

# PARÂMETROS MORFOLÓGICOS NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE MUDAS DE *Eucalyptus grandis*<sup>1</sup>

José Mauro Gomes<sup>2</sup>, Laércio Couto<sup>2</sup>, Helio Garcia Leite<sup>3</sup>, Aloísio Xavier<sup>3</sup> e Silvana Lages Ribeiro Garcia<sup>4</sup>

**RESUMO** - Este experimento foi instalado com o objetivo de estudar os parâmetros morfológicos nas avaliações da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* produzidas em diferentes tamanhos de tubetes. O substrato utilizado foi uma mistura de 80% de composto orgânico (CO) e de 20% de moínha 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 cm<sup>3</sup>. A adoção da altura e da relação altura/peso de matéria seca da parte aérea deve ser considerada, por terem sido estes os parâmetros que apresentaram boa contribuição relativa à qualidade das mudas, sem contudo ser um processo destrutivo. A adoção somente da altura para estimar a qualidade de mudas, aos 90 dias de idade no tubete de 110 cm<sup>3</sup> de volume, poderá ser utilizada por apresentar boa contribuição relativa e por ser um parâmetro de fácil determinação e não ser um método destrutivo, além de sua medição ser muito fácil.

**Palavras-chave:** Eucalipto, qualidade de mudas, parâmetros de avaliação e viveiro.

## **MORPHOLOGICAL PARAMETERS QUALITY FOR THE EVALUATION OF *Eucalyptus grandis* SEEDLING**

**ABSTRACT** - An experiment was carried out to study the morphological parameters used to evaluate the quality of *Eucalyptus grandis* seedlings produced in different tube sizes. 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 cm<sup>3</sup> were used as packaging. Height and height/weight relationship of the aerial part dry matter should be considered, since although providing a satisfactory contribution to seedling quality pattern, the parameters did not present a destructive process. The use of height only to estimate the quality of *Eucalyptus grandis* seedlings in the 110 cm<sup>3</sup> volume tube when they were 90-day old should be used, since it presents a satisfactory relative contribution, besides being a nondestructive, easily determined and measured parameter.

**Key words:** Eucalypt, seedling quality, evaluation parameters and nursery.

### **1. INTRODUÇÃO**

O êxito na formação de florestas de alta produção depende, em grande parte, da qualidade das mudas plantadas, que além de terem que resistir às condições adversas encontradas no campo após o plantio deverão sobreviver e, por fim, produzir árvores com crescimento volumétrico economicamente desejável (Gomes et al., 1991).

A sobrevivência, o estabelecimento, a frequência dos tratos culturais e o crescimento inicial das florestas são avaliações necessárias para o sucesso do empreendimento florestal, o que está diretamente relacionado com a qualidade das mudas por ocasião do plantio (Carneiro, 1983, 1995, Duryea, 1985, Gomes et al., 1991; Fonseca, 2000), merecendo ressaltar que o potencial genético, as condições fitossanitárias e a conformação do sistema

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 14.9.2001.

Aceito para publicação em 3.12.2002.

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa - UFV, 36571-000 Viçosa-MG;

<sup>3</sup> Professor do Departamento de Engenharia Florestal da UFV; <sup>4</sup> Engenheira Florestal, M.S., Faculdade de Viçosa, 36570-000 Viçosa-MG.

radicular são importantes para a boa produtividade dos povoamentos florestais (Carvalho, 1992).

A necessidade de produzir mudas em áreas bem definidas, com características específicas e controladas, se deve ao fato de serem elas geralmente frágeis, precisando de proteção inicial e de manejos especiais, de maneira a obter maior uniformização de crescimento, tanto da altura quanto do sistema radicular, e promovendo um endurecimento tal que, após o plantio, permite que elas resistam às condições adversas lá encontradas, sobrevivam e depois cresçam satisfatoriamente.

Quando as condições da área de plantio não forem totalmente desfavoráveis à sobrevivência e ao crescimento inicial das mudas, a avaliação da sua qualidade não é tão primordial (Barnett & Mcgilvray, 1981). Entretanto, se cultivadas em condições adversas as mudas deverão estar endurecidas, com um padrão de qualidade tal que permita que sobrevivam, evitando replantios e consequentes gastos desnecessários, proporcionando maior rendimento.

O crescimento semelhante entre povoamentos florestais, plantados com mudas de qualidade diferente, poderá ocorrer, porém a mortalidade nos primeiros anos pode apresentar uma estreita relação com o método de produção (Freitas & Klein, 1993) e, conseqüentemente, com a sua qualidade, uma vez que o maior crescimento inicial diminui a freqüência dos tratos culturais, minimizando os custos de implantação do povoamento (Carneiro, 1995), além de o replantio ser uma operação bastante onerosa, podendo ser dispensável quando a sobrevivência for elevada (Novaes, 1998).

Apesar de o êxito das plantações florestais depender, em grande parte, das mudas utilizadas, a escolha dos parâmetros que avaliam a sua qualidade ainda não está definida e, quase sempre, a sua mensuração não é operacional na maioria dos viveiros.

Os critérios na seleção das mudas para o plantio são baseados em parâmetros que, na maioria das vezes, não determinam as reais qualidades, uma vez que o padrão de qualidade varia de acordo com a espécie e, para uma mesma espécie, entre diferentes sítios ecológicos (Carneiro, 1995), além do tipo de transporte para o campo, da distribuição e do plantio. Existem várias razões para a utilização de testes para definir o padrão de qualidade de mudas, agregando a elas alguns valores (Munson, 1986) que, de acordo com os critérios adotados, são muitas vezes exigidos pelo mercado.

Na determinação da qualidade das mudas prontas para o plantio, os parâmetros utilizados baseiam-se ou nos aspectos fenotípicos, denominados de morfológicos, ou nos internos das mudas, denominados de fisiológicos.

Tanto a qualidade morfológica quanto a fisiológica das mudas dependem da carga genética e da procedência das sementes, das condições ambientais e dos métodos e das técnicas de produção, das estruturas e dos equipamentos utilizados e, por fim, do tipo de transporte dessas para o campo (Parviainen, 1981).

Os parâmetros morfológicos são os mais utilizados na determinação do padrão de qualidade das mudas, tendo uma compreensão mais intuitiva por parte dos viveiristas, mas ainda carente de uma definição mais acertada para responder às exigências quanto à sobrevivência e ao crescimento, determinadas pelas adversidades encontradas no campo após o plantio.

Os parâmetros morfológicas são atributos determinados física ou visualmente, devendo ser ressaltado que algumas pesquisas têm sido realizadas com o intuito de mostrar que os critérios que adotam essas características são importantes para o sucesso do desempenho das mudas após o plantio no campo (Fonseca, 2000).

O objetivo deste trabalho foi avaliar as contribuições relativas dos parâmetros morfológicos nas avaliações da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e dosagens de N, P e K.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi instalado no Viveiro de Pesquisas Florestais do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

A espécie utilizada foi o *Eucalyptus grandis*, cujas sementes foram coletadas em uma Área de Produção de Sementes (APS SBA-01) pertencente à CENIBRA Florestal.

A semeadura foi efetuada diretamente nos vários tamanhos de tubetes cônicos de plástico rígido, colocando-se em média cinco sementes, com 83% de poder germinativo.

Aos 30 dias foi efetuado o raleio, eliminando-se as mudas excedentes em cada embalagem, deixando apenas uma, sendo esta a melhor e a mais central.

Os tubetes ficaram acondicionados em bandejas plásticas suspensas a 80 cm do solo, e os quatro tamanhos apresentaram volumes de 50, 110, 200 e 280 cm<sup>3</sup>.

O substrato utilizado foi uma mistura de 80% de composto orgânico (CO) e de 20% de moinha de carvão (MC), por ser um dos melhores e recomendado na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em tubetes de plástico rígido (Gomes et al., 1985), apresentando para o fósforo 845 mg/dm<sup>3</sup>, para o potássio 1.365 mg/dm<sup>3</sup>, para o cálcio 3,24 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> e para o magnésio 2,74 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>.

O composto orgânico foi produzido no próprio local de instalação do experimento, a partir de esterco bovino (40%) e de capim-gordura (60%).

A moinha de carvão foi obtida ao triturar o carvão de madeira de eucalipto, sendo essa passada através de duas peneiras com malhas de 1 e 5 mm, tendo sido eliminados o pó e os grânulos maiores.

A mistura do composto orgânico com a moinha de carvão foi expurgada com brometo de metila, aplicando-se 20 ml/m<sup>2</sup> ao substrato, objetivando a eliminação dos agentes patogênicos e das sementes de plantas indesejáveis (Gomes et al., 1978).

As fertilizações foram adicionadas via água de irrigação e as doses aplicadas por 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).

A presença e a ausência do nitrogênio, do fósforo e do potássio, combinados entre si (2<sup>3</sup>=8) e com os quatro tamanhos de tubetes, constituíram 32 tratamentos.

Os parâmetros morfológicos das mudas e suas relações utilizados nas avaliações dos resultados foram a altura da parte aérea (H), o diâmetro do coleto (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 coleto (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 altura da parte aérea foi determinada a partir do nível do substrato até a ponta da última folha e o diâmetro do coleto foi calculado ao nível do substrato. As determinações dos pesos de matéria seca da parte aérea

(PMSPA) e do peso de matéria seca das raízes (PMSR) foram efetuadas a partir do material seco em estufa, regulada para 75 °C, por 72 horas. O peso de matéria seca total (PMST) foi a soma dos pesos citados. As relações entre as características medidas foram determinadas pela simples divisão entre elas.

O índice de qualidade de Dickson (IQD) foi determinado em função da altura da parte aérea (H), do diâmetro do coleto (DC), do peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA) e do peso de matéria seca das raízes (PMSR), por meio da fórmula (Dickson et al., 1960):

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

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 altura da parte aérea, o diâmetro do coleto, o peso da matéria seca da parte aérea e o peso da matéria seca do sistema radicular, foram determinados, utilizando-se seis mudas destinadas para tal, aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura.

As análises estatísticas foram efetuadas para determinar as contribuições relativas dos parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade das mudas, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis e o método de Tocher (Cruz & Regazzi, 1997).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variâncias dos dados da altura (H), do diâmetro do coleto (DC), da relação altura/diâmetro do coleto (RHDC), do peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA), do peso de matéria seca das raízes (PMSR), do peso de matéria seca total (PMST), da relação altura/peso de matéria seca da parte aérea (RHPMSPA), da relação peso de matéria seca da parte aérea/peso de matéria seca das raízes (RPPAR) e do índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Eucalyptus grandis* avaliadas aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura estão no Quadro 1.

Os tamanhos dos tubetes promoveram crescimentos estatisticamente diferentes, a 1% de probabilidade, para todos os parâmetros e em todas as idades. Este resultado foi o esperado, uma vez que o tubete de maior volume

(280 cm<sup>3</sup>) ultrapassa cinco vezes o menor (50 cm<sup>3</sup>).

O maior tubete disponibilizou mais nutrientes, uma vez que os pesos dos adubos foram adicionados em relação aos volumes do substrato. Além disto, o maior volume da embalagem não limitou o crescimento das raízes, aumentando a quantidade de substrato explorado e, conseqüentemente, a maior absorção de nutrientes.

Ainda considerando o Quadro 1, pode-se verificar que a adubação promoveu efeitos significativos, a 1% de probabilidade, na idade de 60 dias, para quase todos os parâmetros analisados, exceto para o PMSR, para a RPPAR e para o IQD.

Aos 90 dias os efeitos positivos das fertilizações somente foram significativos, a 5% de probabilidade, para o PMSPA, o PMST, a RHPMSPA e o IQD.

Com 120 dias de idade das mudas nenhum dos parâmetros sofreu efeitos significativos em função das fertilizações adicionadas.

À medida que as mudas envelheceram, elas cresceram e, conseqüentemente, as quantidades exigidas de

nutrientes aumentaram, porém, sem considerar o tamanho do tubete, a disponibilidade nutricional não afetou os parâmetros analisados, uma vez que os níveis, principalmente, de fósforo (845 mg/dm<sup>3</sup>), de potássio (1.365 mg/dm<sup>3</sup>), de cálcio (3,24 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) e de magnésio (2,74 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) no substrato, antes das adubações, já estavam bem altos e, possivelmente, muito além dos exigidos para o crescimento.

No Quadro 2 estão relacionados os agrupamentos dos tratamentos, com base nas médias dos parâmetros de qualidade das mudas de *Eucalyptus grandis* avaliadas aos 60, 90 e 120 dias, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis e o método de Tocher.

Aos 60 dias, ficaram no grupo I as mudas produzidas nos tubetes de tamanhos intermediários, menos o tratamento 24; no grupo II as do tubete de menor volume, correspondendo aos menores crescimentos; e nos grupos III e IV as dos de maior volume, com exceções para os tratamentos 31 e 32.

Aos 90 dias, os tratamentos também estão distribuídos em função do volume do tubete, permitindo observações

**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** – Abstract of the variance analysis of the averages of the parameters in evaluating the quality of *Eucalyptus grandis* seedlings at 60, 90 and 120 days of age

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 <sup>NS</sup>	0,0408*	4,7601**	80,16**	0,10 <sup>NS</sup>	0,000105 <sup>NS</sup>
T × A	21	5,79**	0,0111**	0,007*	0,004 <sup>NS</sup>	0,016 <sup>NS</sup>	4,7486 <sup>NS</sup>	16,72 <sup>NS</sup>	0,15 <sup>NS</sup>	0,000080 <sup>NS</sup>
CV <sub>exp.</sub> (%)		<b>7,77</b>	<b>6,69</b>	<b>5,65</b>	<b>42,65</b>	<b>21,40</b>	<b>10,32</b>	<b>12,32</b>	<b>33,18</b>	<b>23,99</b>
(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 <sup>NS</sup>	0,1055 <sup>NS</sup>	0,089*	0,012 <sup>NS</sup>	0,176*	31,3494 <sup>NS</sup>	23,69*	0,15 <sup>NS</sup>	0,000565*
T × A	21	39,42**	0,0916**	0,076**	0,006 <sup>NS</sup>	0,102*	55,4063**	15,05 <sup>NS</sup>	0,33 <sup>NS</sup>	0,000522*
CV <sub>exp.</sub> (%)		<b>12,77</b>	<b>6,09</b>	<b>14,05</b>	<b>19,35</b>	<b>12,87</b>	<b>12,60</b>	<b>11,62</b>	<b>17,78</b>	<b>19,30</b>
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 <sup>NS</sup>	0,0671 <sup>NS</sup>	0,141 <sup>NS</sup>	0,019 <sup>NS</sup>	0,205 <sup>NS</sup>	17,6152 <sup>NS</sup>	23,81 <sup>NS</sup>	0,09 <sup>NS</sup>	0,001885 <sup>NS</sup>
T × A	21	60,73**	0,0807 <sup>NS</sup>	0,234 <sup>NS</sup>	0,030 <sup>NS</sup>	0,357*	14,7344 <sup>NS</sup>	16,01 <sup>NS</sup>	0,13 <sup>NS</sup>	0,001723 <sup>NS</sup>
CV <sub>exp.</sub> (%)		<b>10,89</b>	<b>7,90</b>	<b>17,78</b>	<b>17,51</b>	<b>14,20</b>	<b>23,88</b>	<b>18,54</b>	<b>17,68</b>	<b>16,54</b>

\*\* significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade; <sup>NS</sup> não-significativo a 5% de probabilidade.

semelhantes às efetuadas anteriormente. As menores médias encontradas estão nos grupos II, IX e X, que correspondem às obtidas no tubete de 50 cm<sup>3</sup>. As maiores médias estão nos grupos IV, V e VI, correspondendo às produzidas no tubete de maior volume (280 cm<sup>3</sup>), com exceção do tratamento 32, mas com uma média relativamente alta e produzida no tubete, que é o segundo maior. Nos grupos III, VII e VIII estão distribuídas as segundas maiores médias obtidas no tubete de 200 cm<sup>3</sup>. Os demais tratamentos que correspondem às mudas produzidas no tubete de 100 cm<sup>3</sup>, que é o segundo menor, estão no grupo I.

Como pode ser observado, as médias foram distribuídas em um número maior de grupos, mas ainda

coerentes com o observado em outras análises, portanto, aos maiores tubetes corresponderam às maiores médias de crescimentos.

Aos 120 dias as observações continuaram semelhantes. Ao grupo I corresponderam todos os tratamentos de menores médias produzidas no tubete de menor volume, ficando no grupo II as segundas menores e, conseqüentemente, no segundo menor tubete. As maiores médias estão distribuídas nos grupos IV, VI, VII, VIII e IX, correspondendo ao maior volume do tubete. Nos grupos III e V estão os tratamentos com a terceira média em termos de grandeza, correspondendo também ao tubete de terceiro volume.

**Quadro 2** – Agrupamento dos 32 tratamentos, com base nas médias dos parâmetros de qualidade das mudas de *Eucalyptus grandis* avaliadas aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis e o método de Tocher

**Table 2** – Treatment grouping, based on the averages of the relative contribution quality parameters of *Eucalyptus grandis* seedlings evaluated at 60, 90 and 120 days of age using the Mahalanobis generalized distance and the Tocher method

Idade	Grupo	Tratamentos	H	DC	RHDC	PMSPA	PMSR	PMST	RHPMSPA	RPPAR	IQD
60	I	10, 14, 13, 16, 11, 9, 15, 12, 20, 21, 23, 32, 18, 22, 19, 17, 31	14,39	.	92,55	0,425	0,257	.	36,40	1,913	.
	II	2, 4, 5, 7, 6, 1, 8, 3	8,00	.	200,86	0,151	0,205	.	53,48	0,773	.
	III	28, 30, 29, 27, 25	20,19	.	116,64	0,712	0,275	.	28,93	2,679	.
	IV	26	23,24	.	117,11	0,609	0,234	.	38,37	2,615	.
	V	24	13,80	.	144,88	0,444	0,243	.	31,35	2,001	.
90	I	9, 12, 10, 13, 15, 14, 11, 16	25,69	.	294,33	0,878	0,337	.	29,48	2,674	.
	II	1, 2, 7, 4, 8, 5	16,85	.	264,17	0,420	0,166	.	40,40	2,558	.
	III	18, 23, 24, 21, 19, 22, 32	35,40	.	309,16	1,741	0,658	.	20,48	2,723	.
	IV	26, 29, 31	44,56	.	370,78	2,069	0,655	.	21,74	3,182	.
	V	27, 30, 28	43,36	.	337,93	2,356	0,754	.	18,64	3,206	.
	VI	25	49,05	.	351,38	2,641	0,883	.	19,03	3,081	.
	VII	17	27,93	.	279,93	1,652	0,658	.	17,08	2,666	.
	VIII	20	26,27	.	228,11	1,675	0,627	.	15,70	2,880	.
	IX	3	16,47	.	237,09	0,485	0,171	.	34,19	2,826	.
	X	6	13,89	.	230,03	0,313	0,124	.	44,37	2,526	.
120	I	1, 7, 5, 3, 8, 4, 6, 2	21,62	0,080	279,23	0,600	0,265	0,865	37,02	.	0,0032
	II	12, 16, 10, 11, 9, 13, 15, 14	33,79	0,292	116,07	1,515	0,562	2,077	22,52	.	0,0177
	III	18, 23, 24, 21, 19, 22, 20	45,94	0,376	122,51	2,965	1,227	4,192	15,80	.	0,0342
	IV	27, 28, 30, 26	55,88	0,405	138,36	4,358	1,402	5,760	12,93	.	0,0412
	V	17	36,26	0,341	105,83	2,642	1,067	3,709	13,71	.	0,0341
	VI	32	47,15	0,401	117,67	3,560	1,533	5,093	13,58	.	0,0426
	VII	31	48,95	0,430	114,05	3,820	1,180	5,000	12,83	.	0,0427
	VIII	29	58,79	0,408	145,10	3,960	1,239	5,199	15,53	.	0,0357
	IX	25	61,66	0,471	131,45	5,017	1,618	6,635	12,35	.	0,0497

Como pode ser visto, independentemente da idade, as médias dos tratamentos foram agrupadas em grupos homogêneos, coerentemente com tudo que já se discutiu, de acordo com o volume dos tubetes, mostrando ser este um fator de relevância para o crescimento.

No Quadro 3 estão agrupados os tratamentos e a contribuição relativa dos parâmetros de qualidade das mudas de *Eucalyptus grandis*, avaliadas aos 60 dias, tendo como base o método de Tocher, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis.

Pode-se verificar que aos 60 dias a contribuição relativa dos parâmetros foi de 50,26%, devido à altura, e de 32,93%, devido à relação altura/diâmetro do coleto, devendo ser evidenciado que a qualidade poderá ser avaliada somente com esses dois parâmetros, uma vez

que eles contribuíram com 83,19%, ficando para os demais apenas 16,81%. As medições da altura e do respectivo diâmetro do coleto são fáceis e viáveis, além de não destruir as mudas.

O peso de matéria seca das raízes foi descartado das análises, como pode ser visto no segundo agrupamento, cuja contribuição relativa da altura (49,96%) e da relação altura/diâmetro do coleto (32,93%) somam juntas 82,89% e os demais parâmetros, 17,11%, podendo ser considerados iguais aos do primeiro agrupamento.

Para avaliar a qualidade de mudas com a idade de 60 dias, a altura e o diâmetro do coleto seriam os parâmetros a ser medidos, uma vez que o primeiro e a relação dos dois representam juntos mais de 80% da contribuição relativa.

**Quadro 3** – Agrupamento dos tratamentos e contribuição relativa dos parâmetros de qualidade das mudas de *Eucalyptus grandis* avaliadas aos 60 dias, tendo como base o método de Tocher, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis  
**Table 3** – Treatment grouping and the relative contribution of quality parameters of *Eucalyptus grandis* seedlings, evaluated at 60 days of age, based on the Mahalanobis generalized distance and the Tocher method

AG	Grupos	Tratamentos	Contribuição Relativa dos Parâmetros (%)
1ª	I	10, 14, 13, 16, 11, 9, 15, 12, 20, 21, 23, 32, 18, 22, 19, 17, 31	
	II	2, 4, 5, 7, 6, 1, 8, 3	
	III	28, 30, 29, 27, 25	
	IV	26	
	V	24	
2ª	I	10, 14, 16, 13, 11, 9, 15, 12, 21, 20, 23, 32, 18, 22, 17, 19, 31	
	II	2, 4, 7, 5, 6, 1, 8, 3	
	III	29, 30, 27, 28, 26	
	IV	25	
	V	24	

AG = agrupamento.

A altura da parte aérea é de fácil medição e, portanto, sempre foi utilizada com eficiência para estimar o padrão de qualidade de mudas nos viveiros (Gomes, 1978), sendo considerada também como um dos mais importantes parâmetros para estimar o crescimento no campo (Mexal & Lands, 1990; Reis et al., 1991), além do que sua medição não acarreta a destruição delas, sendo tecnicamente aceita como uma boa medida do potencial de desempenho das mudas (Mexal & Lands, 1990).

A altura da parte aérea combinada com o diâmetro do coleto constitui um dos mais importantes parâmetros morfológicos para estimar o crescimento das mudas após o plantio definitivo no campo (Carneiro, 1995).

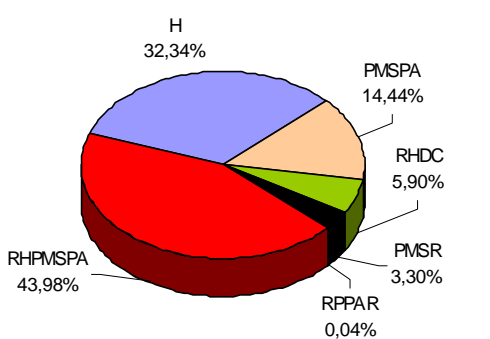
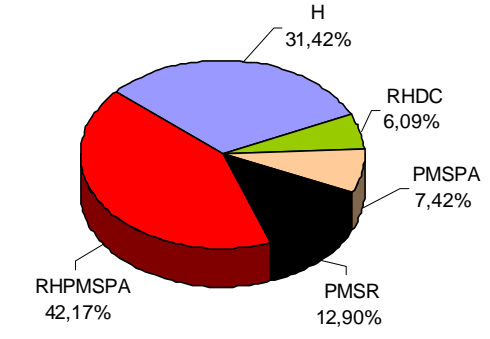
O valor resultante da divisão da altura da parte aérea pelo seu respectivo diâmetro do coleto exprime o equilíbrio

de crescimento, relacionando esses dois importantes parâmetros morfológicos em apenas um índice (Carneiro, 1995), também denominado de quociente de robustez, sendo considerado um dos mais precisos, pois fornece informações de quanto delgada está a muda (Johnson & Cline, 1991).

O agrupamento dos tratamentos e a contribuição relativa dos parâmetros de qualidade das mudas de *Eucalyptus grandis* avaliadas aos 90 dias, tendo como base o método de Tocher, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis, estão apresentados no Quadro 4.

Nota-se que houve mudança nos valores percentuais da contribuição relativa dos parâmetros, mas ainda sendo a RHPMSPA e altura das mudas os que mais contribuíram.

**Quadro 4** – Agrupamento dos tratamentos e contribuição relativa dos parâmetros de qualidade das mudas de *Eucalyptus grandis* avaliadas aos 90 dias, tendo como base o método de Tocher, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis  
**Table 4** – Treatment grouping and the relative contribution of quality parameters of *Eucalyptus grandis* seedlings, evaluated at 90 days of age, base on the Mahalanobis generalized distance and the Tocher method

AG	Grupos	Tratamentos	Contribuição Relativa dos Parâmetros (%)
1ª	I	9, 12, 10, 13, 15, 14, 11, 16	
	II	1, 2, 7, 4, 8, 5	
	III	18, 23, 24, 21, 19, 22, 32	
	IV	26, 29, 31	
	V	27, 30, 28	
	VI	25	
	VII	17	
	VIII	20	
	IX	3	
	X	6	
2ª	I	9, 12, 10, 16, 13, 14, 11, 15	
	II	1, 2, 7, 8, 4, 5	
	III	18, 23, 24, 20	
	IV	21, 22, 32, 19	
	V	26, 29, 28, 27	
	VI	30, 31	
	VII	25	
	VIII	17	
	IX	3	
	X	6	

AG = agrupamento.

As maiores contribuições foram de 43,98% devido à relação altura/peso de matéria seca da parte aérea e de 32,34% devido à altura, somando 76,32%, sendo os restantes 23,68% devido ao peso de matéria seca da parte aérea (14,44%), à relação altura/diâmetro do coleto (5,90%), ao peso de matéria seca das raízes (3,30%) e à relação peso parte aérea/raízes (0,04%).

A relação altura/peso de matéria seca da parte aérea apresentou a maior contribuição relativa, mostrando a sua importância, apesar de na sua determinação ser preciso levar em consideração um parâmetro destrutivo, que o peso de matéria seca.

As contribuições relativas, após o descarte da relação parte aérea/raízes, da relação altura/peso de matéria

seca da parte aérea (42,17%) e da altura das mudas (31,42%), somaram 73,59%, ficando para os demais parâmetros apenas 26,41%.

A relação do peso de matéria seca da parte aérea/peso de matéria seca das raízes, apesar de ser considerada como um índice eficiente e seguro para avaliar a qualidade de mudas (Parviainen, 1981) poderá ser contraditória para expressar o crescimento no campo (Burnett, 1979), mostrando que o descarte desse parâmetro foi acertado.

A altura é considerada como um dos parâmetros mais antigos na classificação e seleção de mudas (Parviainen, 1981), e ainda continua apresentando uma contribuição importante, podendo ser indicada como um parâmetro para essa avaliação.

**Quadro 5** – Agrupamento dos tratamentos e contribuição relativa dos parâmetros de qualidade das mudas de *Eucalyptus grandis* avaliadas aos 120 dias, tendo como base o método de Tocher, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis

**Table 5** – Treatment grouping and the relative contribution of quality parameters of *Eucalyptus grandis* seedlings evaluated at 120 days of age, based on the Mahalanobis generalized distance and the Tocher method

AG	Grupos	Tratamentos	Contribuição Relativa dos Parâmetros (%)
1º	I	1, 7, 5, 3, 4, 6, 2	
	II	12, 16, 10, 11, 9, 13, 15, 14	
	III	18, 24, 21, 22, 20, 19	
	IV	27, 28, 30, 26	
	V	17, 23	
	VI	32	
	VII	31	
	VIII	29	
	IX	25	
	X	8	
2º	I	1, 7, 5, 3, 8, 4, 6, 2	
	II	12, 16, 10, 11, 9, 13, 15, 14	
	III	18, 24, 21, 22, 19, 20	
	IV	27, 28, 30, 26	
	V	17, 23	
	VI	32	
	VII	31	
	VIII	29	
	IX	25	

AG = agrupamento.



Em outros trabalhos de pesquisa as maiores alturas corresponderam, no campo, à maior taxa de sobrevivência e ao maior crescimento inicial para *Pinus radiata* (Pawsey, 1972) e para *Pseudotsuga menziesii* (Richter, 1971).

As mudas de *Pinus taeda* com diferentes alturas apresentaram valores equivalentes para altura, diâmetro à altura do peito e volume, aos seis anos após o plantio no campo (Carneiro & Ramos, 1981).

O agrupamento dos tratamentos e a contribuição relativa dos parâmetros de qualidade das mudas de *Eucalyptus grandis* avaliadas aos 120 dias, tendo como base o método de Tocher, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis, estão no Quadro 5.

Observando esse quadro nota-se que houve mudança substancial nos valores percentuais da contribuição relativa dos parâmetros, devendo ser ressaltado que os parâmetros relacionados com os pesos de matérias secas foram os que mais contribuíram.

O peso de matéria seca total (43,39%), o peso de matéria seca da parte aérea (28,60%) e o peso de matéria seca das raízes (11,78%), no primeiro agrupamento, foram os parâmetros que, juntos, tiveram a contribuição relativa de 83,77%. Os demais contribuíram com somente 16,23%.

Verifica-se que o diâmetro do coleto teve contribuição relativa de 10,43%, ficando muito próximo da porcentagem do peso de matéria seca das raízes. Se o caso fosse o de optar entre um dos dois parâmetros, o diâmetro do coleto seria o escolhido, pela facilidade de coleta e por ser determinado sem a destruição das mudas.

Os parâmetros que apresentam as menores contribuições relativas foram a relação peso de matéria seca da parte aérea/peso de matéria seca das raízes (0,14%) e a relação altura/diâmetro do coleto (0,66%), sendo, portanto, os descartados nas futuras análises.

No segundo agrupamento a maior contribuição relativa foi devido ao peso de matéria seca total (40,72%), em seguida foi o peso de matéria seca da parte aérea (23,68%) e a última o diâmetro do coleto (12,61%), somando-se 77,01%.

Quando se considera como a segunda contribuição o peso de matéria seca das raízes com 10,62%, como foi nos dois primeiros agrupamentos, tem-se um total de 75,02% de contribuição relativa devido aos parâmetros que são relacionados com os pesos de matérias secas, não diferindo em nada do primeiro agrupamento.

Considerando que a relação peso de matéria seca da parte aérea/peso de matéria seca das raízes depende de dois parâmetros destrutivos para sua determinação, que os dados não permitem maiores conclusões e que é uma relação contraditória para o crescimento de mudas no campo (Burnett, 1979), não deverá ser indicada como índice para determinação do padrão de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*.

Aos 60 dias as mudas ainda estão pequenas e bastante tenras, não se adequando para o plantio no campo. Aos 120 dias após a semeadura a restrição ao crescimento da altura e das raízes das mudas é afetada, mesmo nos tubetes de maiores volumes. Portanto, as mudas passam por um processo de endurecimento, aumentando o diâmetro do coleto e ganhando mais peso de matéria seca. Outro aspecto é que nesta idade as mudas apresentaram altura muito superior à ideal para o plantio com sucesso.

Aos 90 dias as mudas estavam com crescimento adequado para o plantio, além de estarem endurecidas e com crescimento radicular tal que permita uma boa agregação das raízes com o substrato, formando um torrão bem consistente, permitindo o transporte para o campo sem a necessidade de levar o tubete. Com base nas análises estatísticas efetuadas pode-se concluir, para produção de mudas de *Eucalyptus grandis*, que:

1. O tubete de 110 cm<sup>3</sup> de volume deve ser considerado para mudas com 90 dias de idade.

2. Após 90 dias de idade os volumes dos tubetes começam a restringir o crescimento das mudas, permitindo o maior crescimento diamétrico e maior produção de matéria seca, promovendo o seu maior endurecimento.

3. A adoção da altura e da relação altura/peso de matéria seca da parte aérea deve ser considerada, pelo fato de terem sido parâmetros que apresentaram boa contribuição relativa ao padrão de qualidade das mudas.

4. A adoção somente da altura para estimar a qualidade de mudas poderá ser utilizada, uma vez que ela foi um dos parâmetros que apresentou boa contribuição relativa, além de sua medição ser muito fácil e não ser um método destrutivo.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARNETT, J. P.; MCGILVRAY, J. M. Container planting systems for the South. Res. Pap. SO. USDA. **Forest Service**, v. 167, p. 1-18, 1981.

BURNETT, A. N. New methods for measuring root growth capacity: their value in assessing lodgepole pine stock quality. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 9, p. 63-67, 1979.

CARNEIRO, J. G. A.; RAMOS, A. Influência da altura aérea, diâmetro de colo e idade de mudas 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: FUPEF, 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, 1983. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1983. p. 10-24.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.

CARVALHO, C. M. Produção de mudas de espécies florestais de rápido crescimento. In: NOVAES, A. B. et al. **Reflorestamento no Brasil**. Vitória da Conquista-BA, UESB, 1992. p. 93-103.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2.ed. 1997. 390 p.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **For. Chron.**, v. 36, p. 10-13, 1960.

DURYEA, M. L. Evaluating seedling quality importance to reforestation. In: DURYEA, M. L. **Evaluating seedling quality principles, procedures, and predictive abilities of major tests**. Corvallis: Forest Research Laboratory Oregon State University, 1985. p. 1-6.

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: Universidade Estadual Paulista, 2000. 113 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, 2000.

FREITAS, A. J. P.; KLEIN, J. E. M. Aspectos técnicos e econômicos da mortalidade de mudas no campo. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 11.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993. p. 736.

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.; 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. 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.

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.

MEXAL, J. L.; LANDIS, T. D. Target seedling concepts: height and diameter. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, 1990, Roseburg. **Proceedings...** Fort. Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 17-35.

MUNSON, K. R. Principles, procedures and availability of seedling quality tests. In: INTERMOUNTAIN NURSERY MAN'S ASSOCIATION MEETING, 1985, Fort. Collins. **Proceedings...** Fort. Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1986. p. 13-15.

NOVAES, A. B. Avaliação morfológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1998. 116 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, 1998.

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.

PAWSEY, C. K. Survival and early development of *Pinus radiata* as influenced by size of planting stock. **Australian Forest Research**, v. 5, n. 4, p. 13-29, 1972.

REIS, M. G. F. et al. Crescimento e forma de fuste de mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* Fr. Allem.) sob diferentes níveis de sombreamento e tempo de cobertura. **Revista Árvore**, v. 15, n. 1, p. 23-34, 1991.

RICHTER, J. Das umsetzen von douglasien in kulturstadium. **Alig. Forst.-u. Jagdztg.**, v. 142, p. 63-69, 1971.