

**VARIAÇÃO GENÉTICA, HERDABILIDADES E GANHOS NA SELEÇÃO PARA CARACTERES DE CRESCIMENTO E FORMA EM TESTE DE PROGÊNIES DE POLINIZAÇÃO ABERTA DE *Eucalyptus cloeziana*<sup>1</sup>**

**GENETIC VARIATION, HERITABILITY AND GENETIC GAINS FOR GROWTH AND STEM FORM TRAITS IN OPEN-POLLINATED PROGENIES TEST OF *Eucalyptus cloeziana***

Christian Luis Ferreira BERTI<sup>2</sup>; Miguel Luiz Menezes FREITAS<sup>3,4</sup>;  
Antonio Carlos Scatena ZANATTO<sup>3</sup>; Eurípedes MORAIS<sup>3</sup>;  
Mario Luiz Teixeira de MORAES<sup>2</sup>; Alexandre Magno SEBBENN<sup>3</sup>

**RESUMO** – O objetivo deste estudo foi estimar parâmetros genéticos para caracteres de crescimento e forma em um teste de progênies de *Eucalyptus cloeziana*, com 24 anos de idade, estabelecido em Luiz Antônio, SP. O teste foi instalado com sementes de polinização aberta provenientes de 35 árvores matrizes oriundas de Helenvale e Cardwell St. Forest, Austrália. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com parcela composta por apenas uma planta, com 100 repetições. O ensaio foi mensurado aos 24 anos de idade para diâmetro à altura do peito - DAP, altura total, volume e forma. Foram detectadas diferenças significativas entre progênies para todos os caracteres avaliados. Foram detectados altos coeficientes de variação genética e herdabilidades para todos os caracteres estudados, o que demonstra um forte controle genético na herança destes e a possibilidade de se obter altos ganhos com a seleção massal e individual entre e dentro de progênies. Os ganhos esperados para plantios com 24 anos de idade, realizados em locais com as mesmas características ambientais de Luiz Antônio e com sementes coletadas após a seleção no teste de progênies, foram estimados em 42,92% para DAP, 16,82% para altura e 20,35% para forma.

Palavras-chave: coancestria; *Eucalyptus*; melhoramento florestal; parâmetros genéticos; tamanho efetivo; variação genética.

**ABSTRACT** – The aim of this study was to estimate genetic parameters for growth and stem form traits in a progenies test of *Eucalyptus cloeziana*, at 24 years of age, established in Luiz Antônio, SP. The trial was installed with open-pollinated seeds from 35 seed-trees from Helenvale and Cardwell St. Forest provenances, Australia. The trial was installed in a randomized block design, with single tree plots and 100 replications. The trial was measured at 24 years of age for diameter at breast height - DBH, total height, volume and stem form. Significant differences among progenies were obtained for all traits. High genetic coefficients of variation and heritabilities were detected for all traits, showing a strong genetic control in the traits and the possibility to obtain genetic gains by massal selection among and within progenies. The expected genetic gains for stands with 24 years of age, growing in sites with the same environmental characteristics of Luiz Antônio and with seeds collected after selection in the progeny test were estimated in 42.91% for DBH, 16.82% for height and 20.35% for stem form.

Keywords: coancestry; *Eucalyptus*; tree breeding; genetic parameters, effective population size; genetic variation.

<sup>1</sup>Recebido para análise em 14.04.10. Aceito para publicação em 03.02.11. Publicado *online* em 16.06.11.

<sup>2</sup>FEIS/UNESP Departamento de Fitotecnica, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Av. Brasil, 56, Centro, 15385-000 Ilha Solteira, SP, Brasil.

<sup>3</sup>Instituto Florestal, Rua do Horto, 931, 02377-000, São Paulo, SP, Brasil.

<sup>4</sup>Autor para correspondência: Miguel Luiz Menezes Freitas – miguelmfreitas@yahoo.com.br

## 1 INTRODUÇÃO

O mercado madeireiro vem se expandindo mundialmente em função da crescente demanda em todos os setores que usam a madeira como matéria-prima. No Brasil, as florestas sustentadas são basicamente formadas por algumas áreas com florestas nativas na região Norte e por plantações com espécies do gênero *Eucalyptus* e *Pinus*. Dessas, as plantações do primeiro se concentram nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste e do segundo, predominante na região Sul. Esse aumento na demanda por madeira tem despertado o interesse de países com condições apropriadas à silvicultura por espécies de rápido crescimento (Assis, 1999).

O setor florestal brasileiro destaca-se no cenário mundial devido à diversidade das florestas nativas e à capacidade produtiva das florestas plantadas. A principal vantagem da capacidade produtiva brasileira é sua tecnologia florestal, baseada em programas de melhoramento genético e de multiplicação clonal do eucalipto, principalmente, desenvolvido nos últimos 30 anos (Gonzalez et al., 2002). No cenário mundial, o Brasil é responsável por cerca de 22% da área plantada com *Eucalyptus*. As tecnologias de plantio, colheita e melhoramento florestal que vêm sendo aplicadas, colocam o País em posição de destaque no que se refere à produtividade dos plantios. Os programas nacionais de melhoramento com as espécies desse gênero se iniciaram na década de 1960, e no início da década de 1980 já se produziam sementes melhoradas puras ou de hibridação interespecífica (Rezende, 2001).

O eucalipto é um gênero que vem aumentando seu valor no setor de madeira serrada, pois apresenta ótima qualidade, aproximando-se das espécies arbóreas nativas, mas com a vantagem de possuir uma grande gama de variedades, podendo ser utilizada de várias formas e através de melhoramento genético para posteriores usos, pois o gênero possui mais de 600 espécies, porém, apenas cerca de uma dezena delas são melhores adaptadas no Brasil, sendo aptas à exploração econômica. O gênero *Eucalyptus* é amplamente cultivado no território brasileiro. Esse fato se deve à sua importância como espécie botânica de grande diversidade, boa adaptabilidade a vários tipos de ambiente e alta produtividade de madeira para diversos fins.

Dessa forma, são crescentes os esforços empreendidos no sentido de estabelecer florestas de usos múltiplos, voltados principalmente para atender à demanda de madeira no mercado nacional e internacional, utilizada para energia, celulose, serraria e outros fins, em substituição às madeiras nativas (Martins et al., 2005).

As florestas plantadas com o gênero *Eucalyptus* merecem destaque no setor florestal brasileiro, visto que nos últimos anos sua silvicultura alcançou alto nível de desenvolvimento tecnológico, e neste avanço se destaca o melhoramento genético, que propiciou ganhos de grande magnitude, principalmente na produtividade volumétrica (Caixeta et al., 2003), seguindo-se sua propagação vegetativa, o que possibilitou o estabelecimento de plantios comerciais clonais altamente produtivos e homogêneos. A despeito de todo esse avanço, alguns autores consideram que o *Eucalyptus* se encontra ainda em estágios iniciais de melhoramento, de tal forma que as principais modificações genéticas que se seguem ao período de domesticação ainda não foram realizadas (Grattapaglia, 2004). Alguns questionamentos têm surgido a respeito das populações introduzidas no Brasil, quanto à sua origem e ao conhecimento em termos de sua diversidade genética, pois estes materiais foram introduzidos a partir de populações naturais da Austrália e plantios da África do Sul, e aqui pode ou não ter ocorrido um processo de redução desta diversidade em razão de cruzamento entre indivíduos aparentados ou do pequeno número efetivo de indivíduos utilizados nos locais de coleta de sementes (Caixeta et al., 2003).

O objetivo deste estudo foi estimar parâmetros genéticos para caracteres de crescimento e forma em um teste de progênes de *E. cloeziana* aos 24 anos de idade, estabelecido em Luiz Antônio, SP. Mais especificamente: *i*) estimar coeficientes de variação genética e de herdabilidades para caracteres de crescimento e forma; *ii*) estimar coeficientes de correlações fenotípicas e genéticas entre caracteres de crescimento; *iii*) quantificar os progressos esperados com a seleção sequencial entre e dentro de progênes; *iv*) quantificar o tamanho efetivo da população de recombinação após a seleção entre e dentro de progênes.

BERTI, C.L.F et al. Variação genética, herdabilidade e ganhos na seleção para caracteres de crescimento e forma em teste de progênes de polinização aberta de *Eucalyptus cloeziana*.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local de Ensaio, Amostragem e Delineamento Experimental

As progênes testadas são originadas de polinização aberta de árvores matrizes selecionadas, oriundas de Helenvale e Cardwell St. Forest, Austrália, para caracteres de crescimento e forma em plantios comerciais na Estação Experimental de Luiz Antônio, do Instituto Florestal de São Paulo. O teste de progênes foi instalado em novembro de 1985, nas seguintes coordenadas geográficas: 21°40'S, 47°49'W, altitude de 550 m. O clima da Estação Experimental de Luiz Antônio é classificado como tropical do Brasil Central, subquente e úmido, tendo duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca (junho a agosto). A precipitação anual média é de 1.433 mm e a temperatura média anual de 21,7 °C, sendo que os meses mais quentes ocorrem em janeiro, fevereiro e março, e os mais frios em maio, junho e julho.

Foram testadas 35 progênes, 100 repetições, sob espaçamento de 4 x 4 m, com bordadura dupla para todo o ensaio, em um delineamento experimental de blocos ao acaso com parcela única (single tree plot). Em 2009, procedeu-se à coleta dos dados para os caracteres de altura (m), DAP (diâmetro à altura do peito – cm) e forma do fuste, utilizando-se um sistema de notas com valores variando de um (pior forma) a cinco (melhor forma). O volume foi calculado pela expressão:  $V_r = [\pi(DAP)^2 h F_F] / 4$ , sendo  $h$  a altura e  $F_F$  o fator de forma, neste caso igual a 0,67 (Oliveira et al., 1999). Para a análise de variância, o caráter forma do fuste foi transformado por raiz quadrada.

### 2.2 Análise Estatística

A análise de variância foi realizada utilizando-se o programa SAS (SAS, 1999) e o procedimento GLM e foram conduzidas em nível de plantas individuais para cada caráter, no modelo de blocos ao acaso, assumido o seguinte modelo misto:

$$Y_{ij} = \mu + b_i + t_j + e_{ij} ,$$

em que,  $Y_{ij}$  é o valor fenotípico do  $j$ -ésimo indivíduo da  $i$ -ésima repetição;  $\mu$  é o termo fixo da média total;  $b_i$  é o efeito fixo da  $i$ -ésima repetição (bloco);  $t_j$  é o efeito aleatório da  $j$ -ésima progênie;  $e_{ji}$  é o efeito da interação aleatória entre a  $j$ -ésima progênie e  $i$ -ésima repetição (erro entre parcelas). Sendo,  $i = 1 \dots b$  ( $b$  é o número de repetições);  $j = 1 \dots t$  ( $t$  é o número de progênie).

### 2.3 Estimativa de Componentes da Variância e Parâmetro Genéticos

Da análise de variância foram estimados os componentes de variância utilizando-se o método REML (*Restricted Maximun Likelihood*), em combinação com o comando VARCOMP do programa estatístico SAS. Os componentes estimados foram:  $\hat{\sigma}_p^2$  = variância genética entre progênes e  $\hat{\sigma}_e^2$  = variância ambiental. Desses componentes de variância foram estimadas a variância fenotípica total: ( $\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_p^2$ ) e variância genética aditiva,  $\hat{\sigma}_A^2 = \hat{\sigma}_p^2 / \hat{r}_{xy}$ , sendo  $r_{xy}$  o coeficiente médio de parentesco entre plantas dentro de progênes, o qual foi estimado utilizando a expressão:  $\hat{r}_{xy} = 0,25(1 + \hat{F}_p)[4\hat{s} + (\hat{t}^2 + \hat{t}\hat{s}\hat{r}_s)(1 + \hat{r}_p)]$  (Ritland, 1989), em que:  $\hat{F}_p$  é o coeficiente de endogamia ou índice de fixação na geração parental,  $\hat{s}$  é a taxa de autofecundação,  $\hat{t}$  é a taxa de cruzamento,  $\hat{r}_s$  é a correção de autofecundação (mede a variação individual na taxa de cruzamentos), e  $\hat{r}_p$  é a correlação de paternidade (mede a proporção de irmãos-completos dentro das progênes). Para calcular  $\hat{r}_{xy}$  foi utilizada a taxa de cruzamento ( $\hat{t}_m = 0,754 \pm 0,089$ ) calculada para média de 18 espécies de *Eucalyptus* (Sebbenn, 2007). A correção de paternidade ( $\hat{r}_p$ ) e a correção de autofecundação ( $\hat{r}_s$ ) foram calculadas para a média de apenas cinco espécies,

BERTI, C.L.F et al. Variação genética, herdabilidade e ganhos na seleção para caracteres de crescimento e forma em teste de progênies de polinização aberta de *Eucalyptus cloeziana*.

visto que são as únicas estimativas existentes na literatura corrente ( $\hat{r}_p = 0,390 \pm 0,184$ ;  $\hat{r}_s = 0,290 \pm 0,108$ ). Assumiu-se ausência de endogamia na geração parental ( $\hat{F}_p = 0$ ). Isso resultou no coeficiente de parentesco dentro de progênies de 0,462 e a variância genética aditiva foi calculada finalmente por:  $\hat{\sigma}_A^2 = \hat{\sigma}_p^2 / 0,462$ .

Os coeficientes de herdabilidade, o coeficiente de variação genética e medidas de correlações entre caracteres foram estimados com base em Namkoong (1979). Foram estimados os coeficientes de herdabilidade em nível de média de progênies ( $\hat{h}_m^2$ ), herdabilidade dentro de progênies ( $h_d^2$ ), herdabilidade em nível de plantas individuais ( $h_i^2$ ) e acurácia (Ac) usando-se as expressões:  $\hat{h}_m^2 = \hat{\sigma}_p^2 / [(\hat{\sigma}_e^2 / J) + \hat{\sigma}_p^2]$ ,  $\hat{h}_d^2 = [(1 - \hat{r}_{xy})\hat{\sigma}_A^2] / \hat{\sigma}_d^2$ ,  $\hat{h}_i^2 = \hat{\sigma}_A^2 / (\hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_p^2)$  e  $Ac = \sqrt{\hat{h}_m^2}$ , em que:  $J$  é o número de repetições.

Os ganhos genéticos esperados com a seleção entre progênies ( $G_e$ ) foram calculados por,  $\hat{G}_e = i_e \hat{\sigma}_F \hat{h}_m^2$ , em que,  $i_e$  é intensidade de seleção em unidade de desvio-padrão, aplicada entre progênies e  $\hat{\sigma}_F$  é o desvio-padrão da variância fenotípica total. Foram propostos dois métodos de seleção: um objetivando a transformação do teste de progênies em um pomar de sementes por mudas e outro objetivando a seleção de clones para a formação de um pomar clonal. No primeiro caso, adotou-se menor intensidade de seleção e foram selecionadas 17 progênies (17:34, 50% -  $i_e = 0,9074$ ); (Hallauer e Miranda Filho, 1988). No segundo caso, adotou-se maior intensidade de seleção, ou seja, a seleção de 10 progênies (10:34, 29% -  $i_e = 1,133$ ); (Hallauer e Miranda Filho, 1988). Os ganhos esperados na seleção em porcentagem [ $G_{ed}(\%)$ ] foram estimados por:  $\hat{G}_e(\%) = (100\hat{G}_e^2) / \bar{x}$ , em que:  $\bar{x}$  é a média do caráter sob consideração.

As melhores progênies foram selecionadas utilizando um índice combinado para múltiplos caracteres:

$I_S = \bar{x}_{DAP} I_{DAP} + \bar{x}_{altura} I_{altura} + \bar{x}_{volume} I_{volume} + \bar{x}_{forma} I_{forma}$ , em que,  $I_{DAP}$ ,  $I_{altura}$ ,  $I_{volume}$  e  $I_{forma}$  são os pesos dados para os caracteres DAP, altura, volume e forma, respectivamente;  $\bar{x}_{DAP}$ ,  $\bar{x}_{altura}$ ,  $\bar{x}_{volume}$  e  $\bar{x}_{forma}$  são as médias das progênies para os caracteres DAP, altura, volume e forma, respectivamente. Para DAP e forma foram atribuídos o peso 0,30, para altura e volume o peso 0,15. Baseado nesses índices fenotípicos foram determinadas as melhores progênies para o pomar de sementes por mudas e para o pomar clonal.

## 2.4 Correlações Genéticas e Fenotípicas

As correlações fenotípicas e genéticas entre os caracteres DAP e altura foram estimadas dos valores individuais de acordo com as equações:  $\hat{r}_{P_{XY}} = \hat{\sigma}_{F_X F_Y} / \sqrt{\hat{\sigma}_{F_X} \cdot \hat{\sigma}_{F_X}^2}$  e  $\hat{r}_{g_{XY}} = \hat{\sigma}_{P_X P_Y} / \sqrt{\hat{\sigma}_{P_X} \cdot \hat{\sigma}_{P_X}^2}$ , em que:  $\hat{r}_{F_{XY}}$  e  $\hat{r}_{g_{XY}}$  são os coeficientes de variação fenotípica e genética,  $\hat{\sigma}_{F_X F_Y}$  e  $\hat{\sigma}_{P_X P_Y}$  são os produtos cruzados fenotípicos e genéticos dos caracteres  $x$  e  $y$ , estimados das análises de covariância,  $\hat{\sigma}_{F_X}^2$ ,  $\hat{\sigma}_{P_X}^2$  e  $\hat{\sigma}_{F_Y}^2$ ,  $\hat{\sigma}_{P_Y}^2$  são as variâncias fenotípicas e genéticas dos caracteres  $x$  e  $y$  respectivamente.

## 2.5 Coancestria e Tamanho Efetivo

A população, após a seleção, foi caracterizada em termos do coeficiente de coancestria de grupo ( $\hat{\Theta}_{xy}$ ), que se refere à endogamia que poderia ser gerada por cruzamentos aleatórios nas sementes coletadas no teste após a seleção. O coeficiente de coancestria foi estimado baseado na representação das progênies (Kang et al., 2001):

$$\hat{\Theta}_{xy} = \frac{0,5(1 + \hat{F}_p)nm + \hat{\theta}_{xy}mn(n-1)}{(nm)^2},$$

BERTI, C.L.F et al. Variação genética, herdabilidade e ganhos na seleção para caracteres de crescimento e forma em teste de progênes de polinização aberta de *Eucalyptus cloeziana*.

sendo  $m$  o número de progênes selecionadas,  $n$  o número de plantas selecionadas dentro de progênes,  $\hat{F}_p$  é o coeficiente de endogamia na população, assumido como zero ( $\hat{F}_p = 0$ ) e  $\hat{\Theta}_{xy}$  é o coeficiente de coancestria dentro de progênes, assumido como 0,231 ( $\hat{\Theta}_{xy} = \hat{r}_{xy} / 2 = 0,462 / 2$ ; assumindo ausência de endogamia na geração parental,  $\hat{F}_p = 0$ ). O tamanho efetivo ( $N_e$ ) foi estimado como a metade do coeficiente de coancestria de grupo (Lindgren et al., 1996):  $\hat{N}_e = 0,5 / \hat{\Theta}_{xy}$ .

Tabela 1. Quadrados médios e respectivas médias para os caracteres DAP, altura, volume e forma em progênes de *Eucalyptus cloeziana*, crescendo em Luiz Antônio, SP.

Table 1. Mean squares and respective average for DBH, height, volume and stem form traits in progenies of *Eucalyptus cloeziana*, growing in Luiz Antônio, SP.

Fonte de Variação	GL	DAP (cm)	Altura (m)	Volume (m <sup>3</sup> /árvore)	Forma
Blocos	99	61,0131 *	14,7512 *	0,3769	0,3568 **
Progênes	34	597,3988 **	54,4570 **	4,1864 **	1,1305 **
Erro entre	2670	47,1106	11,2151	0,3121	0,1208
Média		28,63	26,18	1,2064	2,72
CV		24%	12,8%	46,0%	21,6%

\*:  $P \leq 0,05$ ;

\*\* :  $P \leq 0,01$ .

### 3.2 Crescimento dos Caracteres

A média da população para o DAP foi de 28,63 cm, para a altura de 26,18 m, volume de 1,2064 m<sup>3</sup>, para forma do fuste foi estimada em 2,72.

Examinando-se os dados de incremento médio anual (IMA) entre as espécies (Tabela 2), fica evidente que *E. cloeziana* apresenta um crescimento em altura inferior a maioria das espécies do gênero *Eucalyptus*, com exceção de *E. resinifera* em Luiz Antônio-SP e *E. brassiana* em Planaltina-MG que aproximou do crescimento da espécie em estudo.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Variação Ambiental e Genética

A análise de variância detectou diferenças entre blocos para todos os caracteres, com exceção do volume, o que indica que a implantação do experimento em forma de blocos foi eficiente para o controle ambiental, permitindo homogeneidade dentro dos blocos. A análise de variância também revelou diferenças significativas (1% de probabilidade) entre média de progênes para todos os caracteres avaliados (Tabela 1), sugerindo a presença de variação genética entre progênes e a possibilidade de melhoramento a partir da seleção das progênes mais produtivas.

O mesmo aconteceu para DAP que obteve valores inferiores a maioria das espécies do gênero *Eucalyptus*, com exceção de *E. camaldulensis* em Lagoa Grande-PR e *E. brassiana* em Planaltina-MG. Nota-se ainda que o estágio avançado do experimento (24 anos) influencia e diminua a média de crescimento, no presente trabalho, pois, naturalmente, os incrementos tendem a ser altos nos primeiros anos de plantio, diminuindo com o passar dos anos pela indução e desenvolvimento da copa das árvores.

Tabela 2. Crescimento em altura e DAP de algumas espécies de *Eucalyptus*.  
 Table 2. Performance in height and DBH growth for some *Eucalyptus* species.

Espécie	Idade (anos)	Local	Altura (m)	IMA altura (m)	DAP (cm)	IMA DAP (cm)	Fonte
<i>Espécies de Eucalyptus</i>							
<i>Eucalyptus cloeziana</i>	24	Luiz Antonio-SP	26,08	1,09	28,42	1,18	Presente estudo
<i>Eucalyptus</i> sp.	20	Assis-SP	28,39	1,42	21,02	1,05	Sebbenn et al., 2008b
<i>Eucalyptus pseudoglobulus</i>	11	Itapeva-SP	21,93	1,99	18,14	1,65	Ettori e Sato, 1996
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	5,6	Paraopeba-MG	15,91	2,84	10,16	1,81	Scarpim et al., 1999
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	6,7	Brasilândia-MG	-	-	10,82	1,61	Pereira et al., 1997
<i>Eucalyptus maidenii</i>	11	Itapeva-SP	22,33	2,03	18,34	1,67	Ettori e Sato, 1996
<i>Eucalyptus resinifera</i>	21	Luiz Antônio-SP	22,48	1,07	38,57	1,84	Sato et al., 2007
<i>Eucalyptus grandis</i>	3,8	Gov. Valadares-MG	-	-	17,49	4,60	Martins et al., 2001
<i>Eucalyptus grandis</i>	3,7	Biritiba Mirim-SP	17,88	4,83	12,72	3,44	Menck et al., 1986
<i>Eucalyptus urophylla</i>	7	Aracruz (ES), Bom Despacho, Grão Mogol e Belo Oriente (MG)	15,45	2,21	12,10	1,73	Mori et al., 1988
<i>Eucalyptus paniculata</i>	7	Campo Mourão-PR	15,86	2,26	19,29	2,04	Del Quiqui et al., 2001
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	7	Campo Mourão-PR	16,56	2,36	15,29	2,18	Del Quiqui et al., 2001
<i>Eucalyptus</i> spp.	6,8	Guataparã-SP	22,17	3,26	19,83	2,92	Tolfo et al., 2005
<i>Eucalyptus grandis</i>	3,8	Cascavel-PR	-	-	12,36	3,25	Carrizo et al., 2008
<i>Eucalyptus grandis</i>	3,4	Cascavel-PR	-	-	11,11	3,27	Carrizo et al., 2008
<i>Eucalyptus grandis</i>	2,5	Cascavel-PR	-	-	10,09	4,03	Carrizo et al., 2008
<i>Eucalyptus grandis</i>	1	Mogi-Guaçu-SP	-	-	4,8	4,8	Bellote et al., 1980
<i>Eucalyptus grandis</i>	2	Mogi-Guaçu-SP	-	-	8,8	4,4	Bellote et al., 1980
<i>Eucalyptus grandis</i>	3	Mogi-Guaçu-SP	-	-	12,0	4,0	Bellote et al., 1980
<i>Eucalyptus grandis</i>	4	Mogi-Guaçu-SP	-	-	12,7	3,2	Bellote et al., 1980
<i>Eucalyptus grandis</i>	5	Mogi-Guaçu-SP	-	-	13,7	2,7	Bellote et al., 1980

continua  
to be continued

BERTI, C.L.F et al. Variação genética, herdabilidade e ganhos na seleção para caracteres de crescimento e forma em teste de progênes de polinização aberta de *Eucalyptus cloeziana*.

continuação – Tabela 2  
continuation – Table 2

Espécie	Idade (anos)	Local	Altura (m)	IMA altura (m)	DAP (cm)	IMA DAP (cm)	Fonte
<i>Eucalyptus cloeziana</i>	6,7	Bocaiuva-MG	-	-	11,18	1,67	Marques Junior et al., 1996
<i>Eucalyptus tereticornes</i>	4,3	Lagoa Grande-PR	-	-	5,10	1,19	Drumond et al., 2003
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	4,3	Lagoa Grande-PR	-	-	4,82	1,12	Drumond et al., 2003
<i>Eucalyptus citriodora</i>	5,0	Selvíria-MS	11,83	2,36	12,52	2,5	Oliveira et al., 1999
<i>Eucalyptus brassiana</i>	13	Planaltina-MG	13,6	1,04	12,5	0,96	Moura et al., 1995
<i>Eucalyptus camadulensis</i>	5,6	Paraopeba-MG	11,99	2,14	10,28	1,84	Martins et al., 2002

### 3.3 Correlações Fenotípicas e Genéticas

As estimativas das correlações genéticas e fenotípicas, respectivamente  $\hat{r}_g = 0,34$  e  $\hat{r}_F = 0,05$ , evidenciaram associações positivas entre DAP e altura, porém baixas e não significativas. Esse resultado foi inesperado, visto que um grande número de estudos dessa associação genética em espécies arbóreas tem mostrado forte correlação genética entre estes dois caracteres (Sebbenn et al., 2004; 2008a; 2009; Sebbenn, 2007; Freitas et al., 2008).

Uma possível explicação para esse resultado é o fato de que a variação para altura foi

relativamente baixa, devido à idade das árvores e à uma possível redução no incremento médio anual das alturas das plantas.

### 3.4 Variação Genética e Coeficientes de Herdabilidade

É sabido que os ganhos na seleção são função da variação genética herdável existente nas populações (variação genética aditiva), do controle genético (herdabilidade) dos caracteres que se pretende melhorar, da acurácia seletiva e da intensidade de seleção aplicada. Por isso, para prever os ganhos genéticos com a seleção, é fundamental estimar parâmetros genéticos (Tabela 3).

Tabela 3. Estimativa de parâmetros genéticos para os caracteres DAP, altura, volume e forma, assumindo progênies de *Eucalyptus cloeziana* como meios-irmãos (MI) e sistema misto de reprodução (SM).

Table 3. Estimative of genetic parameters for DBH, height, volume and stem form, assuming progenies of *Eucalyptus cloeziana* as half-sibs (MI) and mix mating system (SM).

Parâmetros	DAP	Altura	Volume	Forma
Coeficiente de variação genética – $CV_g$ (%)	9,35	3,24	0,02	4,24
Coeficiente de variação genética aditiva – $CV_A$ (%)	13,75	4,76	0,03	6,24
Herdabilidade entre progênies – $\hat{h}_m^2$	0,9382	0,8648	0,9427	0,9171
Herdabilidade individual (MI) – $\hat{h}_i^2$	0,5239	0,2417	0,3812	0,3991
Herdabilidade individual (SM) – $\hat{h}_i^2$	0,3732	0,1471	0,2500	0,2644
Superestimativa relativa (%)	40,38	64,31	52,48	50,94
Herdabilidade dentro de progênies (MI) – $\hat{h}_d^2$	0,4521	0,1930	0,4839	0,3325
Herdabilidade dentro de progênies (SM) – $\hat{h}_d^2$	0,3243	0,1384	0,3471	0,2385
Superestimativa relativa (%)	39,40	39,40	39,40	39,40
Acurácia seletiva – $Ac$	0,9686	0,9299	0,9709	0,9577



BERTI, C.L.F et al. Variação genética, herdabilidade e ganhos na seleção para caracteres de crescimento e forma em teste de progênies de polinização aberta de *Eucalyptus cloeziana*.

O coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ) para o caráter DAP foi alto (9,35%), para altura e forma foi mediano (máximo 4,24%), e para o volume foi baixo (0,02%). O coeficiente de variação genética aditiva ( $CV_A$ ) apresentou o mesmo padrão, mas foi superior ao coeficiente de variação genética. Isso indica a existência de variação genética herdável na população, em especial para DAP, indicando possibilidade de maiores ganhos genéticos.

O coeficiente de herdabilidade em nível de média de progênies ( $\hat{h}_m^2$ ) foi alto para todos os caracteres, atingindo 0,9427, o que sugere um forte controle genético em termos de média de progênies. Os coeficientes de herdabilidade em nível de plantas individuais ( $\hat{h}_i^2$ ) e dentro de progênies ( $\hat{h}_d^2$ ) foram médios para os caracteres, quando estimados assumindo que as progênies eram de meios-irmãos. Contudo, quando essas herdabilidades foram estimadas assumindo que a espécie apresenta um sistema misto de reprodução, os valores foram substancialmente reduzidos e indicaram superestimativas variando de 39,47% a 69,3%. Entretanto, mesmo com a correção para o sistema de reprodução, os valores de herdabilidade estimados foram promissores, atingindo 0,3732, em nível de plantas individual. Isso indica, relativamente, forte controle genético dos caracteres, em especial para DAP, volume e forma e que a seleção massal no experimento ou dentro de progênies permite a capitalização de ganhos genéticos.

A acurácia seletiva foi também alta, variando de 0,9299 a 0,9709, o que sugere alta precisão na seleção de árvores no experimento.

### 3.5 Coancestria de Grupo e Tamanho Efetivo

Assumindo um coeficiente médio de coancestria dentro de progênies ( $\hat{\Theta}$ ) de 0,232, ausência de endogamia na geração parental ( $\hat{F}_p = 0$ ) e total ausência de parentesco entre plantas de diferentes progênies, estimou-se um coeficiente médio de coancestria na população (teste de progênies), antes da seleção, de 0,007.

Esse coeficiente de coancestria produz um tamanho efetivo ( $N_s$ ), antes da seleção, de 72,55, ou seja, as 2.807 plantas das 35 progênies correspondem a apenas 73 plantas não endogâmicas e não parentes ( $N_s/N = 0,03$ ). Uma interpretação alternativa seria a de que as 2.807 plantas das 35 progênies correspondem a apenas 73 plantas de uma população panmítica ideal. Esse baixo tamanho efetivo se deve ao fato de que dentro das progênies, os indivíduos são parentes no mínimo como meios irmãos, mas muitos são provavelmente irmãos-completos e até irmãos de autofecundação, e existem aproximadamente 80 plantas dentro das progênies. Esse alto parentesco dentro das progênies reduz o tamanho efetivo devido à alta frequência de alelos descendentes na população.

A fim de entender qual o impacto da seleção dentro de progênies sobre o coeficiente de coancestria e o tamanho efetivo, foi simulada a seleção de uma a dez plantas dentro de progênies e estimado o coeficiente de coancestria e o tamanho efetivo para dois casos: seleção para PSM e seleção para PC. O coeficiente de coancestria médio da população após a seleção foi maior e o tamanho efetivo foi menor para a seleção visando à clonagem de árvores superiores do que para a implantação do pomar de sementes por mudas (Figuras 1 e 2). Isso se deve ao fato de que, quando um número menor de plantas é envolvido na estimativa do coeficiente de coancestria da população a autocoancestria [coancestria do indivíduo com ele mesmo;  $\hat{\Theta}_{ii} = 0,5(1 + \hat{F}_i)$ ] passa a ter um maior peso na estimativa, e isto se reflete diretamente no tamanho efetivo, reduzindo-o. Por outro lado, em grandes populações, a coancestria entre os pares de indivíduos tem um peso maior do que a autocoancestria, devido ao grande número de pares de indivíduos que são envolvidos nos cálculos. Como a seleção para clonagem objetivava selecionar apenas dez progênies, as coancestrias foram maiores do que a observada para a seleção visando à transformação do ensaio em um pomar de sementes por mudas e, conseqüentemente, o tamanho efetivo foi menor.

O coeficiente de coancestria foi também menor para a seleção de dez plantas do que para a seleção de apenas uma planta. A explicação para isso é a mesma que explica o porquê do coeficiente de coancestria ser menor para a seleção visando obter um pomar de sementes por mudas do que a seleção para clonagem, ou seja, em pequenas amostras a autoancestria passa a assumir um papel maior nos valores estimados. Com a seleção de uma planta por progênie, não existirá parentesco dentro das progênes, mas só autoancestria, e esta gera uma coancestria média para as populações maior do que quando foram selecionadas mais plantas dentro das progênes. Estes resultados indicam, proporcionalmente, a seleção de apenas uma planta dentro de progênes para a seleção clonal e a seleção de dez plantas dentro de progênes para a formação de um pomar de sementes por mudas como a melhor opção.

Isso porque para a clonagem, a propagação será vegetativa e não haverá recombinação, mas serão estabelecidos plantios monoclonais. Já para a formação de um pomar de sementes por mudas, como é importante a recombinação do material, deseja-se maiores tamanhos efetivos e diversidade genética, a qual poderá ser futuramente explorada novamente por seleção em novos ciclos. Estas propostas levam a um coeficiente médio de coancestria de 0,029 para a seleção visando obter um pomar de sementes por mudas e de 0,05 para a clonagem. Assim, o tamanho efetivo após a seleção será de 32,96 para o pomar de sementes por mudas e de dez para a clonagem, ou seja, as 170 plantas selecionadas para formar o pomar de sementes e as dez plantas selecionadas para a clonagem vão corresponder a 33 e a dez plantas não endogâmicas e não parentes, respectivamente.

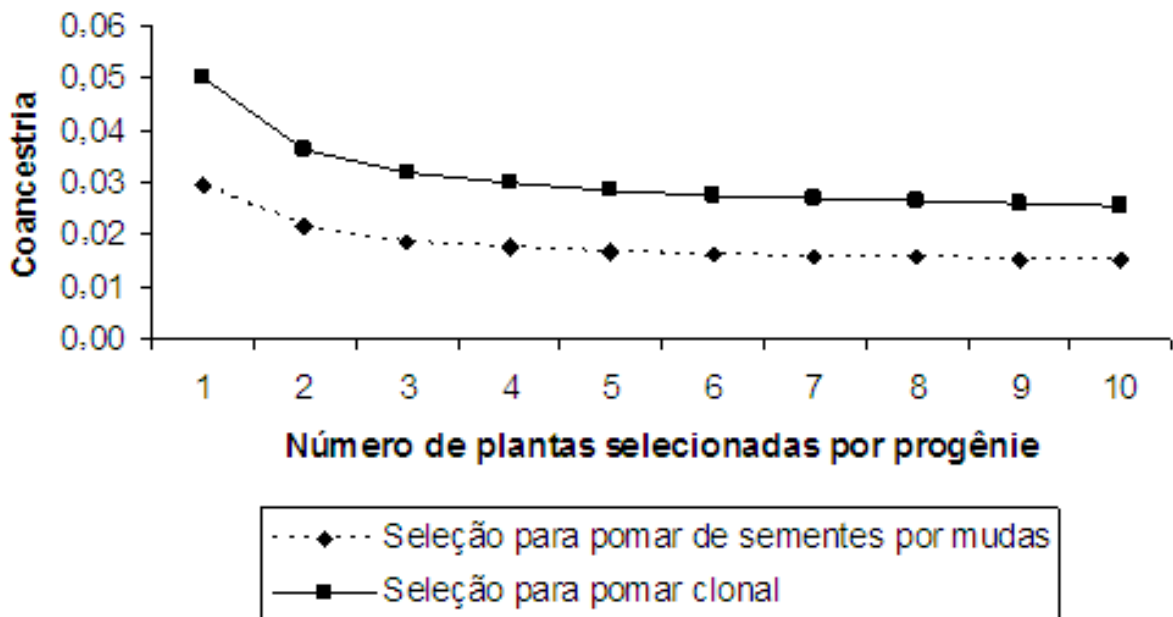


Figura 1. Estimativa do coeficiente de coancestria médio após a seleção em teste de progênes de *Eucalyptus cloeziana* em Luiz Antônio-SP.

Figure 1. Estimative of the average coancestry coefficient after selection in an *Eucalyptus cloeziana* progeny test in Luiz Antônio-SP.

BERTI, C.L.F et al. Variação genética, herdabilidade e ganhos na seleção para caracteres de crescimento e forma em teste de progênies de polinização aberta de *Eucalyptus cloeziana*.

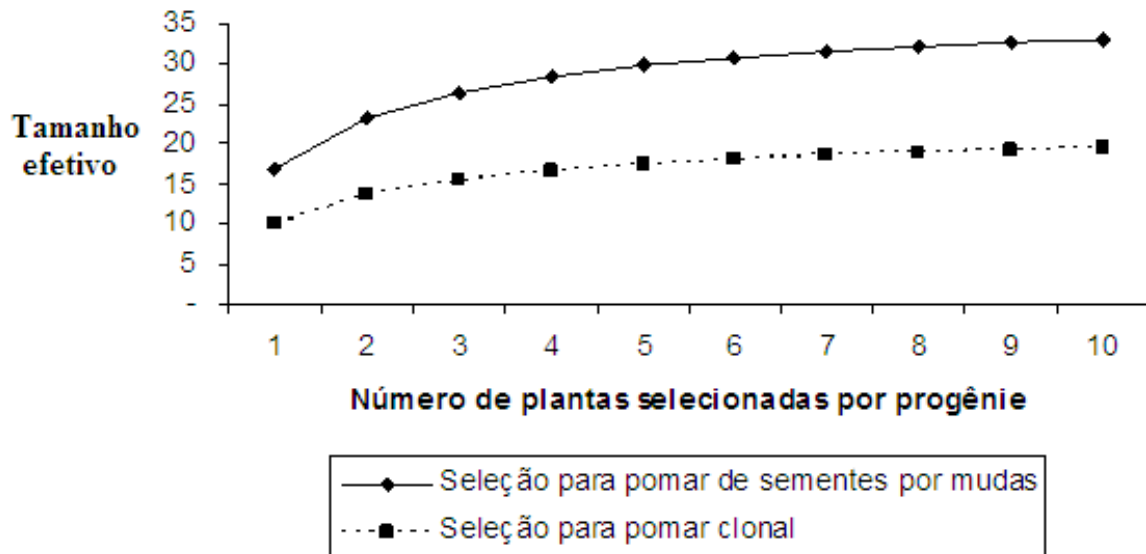


Figura 2. Estimativa do tamanho efetivo após a seleção em teste de progênies de *Eucalyptus cloeziana* em Luiz Antônio-SP.

Figure 2. Estimative of the effective population size after selection in an *Eucalyptus cloeziana* progeny test in Luiz Antônio-SP.

### 3.6 Resposta a Seleção

A resposta esperada com a seleção entre e dentro de progênies para a formação de um pomar de sementes por mudas e para a clonagem foram estimadas assumindo a seleção de 17 progênies e dez plantas por progênie, no primeiro caso, e a seleção de dez progênies e uma planta por progênie para o segundo caso. Como previsto pelos altos coeficientes de variação genética aditiva entre progênies e pelos coeficientes de herdabilidade, os resultados dos ganhos esperados foram altos para a seleção visando obter um pomar de sementes por mudas (Tabela 4), em especial para os caracteres DAP (42,92%), altura (16,82%) e forma (20,35%). Exemplificando, a média da população atual para DAP é de 28,63 cm e a esperada na população melhorada, depois da seleção e recombinação será de 40,92 cm. É importante ressaltar que tais ganhos são esperados para plantios com 24 anos de idade, realizados com sementes coletadas no teste de progênies após a seleção e recombinação aleatória

e implantados em ambientes com características semelhantes às da Estação Experimental de Luiz Antônio. Para a seleção visando à clonagem, os ganhos foram obviamente maiores (Tabela 4), visto que a intensidade de seleção adotada foi maior, ou seja, seleção de dez progênies e a melhor planta de cada progênie.

Considerando a seleção de 17 progênies para formação do pomar de sementes por mudas e dez para a clonagem com base em um índice multicares (Tabela 5), esta seleção levará a uma superioridade de 7,6% e 11% para o DAP, e 13,9% e 19,9% para volume, em relação a média geral da população. Essa superioridade não é maximizada para cada caráter devido à seleção ser ponderada para diferentes caracteres. Contudo, o índice, pelos respectivos pesos dados aos diferentes caracteres, em geral, apenas altera a classificação das progênies, em especial para os caracteres de crescimento como DAP, altura e volume. Algumas alterações entre a seleção pelo índice e pela média dos caracteres individuais podem ser observadas para a forma das árvores.

BERTI, C.L.F et al. Variação genética, herdabilidade e ganhos na seleção para caracteres de crescimento e forma em teste de progênes de polinização aberta de *Eucalyptus cloeziana*.

Tabela 4. Ganhos na seleção em porcentagem [ $G_{ed}$  (%)] para DAP, altura, volume (Vol) e forma em 35 progênes de polinização aberta de *Eucalyptus cloeziana*, aos 24 anos de idade em Luiz Antônio–SP.

Table 4. Gains in selection in percentage [ $G_{ed}$  (%)] for DBH, height, volume (Vol) and stem form in 35 open-pollinated progenies of *Eucalyptus cloeziana*, at 24 years of age in Luiz Antônio–SP.

Parâmetro	DAP (cm)	Altura (m)	Vol (m <sup>3</sup> /árvore)	Forma
<i>Seleção para pomar de sementes por mudas</i>				
Ganho na seleção: $G_{ed}$	12,29	4,40	0,0016	0,55
Ganhos esperados com a seleção: $G_{ed}$ (%)	42,92	16,82	0,140	20,35
Média da população: $\bar{x}_{População}$	28,63	26,18	1,2064	2,72
Média da população melhorada: $\hat{x}_{Melhorada} = \bar{x}_{População} + G_{ed}$	40,92	30,59	1,2081	3,28
<i>Seleção para pomar clonal</i>				
Ganho na seleção: $G_{ed}$	14,37	5,30	0,0019	0,66
Ganhos esperados com a seleção: $G_{ed}$ (%)	50,20	20,24	0,160	24,08
Média da população: $\bar{x}_{População}$	28,63	26,18	1,2064	2,72
Média da população melhorada: $\hat{x}_{Melhorada} = \bar{x}_{População} + G_{ed}$	43,00	31,48	1,2083	3,38

Tabela 5. Média das 10 e 17 progênes selecionadas pelo índice multicares, média geral e superioridade relativa das progênes selecionadas em relação à média geral das 35 progênes de *Eucalyptus cloeziana*.

Table 5. Average of the 10 and 17 selected progenies using multi-traits index, overall average and relative superiority of the selected progenies in relationship to overall average of the 35 *Eucalyptus cloeziana* progenies.

	DAP (cm)	Altura (m)	Vol (m <sup>3</sup> /árvore)	Forma
Média 10	31,9	26,9	1,5	3,1
Média 17	30,8	26,7	1,4	3,0
Geral	28,63	26,18	1,2	2,7
Diferença: 10 vs média	11,0	2,9	19,9	12,5
Diferença: 17 vs média	7,6	2,4	13,9	9,3

BERTI, C.L.F et al. Variação genética, herdabilidade e ganhos na seleção para caracteres de crescimento e forma em teste de progênies de polinização aberta de *Eucalyptus cloeziana*.

#### 4 CONCLUSÕES

1. Existe variação genética entre as progênies e, portanto, a possibilidade de obter-se ganhos pela seleção entre e dentro de progênies.
2. O controle genético dos caracteres é forte, o que demonstra um alto potencial para o melhoramento genético da população.
3. A seleção entre e dentro de progênies sugere a possibilidade de capitalizar grandes ganhos genéticos, em especial para os caracteres de crescimento.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos ao Antenor Oliveira da Silva, Paulo Teodoro Ferreira e Dionísio Barbosa, pelo apoio à mensuração do experimento. Os autores Alexandre Magno Sebbenn e Magno Luiz Teixeira de Moraes também agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela concessão da bolsa de Produtividade em Pesquisa.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, T.F. **Aspectos do melhoramento de *Eucalyptus* para obtenção de produtos sólidos da madeira.** In: WORKSHOP: TÉCNICAS, PROCESSAMENTO E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO, 1999, Viçosa – MG. VIÇOSA – MG DEF/SIF/EF, 1999 p. 61-72.

BELLOTE, A.F.J. et al. Extração e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden em função da idade: 1 Macronutrientes. **IPEF**, n. 20, p.1-23, 1980.

CAIXETA, R.P. et al. Variações genéticas em populações de *Eucalyptus* spp. detectadas por meio de marcadores moleculares. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 357-363, 2003.

CARRIJO, P.R.M.; BOTREL, M.C.G.; FAGUNDES, R.S. Avaliação da distribuição da normalidade dos dados do diâmetro à altura do peito em florestas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden na região de Cascavel – PR. **Cascavel**, v. 1, n. 1, p. 95-106, 2008.

DEL QUIQUI, E.M.; MARTINS, S.S.; SHIMIZU, J.Y. *Eucalyptus* para o Noroeste do Estado do Paraná. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 5, p. 1173-1177, 2001.

DRUMOND, M.A.; LIMA, P.C.F.; SANTOS, R.A.V. Comportamento de algumas espécies/procedências de *Eucalyptus* no município de Lagoa Grande-PE. **Brasil Florestal**, n. 78, p. 75-80, 2003.

ETTORI, L.C.; SATO, A.S. Testes de procedências de *Eucalyptus pseudoglobulus* e *Eucalyptus maidenii* em Itapeva – SP. **Rev. Inst. Flor.**, v. 8, n. 2, p. 205-211, 1996.

FREITAS, M.L.M. et al. Variação genética para caracteres quantitativos em população de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Rev. Inst. Flor.**, v. 20, n. 2, p. 165-173, dez. 2008.

GONZALEZ, E.R. et al. Transformação genética do eucalipto. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v. 5, n. 26, p. 18-22, 2002.

GRATTAPAGLIA, D. Integrating genomics into *Eucalyptus* breeding. **Genetics and Molecular Research**, v. 3, n. 3, p. 369-379. 2004.

HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding.** Ames: Iowa State University Press, 1988. 468 p.

KANG, K.S. et al. Predict drop in gene diversity over generations in the population where the fertility varies among individuals. **Silvae Genetica**, v. 50, p. 200-205, 2001.

LINDGREN, D.; GEA, L.; JEFFERSON, P. Loss of genetic diversity by status number. **Silvae Genetica**, v. 45, p. 52-59, 1996.

MARQUES JUNIOR, O.G.; ANDRADE, H.B.; RAMALHO, M.A.P. Avaliação de procedências de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. e estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos na região noroeste do Estado de Minas Gerais. **Cerne**, v. 2, n. 1, 1996.

MARTINS, I.S. et al. Comparação entre os processos de seleção entre e dentro e o de seleção combinada, em progênies de *Eucalyptus grandis*. **Cerne**, v. 11, n. 1, p.16-24, 2005.

BERTI, C.L.F et al. Variação genética, herdabilidade e ganhos na seleção para caracteres de crescimento e forma em teste de progênes de polinização aberta de *Eucalyptus cloeziana*.

MARTINS, I.S.; MARTINS, R.C.C.; CORREIA, H.S. Comparação entre seleção combinada e seleção direta em *Eucalyptus grandis*, sob diferente intensidades de seleção. **Floresta e Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 36-43, 2001.

MARTINS, I.S.; PIRES, I.E.; OLIVEIRA, M.C. Divergência genética em progênes de uma população de *Eucalyptus camaldulensis* DEHNH. **Floresta e Ambiente**, v. 9, n. 1, p. 81-89, 2002.

MENCK, A.L.M.; ODA, S.; KAGEYAMA, P.Y. Variação genética em progênes de árvores de pomar de sementes por mudas de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden na região de Mogi Mirim-SP. **IPEF**, n. 33, p. 5-15, 1986.

MORI, E.S.; KAGEYAMA, P.Y.; FERREIRA, M. Variação genética e interações progênes x locais em *Eucalyptus urophylla*. **IPEF**, n. 39, p. 53-63, 1988.

MOURA, V.P.G.; OLIVEIRA, J.B.; VIEIRA, V.M. Avaliação de procedência de *Eucalyptus brassiana* S.T. Blake em Planaltina-DF, Distrito Federal, área de Cerrado. **IPEF**, v.48, p. 87-97, 1995.

NAMKOONG, G. **Introduction to quantitative genetics in forestry**. Washington, D.C.: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1979. 342 p. (Technical Bulletin, 1588).

OLIVEIRA, S.A.; MORAES, M.L.T.; BUZETTI, S. Efeito da aplicação de NPK e micronutriente no desenvolvimento de *Eucalyptus citriodora* Hook. **Floresta**, v. 29 p. 27-36, 1999.

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**, v. 3, n. 1, 1997.

REZENDE, G.D.S.P. Melhoramento genético do eucalipto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1., 2001, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. CD-ROM.

RITLAND, K. Correlated matings in the partial selfer *Mimulus guttatus*. **Evolution**, v. 43, p. 848-859, 1989.

S.A.S. INSTITUTE INC. **SAS procedures guide**. Version 8 (TSMO). Cary, 1999. 454 p.

SATO, A.S et al. Seleção dentro de progênes de *Eucalyptus resinifera* aos 21 anos de idade em Luiz Antonio-SP. **Rev. Inst. Flor.**, v. 19, n. 2, p. 93-100, 2007.

SCARPIM, C.A. et al. Avaliação da diversidade genética em *Eucalyptus camaldulensis* por meio da análise multivariada **Revista Ceres**, v. 46, n. 266, p. 347-356, 1999.

SEBBENN, A.M. **Sistema de reprodução e endogamia em espécies de *Eucalyptus* e *Pinus***. Palestra apresentada no III Workshop em Melhoramento Florestal. IPEF/ESALQ/USP, 2007. 65 p.

\_\_\_\_\_. et al. Variação genética em cinco procedências de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. no Sul do Estado de São Paulo. **Rev. Inst. Flor.**, v. 16, n. 2, p. 91-99, 2004.

\_\_\_\_\_. et al. Seleção dentro de progênes de polinização aberta de *Cariniana legalis* Mart. O. Ktze (Lecythidaceae), visando à produção de sementes para recuperação ambiental. **Rev. Inst. Flor.**, v. 21, p. 27-37, 2009.

\_\_\_\_\_.; VILAS BOAS, O.; MAX, J.C.M. Altas herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênes de polinização aberta de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii*, aos 25 anos de idade em Assis-SP. **Rev. Inst. Flor.**, v. 20, p. 95-102, 2008a.

\_\_\_\_\_.; VILAS BOAS, O.; MAX, J.C.M. Variação genética, herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênes de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* aos 20 anos de idade em Assis-SP. **Rev. Inst. Flor.**, v. 20, p. 103-115, 2008b.

TOLFO, A.L.T. et al. Parâmetros genéticos para caracteres de crescimento, de produção e tecnológicos da madeira em clones de *Eucalyptus* spp. **Scientia Forestalis**, n. 67, p. 101-110, 2005.