

**VIABILIDADE DE APLICAÇÃO DA SELEÇÃO PRECOCE EM TESTES
CLONAIIS DE *Eucalyptus* spp**

EARLY SELECTION VIABILITY IN *Eucalyptus* spp CLONAL TESTS

Renata Alves Meira Massaro¹ Cesar Augusto Valencise Bonine²
Edimar Aparecido Scarpinati³ Rinaldo César de Paula⁴

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a eficiência da seleção precoce em *Eucalyptus* spp. foram usados dados de dois testes clonais avaliados quanto ao crescimento em altura (ALT), diâmetro à altura do peito (DAP) e volume individual de madeira (VOL) aos 25, 50 e 72 meses de idade. O delineamento experimental nos dois testes clonais foi o de blocos casualizados, com trinta tratamentos (clones), seis repetições, sendo um deles com seis e o outro com dez plantas em linha por parcela, no espaçamento de 3,0 m x 3,0 m. Foi feita a análise de variância para cada caracter e idade. Foram obtidas as estimativas de coeficiente de determinação genotípico e de correlações genotípicas entre os caracteres nas idades juvenis e na idade de rotação. Para verificar a viabilidade da aplicação da seleção precoce, foi simulada a seleção de 30% dos clones nas idades juvenis e na idade de rotação para cada um dos caracteres e idades avaliadas, obtendo-se as estimativas de ganhos genéticos com a seleção direta e indireta. Houve diferenças significativas entre os clones avaliados nos dois experimentos para todos os caracteres e idades. Com base nos resultados obtidos, é possível efetuar a seleção precoce aos 2 anos de idade sobre o caracter DAP em testes clonais de eucalipto.

Palavras-chave: melhoramento genético; correlação juvenil-adulto; seleção antecipada.

ABSTRACT

With the aim of evaluating *Eucalyptus* spp. for early selection efficiency, the height (HGT), diameter at breast height (DBH) and individual wood volume (VOL) of two clonal tests were assessed at the ages of 25, 50, and 72 months. The experimental design consisted of randomized blocks, containing 30 treatments (clones), 6 replications and linear plots, one of them with 6 plants and the other with 10 plants, at the spacing of 3.0m x 3.0m. Variance analysis for each trait and age were carried out in the trials. The estimates of genotypic determination coefficient and the correlation between the early and mature ages for each trait were obtained. In order to confirm the viability of early selection, a simulated selection was performed at young and mature ages, adopting 30% of selection proportion for each trait and age considered. The genetic gains were estimated by using both direct and indirect selection. There were significant differences among clones evaluated in the two experiments for all traits and ages. Based on the results obtained for DBH in eucalyptus clonal tests, the use of early selection at the age of 2 years is feasible.

Keywords: genetic improvement; juvenile-adult correlation; early selection.

1. Bióloga, M.Sc. em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, CEP 14884-900, Jaboticabal (SP). Bolsista do CNPq. renatameira_bio@yahoo.com.br
2. Engenheiro Florestal, M.Sc., Gerente de Biotecnologia, Empresa Fibria Celulose S/A, Unidade de Jacareí, Rod. Gal Euryale Jesus Zerbini, Km 84 - SP 66, São Silvestre, CEP 12340-010, Jacareí (SP). cesar.bonine@fibria.com.br
3. Pesquisador Florestal, M.Sc., Fibria Celulose S/A, Unidade de Três Lagoas, Rodovia MS 395, Km 20, Zona Rural, Caixa postal 529, CEP 79601-970, Três Lagoas (MS). edimar.scarpinati@fibria.com.br
4. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, CEP 14884-900, Jaboticabal (SP). Bolsista PQ-2 do CNPq. repaula@fcav.unesp.br

Recebido para publicação em 6/11/2008 e aceito em 19/07/2010

INTRODUÇÃO

O tempo é um fator crítico nos programas de melhoramento genético de espécies florestais os quais, por envolverem espécies de ciclos longos, são demorados e onerosos (KAGEYAMA e VENCOVSKY, 1983; PEREIRA et al., 1997; GONÇALVES et al., 1998). O *Eucalyptus* spp. enquadra-se nesse grupo e apresenta uma idade de rotação que pode demorar dezenas de anos. No Brasil, a duração de uma geração de melhoramento é de aproximadamente 10 anos, enquanto que em regiões de clima temperado é em torno de 25 a 30 anos (PEREIRA et al., 1997).

Maior rapidez nos programas de melhoramento florestal pode ser obtida diminuindo-se o tempo gasto para realizar o ciclo de seleção, de modo a maximizar os ganhos por unidade de tempo (PEREIRA et al., 1997; GONÇALVES et al., 1998). A principal opção para reduzir esse tempo é por meio da seleção precoce. Por essa razão, os melhoristas de espécies florestais têm procurado identificar características das árvores em idade juvenil que estejam relacionadas com aquelas de interesse econômico na fase de rotação, isto é, predizer, nas árvores em estágio o mais juvenil possível, o desempenho de um indivíduo adulto, diminuindo assim o tempo para se completar um ciclo de seleção (WU, 1998; GONÇALVES et al., 1998). Reduzindo-se o período de teste, pode-se descartar mais rapidamente o material inferior, realizar mais prontamente a recomendação de novos clones para o plantio comercial, reduzir o ciclo de melhoramento, acelerar o programa de obtenção de clones mais produtivos e diminuir o tempo entre as gerações (WU, 1998). Dessa forma, a viabilidade de aplicação da seleção precoce em programas de melhoramento de espécies perenes, a exemplo das espécies florestais, tornaria esses programas mais eficientes em termos de tempo e custos necessários para condução e manutenção dos testes genéticos.

Nos trabalhos conduzidos com eucalipto no Brasil, mesmo a idade de rotação sendo menor do que em outros países, a seleção precoce também tem se mostrado eficiente (REZENDE et al., 1994; PEREIRA et al., 1997; TOLFO, 2003). Isso também tem sido verificado com outras espécies e, ou países, como em *Euterpe oleracea* (BOVI et al., 1990), *Hevea brasiliensis* (GONÇALVES et al., 1998), *Pinus taeda* (XIANG et al., 2002), *Pseudotsuga* spp. (DEAN e STONECYPHER, 2006) e *Pinus banksiana* (WENG et al., 2007).

Algumas opções têm sido propostas para se avaliar a viabilidade e estimar a eficiência da seleção precoce, tal como a estimativa da correlação genética nas diferentes idades. Assim, a eficiência ou não da seleção precoce está intimamente relacionada à existência ou não de correlação genética entre os caracteres na idade juvenil e adulta (FALCONER, 1987). Pereira et al. (1997) relatam que em um grande número de casos a associação entre o desempenho da planta ou família jovem com a adulta foi alta, indicando que, nessas situações, a seleção precoce seria eficaz. Uma segunda opção para se avaliar a eficiência da seleção precoce é a estimativa dos parâmetros genéticos e fenotípicos. Estes são especialmente importantes no caso de plantas perenes, em que cada ciclo seletivo é muito demorado e, conseqüentemente, tem-se que adotar a estratégia que possibilite o maior ganho possível. Tais estimativas permitem que o melhorista oriente seu trabalho e torne o programa de melhoramento mais eficiente (CASTRO, 1992).

Segundo Marques Junior (1995), a eficiência da seleção precoce pode também ser avaliada por meio das expectativas de ganhos indiretos, observados na idade de corte das árvores, pela seleção nas idades juvenis. A esse respeito, a seleção precoce será tanto mais eficiente quanto menor for a magnitude da interação entre genótipos x idades ou, ainda, quando essa interação, mesmo significativa, for condicionada, predominantemente, pela diferença de variabilidade entre os genótipos e não pela falta de correlação genética entre os genótipos e idades.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a variabilidade genética em dois testes clonais de *Eucalyptus* spp., em três diferentes idades, avaliar a magnitude da interação clone-idade e, a viabilidade da aplicação da seleção precoce para altura, diâmetro à altura do peito e volume de madeira.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram usados dados de dois testes clonais de *Eucalyptus* spp., avaliados quanto ao crescimento em altura (ALT, em m), diâmetro à altura do peito (DAP, em cm) e volume individual de madeira (VOL, em m³ árvore⁻¹) aos 25, 50 e 72 meses de idade.

O delineamento experimental utilizado nos dois experimentos foi o de blocos casualizados, com 30 tratamentos (clones) e seis repetições. O espaçamento de plantio foi de 3,0 x 3,0 m, com

parcelas lineares de seis plantas no teste clonal 1 e dez plantas no teste clonal 2.

A análise de variância, para cada caracter e idade, foi realizada com as médias de parcelas, considerando-se os efeitos do modelo estatístico, à exceção do erro, como fixos.

Foi feita a análise de variância para cada caracter e idade de acordo com o modelo estatístico abaixo, apresentado por Carvalho et al. (2003):

$$Y_{ij} = m + g_i + b_j + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} : observação referente ao i -ésimo clone ($i = 1, \dots, c$) no j -ésimo bloco ($j = 1, \dots, r$);

m : média geral;

g_i : efeito do i -ésimo clone, $\sum_{i=1}^c g_i = 0$;

b_j : efeito do j -ésimo bloco, $\sum_{j=1}^r b_j = 0$;

e_i : erro associado ao i -ésimo clone no j -ésimo bloco, NID ($0, \sigma^2$).

Com base nas esperanças matemáticas dos quadrados médios foram obtidas as estimativas das do coeficiente de determinação genotípico (\hat{H}^2), do coeficiente de variação genotípico (CVg) e do coeficiente de variação experimental (CV) de acordo com as fórmulas a seguir:

$$\hat{H}^2 = \frac{QMC - QMR}{QMC};$$

$$CVg = 100 \times \frac{\sqrt{\hat{\Phi}_G}}{\bar{x}} \text{ e}$$

$$CV = 100 \times \frac{\sqrt{QMR}}{\bar{x}}$$

em que:

QMC : quadrado médio de clones;

QMR : quadrado médio do resíduo.

$\hat{\Phi}_G$: estimador do componente quadrático associado à variação genotípica para cada caráter avaliado.

Tomando por base a análise de variância para cada caracter individualmente e para a soma de cada par de caracteres avaliados, obtiveram-se os produtos médios e, partindo das esperanças matemáticas dos quadrados médios e dos produtos médios, foram obtidas as estimativas de correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente entre os pares de caracteres e, ou idades estudadas. Como

exemplo, as correlações genotípicas entre os caracteres em idades juvenis com os de idade de rotação foram obtidas conforme as seguintes expressões, apresentadas por Carvalho et al. (2003):

$$\hat{r}_{g(xy)} = \frac{\hat{\Phi}_{G(x,y)}}{\sqrt{\hat{\Phi}_{G(x)} \times \hat{\Phi}_{G(y)}}},$$

em que:

$\hat{\Phi}_{G(x,y)}$: estimador do componente quadrático associado à covariabilidade genotípica entre os caracteres X e Y, obtido pela relação:

$$\hat{\Phi}_{G(x,y)} = \frac{PM C_{xy} \times PM R_{xy}}{r},$$

em que:

$PM C_{xy}$ e $PM R_{xy}$: produtos médios de clones e do resíduo para X e Y respectivamente;

$\hat{\Phi}_{G(x)}$ e $\hat{\Phi}_{G(y)}$: estimadores dos componentes quadráticos associados às variações genotípicas para os caracteres X e Y respectivamente. Para X, este estimador foi obtido pela relação:

$$\hat{\Phi}_{G(x)} = \frac{QMC_x - QMR_x}{r}$$

em que:

QMC_x e QMR_x são, respectivamente, os quadrados médios de clones e do resíduo para X; r : número de repetições.

De modo análogo foi obtido o estimador para Y.

As estimativas das correlações fenotípicas e de ambiente foram obtidas de forma semelhante.

Para verificar a viabilidade da aplicação da seleção precoce foi simulada a seleção de clones nas idades juvenis e na idade de rotação, adotando-se uma proporção de seleção de 30% para os tratamentos presentes nos ensaios, para cada um dos caracteres e idades considerados. As estimativas de ganhos com a seleção direta e indireta foram obtidas pelo emprego das seguintes expressões, citadas por Cruz et al. (2004):

i) Seleção sobre o caracter "i" na idade de rotação e ganho sobre o mesmo caracter na idade de rotação (seleção direta):

$$GS_i = DS_i \times \hat{H}_i^2 \times p \text{ e}$$

$$GS_i (\%) = 100 \times \frac{GS_i}{\bar{x}}$$

ii) Seleção sobre o carácter “i” ou “j”, em idades juvenis, ou no carácter “j” na idade de rotação e ganho no carácter “i” na idade de rotação (seleção precoce/seleção indireta):

$$GS_{i(j)} = DS_{i(j)} \times \hat{H}_i^2 \times p \text{ e}$$

$$GS_{i(j)} (\%) = 100 \times \frac{DS_{i(j)}}{\bar{x}}$$

em que:

GS_i , $GS_i (\%)$: estimativa do ganho na idade de rotação, pela seleção praticada diretamente sobre o carácter “i” nessa mesma idade, em termos absolutos e relativos respectivamente;

DS_i : diferencial de seleção direto;

\hat{H}_i^2 , \hat{H}_j^2 : estimativa do coeficiente de determinação genotípico do carácter “i” ou “j”, em nível de média de clones;

p : controle parental ($p = 1$);

\bar{x} : média original do carácter na idade de rotação, antes da seleção;

$GS_{i(j)}$, $GS_{i(j)} (\%)$: estimativa do ganho no carácter “i” na idade de rotação, pela seleção praticada no carácter “i” ou “j” na idade juvenil ou no carácter “j” na idade de rotação, em termos absolutos e relativos respectivamente;

$DS_{i(j)}$: diferencial de seleção indireto no carácter “i” na idade de rotação, em função da seleção sobre o carácter “i” ou “j” na idade juvenil ou no carácter “j” na idade de rotação.

A eficiência da seleção precoce (ESP) foi obtida pelo valor percentual do ganho indireto, em relação à estimativa de ganho promovido pela seleção direta do carácter na idade de rotação, ou seja:

$$ESP(\%) = 100 \times \frac{GS_{i(j)}}{GS_i}$$

Todas as avaliações genéticas foram processadas no programa computacional GENES (CRUZ, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os caracteres avaliados, nos dois testes clonais, apresentaram diferenças significativas ($P \leq 0,01$) entre os clones, o que indica a existência de variação genética, sugerindo a possibilidade de ganhos genéticos pela aplicação da seleção (Tabela 1). Resultados semelhantes foram encontrados

por Pereira et al. (1997), Paula et al. (2002), Tolfo (2003) e Santos et al. (2006), o que evidencia que os materiais genéticos usados no setor florestal apresentam, de modo geral, grande variação genética, e que as perspectivas de melhoramento desses materiais são promissoras (PIRES et al., 1996).

A precisão experimental avaliada pela magnitude das estimativas dos coeficientes de variação experimental (CV) foi menor no experimento 1. Contudo, nos dois experimentos, os valores de CV podem ser considerados baixos para experimentos florestais, constatando a acurácia dos dados e, com isso, a confiança nos parâmetros genéticos estimados. De acordo com Resende (2007), o CV isoladamente não é adequado para avaliar a qualidade experimental, sobretudo para caracteres quantitativos e de baixa herdabilidade em nível de parcelas individuais, mesmo quando valores baixos de CV, como 10%, são perseguidos. Nesses casos, pelo menos seis repetições são necessárias e diversos valores de CV podem ser aceitáveis, desde que mantenham uma relação próxima a 0,82 com o coeficiente de variação genotípico. Esse autor ainda reporta que com número de repetições superior a cinco, valores da relação CVg/CV menores que a unidade também podem propiciar elevadas acurácia e precisão. Diante disso, pode-se concluir pela boa qualidade experimental dos dois testes clonais analisados.

A relação coeficiente de variação genotípica pelo coeficiente de variação experimental (CVg/CV) foi superior a 1,0 em todas as situações no teste clonal 2, e apenas em DAP aos 25 meses de idade no experimento 1. Essa condição é desejável no processo de seleção, já que, dessa forma, a variação genética supera a variação ambiental. Resultados favoráveis à seleção, avaliados por essa relação, foram obtidos por Botrel et al. (2007) trabalhando com clones de híbridos de *Eucalyptus* spp. Entretanto, não basta somente que essa relação seja superior a um, importando também a análise de magnitude dos valores envolvidos (PAULA et al., 2002), e o número de repetições adotado na experimentação (RESENDE, 2007).

As estimativas dos coeficientes de determinação genotípicos (\hat{H}^2) foram altas nos dois testes clonais e apresentaram baixa variação com a idade para cada carácter. Esse coeficiente expressa a proporção da variação que é atribuída a diferenças genéticas entre os indivíduos, e, pelas altas estimativas obtidas, pode-se inferir que esses

TABELA 1: Análise de variância para os caracteres altura total (ALT), diâmetro à altura do peito (DAP) e volume individual de madeira (VOL) em clones de *Eucalyptus* spp., aos 25, 50 e 72 meses de idade, referentes aos dois testes clonais.TABLE 1: Variance analysis for total height (ALT), diameter at breast height (DAP) and individual wood volume (VOL) in *Eucalyptus* spp. clones at the ages of 25, 50, and 72 months for the two clonal tests.

Fontes de variação	25 meses			50 meses			72 meses		
	DAP cm	ALT m	VOL m ³ /árvore	DAP Cm	ALT M	VOL m ³ /árvore	DAP cm	ALT m	VOL m ³ /árvore
Teste Clonal 1									
Bloco	1,22	0,57	0,00009	1,57	5,12	0,0012	1,71	21,04	0,0032
Clones	5,17**	4,83**	0,0008**	18,64**	15,24**	0,0096**	32,06**	39,62**	0,0261**
Resíduo	0,72	0,92	0,0001	3,34	4,03	0,0017	5,70	8,14	0,0043
Média	10,92	13,91	0,0627	14,24	20,08	0,1547	15,54	23,89	0,1778
CV(%)	7,78	6,89	16,96	12,83	10,00	26,65	15,36	11,94	36,90
$\hat{\sigma}_f^2$	0,86	0,80	0,00013	3,10	2,54	0,0016	5,34	6,60	0,0044
$\hat{\sigma}_e^2$	0,72	0,92	0,0001	0,68	4,03	0,0017	5,70	8,14	0,0043
$\hat{\Phi}_G$	0,74	0,65	0,00011	2,55	1,86	0,0013	4,39	5,24	0,0036
\hat{H}^2	0,86	0,80	0,87	0,82	0,73	0,82	0,82	0,79	0,83
CVg	7,89	5,80	16,72	11,21	6,80	23,30	13,48	9,59	33,92
CVg/CV	1,01	0,84	0,98	0,87	0,68	0,87	0,87	0,80	0,91
Teste Clonal 2									
Bloco	0,45	3,33	0,00001	0,01	4,54	0,0003	0,37	3,46	0,0008
Clones	4,99**	3,58**	0,0006**	13,25**	8,63**	0,0064**	27,09**	19,09**	0,0187**
Resíduo	0,43	0,17	0,00004	1,05	0,48	0,0004	2,01	1,05	0,0014
Média	10,21	11,91	0,04	14,06	19,86	0,14	16,43	22,37	0,17
CV(%)	6,45	3,50	13,34	7,28	3,49	15,07	8,64	4,59	21,35
$\hat{\sigma}_f^2$	0,83	0,59	0,0001	2,20	1,43	0,0010	4,51	3,18	0,0031
$\hat{\sigma}_e^2$	0,43	0,17	0,00004	1,05	0,48	0,0004	2,01	1,05	0,0014
$\hat{\Phi}_G$	0,75	0,56	0,00009	2,03	1,35	0,001	4,18	3,01	0,0029
\hat{H}^2	0,91	0,95	0,93	0,92	0,94	0,92	0,92	0,94	0,92
CVg	8,53	6,32	20,62	10,14	5,87	21,83	12,44	7,75	30,02
CVg/CV	1,32	1,80	1,54	1,39	1,68	1,44	1,43	1,68	1,40

Em que: ** – significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. CV(%): coeficiente de variação experimental (%). $\hat{\sigma}_f^2$ e $\hat{\sigma}_e^2$: estimativas da variância fenotípica e ambiental respectivamente. $\hat{\Phi}_G$: estimativa do componente quadrático associado à variabilidade genotípica. \hat{H}^2 : estimativa do coeficiente de determinação genotípica. CVg (%): coeficiente de variação genotípica.

caracteres se encontram sob forte controle genético, respondendo positivamente à seleção (BOTREL et al., 2007).

As estimativas de correlação genotípica, nos dois testes, foram positivas e de alta magnitude, indicando que a seleção praticada sobre um dado carácter ocasiona variações expressivas nos demais (Tabela 2 e 3). O fato de não haver correlações negativas entre os caracteres avaliados, facilita o processo seletivo e possibilita que a resposta correlacionada à seleção praticada sobre um

determinado carácter ocorra no sentido desejado do carácter sob seleção indireta, uma vez que o objetivo é o aumento no desempenho dos clones para os caracteres avaliados. Os valores das correlações genotípicas se mostraram superiores aos valores das correlações fenotípicas e ambientais, evidenciando forte associação entre os caracteres, o que pode ser explicado pela presença de genes pleiotrópicos ou de ligações gênicas no controle genético desses caracteres (PAULA et al., 2002).

TABELA 2: Estimativas de correlações fenotípicas (\hat{r}_f), genotípica (\hat{r}_g) e de ambiente (\hat{r}_a) entre os pares de caracteres em clones de *Eucalyptus* spp., aos 25, 50 e 72 meses de idade, referentes ao teste clonal 1.

TABLE 2: Estimates of the phenotype (\hat{r}_f) genotype (\hat{r}_g) and environmental (\hat{r}_a) correlation between *Eucalyptus* spp. trait pairs at 25, 50, and the age of 72 months for the clonal test 1.

		25 meses		50 meses			72 meses			
		ALT	VOL	DAP	ALT	VOL	DAP	ALT	VOL	
25 meses	DAP	\hat{r}_f	0,78	0,97	0,95	0,72	0,92	0,92	0,82	0,90
		\hat{r}_g	0,82	0,98	0,96	0,73	0,93	0,93	0,83	0,90
		\hat{r}_a	0,59	0,93	0,92	0,73	0,88	0,89	0,77	0,85
	ALT	\hat{r}_f		0,88	0,75	0,80	0,77	0,73	0,80	0,72
		\hat{r}_g		0,89	0,78	0,84	0,80	0,75	0,83	0,75
		\hat{r}_a		0,82	0,66	0,69	0,68	0,64	0,65	0,62
	VOL	\hat{r}_f			0,93	0,77	0,92	0,90	0,84	0,89
		\hat{r}_g			0,94	0,79	0,93	0,91	0,86	0,90
		\hat{r}_a			0,91	0,77	0,90	0,89	0,79	0,86
50 meses	DAP	\hat{r}_f			0,84	0,98	0,98	0,91	0,96	
		\hat{r}_g			0,85	0,98	0,98	0,92	0,96	
		\hat{r}_a			0,83	0,97	0,98	0,88	0,96	
	ALT	\hat{r}_f				0,87	0,84	0,95	0,83	
		\hat{r}_g				0,88	0,86	0,95	0,85	
		\hat{r}_a				0,86	0,80	0,94	0,79	
	VOL	\hat{r}_f					0,98	0,92	0,98	
		\hat{r}_g					0,98	0,93	0,98	
		\hat{r}_a					0,97	0,90	0,97	
72 meses	DAP	\hat{r}_f					0,92	0,98		
		\hat{r}_g					0,94	0,98		
		\hat{r}_a					0,87	0,98		
	ALT	\hat{r}_f						0,91		
		\hat{r}_g						0,92		
		\hat{r}_a						0,87		

Em que: DAP: diâmetro à altura do peito (cm); ALT: altura total (m); VOL: volume individual (m³/árvore).

Analisando os coeficientes de correlações obtidos, pode-se considerar que há, de modo geral, perspectivas favoráveis para obtenção de ganhos via seleção indireta, para os caracteres avaliados nestas condições, nos dois testes clonais.

As estimativas de ganhos com a seleção na

idade de rotação (72 meses) para o teste clonal 1, resultaram valores de 13,17% sobre o DAP, 8,82% sobre ALT e 35,52% sobre VOL (Tabela 4). Para o teste clonal 2, essas estimativas foram de 11,60% sobre DAP, 6,66% sobre ALT e 29,22% sobre VOL (Tabela 5).

TABELA 3: Estimativas de correlações fenotípicas (\hat{r}_f), genotípica (\hat{r}_g) e de ambiente (\hat{r}_a) entre os pares de caracteres em clones de *Eucalyptus* spp., aos 25, 50 e 72 meses de idade, referentes ao teste clonal 2.TABLE 3: Estimates of the phenotype (\hat{r}_f) genotype (\hat{r}_g) and environmental (\hat{r}_a) correlation between *Eucalyptus* spp. trait pairs at the ages of 25, 50, and 72 months for the clonal test 2.

		25 meses		50 meses			72 meses			
		ALT	VOL	DAP	ALT	VOL	DAP	ALT	VOL	
25 meses	DAP	\hat{r}_f	0,85	0,98	0,93	0,74	0,93	0,88	0,77	0,89
		\hat{r}_g	0,87	0,98	0,94	0,75	0,93	0,89	0,77	0,89
		\hat{r}_a	0,63	0,96	0,93	0,65	0,90	0,88	0,79	0,86
	ALT	\hat{r}_f		0,91	0,85	0,88	0,87	0,81	0,85	0,82
		\hat{r}_g		0,92	0,88	0,90	0,90	0,84	0,87	0,85
		\hat{r}_a		0,75	0,49	0,61	0,52	0,44	0,51	0,43
	VOL	\hat{r}_f			0,92	0,77	0,93	0,87	0,79	0,88
		\hat{r}_g			0,93	0,78	0,93	0,87	0,79	0,89
		\hat{r}_a			0,88	0,65	0,89	0,83	0,75	0,84
50 meses	DAP	\hat{r}_f			0,85	0,99	0,98	0,88	0,98	
		\hat{r}_g			0,87	0,99	0,98	0,88	0,98	
		\hat{r}_a			0,66	0,97	0,97	0,84	0,94	
	ALT	\hat{r}_f				0,87	0,87	0,87	0,95	0,86
		\hat{r}_g				0,88	0,88	0,88	0,98	0,88
		\hat{r}_a				0,71	0,71	0,62	0,71	0,58
	VOL	\hat{r}_f						0,97	0,89	0,98
		\hat{r}_g						0,98	0,90	0,98
		\hat{r}_a						0,95	0,81	0,95
72 meses	DAP	\hat{r}_f						0,90	0,99	
		\hat{r}_g						0,91	0,99	
		\hat{r}_a						0,83	0,97	
	ALT	\hat{r}_f							0,90	
		\hat{r}_g							0,91	
		\hat{r}_a							0,81	

Em que: DAP: diâmetro à altura do peito (cm); ALT: altura total (m); VOL: volume individual (m³/árvore).

Avaliando-se os ganhos pela seleção indireta, ou seja, na idade de rotação e pela seleção precoce (em idades juvenis) verifica-se que, independentemente da idade, esta proporciona resultados em geral inferiores aos da seleção direta. A seleção precoce também

proporciona expectativas de ganhos tão boas quanto à seleção indireta praticada na mesma idade de rotação. Sendo assim, a prática da seleção precoce é vantajosa, pois a duração do intervalo entre as gerações de melhoramento é reduzida.

TABELA 4: Expectativas de ganhos genéticos em altura total (ALT), diâmetro à altura do peito (DAP) e volume individual de madeira (VOL), aos 72 meses de idade, em clones de *Eucalyptus* spp., pela seleção simulada sobre ALT, DAP e VOL, aos 25, 50 e 72 meses, referentes ao teste clonal 1.

TABLE 4: Genetic gain estimates in total height (ALT), diameter at breast height (DAP) and individual wood volume (VOL) at the age of 72 months in *Eucalyptus* spp. clones through simulated selection in ALT, DAP, and VOL, at the ages of 25, 50, and 72 months for clonal test 1.

Idade (meses)	Seleção em	Resposta esperada DAP, ALT, VOL aos 72 meses de idade ^{1/2}	Ganho (%) por unidade tempo				A	
			X_s	GS	GS(%)	ESP(%)		
25	DAP (cm)	DAP-72	17,89	1,93	12,38	94,00	5,95	7
		ALT-72	26,09	1,74	7,30	82,77	3,51	7
		VOL-72	0,2448	0,0556	31,24	87,95	15,02	7
	ALT (m)	DAP-72	17,38	1,50	9,64	73,20	4,63	6
		ALT-72	26,06	1,72	7,19	81,52	3,46	6
		VOL-72	0,2323	0,0452	25,40	71,51	12,21	6
	VOL (m ³ /árvore)	DAP-72	17,80	1,85	11,90	90,36	5,72	7
		ALT-72	26,18	1,81	7,59	86,05	3,65	7
		VOL-72	0,2454	0,0562	31,54	88,80	15,16	7
50	DAP (cm)	DAP-72	18,01	2,02	13,00	98,71	3,13	8
		ALT-72	26,42	2,00	8,39	95,12	2,02	8
		VOL-72	0,2525	0,0621	34,88	98,20	8,38	8
	ALT (m)	DAP-72	17,72	1,78	11,44	86,86	2,75	6
		ALT-72	26,36	1,96	8,21	93,08	1,97	7
		VOL-72	0,2415	0,0529	29,71	83,64	7,14	6
	VOL (m ³ /árvore)	DAP-72	18,01	2,02	13,00	98,71	3,13	8
		ALT-72	26,42	2,00	8,39	95,12	2,02	8
		VOL-72	0,2525	0,0621	34,88	98,20	8,38	8
72	DAP (cm)	DAP-72	18,04	2,04	13,17	100,00	0,17	9
		ALT-72	26,42	2,00	8,39	95,12	0,16	8
		VOL-72	0,2539	0,0632	35,52	100,00	0,17	9
	ALT (m)	DAP-72	18,04	2,04	13,13	99,70	0,17	8
		ALT-72	26,55	2,11	8,82	100,00	0,17	9
		VOL-72	0,2524	0,0620	34,83	98,06	0,16	8
	VOL (m ³ /árvore)	DAP-72	18,04	2,04	13,17	100,00	0,17	9
		ALT-72	26,42	2,00	8,39	95,12	0,16	8
		VOL-72	0,2539	0,0632	35,52	100,00	0,17	9

Em que: ¹ – média original dos clones, na idade de rotação antes da seleção: ALT = 23,89 m, DAP = 15,55 cm e VOL = 0,1781 m³/árvore. ² – estimativas do coeficiente de determinação genotípico (H²) no sentido amplo na idade de rotação: ALT = 0,794; DAP = 0,822 e VOL = 0,835. X_s : média dos clones selecionados. GS e GS(%): ganho de seleção esperado em ALT, DAP e VOL aos 72 meses de idade, em termos absolutos e relativos da média original respectivamente. ESP: eficiência da seleção precoce (%). A: número de clones em comum com a seleção praticada sobre a ALT, DAP e VOL, na idade de 72 meses, considerando-se uma proporção de seleção de 30% para os clones avaliados.

No teste clonal 1, a seleção praticada em ALT aos 25 meses promoveu a menor eficiência da seleção precoce, sendo de 73,20, 81,52 e 71,51%, respectivamente, sobre DAP, ALT e VOL, aos 72 meses de idade, identificando seis dos nove melhores clones na idade de rotação (Tabelas 4 e 6). Resultados semelhantes foram obtidos para o teste clonal 2, em que as menores eficiências da seleção

precoce também ocorreram pela seleção praticada em ALT aos 25 meses (Tabelas 5 e 7).

Considerando que o interesse maior é pelo desempenho em VOL, no teste clonal 1, a seleção praticada aos 25 meses em DAP, ALT e VOL proporciona, respectivamente, uma eficiência de 87,95, 71,51 e 88,80%, comparativamente à seleção praticada aos 72 meses de idade sobre

TABELA 5: Expectativas de ganhos genéticos em altura total (ALT), diâmetro à altura do peito (DAP) e volume individual de madeira (VOL), aos 72 meses de idade, em clones de *Eucalyptus* spp., pela seleção simulada sobre ALT, DAP e VOL, aos 25, 50 e 72 meses, referentes ao teste clonal 2.

TABLE 5: Genetic gain estimates in total height (ALT), diameter at breast height (DAP) and individual wood volume (VOL) at the age of 72 months in *Eucalyptus* spp. clones through simulated selection in ALT, DAP, and VOL, at the ages of 25, 50, and 72 months for clonal test 2.

Idade (meses)	Seleção em	Resposta esperada DAP, ALT, VOL aos 72 meses de idade ^{1/2}					Ganho (%) por unidade tempo (anos)	A
			X_s	GS	GS(%)	ESP(%)		
25	DAP (cm)	DAP-72	18,31	1,77	10,84	93,45	5,21	8
		ALT-72	23,63	1,21	5,44	81,68	2,62	5
		VOL-72	0,2377	0,0485	27,29	93,39	13,12	8
	ALT (m)	DAP-72	17,71	1,22	7,45	64,22	3,58	6
		ALT-72	23,38	0,98	4,40	66,07	2,12	5
		VOL-72	0,2142	0,0333	18,75	64,17	9,01	6
	VOL (m ³ /árvore)	DAP-72	18,09	1,57	9,58	82,59	4,61	7
		ALT-72	23,58	1,17	5,26	78,98	2,53	5
		VOL-72	0,2245	0,0428	24,06	82,34	11,57	7
50	DAP (cm)	DAP-72	18,44	1,90	11,60	100,00	2,79	9
		ALT-72	23,70	1,28	5,74	86,19	1,38	6
		VOL-72	0,2344	0,0520	29,22	100,00	7,02	9
	ALT (m)	DAP-72	18,10	1,58	9,69	83,53	2,33	7
		ALT-72	23,87	1,44	6,48	97,30	1,56	8
		VOL-72	0,2271	0,0452	25,41	86,96	6,11	7
	VOL (m ³ /árvore)	DAP-72	18,44	1,90	11,60	100,00	2,79	9
		ALT-72	23,70	1,28	5,74	86,19	1,38	6
		VOL-72	0,2344	0,0520	29,22	100,00	7,02	9
72	DAP (cm)	DAP-72	18,44	1,90	11,60	100,00	1,93	9
		ALT-72	23,70	1,28	5,74	86,19	0,96	6
		VOL-72	0,2344	0,05203	29,22	100,00	4,87	9
	ALT (m)	DAP-72	17,97	1,46	8,93	76,98	1,49	6
		ALT-72	23,91	1,48	6,66	100,00	1,11	9
		VOL-72	0,2239	0,0422	23,73	81,21	3,96	6
	VOL (m ³ /árvore)	DAP-72	18,44	1,90	11,60	100,00	1,93	9
		ALT-72	23,70	1,28	5,74	86,19	0,96	6
		VOL-72	0,2344	0,0520	29,22	100,00	4,87	9

Em que: ¹ – média original dos clones, na idade de rotação antes da seleção: ALT = 22,32 m, DAP = 16,37 cm e VOL = 0,1776 m³/árvore. ² – estimativas do coeficiente de determinação genotípico (H²) no sentido amplo na idade de rotação: ALT = 0,944; DAP = 0,925 e VOL = 0,922. X_s : média dos clones selecionados. GS e GS(%): ganho de seleção esperado em ALT, DAP e VOL aos 72 meses de idade, em termos absolutos e relativos da média original respectivamente. ESP: eficiência da seleção precoce (%). A: número de clones em comum com a seleção praticada sobre a ALT, DAP e VOL, na idade de 72 meses, considerando-se uma proporção de seleção de 30% para os clones avaliados.

VOL, identificando sete, seis e sete dos nove clones superiores para esse carácter na idade de rotação (Tabelas 4 e 6). Para o teste clonal 2, a mesma seleção praticada aos 25 meses de idade, proporciona uma eficiência de 93,39 64,17 e 82,34%, identificando oito, seis e sete dos nove clones superiores em VOL. Portanto, a seleção praticada aos 25 meses de idade foi eficiente para os dois testes clonais (Tabelas 5 e 7).

Aos 50 meses de idade, no teste clonal 1, a eficiência da seleção em DAP, ALT e VOL sobre VOL aos 72 meses é de 98,20, 83,64 e 98,20%, identificando respectivamente, oito, seis e oito dos nove clones superiores. Já para o teste 2, a seleção em DAP e VOL proporciona uma eficiência de 100% sobre VOL aos 72 meses, e para ALT a eficiência foi de 86,96%, identificando sete dos nove clones superiores.

TABELA 6: Médias do diâmetro à altura do peito (DAP, em cm), altura total (ALT, em m) e volume individual de madeira (VOL, em m³ árvore⁻¹), em clones de *Eucalyptus* spp., aos 25, 50 e 72 meses de idade, referente ao teste clonal 1.

TABLE 6: Means of diameter at breast height (DAP, cm), total height (ALT, m) and individual wood volume (VOL, m³.tree⁻¹) in *Eucalyptus* spp. clones, at the ages of 25, 50, and 72 months, for clonal test 1.

Clone	DAP-25	DAP-50	DAP-72	ALT-25	ALT-50	ALT-72	VOL-25	VOL-50	VOL-72
1	9,68	11,43	11,66	13,10	18,24	20,31	0,0465	0,0898	0,0667
2	10,51	14,18	15,75	14,29	20,98	25,51	0,0601	0,1586	0,1872
3	9,54	11,53	12,29	12,41	16,83	18,49	0,0455	0,1057	0,1079
4	11,12	15,10	16,48	14,49*	21,37*	25,11	0,0673	0,1784	0,2042
5	9,57	11,09	11,32	13,76	18,60	20,99	0,0494	0,0927	0,0697
6	11,48	14,90	16,18	14,79*	21,12*	25,23	0,0727*	0,1718	0,1980
7	10,86	13,15	14,19	14,11	19,16	21,68	0,0620	0,1312	0,1389
8	11,02	15,34	17,14	13,93	20,93	25,37	0,0630	0,1760	0,2156
9	12,24*	16,89*	19,39*	15,05*	22,88*	27,96*	0,0805*	0,2265*	0,2990*
10	11,54	15,63*	17,98*	14,45	21,05	26,33*	0,0720*	0,1967*	0,2709*
11	11,59*	15,66*	17,35*	14,46*	21,65*	26,43*	0,0718*	0,1912*	0,2319*
12	11,59*	15,70*	17,27	14,03	21,47*	25,63*	0,0691	0,1855*	0,2173
13	10,79	14,61	16,12	13,64	20,73	23,74	0,0605	0,1689	0,1963
14	9,00	11,41	12,76	11,90	18,42	21,10	0,0383	0,0960	0,0998
15	10,77	14,16	15,56	13,43	19,12	23,30	0,0584	0,1389	0,1655
16	10,13	12,63	13,35	12,39	18,25	20,25	0,0487	0,1132	0,1057
17	9,68	11,25	11,61	12,45	16,63	18,70	0,0458	0,0938	0,0856
18	11,92*	15,86*	17,34*	13,34	19,30	24,48	0,0693	0,1833*	0,2306*
19	12,09*	15,37	16,93	13,82	18,17	23,38	0,0731*	0,1586	0,2011
20	10,40	13,61	14,46	12,82	19,44	23,59	0,0523	0,1296	0,1378
21	11,92*	15,87*	17,58*	14,57*	21,84*	26,58*	0,0761*	0,1973*	0,2409*
22	10,73	13,59	14,61	14,71*	19,79	23,52	0,0644	0,1366	0,1499
23	10,48	13,56	14,64	14,20	20,67	24,80	0,0592	0,1403	0,1505
24	11,18	14,20	14,61	13,73	19,94	23,15	0,0634	0,1423	0,1327
25	9,89	12,93	13,70	13,84	20,02	23,82	0,0514	0,1236	0,1240
26	11,42	15,29	17,56*	14,70*	21,08	25,65*	0,0711*	0,1759	0,2297*
27	11,61*	16,11*	17,96*	14,17	21,59*	26,30*	0,0701	0,1970*	0,2450*
28	10,10	12,93	13,44	13,80	19,26	21,30	0,0535	0,1191	0,1500
29	11,95*	16,42*	18,67*	14,75*	22,31*	27,67*	0,0762*	0,2110*	0,2758*
30	12,69*	16,96*	18,51*	15,83*	21,35*	26,32*	0,0907*	0,2165*	0,2615*

Em que: *- clones superiores

Verifica-se que quanto mais precoce a seleção, maior o ganho por unidade de tempo (Tabelas 4 e 5). No teste clonal 1 (Tabela 4), a seleção aos 25 meses proporcionou estimativas de ganhos que variaram de 3,46 a 3,65% sobre ALT, de 4,63 a 5,95% sobre DAP e de 12,21 a 15,16% sobre VOL. A seleção em VOL aos 25 meses de idade proporcionou ganhos ligeiramente maiores

sobre ALT e VOL aos 72 meses, comparativamente à seleção sobre DAP aos 25 meses, ao passo que a seleção sobre esses caracteres proporcionou os maiores ganhos sobre DAP aos 72 meses. Aos 50 meses de idade, a seleção sobre DAP e VOL identificou os mesmos clones como superiores na idade de 72 meses, proporcionando as mesmas expectativas de ganhos com a seleção precoce.

TABELA 7: Médias do diâmetro à altura do peito (DAP, em cm), altura total (ALT, em m) e volume individual de madeira (VOL, em m³ árvore⁻¹), em clones de *Eucalyptus* spp., aos 25, 50 e 72 meses de idade, referente ao teste clonal 2.

TABLE 7: Means of diameter at breast height (DAP, cm), total height (ALT, m) and individual wood volume (VOL, m³.tree⁻¹) in *Eucalyptus* spp. clones, at the ages of 25, 50, and 72 months, for clonal test 2.

Clone	DAP-25	DAP-50	DAP-72	ALT-25	ALT-50	ALT-72	VOL-25	VOL-50	VOL-72
1	9,13	12,72	15,11	11,00	19,23	22,16	0,0354	0,1140	0,1428
2	10,54	14,01	16,14	12,69*	20,49*	23,42*	0,0531*	0,1442	0,1728
3	10,52	14,55	17,11	12,19	19,46	22,25	0,0519	0,1527	0,1989
4	10,99*	15,22*	17,76*	12,13	20,11	22,72	0,0551*	0,1676*	0,2109*
5	10,27	14,52	17,32	11,81	19,98	22,41	0,0480	0,1550	0,2009
6	10,28	14,44	17,10	11,97	20,05	22,38	0,0481	0,1513	0,1930
7	9,78	13,90	16,63	11,89	20,43	23,23*	0,0433	0,1404	0,1808
8	9,60	13,69	16,66	11,48	20,16	22,47	0,0401	0,1356	0,1782
9	10,32	14,81*	18,03*	11,92	20,47*	23,20*	0,0485	0,1629*	0,2242*
10	11,41*	15,14*	17,84*	12,75*	20,62*	22,85	0,0616*	0,1677*	0,2100*
11	9,71	13,80	16,23	11,36	20,00	22,51	0,0406	0,1363	0,1676
12	10,30	14,66	17,58	11,78	20,45*	23,76*	0,0468	0,1556	0,2098
13	10,14	13,59	16,48	11,82	19,75	22,61	0,0474	0,1341	0,1783
14	11,31*	16,21*	19,01*	12,38*	20,18	22,88	0,0588*	0,1864*	0,2377*
15	9,68	13,34	15,34	11,58	19,78	21,96	0,0416	0,1268	0,1451
16	9,56	13,64	16,21	11,46	19,68	22,07	0,0398	0,1311	0,1626
17	8,69	10,47	11,10	9,48	15,38	15,84	0,0277	0,0643	0,0450
18	11,71*	15,42*	18,09*	12,39*	20,64*	23,65*	0,0622*	0,1722*	0,2201*
19	10,67*	15,28*	18,15*	12,11	20,69*	23,81*	0,0520	0,1723*	0,2288*
20	10,37	14,59	16,85	12,07	20,28	22,87	0,0496	0,1586	0,1940
21	9,15	12,10	13,32	10,89	17,46	19,44	0,0358	0,0989	0,1004
22	8,98	12,16	13,44	11,27	19,22	20,91	0,0354	0,1063	0,1048
23	9,35	12,11	13,33	11,40	18,46	20,53	0,0384	0,1002	0,0990
24	10,84*	15,31*	18,30*	12,96*	21,23*	24,08*	0,0568*	0,1748*	0,2292*
25	11,75*	15,91*	18,37*	13,09*	21,19*	24,73*	0,0668*	0,1909*	0,2425*
26	10,54*	14,57	16,82	12,27*	20,18	22,57	0,0523*	0,1573	0,1907
27	8,22	11,01	12,13	10,96	18,25	20,01	0,0299	0,0847	0,0775
28	10,32	14,12	16,43	11,98	19,95	22,62	0,0479	0,1413	0,1712
29	9,74	12,98	14,36	12,34*	19,90	20,89	0,0443	0,1214	0,1185
30	11,66*	16,77*	20,45*	13,32*	21,37*	25,35*	0,0667*	0,2115*	0,3070*

Em que: * – clones superiores

Para o teste clonal 2 (Tabela 5), o ganho por unidade de tempo na seleção praticada aos 25 meses de idade variou de 2,12 a 2,62% para ALT, de 3,58 a 5,21% para DAP e de 9,01 a 13,12% para VOL. A seleção em DAP, nessa idade, foi a que maximizou

os ganhos aos 72 meses, para todos os caracteres. Aos 50 meses de idade, de forma semelhante ao observado para o teste clonal 1, a seleção em DAP e VOL proporcionou as mesmas estimativas de ganhos.

O fato das expectativas de ganhos com a seleção precoce ser maior em VOL, nos dois testes clonais, se deve pela alta variabilidade genética apresentada por esse caracter, conforme evidenciado pelas altas estimativas do coeficiente de determinação genotípico e, sobretudo, do coeficiente de variação genotípica (Tabela 1).

Ainda que os ganhos pela seleção precoce sobre VOL na idade de 25 meses tenham sido ligeiramente superiores que a proporcionada pela seleção sobre DAP no teste clonal 1, pode-se recomendar que esta seja baseada sobre o DAP, em razão da maior facilidade de avaliação, redução de tempo e gastos com medições.

Para os dois testes clonais a seleção precoce praticada sobre ALT, independentemente da idade, foi menos eficiente que a praticada sobre DAP ou VOL. Esse resultado pode ser atribuído às menores correlações envolvendo o primeiro caráter. Resultados semelhantes foram obtidos por Tolfo (2003) o qual sugere a idade de seleção de dois anos para testes realizados com *Eucalyptus* spp. Pereira et al. (1997) recomendam para *Eucalyptus camaldulensis* na região noroeste de Minas Gerais, a seleção na idade de 1 ano e 5 meses de idade. Weng et al. (2007) sugerem para *Pinus banksiana*, com ciclo de rotação de 40 anos, que a seleção seja feita de 5 a 7 anos. Já para *Pinus taeda*, Xiang et al. (2002) sugerem a seleção entre 4 e 5 anos. Gonçalves et al. (1998), no estudo da seleção precoce em seringueira (*Hevea brasiliensis*), indicaram a seleção aos 2 anos de idade. Dean e Stonecypher (2006) em experimentos com *Pseudotsuga* spp., com idade de rotação de 17 anos, sugerem que a seleção seja feita aos 7 anos.

CONCLUSÕES

A variabilidade genética para altura, diâmetro à altura do peito (DAP) e volume de madeira é alta, nas diferentes idades e nos dois testes clonais de *Eucalyptus* spp.

A interação clone-idade para os caracteres avaliados é significativa, mas há predomínio da parte simples da interação.

Pode-se recomendar a aplicação da seleção precoce sobre o caracter DAP, em torno de 2 anos de idade, em testes clonais de eucalipto.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento

Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos e à Votorantim Celulose e Papel S.A., pelo fornecimento dos dados experimentais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOTREL, M. C. G. et al. Melhoramento genético das propriedades do carvão vegetal de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p.391-398, 2007.
- BOVI, M. L. A. et al. Correlações fenotípicas entre caracteres avaliados nos estádios juvenil e adulto de acaizeiros. **Bragantia**, Campinas, v. 49, n. 2, p. 321-334, 1990.
- CARVALHO, C. G. P. et al. Hybrid cocoa tree adaptability and yield temporal stability in Rondônia State, Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 3, n. 3, p. 237-244, 2003.
- CASTRO, N. H. C. de. **Número de repetições e eficiência da seleção em progênies de meios irmãos de *Eucalyptus camaldulensis***. 1992. 121 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)- Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1992.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2001. 648p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3 ed. Viçosa: UFV, v. 1, 2004. 480 p.
- DEAN, C. A.; STONECYPHER R. W. Early selection of Douglas-Fir across South Central Coastal Oregon, USA. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 55, n. 3, p.135-141, 2006.
- FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 1987. 279 p.
- GONÇALVES, P. S. et al. **Early selection for growth vigor in rubber tree genotypes in northwestern São Paulo State (Brazil)**. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 21, n. 4, p. 620-630, 1998.
- KAGEYAMA, P. Y.; VENCOVSKY, R. Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. **IPEF**, Piracicaba, v. 24, p. 9-26, 1983.
- MARQUES JÚNIOR, O. G. **Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos e avaliação da eficiência da seleção precoce em *Eucalyptus cloeziana* F. Muell.** 1995. 69 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras,

- 1995.
- PAULA, R. C. et al. Predição de ganhos genéticos em melhoramento florestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 2, p. 159-165, 2002.
- PEREIRA, A. B. et al. Eficiência da seleção precoce em famílias de meios-irmãos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., avaliadas na região noroeste do estado de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 67-81, 1997.
- PIRES, I. E. et al. Índice de seleção combinada aplicado ao melhoramento genético eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 191-197, 1996.
- RESENDE, M. D. V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 362 p.
- REZENDE, G. D. S. P.; BERTOLUCCI, F. L. G.; RAMALHO, M. A. P. Eficiência da seleção precoce na recomendação de clones de eucalipto avaliados no norte do Espírito Santo e sul da Bahia. **Cerne**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 45-50, 1994.
- SANTOS, G. A.; XAVIER, A.; LEITE, H. G. Desempenho silvicultural de clones de *Eucalyptus grandis* em relação às árvores matrizes. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 737-747, 2006.
- TOLFO, A. L. T. **Estudos da viabilidade de aplicação da seleção precoce em testes clonais de *Eucalyptus* spp. e qualidade da madeira para polpa celulósica**. 2003. 50 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)—Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.
- WENG, Y. H. et al. Age-related trends in genetic parameters for jack pine and their implications for early selection. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 56, n. 5, p. 242-252, 2007.
- WU, H. X. Study of early selection in tree breeding. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 47, n. 2-3, p. 146-155, 1998.
- XIANG, B.; LI, B.; ISIK, F. Time trend of genetic parameters in growth traits of *Pinus taeda* L. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 52, n. 3-4, p. 114-121, 2002.