais agregado ao substrato (Gomes et al., 1985), sendo também mais agregado e apresentando uma significativa diferença quando comparado ao das mudas produzidas em sacolas plásticas (Gonçalves, 1987).

Hoje o mercado oferece tamanhos e formas diferenciadas de tubetes, indicados para várias espécies, mas ainda é carente de informações para produção de mudas, até mesmo de eucaliptos, que foi a espécie mais pesquisada nesse tipo de recipiente.

Na produção de mudas de eucaliptos foram testados modelos de tubetes, sendo indicado o de seção circular com 50 cm³; essa introdução revolucionou os viveiros,

trazendo avanços no processo de produção (Zani Filho et al., 1989), apesar de os de diferentes tamanhos serem mais adequados para outras espécies.

Na produção de mudas de *Eucalyptus grandis*, 90 dias após a semeadura, os tubetes de 50 cm³ foram mais adequados, promovendo o crescimento em altura das mudas superior ao das bandejas de isopor, com cavidades de 6,2 e 12,0 cm e volumes de 35 e 70 cm³, respectivamente (Gomes et al., 1985).

Os tubetes, em uso para grande número de eucaliptos, não proporcionou crescimento satisfatório de mudas de *Eucalyptus cloeziana* e *E. pyrocarpa* (Henriques, 1987), sendo inadequado para *Pinus taeda* (Novaes, 1998).

Mesmo existindo controvérsias, as vantagens dos tubetes justificam a sua utilização nas empresas florestais que necessitam produzir grandes quantidades de mudas em menor tempo, com relativo baixo custo e no padrão de qualidade exigido, além do fato de a mecanização do processo de produção de mudas ser uma exigência econômica. O futuro da produção de mudas depende da utilização do tubete ou de alguma embalagem semelhante e, preferencialmente, que seja biodegradável (GOMES et al., 1985).

O objetivo deste trabalho foi o avaliar o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi instalado no Viveiro de Pesquisas em Propagação de Plantas Lenhosas do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, em novembro de 2000.

As sementes de *Eucalyptus grandis* foram coletadas e fornecidas pela CENIBRA - Celulose Nipo-Brasileira S.A. da APS SBA-01.

A semeadura foi efetuada diretamente nos tubetes cônicos de plástico rígido, colocando-se, em média, cinco sementes por embalagem. Aos 30 dias após a semeadura, foi efetuado um raleio, com o objetivo de eliminar as mudas excedentes em cada embalagem, deixando-se apenas uma, sendo esta a melhor e a mais central.

Os quatro tamanhos de tubetes, com 50, 110, 200 e 280 cm³ de volume, ficaram acondicionados em bandejas plásticas suspensas a 80 cm do solo.

O substrato usado foi a mistura de 80% de composto orgânico e de 20% de moinha de carvão, por ser recomendado na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em tubetes (Gomes et al., 1985).

O composto orgânico foi produzido a partir de esterco bovino (40%) e de capim-gordura (60%), e a moinha de carvão foi obtida da trituração do carvão de eucalipto, tendo sido utilizada somente a porção de granulometria entre 1 e 5 mm.

A mistura do composto orgânico com a moinha de carvão foi expurgada com brometo de metila, aplicando-se 20 ml/m², tendo como objetivo a eliminação dos possíveis patógenos e das sementes indesejáveis (Gomes et al., 1978).

As fertilizações foram via água, sendo as doses aplicadas para cada metro cúbico do substrato, tendo como fontes o sulfato de amônio (0 e 600 g - N0 e N1), o superfosfato simples (0 e 5 kg - P0 e P1) e o cloreto de potássio (0 e 400 g - K0 e K1). As fontes foram moídas, dissolvidas em água e aplicadas ao substrato antes da semeadura, cujas análises apresentaram teores de fósforo (845 mg/dm³), de potássio (1.365 mg/dm³), de cálcio (3,24 cmol/dm³) e de magnésio (2,74 cmol/dm³).

A presença e a ausência do N, do P e do K, combinados entre si e com os quatro tamanhos de tubetes, constituíram os 32 tratamentos deste trabalho.

Os parâmetros utilizados nas avaliações dos resultados foram a altura da parte aérea (H), o diâmetro do colo (DC), o peso de matéria seca total (PMST), o peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA), o peso de matéria seca das raízes (PMSR), a relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do colo (RHDC), a relação entre a altura da parte aérea e o peso de matéria seca da parte aérea (RHPMSPA), a relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e o peso de matéria seca das raízes (RPPAR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD).

A H foi determinada com uma régua milimetrada, a partir do nível do substrato até a ponta da última folha, e o DC foi determinado ao nível do substrato, por um paquímetro de precisão. As determinações do PMSPA e do PMSR foram efetuadas a partir do material seco em estufa a 75 °C, por 72 horas. O PMST foi a soma dos pesos citados. As relações entre os parâmetros foram determinadas pela simples divisão.

O índice de qualidade de Dickson (IQD) foi determinado em função da H, do DC, do PMSPA e do PMSR, por meio da seguinte fórmula:

$$IQD = \frac{PMST (g)}{H (cm) / DC (mm) + PMSPA (g) / PMSR (g)}$$

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, dispostos em um arranjo fatorial com 32 tratamentos e três repetições, sendo a parcela composta por 18 mudas. Em cada uma das três medições realizadas foram utilizadas seis mudas.

A H, o DC, o PMSPA e o PMSR foram determinados, utilizando as seis mudas destinadas para tal, aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variâncias dos dados da H, do DC, da RHDC, do PMSPA, do PMSR, do PMST, da RHPMSPA, da RPPAR e do IQD das mudas de *Eucalyptus grandis*, avaliadas aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura, estão no Quadro 1.

Os tamanhos dos tubetes promoveram crescimentos diferentes, em nível de 1% de probabilidade, para todos os parâmetros e idades. Este resultado foi o esperado, uma vez que o tubete de maior volume (280 cm³) ultrapassa cinco vezes o do menor (50 cm³).

O maior tubete disponibilizou mais nutrientes, uma vez que os pesos dos adubos foram adicionados em relação aos volumes do substrato, além de não limitar o crescimento das raízes.

Nos tubetes de maior volume, mesmo aos 120 dias, ainda existem disponibilidades de espaço e de nutrientes, o que permite a continuidade do crescimento das mudas.

Ainda considerando o Quadro 1, pode-se constatar que a adubação promoveu efeitos significativos (em nível de 1% de probabilidade) na idade de 60 dias, para todos os parâmetros analisados, menos para o PMSR, para a RPPAR e para o IQD.

Aos 90 dias os efeitos positivos das fertilizações somente foram significativos para o PMSPA, o PMST, a RHPMSPA e o IQD, e com 120 dias nenhum dos parâmetros sofreu efeitos significativos em função das fertilizações adicionadas.

Quadro 1 – Resumo da análise de variância das médias dos parâmetros de avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* aos 60, 90 e 120 dias

Table 1 – Summary of the analysis of variance for the average parameters for evaluating the quality of *Eucalyptus grandis* seedlings at ages of 60, 90 and 120 days

FV	GL	Quadrado Médio								
		H	DC	PMSPA	PMSR	PMST	RHDC	RHPMSPA	RPPAR	IQD
60 DIAS										
Blocos	2	1,51	0,0075	0,021	0,075	0,160	3,88	104,98	2,05	0,000576
Tubetes (T)	3	555,25**	3,3842**	1,244**	0,104**	1,939**	194,9171**	3173,87**	12,02**	0,007968**
Adubo (A)	7	6,81**	0,0054**	0,018**	0,006 ^{NS}	0,0408*	4,7601**	80,16**	0,10 ^{NS}	0,000105 ^{NS}
T X A	21	5,79**	0,0111**	0,007*	0,004 ^{NS}	0,016 ^{NS}	4,7486 ^{NS}	16,72 ^{NS}	0,15 ^{NS}	0,000080 ^{NS}
CV _{exp.} (%)		7,77	6,69	5,65	42,65	21,40	10,32	12,32	33,18	23,99
90 DIAS										
Blocos	2	41,86	0,0059	0,027	0,141	0,254	12,3797	13,14	3,48	0,000252
Tubetes (T)	3	3193,08**	0,0175*	15,673**	1,491**	26,403**	241,8966**	2262,90**	3,71**	0,041881**
Adubo (A)	7	24,88 ^{NS}	0,1055 ^{NS}	0,089*	0,012 ^{NS}	0,176*	31,3494 ^{NS}	23,69*	0,15 ^{NS}	0,000565*
T X A	21	39,42**	0,0916**	0,076**	0,006 ^{NS}	0,102*	55,4063**	15,05 ^{NS}	0,33 ^{NS}	0,000522*
CV _{exp.} (%)		12,77	6,09	14,05	19,35	12,87	12,60	11,62	17,78	19,30
120 DIAS										
Blocos	2	3,20	0,2401	0,569	0,098	0,432	17,1743	48,54	2,22	0,003471
Tubetes (T)	3	4945,30**	53,478**	60,764**	6,819**	107,526**	1475,1060**	2753,52**	2,75**	0,488613**
Adubo (A)	7	35,55 ^{NS}	0,0671 ^{NS}	0,141 ^{NS}	0,019 ^{NS}	0,205 ^{NS}	17,6152 ^{NS}	23,81 ^{NS}	0,09 ^{NS}	0,001885 ^{NS}
T X A	21	60,73**	0,0807 ^{NS}	0,234 ^{NS}	0,030 ^{NS}	0,357*	14,7344 ^{NS}	16,01 ^{NS}	0,13 ^{NS}	0,001723 ^{NS}
CV _{exp.} (%)		10,89	7,90	17,78	17,51	14,20	23,88	18,54	17,68	16,54

** F significativo a 1% de probabilidade, * F significativo a 5% de probabilidade e ^{NS} não-significativo a 5% de probabilidade.

À medida que as mudas ficam mais velhas, elas crescem e, conseqüentemente, as quantidades exigidas de nutrientes aumentam. Porém, sem considerar o tamanho do tubete, a disponibilidade nutricional não afetou os parâmetros analisados, uma vez que os níveis de fósforo (845 mg/dm^3), de potássio (1365 mg/dm^3), de cálcio ($3,24 \text{ cmol/dm}^3$) e de magnésio ($2,74 \text{ cmol/dm}^3$) no substrato, antes das adubações, já estavam bem altos e, possivelmente, muito além dos críticos exigidos para o crescimento.

Analisando o Quadro 2, pode-se constatar que as médias do crescimento em altura da parte aérea (H) foram mais influenciadas pelos volumes dos tubetes e pelas idades das mudas do que pelas fertilizações.

Em cada idade, independentemente das fertilizações, as médias das alturas foram significativamente maiores pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, à medida que se aumentou o volume dos tubetes, provavelmente devido às considerações de nutrição e espaço para crescimento radicular em maior volume de substrato.

Esses resultados foram semelhantes aos encontrados em alguns trabalhos de pesquisa, nos quais o pequeno volume da embalagem causou restrição ao crescimento do sistema radicular, provocando menor altura de mudas de *Eucalyptus grandis*, porém no campo esse efeito tendeu a desaparecer com o tempo (Barros et al., 1978).

Quadro 2 – Médias das alturas das mudas (H) de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes idades, adubações e tamanhos de tubetes

Table 2 – Average of the *Eucalyptus grandis* seedling heights (H) at different ages (60, 90 and 120 days), fertilization and tubes sizes

Idade (dias)	Adubação	Tubete				Média
		A (50 cm^3)	B (110 cm^3)	C (200 cm^3)	D (280 cm^3)	
60	N0-P0-K0	7,90 Da	12,69 Cab	14,67 Bab	21,58 Aab	14,21
	N0-P1-K0	8,32 Da	13,39 Cab	15,85 Bab	23,24 Aa	15,20
	N0-P0-K1	8,22 Da	12,61 Cab	16,63 Ba	20,46 Abc	14,48
	N0-P1-K1	8,11 Da	11,68 Cb	14,48 Bab	19,09 Abc	13,34
	N1-P0-K0	7,73 Ca	13,18 Bab	14,89 Bab	19,89 Abc	13,92
	N1-P1-K0	6,85 Ca	13,65 Bab	15,06 Bab	19,93 Abc	13,87
	N1-P0-K1	8,45 Ca	14,61 Ba	14,78 Bab	18,03 Ac	13,97
	N1-P1-K1	8,41 Ba	13,60 Aab	13,80 Ab	14,79 Ad	12,65
	Média	8,00	13,18	15,02	19,63	
90	N0-P0-K0	17,34Ca	25,37 Ba	27,93 Bbc	49,05 Aa	29,92
	N0-P1-K0	18,23 Ca	24,31 Ca	32,53 Babc	48,44 Aa	30,88
	N0-P0-K1	16,47 Ca	25,21 Ba	39,03 Aa	45,11 Aabc	31,46
	N0-P1-K1	16,13 Ca	24,91 Ba	26,27 Bc	44,28 Aabc	27,90
	N1-P0-K0	15,01 Da	26,99 Ca	37,06 Bab	46,88 Aab	31,49
	N1-P1-K0	13,89 Ca	24,91 Ba	38,51 Aa	40,69 Aabc	29,50
	N1-P0-K1	17,77 Ca	27,37 Ba	31,25 Babc	38,35 Abc	28,69
	N1-P1-K1	16,61 Ca	26,43 Ba	32,96 Aabc	36,45 Ac	28,11
	Média	16,43	25,69	33,19	43,66	
120	N0-P0-K0	21,86 Ca	29,50 Ba	36,26 Bc	61,66 Aa	37,32
	N0-P1-K0	24,06 Da	33,61 Ca	44,69 Babc	61,00 Aab	40,84
	N0-P0-K1	23,28 Ca	32,92 Ba	52,42 Aa	54,61 Aabd	40,81
	N0-P1-K1	19,04 Da	35,37 Ca	43,64 Babc	57,51 Aabd	38,89
	N1-P0-K0	19,55 Da	33,96 Ca	48,86 Bab	58,79 Aabc	40,29
	N1-P1-K0	20,38 Ca	32,60 Ba	50,92 Aa	50,41 Abcd	38,58
	N1-P0-K1	22,40 Ca	36,71 Ba	38,62 Bbc	48,95 Acd	36,67
	N1-P1-K1	22,39 Ca	35,68 Ba	42,45 Abac	47,15 Ad	36,92
	Média	21,62	33,79	44,73	55,01	

Em cada idade e cada adubação (linha), médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

Em cada idade e cada tubete (coluna), médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

O crescimento em altura de mudas de *Cryptomeria japonica* está diretamente relacionado com o volume do tubete (Santos et al., 2000), estando também relacionado para mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em sacolas plásticas (Venturim, 1978).

Resultados também semelhantes foram encontrados com muda de *Eucalyptus grandis*, *E. camaldulensis* e *E. cloeziana*, de onde se conclui ainda que a espécie mais sensível à restrição do sistema radicular foi o *Eucalyptus grandis* (Reis, et al., 1989).

As dimensões dos recipientes e os conseqüentes volumes influenciam a disponibilidade de nutrientes e água (Böhm, 1979), devendo ser ressaltado que maior volume promove a arquitetura do sistema radicular semelhante à de mudas provenientes de semeadura direta no campo (Parviainen, 1976), apesar de as grandes dimensões provocarem gastos desnecessários, aumentando a área do viveiro, os custos de transporte e a distribuição das mudas no campo (Carneiro, 1995), acarretando, em geral, maiores custos de produção (Gonzalez, 1988; Gomes et al., 1990) e de plantio.

A maior altura do tubete correspondeu ao de maior volume, sendo essa de 19cm (Quadro 2), uma vez que a altura e o diâmetro dos recipientes variam com as características de cada espécie (Ferreira, 1985; Carneiro, 1987; Gomes et al., 1990), mas em geral a altura da embalagem foi mais importante do que o seu diâmetro para o crescimento de mudas de diferentes espécies florestais, inclusive para o *Eucalyptus grandis* (Gomes et al., 1980, 1981, 1990).

No tubete de menor tamanho as adições de fertilizantes não promoveram diferenças significantes, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey, nas médias de alturas. Talvez este fato se deva à restrição ao crescimento do sistema radicular radicular, devido ao baixo volume de substrato e, conseqüentemente, ao fornecimento de quantidades de nutrientes aquém das exigidas pelas mudas, e para compensar as perdas, principalmente por lixiviação, com resultados semelhantes aos obtidos por outros pesquisadores (Neves et al., 1990; Carneiro, 1995).

As diferenças de alturas aumentaram à medida que os tubetes eram maiores, mas sem a definição de tendência de crescimento para essa ou aquela combinação dos elementos nutricionais adicionados.

Independentemente das idades, as maiores médias de alturas das mudas foram as obtidas nos tratamentos

em que somente o fósforo estava presente, sendo tais resultados semelhantes aos relatados por Rocha & Braga (1982).

As menores médias foram conseguidas na presença dos três elementos ou nos tratamentos em que houve adição do nitrogênio, podendo ser explicado pelas doses, possivelmente elevadas, desse elemento (Gomes & Couto, 1983).

Apesar de ainda existir controvérsias sobre o tamanho de mudas, considera-se que elas poderiam estar prontas para serem plantadas com alturas variando de 20 a 35 cm.

Aos 60 dias após a semeadura somente algumas das mudas produzidas no maior tubete utilizado estavam prontas, com alturas no padrão definido para o plantio.

Nessa idade as mudas ainda não estão endurecidas o suficiente para serem plantadas e resistirem às condições adversas que poderiam encontrar no campo, além de o sistema radicular se encontrar pouco desenvolvido, não formando um torrão bem agregado ao substrato, condição relatada como indispensável para o transporte das mudas para o campo (Gomes et al., 1991), principalmente quando produzidas em tubetes.

Com 90 dias de idade as embalagens intermediárias proporcionaram mudas com as alturas no intervalo desejado, podendo ser indicado o tubete de volume de 110 cm³.

Com 120 dias de idade, independentemente do tamanho do tubete e da fertilização, todas as mudas poderiam ser plantadas, considerando que não diferiram estatisticamente, mas principalmente os dois maiores tubetes proporcionaram mudas com alturas muito além das tecnicamente desejadas, podendo ocasionar a menor sobrevivência após plantio, além do maior custo que as maiores embalagens causam para todo o processo de produção, transporte, distribuição e plantio das mudas

As médias dos diâmetros dos colos (Quadro 3) seguem a tendência de crescimento semelhante à das alturas, devendo ser ressaltado que, independentemente da idade, as maiores médias foram também obtidas nos maiores tubetes, mas somente sendo diferentes pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, na idade de 120 dias. Resultados semelhantes foram também obtidos para *Cryptomeria japonica* (Santos et al., 2000).

De modo geral, a fertilização não promoveu diferenças de crescimento para esse parâmetro, a não ser

pequenas variações nas mudas produzidas nos tubetes de maiores volumes, sendo os piores resultados obtidos na presença dos três elementos.

Quando são considerados o intervalo de altura para o plantio e a economicidade na produção, são escolhidos os tubetes de menores dimensões, sendo mais indicado o de volume de 110 cm³. Resultado semelhante foi obtido onde esse volume foi também o indicado para produção de mudas de *Cryptomeria japonica* (Santos et al., 2000).

Quando se analisa o Quadro 4, constata-se que tanto os tubetes de maiores volumes quanto os de menores promoveram maiores médias da relação altura/diâmetro do colo, sendo os dois de tamanhos intermediários os que melhor se adequaram, uma vez que quanto menor

for o valor dessa relação maior será a capacidade de as mudas sobreviverem e se estabelecerem no campo (Carneiro, 1983).

Considerando que os tubetes de tamanhos intermédias foram os melhores e que não houve diferenças estatísticas entre eles, o de volume de 110 cm³ seria o indicado.

Essa relação exprime um equilíbrio de crescimento, relacionando esses dois parâmetros em apenas um índice (Carneiro, 1995), sendo considerado preciso por indicar o quanto delgada está a muda (Johnson & Cline, 1991).

No Quadro 5 verifica-se que à medida que o volume da embalagem aumentou houve aumento do peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA) das mudas, semelhante

Quadro 3 – Médias dos diâmetros do coleto (DC) de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes idades, adubações e tamanhos de tubetes

Table 3 – Averages of the root collar diameter (DC) of *Eucalyptus grandis* seedlings at different ages (60, 90 and 120 days), fertilization and tube sizes

Idade (dias)	Adubação	Tubete				Média
		A (50 cm ³)	B (110 cm ³)	C (200 cm ³)	D (280 cm ³)	
60	N0-P0-K0	0,392	0,881	1,005	1,398	0,919
	N0-P1-K0	0,407	0,860	1,163	1,198	0,907
	N0-P0-K1	0,452	0,833	1,235	1,261	0,945
	N0-P1-K1	0,412	0,865	1,153	1,314	0,936
	N1-P0-K0	0,392	0,905	1,079	1,237	0,903
	N1-P1-K0	0,367	0,865	1,129	1,270	0,908
	N1-P0-K1	0,400	0,901	1,161	1,158	0,905
	N1-P1-K1	0,379	0,875	1,115	1,138	0,877
	Média	0,400 D	0,873 C	1,130 B	1,247 A	
90	N0-P0-K0	0,639 Ca	1,371 Ba	1,849 Aa	1,347 Bc	1,302
	N0-P1-K0	0,681 Da	1,320 Ca	1,779 Ba	1,985 Aa	1,441
	N0-P0-K1	0,698 Ca	1,363 Ba	1,816 Aa	1,905 Aab	1,446
	N0-P1-K1	0,640 Da	1,357 Ca	1,671 Ba	1,821 Aab	1,372
	N1-P0-K0	0,612 Da	1,437 Ca	1,703 Ba	1,911 Aab	1,416
	N1-P1-K0	0,607 Ca	1,289 Ba	1,777 Aa	1,872 Aab	1,386
	N1-P0-K1	0,656 Ca	1,365 Ba	1,669 Aa	1,797 Aab	1,372
	N1-P1-K1	0,600 Da	1,386 Ba	1,955 Aa	1,699 Ab	1,410
	Média	0,642 D	1,361 C	1,777 B	1,792 A	
120	N0-P0-K0	0,855	2,899	3,414	4,714	2,971
	N0-P1-K0	0,783	2,767	3,694	4,027	2,818
	N0-P0-K1	0,783	2,868	3,775	4,001	2,857
	N0-P1-K1	0,815	2,901	3,589	4,156	2,865
	N1-P0-K0	0,767	2,979	3,735	4,079	2,890
	N1-P1-K0	0,793	3,131	3,933	4,000	2,964
	N1-P0-K1	0,841	3,004	3,892	4,297	3,009
	N1-P1-K1	0,724	2,805	3,697	4,008	2,809
	Média	0,795 D	2,919 C	3,716 B	4,160 A	

Em cada idade e cada adubação (linha), médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Em cada idade e cada tubete (coluna), médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

aos resultados obtidos para *Cryptomeria japonica* (Santos et al., 2000), podendo ser explicado da mesma maneira que o foi para a altura e para o diâmetro, uma vez que os mesmos fatores que exercem influências no crescimento da parte aérea também atuam sobre o peso de matéria seca (Carneiro, 1981).

As fertilizações não influenciaram a produção de matéria seca da parte aérea, nos dois menores tubetes, mas para os dois maiores as diferenças foram significativas na idade de 60 dias e aos 90 somente o maior promoveu produções significativas.

Analisando as médias dos pesos de matéria seca das raízes (Quadro 6), observa-se que aos 60 dias houve diferenças significativas, sendo maior nos tubetes mais

volumosos, o que mostra a tendência para a maior produção no tubete de 200 cm³.

Aos 90 dias as maiores produções foram a favor do tubete de maior volume, independentemente das fertilizações. Aos 120 dias os resultados foram semelhantes.

Resultados semelhantes foram obtidos em mudas de *Cryptomeria japonica*, cuja maior massa seca das raízes foi relacionada com o volume do tubete (Santos et al., 2000), devendo ser ressaltado que os de maiores dimensões produziram mudas de *Pinus taeda* e de *Pinus echinata* também com mais raízes (Brissette, 1984; Carneiro, 1985).

Independentemente das idades e das fertilizações, as médias da produção de matéria seca total (PMST) das

Quadro 4 – Médias da relação altura/diâmetro do coleto (RHDC) de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes idades, adubações e tamanhos de tubetes.

Table 4 – Average of the root collar diameter (DC) of *Eucalyptus grandis* seedlings at different ages (60, 90 and 120 days), fertilization and tube sizes

Idade (dias)	Adubação	Tubete				Média
		A (50 cm ³)	B (110 cm ³)	C (200 cm ³)	D (280 cm ³)	
60	N0-P0-K0	20,18	14,42	14,88	15,41	16,22
	N0-P1-K0	20,48	15,56	13,69	19,43	17,29
	N0-P0-K1	18,21	15,15	13,49	16,23	15,77
	N0-P1-K1	19,78	13,52	12,55	14,56	15,10
	N1-P0-K0	19,91	14,57	13,88	16,13	16,12
	N1-P1-K0	18,75	15,79	13,37	15,74	15,91
	N1-P0-K1	21,15	16,22	12,81	15,61	15,80
	N1-P1-K1	22,23	15,59	12,40	13,01	15,81
	Média	20,09 A	15,10 B	13,39 C	15,77 B	
90	N0-P0-K0	27,06 Ba	18,52 Ca	15,11 Cb	36,62 Aa	24,33
	N0-P1-K0	26,91 Aa	18,61 Ba	18,38 Bb	24,45 Ab	22,09
	N0-P0-K1	23,71 Aa	18,51 Ba	21,54 ABb	23,71 Ab	21,88
	N0-P1-K1	25,23 Aa	18,40 Ba	15,71 Bb	24,45 Ab	20,91
	N1-P0-K0	24,56 Aa	18,78 Ba	21,73 ABb	24,76 Ab	22,46
	N1-P1-K0	23,00 Aa	19,38 Aa	21,84 Ab	21,69 Ab	21,48
	N1-P0-K1	27,12 Aa	20,17 Ba	18,77 Bb	21,27 Bb	21,83
	N1-P1-K1	27,63 Ba	19,17 Ca	16,86 Bb	21,52 Cb	21,29
	Média	25,65 A	18,94 B	18,72 B	24,81 A	
120	N0-P0-K0	25,57	10,20	10,58	13,15	14,87
	N0-P1-K0	30,83	12,14	12,10	15,18	17,56
	N0-P0-K1	29,84	11,49	13,89	13,66	17,22
	N0-P1-K1	23,38	12,22	12,16	13,87	15,41
	N1-P0-K0	25,52	11,41	13,25	14,51	16,17
	N1-P1-K0	25,75	10,46	12,99	12,64	15,46
	N1-P0-K1	26,63	12,22	9,90	11,40	15,04
	N1-P1-K1	35,90	12,71	11,47	11,77	17,96
	Média	27,92 A	11,61 B	12,04 B	13,27 A	

Em cada idade e cada adubação (linha), médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Em cada idade e cada tubete (coluna), médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

mudas foram significativamente superiores, em nível de 5% de probabilidade, à medida que se aumentou o volume dos tubetes, como pode ser observado no Quadro 7. Resultados semelhantes foram observados quando se analisou o crescimento em altura, concordando também com outros resultados de pesquisa cujos fatores que influenciaram o crescimento em altura de mudras de *Pinus taeda* atuaram sobre o peso de matéria seca (Carneiro, 1981)

Em mudras de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Tabebuia serratifolia*, *Copaifera langsdorffii* e *Piptadenia (Anadenanthera) peregrina*, também existe uma relação direta entre o tamanho do recipiente e o ganho em massa seca das mudras (Gomes et al., 1980, 1990).

Aos 120 dias após a semeadura a diferença de produção de matéria seca foi significativamente mais elevada no tubete de maior volume, o que pode ser explicado pela restrição ao crescimento imposta nos tubetes menores, como aconteceu para a altura das mudras e para o peso de matéria seca das raízes.

Os tubetes pequenos podem restringir o crescimento do sistema radicular, não sendo indicados para produção de mudras, como observado também para mudras de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* por REIS et al. (1989), podendo causar pequeno crescimento no viveiro, mas recuperando o crescimento em altura de *Eucalyptus grandis* no campo (Barros et al., 1978).

Quadro 5 – Médias do peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA) de mudras de *Eucalyptus grandis* em diferentes idades, adubações e tamanhos de tubetes

Table 5 – Averages of shoot dry matter weight (PMSPA) of *Eucalyptus grandis* seedlings different at ages (60, 90 and 120 days), fertilization and tube sizes

Idade (dias)	Adubação	Tubete				Média
		A (50 cm ³)	B (110 cm ³)	C (200 cm ³)	D (280 cm ³)	
60	N0-P0-K0	0,160 Da	0,321 Ca	0,602 Ba	0,825 Aa	0,477
	N0-P1-K0	0,153 Da	0,298 Ca	0,484 Bab	0,609 Abc	0,386
	N0-P0-K1	0,175 Ca	0,306 Ba	0,601 Aa	0,666 Aabc	0,437
	N0-P1-K1	0,152 Da	0,267 Ca	0,455 Bab	0,693 Aab	0,392
	N1-P0-K0	0,139 Da	0,287 Ca	0,431 Bb	0,677 Aab	0,384
	N1-P1-K0	0,129 Da	0,304 Ca	0,555 Bab	0,699 Aab	0,422
	N1-P0-K1	0,157 Da	0,336 Ca	0,489 Bab	0,681 Aab	0,416
	N1-P1-K1	0,145 Ca	0,300 Ba	0,444 Aab	0,507 Ac	0,349
	Média	0,151	0,302	0,508	0,670	
90	N0-P0-K0	0,430 Da	0,894 Ca	1,652 Ba	2,641 Aa	1,404
	N0-P1-K0	0,463 Ca	0,839 Ba	1,819 Aa	1,996 Abc	1,279
	N0-P0-K1	0,485 Da	0,801 Ca	1,954 Ba	2,368 Aab	1,402
	N0-P1-K1	0,396 Da	0,888 Ca	1,675 Ba	2,257 Aab	1,304
	N1-P0-K0	0,360 Da	0,893 Ca	1,630 Ba	2,024 Abc	1,227
	N1-P1-K0	0,313 Da	0,820 Ca	1,763 Ba	2,441 Aab	1,334
	N1-P0-K1	0,463 Da	0,987 Ca	1,725 Ba	2,187 Aabc	1,341
	N1-P1-K1	0,409 Ca	0,897 Ba	1,575 Aa	1,718 Ac	1,150
	Média	0,415	0,877	1,724	2,204	
120	N0-P0-K0	0,656	1,523	2,642	5,017	2,460
	N0-P1-K0	0,533	1,414	2,996	4,184	2,282
	N0-P0-K1	0,639	1,565	3,217	4,311	2,433
	N0-P1-K1	0,546	1,577	2,517	4,508	2,287
	N1-P0-K0	0,575	1,439	2,841	3,960	2,204
	N1-P1-K0	0,526	1,601	2,991	4,429	2,387
	N1-P0-K1	0,678	1,529	3,279	3,820	2,327
	N1-P1-K1	0,647	1,473	2,916	3,560	2,149
	Média	0,600 D	1,515 C	2,925 B	4,224 A	

Em cada idade e cada adubação (linha), médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Em cada idade e cada tubete (coluna), médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Quando são considerados os aspectos técnico-econômicos, as embalagens de menores dimensões normalmente são as mais indicadas para algumas espécies florestais.

As combinações dos elementos N, P e K não promoveram diferenças significativas para produção de matéria seca, com exceção da idade de 60 dias, mas com diferenças muito pequenas.

Mesmo assim pode-se verificar a tendência de menor produção de matéria seca onde os três elementos estavam presentes ou nos tratamentos em que houve adição do nitrogênio, o que pode ser explicado pelas doses elevadas deste elemento (Gomes & Couto, 1983).

A relação altura/peso de matéria seca da parte aérea teve comportamento similar aos obtidos para altura e produção de matéria seca (Quadro 8).

O volume dos tubetes e a idade das mudas influenciaram essa relação, o que afeta consideravelmente o crescimento em altura e a produção de matéria seca, exprimindo o quanto endurecida está a muda. Quanto menor for esse valor mais lenificada será a muda e maior a sua capacidade de sobrevivência.

Como um índice de qualidade esta relação poderá ser de grande valia, podendo ser utilizada principalmente no que se refere ao potencial de sobrevivência no campo,

Quadro 6 – Médias do peso de matéria seca da raiz (PMSR) de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes idades, adubações e tamanhos de tubetes

Table 6 – Averages of root dry matter weight (TDMW) of *Eucalyptus grandis* seedlings at different ages (60, 90 and 120 days), fertilization and tube sizes

Idade (dias)	Adubação	Tubete				Média
		A (50 cm ³)	B (110 cm ³)	C (200 cm ³)	D (280 cm ³)	
60	N0-P0-K0	0,177 Da	0,222	0,337	0,333	0,267
	N0-P1-K0	0,187 Ba	0,192	0,397	0,234	0,252
	N0-P0-K1	0,171 Ca	0,247	0,325	0,236	0,245
	N0-P1-K1	0,151 Ca	0,186	0,324	0,272	0,233
	N1-P0-K0	0,153 Ca	0,196	0,221	0,269	0,210
	N1-P1-K0	0,124 Ca	0,167	0,343	0,265	0,225
	N1-P0-K1	0,184 Ca	0,215	0,307	0,275	0,245
	N1-P1-K1	0,145 Ca	0,202	0,243	0,209	0,200
	Média	0,162 B	0,203 B	0,312 A	0,262 A	
90	N0-P0-K0	0,281	0,349 Ca	0,658 Ba	0,883 Aa	0,543
	N0-P1-K0	0,237	0,308 Ba	0,635 Aa	0,670 Aab	0,463
	N0-P0-K1	0,225	0,325 Ba	0,695 Aa	0,795 Aab	0,510
	N0-P1-K1	0,217	0,352 Ba	0,627 Aa	0,725 Aab	0,480
	N1-P0-K0	0,189	0,342 Ba	0,602 Aa	0,624 Ab	0,439
	N1-P1-K0	0,165	0,359 Ba	0,597 Aa	0,742 Aab	0,466
	N1-P0-K1	0,174	0,364 Ba	0,669 Aa	0,670 Aab	0,469
	N1-P1-K1	0,155	0,295 Ba	0,649 Aa	0,760 Aab	0,465
	Média	0,205 D	0,337 C	0,642 B	0,734 A	
120	N0-P0-K0	0,285 Da	0,555 Ca	1,067 Ba	1,618 Aa	0,881
	N0-P1-K0	0,258 Ca	0,531 Ba	1,294 Aa	1,381 Aab	0,866
	N0-P0-K1	0,287 Ca	0,618 Ba	1,351 Aa	1,472 Aab	0,932
	N0-P1-K1	0,246 Da	0,574 Ca	1,028 Ba	1,393 Aab	0,810
	N1-P0-K0	0,244 Ca	0,585 Ba	1,311 Aa	1,239 Aab	0,845
	N1-P1-K0	0,246 Ca	0,559 Ba	1,271 Aa	1,363 Aab	0,860
	N1-P0-K1	0,299 Ca	0,550 Ba	1,192 Aa	1,180 Ab	0,805
	N1-P1-K1	0,254 Da	0,525 Ca	1,142 Ba	1,533 Aab	0,864
	Média	0,265	0,562	1,207	1,397	

Em cada idade e cada adubação (linha), médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Em cada idade e cada tubete (coluna), médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

apesar de a determinação do peso de matéria seca ser um processo destrutivo.

As médias da relação parte aérea/raiz (RPPAR) das mudras nas diferentes idades, fertilizações e tamanhos de tubetes estão no Quadro 9.

Analisando esse quadro verifica-se que esse parâmetro somente foi significativamente diferente (em nível de 5% de probabilidade), para os tamanhos dos tubetes, quando foram desconsideradas as idades e fertilizações.

Os resultados foram semelhantes aos conseguidos para outros parâmetros medidos, onde o tamanho da embalagem tem importância decisiva na produção de mudras de espécies florestais.

Analisando o Quadro 10, onde estão relacionadas as médias do índice de qualidade de Dickson (IQD) em diferentes idades, fertilizações e tamanhos de tubetes, pode-se verificar que o tamanho dos tubetes, apesar de promover diferenças nesse índice, só foi significativo (em nível de 5% de probabilidade) para a idade de 120 dias. As idades e as fertilizações praticamente não foram responsáveis pelas diferenças.

O índice de qualidade de Dickson, apesar de ser mencionado como uma promissora medida morfológica integrada (Johnson & Cline, 1991) e apontado como bom indicador da qualidade de mudras, por considerar para o seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa, sendo ponderados vários parâmetros

Quadro 7 – Médias do peso de matéria seca total (TDMW) de mudras de *Eucalyptus grandis* em diferentes idades, adubações e tamanhos de tubetes

Table 7 – Averages of total dry matter weight (PMST) of *Eucalyptus grandis* seedlings at different ages (60, 90 and 120 days), fertilization and tube sizes

Idade (dias)	Adubação	Tubete				Média
		A (50 cm ³)	B (110 cm ³)	C (200 cm ³)	D (280 cm ³)	
60	N0-P0-K0	0,337	0,543	0,939	1,159	0,745
	N0-P1-K0	0,340	0,490	0,881	0,843	0,638
	N0-P0-K1	0,347	0,553	0,925	0,902	0,682
	N0-P1-K1	0,303	0,453	0,779	0,965	0,625
	N1-P0-K0	0,291	0,483	0,653	0,947	0,593
	N1-P1-K0	0,253	0,471	0,897	0,963	0,646
	N1-P0-K1	0,341	0,551	0,796	0,956	0,746
	N1-P1-K1	0,290	0,502	0,687	0,716	0,545
	Média	0,313 D	0,506 C	0,820 B	0,931 A	
90	N0-P0-K0	0,711 Da	1,243 Ca	2,310 Ba	3,525 Aa	1,947
	N0-P1-K0	0,699 Ca	1,147 Ba	2,455 Aa	2,666 bc	1,742
	N0-P0-K1	0,903 Ca	1,127 Ca	2,649 Ba	3,163 ab	1,961
	N0-P1-K1	0,586 Da	1,240 Ca	2,303 Ba	2,983 ab	1,778
	N1-P0-K0	0,549 Da	1,235 Ca	2,232 Ba	2,648 bc	1,666
	N1-P1-K0	0,479 Da	1,179 Ca	2,359 Ba	3,183 ab	1,800
	N1-P0-K1	0,637 Da	1,351 Ca	2,394 Ba	2,857 bc	1,810
	N1-P1-K1	0,565 Ca	1,193 Ba	2,223 Aa	2,478 Ac	1,615
	Média	0,576	1,214	2,366	2,938	
120	N0-P0-K0	0,941 Da	2,078 Ca	3,709 Ba	6,635 Aa	3,341
	N0-P1-K0	0,791 Da	1,945 Ca	4,290 Ba	5,565 ab	3,148
	N0-P0-K1	0,926 Da	2,183 Ca	4,568 Ba	5,783 ab	3,365
	N0-P1-K1	0,792 Da	2,151 Ca	3,545 Ba	5,901 ab	3,097
	N1-P0-K0	0,819 Da	2,024 Ca	4,152 Ba	5,199 Ab	3,049
	N1-P1-K0	0,772 Da	2,160 Ca	4,261 Ba	5,793 ab	3,247
	N1-P0-K1	0,977 Ca	2,079 Ba	4,471 Aa	5,000 Ab	3,132
	N1-P1-K1	0,901 Da	1,998 Ca	4,058 Ba	5,093 Ab	3,013
	Média	0,865	2,077	4,132	5,621	

Em cada idade e cada adubação (linha), médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Em cada idade e cada tubete (coluna), médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Quadro 8 – Médias da relação altura/peso da matéria seca da parte aérea (RHPMSPA) de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes idades, adubações e tamanhos de tubetes

Table 8 – Average of height/shoot dry matter weight relation (HSDMWR) of *Eucalyptus grandis* seedlings at ages of 60, 90 and 120 days fertilization and sizes of tubes

Idade (dias)	Adubação	Tubete				Média
		A (50 cm ³)	B (110 cm ³)	C (200 cm ³)	D (280 cm ³)	
60	N0-P0-K0	49,37	39,53	24,37	26,16	34,86 b
	N0-P1-K0	54,38	44,93	32,75	38,16	42,55 a
	N0-P0-K1	46,97	41,21	27,67	30,72	36,64 ab
	N0-P1-K1	53,35	43,74	32,82	27,55	39,36 ab
	N1-P0-K0	55,61	45,92	34,55	30,38	41,61 a
	N1-P1-K0	53,10	44,90	27,13	28,51	38,41 ab
	N1-P0-K1	53,82	43,48	30,22	26,47	38,50 ab
	N1-P1-K1	58,00	45,33	31,08	29,17	40,89 ab
	Média	53,07 A	48,57B	30,07 C	29,64 C	
90	N0-P0-K0	40,32	28,38	16,91	18,57	26,04
	N0-P1-K0	39,37	28,97	17,88	24,27	27,62
	N0-P0-K1	33,96	31,47	19,97	19,05	26,11
	N0-P1-K1	40,73	28,05	15,68	19,62	26,02
	N1-P0-K0	41,69	30,22	22,74	23,16	29,45
	N1-P1-K0	44,38	30,38	21,84	16,67	28,32
	N1-P0-K1	38,38	27,73	18,16	17,53	25,45
	N1-P1-K1	40,61	29,46	20,93	21,22	28,05
	Média	39,93 A	29,33 B	19,26 C	20,01 C	
120	N0-P0-K0	33,32	19,37	13,72	12,29	19,67
	N0-P1-K0	45,14	23,77	14,92	14,58	24,60
	N0-P0-K1	36,43	21,03	16,29	12,67	21,60
	N0-P1-K1	34,87	22,43	17,34	12,76	21,85
	N1-P0-K0	34,00	23,60	17,20	14,85	21,54
	N1-P1-K0	38,74	20,36	17,02	11,38	21,87
	N1-P0-K1	33,04	24,01	11,78	12,81	20,41
	N1-P1-K1	34,61	24,22	14,56	13,24	21,66
	Média	36,27 A	22,35 B	15,35 C	13,07 C	

Em cada idade e cada adubação (linha), médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

Em cada idade e cada tubete (coluna), médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

importantes (Fonseca, 2000), é de difícil determinação, por envolver parâmetros destrutivos.

No caso específico de mudas de *Eucalyptus grandis* esse índice não seria recomendado, porque além das considerações feitas as diferenças não foram significativas estatisticamente, a não ser na idade de 120 dias, quando as mudas já estavam com alturas muito além das consideradas com padrão para serem plantadas.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados, pode-se concluir para a produção de mudas de *Eucalyptus grandis* que:

- O volume do tubete é importante e deve ser considerado.

- Apesar de os melhores crescimentos terem sido obtidos nos maiores tubetes, esses não são recomendáveis, uma vez que as alturas das mudas estão acima das tecnicamente ótimas para o plantio, além de o custo de produção ser maior.

- Aos 60 dias de idade as mudas ainda estavam pequenas e bastante tenras, sem o endurecimento adequado para o plantio no campo.

- Aos 120 dias após a semeadura o crescimento das raízes e da altura das mudas foi afetado, mesmo nos tubetes de maiores volumes, não sendo essa a idade indicada.

- Os tubetes de 50 e de 110 cm³ de volume devem ser indicados para mudas com 90 dias de idade.

Quadro 9 – Médias da relação parte aérea/raiz (RPPAR) de *Eucalyptus grandis* em diferentes idades, adubações e tamanhos de tubetes

Table 9 – Averages of shoot dry matter weight/root dry matter weight relation (SDMRDR) of *Eucalyptus grandis* seedlings at different ages (60, 90 and 120 days), fertilization and tube sizes

Idade (dias)	Adubação	Tubete				Média
		A (50 cm ³)	B (110 cm ³)	C (200 cm ³)	D (280 cm ³)	
60	N0-P0-K0	0,93	1,49	2,43	2,54	1,85
	N0-P1-K0	0,87	1,85	1,39	2,62	1,68
	N0-P0-K1	1,03	1,47	2,20	2,91	1,90
	N0-P1-K1	1,03	1,70	1,57	2,62	1,73
	N1-P0-K0	0,91	1,69	2,33	2,52	1,86
	N1-P1-K0	1,04	1,92	2,08	2,81	1,96
	N1-P0-K1	0,86	1,69	1,94	2,62	1,78
	N1-P1-K1	1,00	1,52	2,01	2,64	1,79
	Média	0,96 C	1,67 B	1,99 B	2,66 A	
90	N0-P0-K0	1,60	2,60	2,67	3,08	2,49
	N0-P1-K0	2,07	2,76	2,86	2,99	2,67
	N0-P0-K1	2,20	2,53	2,83	3,09	2,66
	N0-P1-K1	1,83	2,63	2,88	3,14	2,62
	N1-P0-K0	1,94	2,68	3,00	3,29	2,73
	N1-P1-K0	1,90	2,37	3,05	3,39	2,68
	N1-P0-K1	2,86	2,78	2,59	3,26	2,87
	N1-P1-K1	2,63	3,04	2,44	2,28	2,60
	Média	2,13 B	2,67 B	2,79 B	3,07 A	
120	N0-P0-K0	2,38	2,77	2,50	3,10	2,69
	N0-P1-K0	2,12	2,74	2,40	3,03	2,57
	N0-P0-K1	2,25	2,54	2,53	3,05	2,59
	N0-P1-K1	2,23	2,77	2,52	3,25	2,69
	N1-P0-K0	2,41	2,47	2,20	3,15	2,56
	N1-P1-K0	2,16	2,89	2,37	3,37	2,70
	N1-P0-K1	2,28	2,81	2,78	3,31	2,80
	N1-P1-K1	2,54	2,80	2,55	2,38	2,57
	Média	2,30 C	2,72 B	2,48 C	3,08 A	

Em cada idade e cada adubação (linha), médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Em cada idade e cada tubete (coluna), médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

- Aos 90 dias de idade os volumes dos tubetes começam a restringir o crescimento das mudras, o que permite o maior crescimento diamétrico e a maior produção de matéria seca, promovendo o seu maior endurecimento.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, N. F. et al. Efeitos de recipientes na sobrevivência e no crescimento de mudras de *Eucalyptus grandis* no viveiro e no campo. **Revista Árvore**, v. 2, n. 2, p. 141-151, 1978.

BERTOLANI, F. et al. Influência dos recipientes e dos métodos de semeadura na formação de mudras de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis*. **IPEF**, v. 11, p. 71-77, 1975.

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

BRISSETTE, J. C. Summary of discussions about seedling quality. Separata de: SOUTHERN NURSERY CONFERENCES, (1984.: Alexandria, LA). **Proceedings...** New Orleans: USDA. Forest Service. Southern Forest Experiment Station, 1984. p. 127-128.

CAMPINHOS Jr., E.; IKEMORI, Y. K. Nova técnica para produção de mudras de essências florestais. **IPEF**, v. 47, n. 23, p. 4752, 1983.

CARNEIRO, J. G. A.; RAMOS, A. Influência da altura aérea, diâmetro de colo e idade de mudras de *Pinus taeda* sobre a sobrevivência e desenvolvimento após 15 meses e aos seis anos após o plantio. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 10., 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUFEP, 1981. p. 91-110.

- CARNEIRO, J. G. A. Influência dos fatores ambientais, das técnicas de produção sobre o desenvolvimento de mudas florestais e a importância dos parâmetros que definem sua qualidade. In: FLORESTAS PLANTADAS NOS NEOTRÓPICOS COMO FONTE DE ENERGIA. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1983. p. 10-24.
- CARNEIRO, J. G. A. **Efeito da densidade sobre o desenvolvimento de alguns parâmetros morfofisiológicos de mudas de *Pinus taeda* L. em viveiro e após o plantio.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1985. 106 p. (Concurso para Professor Titular).
- CARNEIRO, J. G. A. **Influência de recipientes e de estações de semeadura sobre o comportamento do sistema radicular e dos parâmetros morfológicos de mudas de *Pinus taeda* e *Pinus elliotii* L.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1987. 81 p.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais.** Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.
- DANIEL, T.; HELMS, J.; BACKER, F. **Princípios de silvicultura.** 2.ed. México: McGraw-Hill, 1982. 492 p.
- FAGUNDES, N. B.; FIALHO, A. A. Produção de mudas de *Eucalyptus* via sementes no sistema tubetes na COPENER. IPEF. **Série Técnica**, v. 4, n. 13, p. 25-29, 1987.
- FERREIRA, M. G. M. Sistema radicular na avaliação da qualidade de muda. Viçosa: SIF, 1985. p. 31-32 (Informativo SIF)
- FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cedrela fissilis* Veli. e *Aspidosperma polyneuron* Müll Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento.** 2000. 113 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Jabotical, 2000.
- GOMES, J. M. et al. Efeitos de recipientes e substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, v. 1, n. 2, p. 167-172, 1977.
- GOMES, J. M. et al. Influência do tratamento prévio do solo com brometo de metila no crescimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* em viveiro. **Brasil Florestal**, v. 9, n. 35, p. 18-23, 1978.
- GOMES, J. M. et al. Influência do tamanho da embalagem plástica na produção de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Viçosa: SIF, 1980. p. 7-16 (Boletim Técnico, 9)
- GOMES, J. M. et al. Efeito do tamanho de recipientes plásticos na formação de florestas de eucaliptos. Viçosa: SIF, 1981. p. 1-12 (Boletim Técnico, 4).
- GOMES, J. M.; COUTO, L. Produção de mudas de folhosas. In: FLORESTAS PLANTADAS NOS NEOTRÓPICOS COMO FONTE DE ENERGIA. **Resumos...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1983. p. 25-35.
- GOMES, J. M.; COUTO, L.; PEREIRA, A. R. Uso de diferentes substratos e suas misturas na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* por meio de semeadura direta em tubetes e em bandejas de isopor. **Revista Árvore**, v. 9, n. 1, p. 8-86, 1985.
- GOMES, J. M. et al. Influência do tamanho da embalagem plástica na produção de mudas de Ipê (*Tabebuia serratifolia*) de Copaíba (*Copaifera langsdorffii*) e de Angico Vermelho (*Piptadenia peregrina*). **Revista Árvore**, v. 14, n. 1, p. 26-34, 1990.
- GOMES, J. M. et al. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em “Win-Strip”. **Revista Árvore**, v. 15, n. 1, p. 35-42, 1991.
- GONÇALVES, J. L. M. Uso de resíduo industrial como substrato para produção de mudas em tubetes na Ripasa Florestal S.A. IPEF, **Série Técnica**, v. 4, n. 13, p. 18-33, 1987.
- GONZALES, R. A. Estudio sobre el comportamiento en vivero de *Pinus caribaea* var. *caribaea* cultivado en envases de polietileno de 12 dimensiones diferentes. **Revista Forestal Baracoa**, v. 18, n. 1, p. 39-51, 1988.
- HENRIQUES, E. P. Produção de mudas na ACESITA ENERGÉTICA S.A. IPEF, **Série Técnica**, v. 4, n. 13, p. 13-17, 1987.
- JOHNSON, J. D.; CLINE, P. M. Seedling quality of southern pines. In: DUREYA, M. L.; DOUGHERTY, P. M. (Eds.). **Forest regeneration manual.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991. p. 143-162.
- NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; NOVAIS, R. F. Fertilização mineral de mudas de eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Eds.) **Relação solo-eucalipto.** Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p. 99-126.
- NOVAES, A. B. **Avaliação morfológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes.** 1998. 116 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

PARVIAINEN, J. V. Initial development of root systems of various types of nursery stock for scots pine. **Folia Forestalia**, v. 268, p. 2-21, 1976.

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

PARVIAINEN, J. V.; TERVO, L. A new approach for production of containerized coniferous seedlings using peat sheets coupled with root pruning. **Forestry Supplement**, v. 62, p. 87-94, 1989.

REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; MAESTRI, M. 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.

ROCHA, D.; BRAGA, J. M. Adubação fosfatada em eucaliptos no viveiro. 1. Interação entre espécies de eucaliptos e fontes de fósforo. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1982, Belo horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: 1982. p. 455-459.

SANTOS, C. B. et al. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L. f.) D. Don. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 2, p. 1-15. 2000.

SHIMIDT-VOGT, H. Morpho-physiological quality of forest tree seedlings. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, 1984, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1984. p. 366-378.

VENTURIM, N. Efeito de recipiente no desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3., 1978, Manaus. **Anais...** Manaus: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1978. p. 357-357.

ZANI FILHO, J.; BALLONI, E. A.; STAPE, J. L. Viveiro de mudas florestais - Análise de um sistema operacional atual e perspectivas futuras. Piracicaba: IPEF, 1989. (Circular Técnica, 167)