
Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 37
ISSN 1980-041X
Agosto, 2008

**Controle Genético da Densidade Básica
da Madeira de *Eucalyptus viminalis* Labill.**



ISSN 1980-041X

Agosto, 2008

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Florestas
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 37

Controle Genético da Densidade Básica da Madeira de *Eucalyptus viminalis* Labill.

José Alfredo Sturion

Embrapa Florestas
Colombo, PR
2008

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, Km 111, Guraituba,

83411 000 - Colombo, PR - Brasil

Caixa Postal: 319

Fone/Fax: (41) 3675 5600

Home page: www.cnpf.embrapa.br

E-mail: sac@cnpf.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Patrícia Póvoa de Mattos

Secretária-Executiva: Elisabete Marques Oaida

Membros: Álvaro Figueredo dos Santos, Dalva Luiz de Queiroz Santana, Edilson Batista de Oliveira, Elenice Fritzsos, Jorge Ribaski, José Alfredo Sturion, Maria Augusta Doetzer Rosot, Sérgio Ahrens

Supervisão editorial: Patrícia Póvoa de Mattos

Revisão de texto: Mauro Marcelo Berté

Normalização bibliográfica: Elizabeth Denise Câmara Trevisan

Editoração eletrônica: Mauro Marcelo Berté

Foto da capa: Paulo Eduardo Telles dos Santos

1ª edição

1ª impressão (2008): sob demanda

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Florestas

Sturion, José Alfredo.

Controle genético da densidade básica da madeira de *Eucalyptus viminalis* Labill [recurso eletrônico] / José Alfredo Sturion. - Dados eletrônicos. - Colombo : Embrapa Florestas, 2008.

1 CD-ROM. - (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Florestas, ISSN 1980-041X; 37)

1. *Eucalyptus viminalis* – Densidade da madeira. 2. Teste de progênie. 3. Seleção. 4. Herdabilidade. 5. Controle genético. I. Título. II. Série.

CDD 634.973766 (21. ed.)

© Embrapa 2008

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	14
Conclusões	23
Agradecimento	23
Referências	24
Anexo	29

Controle Genético da Densidade Básica da Madeira de *Eucalyptus viminalis* Labill.

José Alfredo Sturion¹

Resumo

Este estudo foi conduzido utilizando um teste de progênies de meios-irmãos de *Eucalyptus viminalis* instalado em Santa Cecília, SC. O objetivo foi verificar o controle genético da densidade básica da madeira (DBM) e identificar a melhor posição de amostragem desta variável para fins de seleção entre o diâmetro à altura do peito (DAP) e a 50 % da altura total da árvore. Assim, foram amostradas ao acaso, aos 43 meses de idade, 450 árvores de 30 progênies de meios-irmãos, em cinco blocos do experimento. As árvores foram plantadas no espaçamento de 3 m x 2 m, em parcelas lineares com seis plantas cada. O controle genético da DBM foi de alta magnitude, nas duas posições avaliadas. Assim, ganhos consideráveis podem ser obtidos para essa característica, com apenas um ciclo de seleção. A DBM, determinada tanto no DAP quanto a 50 % da altura total da árvore, foi adequada para a seleção, em virtude do alto coeficiente de correlação genética aditiva com a densidade básica média da árvore. Baguetas obtidas no DAP constituíram-se na alternativa mais viável para selecionar árvores, com base na densidade básica da madeira.

Palavras-chave: progênies, herdabilidade, seleção.

¹ Engenheiro Florestal, Pesquisador da *Embrapa Florestas*, sturion@cnpf.embrapa.br

Genetic Control of Wood Basic Density of *Eucalyptus viminalis* Labill.

José Alfredo Sturion

Abstract

This study was conducted in a half-sib progeny test with *Eucalyptus viminalis* established in Santa Cecília, State of Santa Catarina, Brazil. The objectives were: a) to verify the genetic control to wood basic density at DBH level and at 50 % of tree total height; b) to verify the best position to select trees to wood density. For those purposes, thirty progenies and 450 trees, randomly selected in the population were evaluated at the age of 43 months. A completely randomized block design with five replications and six plants per plot spaced 3 x 2 meters was used. The genetic control of wood basic density was of height magnitude in both positions evaluated. Significant genetic gains could be obtained for this characteristic with only one selection cycle. Basic density at the DBH level or at 50% of tree total height was adequate for selection due the higher genetic additive correlations with average basic density of the tree. Increment cores taken at DBH level were the most viable alternative to select trees for wood basic density.

Key words: progeny, heritability, selection.

Introdução

Eucalyptus viminalis Labill. é uma das poucas espécies de folhosas recomendadas para o plantio em escala comercial, em áreas sujeitas a geadas, na Região Sul do Brasil (HIGA; CARVALHO, 1990). A sua madeira é destinada principalmente para lenha e produção de carvão. Os plantios dessa espécie com sementes oriundas da procedência de Canela, RS, caracterizam-se por apresentar problemas de forma do tronco e de baixa produtividade em razão da sua base genética restrita, impossibilitando sua utilização em programas de melhoramento (EMBRAPA, 1986, 1988).

Assim, a *Embrapa Florestas* coletou sementes de árvores de *E. viminalis*, amostradas em populações naturais australianas, dentro de critérios que garantissem uma adequada base genética desse material, com o propósito de estabelecer, no Brasil, um programa de melhoramento dessa espécie. Para dar cumprimento a esse programa de produção de sementes melhoradas, foi instalada na Região Sul do Brasil uma ampla rede de experimentos, constituída de bancos de conservação e de testes de progênies. Esses testes de progênies serão transformados em pomares de sementes, por meio de desbaste das árvores inferiores. Dentre as variáveis importantes para a seleção de árvores nos testes de progênie, citam-se as características de adaptação, crescimento, forma e qualidade da madeira (BRIDG-WATER; LEDIG, 1986; KAGEYAMA, 1980).

Com relação à qualidade da madeira, destaca-se a densidade básica, devido à facilidade de sua determinação e relação com importantes aspectos tecnológicos e econômicos. Citam-se, como exemplos, a contração e o inchamento (JANKOWSKY, 1979), a resistência mecânica (MALAN, 1988), o rendimento e a qualidade da polpa (BARRICHELO et al., 1980), a produção e a qualidade do carvão vegetal (VALENTE, 1986), e os custos operacionais ligados ao transporte e armazenamento (SLOOTEN, 1977). A densidade básica da madeira é uma característica ideal para ser manipulada geneticamente devida à sua grande variação entre árvores (FERREIRA; KAGEYAMA, 1978), alta herdabilidade (OTEGBEYE; KELLISON, 1980; KAGEYAMA et al., 1983) e sua baixa interação genótipo x ambiente (MORAES, 1987). Ganhos apreciáveis podem ser

obtidos para essa característica, em períodos relativamente curtos, desde que se alie à alta herdabilidade um alto diferencial de seleção (ZOBEL; TALBERT, 1984).

Segundo Jourdain e Olson (1984) e Arbuthnot (1991), determinações de densidade, efetuadas unicamente no DAP, podem prover estimativas imprecisas da porção do caule comercializável da árvore. Arbuthnot (1991) esclarece que a variação dentro da árvore pode ser maior que a variação entre árvores. Esse fato implica que a variação dentro da árvore pode constituir-se numa importante causa de variação, que pode ser reduzida por meio de várias amostras por árvore. A posição que melhor estima a densidade básica média da árvore parece variar com a espécie e a idade do povoamento. Busnardo et al. (1983) estabeleceram a posição correspondente a 25 % da altura comercial de *E. saligna*, com 10 anos de idade, como aquela mais representativa da densidade básica da árvore. Sturion et al. (1987) concluíram que a densidade básica média da árvore pode ser estimada por meio da densidade determinada no DAP, para onze espécies de *Eucalyptus*, aos 10 anos de idade. Entretanto, estimativas mais precisas puderam ser obtidas por meio da densidade estimada a 25 % da altura comercial, para *E. camaldulensis*, *E. propinqua*, *E. tereticornis* e *Corymbia maculata* e a 50 % da altura comercial para *E. cloeziana*, *E. urophylla* e *E. grandis*. Souza et al. (1986) concluíram que as posições de 25 % e 50 % da altura comercial estimaram melhor a densidade de árvores de *E. saligna* e *E. grandis*, com 7 anos de idade. Ressaltaram, ainda, que posições próximas da base e do topo do caule são inadequadas para tais estimativas, já que na base há influência do sistema radicular e no topo há influência da copa e ramificação.

Muitas das estimativas de herdabilidade têm se baseado em amostras, como por exemplo, segmentos de anéis de crescimento. Essas estimativas são úteis para indicar em que grau a característica estudada é herdável. Porém, é necessário demonstrar que uma determinada característica pode ser melhorada em todo o produto comercializável e não tão somente em porções impossíveis de serem comercializadas separadamente. Nesse sentido, Onuky et al. (1986) verificaram um maior controle genético da

densidade básica da madeira de *E. grandis*, na medida em que a amostragem foi direcionada no sentido da base para o topo.

As herdabilidades no sentido restrito de plantas e de médias de progênies, estimadas na metade da altura comercial da árvore foram, respectivamente, 73 % e 25 % superiores àquelas obtidas do DAP. Tal fato demonstrou que amostragem realizada unicamente em nível do DAP pode subestimar as estimativas de ganhos genéticos, advindos da seleção para essa característica e, conseqüentemente, pode influir na decisão sobre a melhor estratégia de melhoramento.

Com base nessas considerações, o presente trabalho tem por objetivo verificar o controle genético da densidade básica da madeira ao longo do caule de *E. viminalis*, com a finalidade de estabelecer a melhor posição para fins de amostragem, na seleção de árvores.

Material e Métodos

O material genético estudado constituiu-se de 75 progênies de polinização aberta de *Eucalyptus viminalis*, provenientes de três procedências australianas caracterizadas na Tabela 1. Segundo Resende e Higa (1991), com base em estudo de divergência genética, essas três procedências podem ser reunidas em uma mesma população de melhoramento.

Tabela 1. Procedências de *E. viminalis* coletadas na Austrália.

Procedência	Nº de Progênies	Latitude (S)	Longitude (E)	Altitude (m)
BOMBALA-NSW	25	37°13´	149°18´	420
SW BENDOC-VICTORIA	25	37°15´	148°45´	720
SE BENDOC-VICTORIA	25	37°15´	149°58´	850

O teste de progênies foi instalado em abril de 1986, no Município de Santa Cecília, SC, localizado na latitude 27°08'S e longitude de 50°29'W e a uma altitude de 850 m. O clima da região, conforme classificação de

Köeppen, é do tipo Cfb, temperado, sempre úmido, pluvial com verão ameno, temperatura média anual de 16,5 °C, máxima absoluta de 37 °C (janeiro), mínima absoluta de -7 °C (junho) e precipitação pluviométrica anual de 1.500 mm, com distribuição uniforme ao longo do ano. O solo foi classificado como LATOSSOLO BRUNO Distrófico típico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). A análise granulométrica de amostras desse solo revelou a seguinte composição: 70 % de argila, 23 % de silte e 7 % de areia. Essa composição é característica de um solo de classe textural argila pesada, de acordo com Lemos et al. (1967). Segundo Muzilli et al. (1978), esse solo é de baixa fertilidade quanto ao fósforo (1 ppm) e Ca + Mg (2 cmol_c/kg) e de média fertilidade com relação ao teor de potássio (50 ppm). Possui altos teores de alumínio (2 m.e.%) e de matéria orgânica (50 g/kg).

O delineamento utilizado para a instalação do teste foi o de blocos de famílias compactadas (SILVEIRA, 1986), com dez repetições. As parcelas constituem-se de uma linha de seis plantas. O espaçamento de plantio foi de 3 m x 2 m (2 m entre plantas de uma mesma linha e 3 m entre linhas de plantio). Para a execução desse trabalho foram cortadas árvores de cinco blocos, aos 43 meses de idade, adubadas por ocasião do plantio, com 200 g de NPK (10-20-10) por planta. Foram amostradas, ao acaso, 30 progênies. Das segunda, quarta e sexta árvores, ou daquela imediatamente anterior, no caso de falha, foram retiradas baguetas com 0,5 cm de diâmetro, por meio de sonda de Pressler, para a determinação da densidade básica da madeira. As baguetas foram retiradas do DAP de casca-a-casca, na direção norte-sul e acondicionadas em sacos plásticos preenchidos parcialmente com água. Os sacos plásticos foram vedados com fita adesiva e colocados em caixas de isopor.

De todas as árvores cortadas, foram obtidos discos transversais de 3 cm de espessura, nas posições correspondentes ao DAP e a 10 %; 30 %; 50 % e 70 % da altura total. De cada disco foram retiradas duas cunhas opostas com ângulo interno de 30°, para a determinação de densidade básica da madeira, pelo método da balança hidrostática, conforme norma da ABCP M14/70 (ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E

PAPPEL, 1968). Para as baguetas, o método empregado foi o de máximo teor de umidade, de acordo com Foelkel et al. (1971).

A densidade básica média da árvore foi obtida por meio de média ponderada, tomando-se o volume das seções no tronco, entre as posições compreendidas entre os pontos de retiradas dos discos (10 %; 30 %; 50 % e 70 % da altura total da árvore), como fator de ponderação, conforme Ferreira (1968) e Brito et al. (1984).

Para a determinação da densidade básica da madeira, utilizou-se o método da Balança Hidrostática, norma ABCP M 14/70, conforme descrito por Ferreira (1968). As correlações genéticas e fenotípicas com a densidade básica média da árvore foram determinadas para os distintos métodos de amostragem da madeira na árvore: a) baguetas retiradas do DAP; b) cunhas retiradas do DAP; c) cunhas retiradas a 50 % da altura total.

Embora tenha sido empregado o delineamento de blocos de famílias compactadas, as análises de variância foram realizadas segundo o esquema de blocos casualizados, conforme efetuado por Assis et al. (1983), Pinto Júnior (1984), Torggler (1987), Mori et al. (1988) e Castro (1992).

O modelo matemático utilizado para essas análises foi:

$$Y_{ijk} = m + p_i + b_j + e_{(ij)} + d_{(ijk)}$$

onde: Y_{ijk} = observação da planta k, da progênie i na repetição j; m = média geral; p_i = efeito da progênie i, com $i = 1, 2, 3 \dots, 30$; b_j = efeito da repetição j, com $j = 1, 2, \dots, 5$; $e_{(ij)}$ = erro experimental associado à progênie i na repetição j; $d_{(ijk)}$ = efeito entre plantas dentro de parcela, associado ao indivíduo k da progênie i na repetição j, com $k = 1, 2, 3$.

O esquema da análise de variância com as respectivas esperanças dos quadrados médios, considerando todos os efeitos aleatórios, exceto a média, está apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Esquema de análise de variância, em nível de indivíduo.

F.V	GL	QM	E(QM)
Repetições	$r - 1$	Q_1	$\hat{\sigma}_d^2 + n\hat{\sigma}_e^2 + n.p\hat{\sigma}_b^2$
Progênie	$p - 1$	Q_2	$\hat{\sigma}_d^2 + n\hat{\sigma}_e^2 + n.r\hat{\sigma}_p^2$
Erro	$(r - 1)(p - 1)$	Q_3	$\hat{\sigma}_d^2 + n\hat{\sigma}_e^2$
Dentro	$p \times r (n - 1)$	Q_4	$\hat{\sigma}_d^2$
TOTAL	$p \times r \times n - 1$		

Onde: QM = quadrado médio; E(QM) = esperança do quadrado médio;

p = número de progênie; r = repetições; n = número de plantas por parcela;

$\hat{\sigma}_p^2$ = variância genética entre progênie de meios-irmãos; $\hat{\sigma}_e^2$ = variância

ambiental entre parcelas; $\hat{\sigma}_d^2$ = variância fenotípica entre plantas dentro de

parcelas; $\hat{\sigma}_b^2$ = variância entre repetições.

A obtenção e interpretação dos componentes genéticos das esperanças dos quadrados médios foram feitas segundo a metodologia relatada por Vencovsky (1978) e Venkovski e Barriga (1992), detalhada na Tabela 3.

Tabela 3. Estimativas dos coeficientes de variância e do erro.

Estimativas	Expressões para as Estimativas
$\hat{\sigma}_p^2$ = variância genética entre progênie de meios-irmãos	$(Q_2 - Q_3)/nr$
$\hat{\sigma}_A^2$ = variância genética aditiva	$4[(Q_2 - Q_3)/nr]$
$\hat{\sigma}_b^2$ = variância entre repetições	$(Q_1 - Q_3)/np$
$\hat{\sigma}_F^2$ = variância fenotípica entre médias de progênie	Q_2/nr
$\hat{\sigma}_e^2$ = variância ambiental entre parcelas	$(Q_3 - Q_4)/n$
$\hat{\sigma}_d^2$ = variância fenotípica entre plantas dentro de parcelas	Q_4

Os coeficientes de herdabilidade foram estimados pelas seguintes expressões (VENCOVSKY, 1978; VENKOVSKI; BARRIGA, 1992):

a) Herdabilidade no sentido restrito, em plantas individuais, no experimento.

$$h_i^2 = \frac{\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_b^2}$$

b) Herdabilidade no sentido restrito referente à seleção massal dentro de famílias de meios-irmãos.

$$h_d^2 = \frac{3/4 \hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_d^2}$$

c) Herdabilidade no sentido restrito entre médias de famílias de meios-irmãos.

$$h_{\bar{F}}^2 = \frac{1/4 \hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2}$$

d) Erro associado à estimativa $h_{\bar{F}}^2$.

$$s(h_{\bar{F}}^2) = \left(\frac{2}{n_1 + 2} + \frac{2}{n_2 + 2} \right)^{1/2} \cdot (1 - h_{\bar{F}}^2)$$

sendo: n_1 = graus de liberdade para progênies; n_2 = graus de liberdade do erro experimental.

Os coeficientes de variação foram estimados pelas seguintes expressões (VENCOVSKY, 1978):

a) Coeficiente de variação genética.

$$CV_G (\%) = \frac{\hat{\sigma}_p}{\bar{X}} \times 100$$

b) Coeficiente de variação dentro de progênies.

$$CV_d (\%) = \frac{\hat{\sigma}_d}{\bar{X}} \times 100$$

c) Coeficiente de variação fenotípica

$$CV_{\bar{F}} (\%) = \frac{\hat{\sigma}_{\bar{F}}}{\bar{X}} \times 100$$

\bar{X} = média da característica avaliada

As correlações genéticas e fenotípicas quanto às médias de famílias entre os caracteres foram estimadas a partir das seguintes expressões (FALCONER, 1987; VEN-COVSKY, 1978).

a) Coeficiente de correlação genética aditiva.

$$r_A = \frac{C\hat{\sigma}V_{A(x,y)}}{(\hat{\sigma}_{A_x}^2 \cdot \hat{\sigma}_{A_y}^2)^{1/2}}$$

b) Coeficiente de correlação fenotípica para médias de progênies.

$$r_{\bar{F}} = \frac{C\hat{\sigma}V_{\bar{F}(x,y)}}{(\hat{\sigma}_{\bar{F}_x}^2 \cdot \hat{\sigma}_{\bar{F}_y}^2)^{1/2}}$$

Para a realização das análises estatísticas, efetuou-se um teste de normalidade dos dados e de homogeneidade de variâncias. Constatou-se que as características avaliadas apresentaram distribuição normal e sem problemas de heterocedasticidade.

Resultados e Discussão

Os resultados das análises de variância para a densidade básica da madeira são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados das análises de variância para a densidade básica da madeira em progênies de meios-irmãos de *E. viminalis*, aos 43 meses de idade, em Santa Cecília, SC.

Características	Médias	Teste F	P > F	Coefficiente de Variação (%)
Dbc (g/cm ³)	0,447	4,25	0,01	3,5
Dbb (g/cm ³)	0,442	3,82	0,01	3,3
Db50 (g/cm ³)	0,457	5,20	0,01	3,6
Dbm (g/cm ³)	0,451	4,61	0,01	3,3

Onde: Dbc e Dbb = densidades básicas determinadas em nível do DAP, por meio de cunha e de bagueta, respectivamente; Db50 = densidade básica determinada a 50 % da altura da árvore; Dbm = densidade básica média da árvore.

Para a densidade básica da madeira, foram observadas diferenças significativas entre médias de progênies (teste F), indicando que existe variabilidade genética. Essa variabilidade pode ser explorada na seleção de plantas para o aumento da produtividade de biomassa destinada à energia ou outras finalidades. Com base na densidade básica média, considerada como a estimativa mais próxima da densidade básica real da árvore, a progênie de maior densidade produz, aproximadamente, 60 kg a mais de matéria seca, por metro cúbico de madeira verde, que a progênie de madeira menos densa (Anexo 1). Essa diferença é surpreendentemente alta, pois, na idade de 43 meses, provavelmente, toda a madeira produzida é de característica juvenil.

Considerando-se a estimativa da densidade básica média como aquela mais próxima da densidade básica real da árvore, constatou-se que a densidade básica obtida por meio da cunha retirada do DAP foi a que propiciou estimativas de variâncias genéticas entre progênies e fenotípicas, quanto às médias de progênies, mais próximas das reais, para *E. viminalis*, na idade de 43 meses (Tabela 5).

Tabela 5. Correspondência, em porcentagem, das estimativas de variância dos métodos de amostragem da madeira na árvore em relação à estimativa de variância da densidade básica média da árvore de *E. viminalis*, aos 43 meses de idade, em Santa Cecília, SC.

Características	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_R^2$	$\hat{\sigma}_F^2$	$\hat{\sigma}_p^2$
Dbc	105,5	122,2	109,3	100,5	98,8
Dbb	97,5	75,9	91,9	76,0	72,2
Db50	133,9	74,1	119,5	134,6	139,5
Dbm	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Onde: Dbc e Dbb = densidades básicas determinadas em nível do DAP, por meio de cunha e de bagueta, respectivamente; Db50 = densidade básica determinada a 50 % da altura da árvore; Dbm = densidade básica média da árvore; $\hat{\sigma}_d^2$ = variância fenotípica entre plantas dentro de parcelas; $\hat{\sigma}_e^2$ = variância ambiental entre parcelas; $\hat{\sigma}_R^2$ = variância residual; $\hat{\sigma}_F^2$ = variância fenotípica quanto à média de progênies; $\hat{\sigma}_p^2$ = variância genética entre progênies.

Já as estimativas de variâncias obtidas de baguetas retiradas do DAP e a 50 % da altura total da árvore, por meio de cunhas, subestimaram e superestimaram, respectivamente, as estimativas de variâncias relativas à densidade básica média da árvore. Entretanto, espera-se que as herdabilidades estimadas para a densidade, através desses métodos de amostragem, sejam de magnitudes similares e conduzam às mesmas conclusões, em termos de estratégia de melhoramento, já que houve uma relativa proporcionalidade nas alterações das variâncias genéticas e fenotípicas.

Os coeficientes de variação genética, fenotípica e experimental, para todas as características avaliadas, são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Coeficientes de variação, em porcentagem, para a densidade básica da madeira de *E. viminalis*, aos 43 meses de idade, em Santa Cecília, SC.

Característica	CV _d	CV _G	CV _F	CV _F	CV _E	CV _G /CV _E	CV _G /CV _F
Dbc	5,19	2,82	6,36	3,23	3,50	0,81	0,44
Dbb	5,05	2,44	5,86	2,84	3,26	0,75	0,42
Db50	5,73	3,29	6,85	3,66	3,59	0,92	0,48
Dbm	5,02	2,83	5,99	3,20	3,33	0,85	0,47

Onde: Dbc e Dbb = densidades básicas determinadas para o DAP, por meio de cunha e de bagueta, respectivamente; Db50 = densidade básica determinada a 50 % da altura da árvore; Dbm = densidade básica média da árvore; CV_d = coeficiente de variação fenotípica entre plantas dentro de parcelas; CV_G = coeficiente de variação genética; CV_F = coeficiente e variação fenotípica, para plantas; CV_F = coeficiente de variação fenotípica quanto à média de progênies; CV_E = coeficiente de variação experimental.

O coeficiente de variação genética, em porcentagem da média geral, expressa a quantidade de variação genética existente entre as progênies. Segundo Vencovsky (1978), quando todas as características são avaliadas sob as mesmas condições de ambiente e na mesma época, a relação entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação experimental (CV_G/CV_E) consiste num dos melhores indicadores da variabilidade genética de uma determinada característica na população. De acordo com Paiva et al. (1983), se uma característica apresentar baixo valor para a relação (CV_G/CV_E), é possível que a sua seleção seja inviável, considerando o tempo e o custo despendido no processo de seleção, em relação às possibilidades de ganho. Pode também indicar que as populações amostradas não são favoráveis à seleção intrapopulacional, por possuírem pouca variabilidade genética para a característica. Pode-se ainda considerar que as famílias amostradas não representam a população, ou que as árvores amostradas sejam descendentes de poucos genótipos originais, resultando em uma população com variabilidade genética restrita, após muitas gerações de cruzamento e recombinação gênica. Nesse sentido, Vencovsky (1978) ressalta que valores iguais ou maiores que um, para a relação (CV_G/CV_E), são indicativos de uma situação favorável para a seleção em progênies de milho. Considerando-se que valores próximos de um caracterizam uma situação favorável para espécies de *Eucalyptus*, infere-se que a densidade

básica consiste numa das características com maior possibilidade de sucesso para seleção de árvores, com o propósito de aumentar a produção de madeira por m³. Kageyama (1980) e Moraes (1987) utilizaram essa relação para identificar a condição mais favorável para a seleção em testes de progênies de *E. grandis*. Patiño-Valera (1986) utilizou essa relação para identificar condições favoráveis à seleção, em testes de progênies de *E. saligna*. Em todas essas situações, os valores obtidos para a relação (CV_G/CV_E) foram próximos ou superiores a 1, para a densidade básica da madeira. Embora as relações obtidas no presente trabalho foram próximas de 0,5, os ganhos advindos da seleção para densidade básica foram apreciáveis, justificando a seleção.

As estimativas de herdabilidade para todas as características estudadas são apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7. Estimativas de coeficientes de herdabilidade individual no sentido restrito (h_i^2), dentro de progênies (h_d^2) e quanto às médias de progênies (h_F^2) para densidade básica da madeira de *E. viminalis*, aos 43 meses de idade, em Santa Cecília, SC.

Características	h_i^2	h_d^2	h_F^2	$s(h_F^2)$
Dbc	0,82	0,89	0,92	0,02
Dbb	0,70	0,70	0,89	0,03
Db50	0,92	0,99	0,97	0,01
Dbm	0,87	0,95	0,94	0,02

Onde: Dbc e Dbb = densidades básicas determinadas no DAP, por meio de cunha e de bagueta, respectivamente; Db50 = densidade básica determinada a 50 % da altura da árvore; Dbm = densidade básica média da árvore; $s(h_F^2)$ = desvio padrão.

Para a densidade básica da madeira, as estimativas dos coeficientes de herdabilidade, no sentido restrito, tanto para árvores como para médias de famílias, foram de alta magnitude. Em características com alta herdabilidade, a variação genética representa a maior parte da variação fenotípica em relação à variação ambiental. Para características de alta

herdabilidade, Toda (1972) recomenda a seleção massal de indivíduos selecionados com alta intensidade de seleção, para a instalação de Pomar de Sementes Clonal.

Considerando-se a densidade básica média como estimativa mais próxima da densidade básica real da árvore, verifica-se na Tabela 7, que as estimativas mais precisas de herdabilidade no sentido restrito, para plantas, foram aquelas determinadas por meio de cunhas, no DAP e a 50 % da altura da árvore. Em termos percentuais, as herdabilidades para plantas foram subestimadas, quando avaliadas em amostras do DAP, tanto por meio de cunhas como de baguetas, em 6,1 % e 24,3 %, respectivamente. A herdabilidade estimada para a densidade básica a 50 % da altura total foi superior, em 5,7 %, à herdabilidade estimada para a densidade básica média da árvore. No entanto, mesmo para as densidades determinadas por meio de baguetas, em que as diferenças de estimativas de herdabilidade foram mais expressivas, em relação à densidade básica média da árvore, a magnitude de suas estimativas não altera a recomendação, em termos de estratégia de seleção. Entretanto, as estimativas de ganho genético podem ser consideravelmente subestimadas. Optou-se pela herdabilidade de planta, para fins de comparação, porque, para a densidade, é recomendável a seleção massal.

Outro ponto a destacar é que o controle genético da densidade aumentou, na medida em que as amostras foram retiradas de altura superior àquela do DAP. Essas diferenças foram, respectivamente, de 2,2 % e 31,4 % entre as estimativas de herdabilidade individual no sentido restrito, obtidas do DAP, por meio de cunhas e de baguetas com aquela estimada a 50 % da altura total da árvore. Onuky et al. (1986) também obtiveram, para progênies de polinização aberta de *E. grandis*, com 8 anos de idade, diferenças da ordem de 73 % entre a herdabilidade da densidade básica da madeira, estimada a 50 % da altura comercial da árvore, com a herdabilidade estimada em nível do DAP. Esses autores explicaram que os anéis de crescimento de partes mais altas do caule são formados em idades mais avançadas da árvore e por isso são menos susceptíveis às variações do ambiente. Nesse caso, a seleção efetuada com base nas estimativas da

herdabilidade obtidas a 50 % da altura total da árvore deve ser mais eficiente.

Deve-se ressaltar que estimativas de herdabilidades individuais obtidas de um único local são superestimadas, já que não é possível separar a variância da interação de progênies por locais da variância em razão das progênies. Por isso, tais estimativas são válidas somente para o local do experimento onde as mesmas foram determinadas (WRIGHT, 1976).

Porém, esse fato é de importância relativa quando o material for utilizado em condições semelhantes àquelas do experimento em que tais estimativas foram obtidas (FONSECA, 1979). Deve-se ressaltar que, dentre as diversas estratégias de melhoramento, a de “multipopulações” vem sendo adotada por parte das empresas florestais. A estratégia de “multipopulações” considera a especificidade de materiais genéticos às condições ambientais particulares, por meio da seleção de indivíduos mais adaptados e produtivos para cada região ecológica (MORI et al., 1988). Esse fato deve-se à perda de ganhos decorrentes do efeito da interação de progênies por locais, conforme constataram Kageyama e Vencovsky (1983), para *E. grandis*; Mori et al. (1986, 1988), respectivamente, para *E. saligna*, e *E. urophylla* e Moraes (1987), para *E. grandis*.

Os valores do coeficiente de variação multiplicados pela herdabilidade entre ($CV_{\bar{F}} \times h_{\bar{F}}^2$) e dentro ($CV_d \times h_d^2$) de progênies (Tabela 8) são importantes para visualizar as perspectivas de ganho e inferir sobre as intensidades de seleção a serem adotadas, entre e dentro de progênies, bem como definir estratégias que possibilitem aumentar a intensidade de seleção, nessa população e local (MORI et al., 1988).

Tabela 8. Coeficiente de variação multiplicado pela herdabilidade entre e dentro de progênies de meios-irmãos de *E. viminalis*, aos 43 meses de idade, em Santa Cecília, SC.

$CV_{\bar{F}} \times h_{\bar{F}}^2$	$CV_d \times h_d^2$	Porcentagem ^z
2,97	4,62	155,5
2,53	3,53	139,5
3,55	5,67	159,7
3,01	4,77	158,5

Onde: Dbc e Dbb = densidades básicas determinadas em nível do DAP, por meio de cunha e de bagueta, respectivamente; Db50 = densidade básica determinada a 50 % da altura da árvore; Dbm = densidade básica média da árvore; $CV_{\bar{F}}$ = coeficiente de variação fenotípica para médias de progênies; $h_{\bar{F}}^2$ = herdabilidade para médias de progênies; CV_d = coeficiente de variação fenotípica entre plantas dentro de parcelas; h_d^2 = coeficiente de herdabilidade dentro de progênies; ^z = porcentagem do valor dentro de progênies em relação ao valor entre progênies.

Para a densidade básica da madeira, os valores de $CV \times h^2$ dentro de progênies foram maiores, em virtude do maior coeficiente de variação dentro de progênies, já que as herdabilidades foram de magnitudes similares entre progênies e dentro de progênies. Em vista dos valores obtidos para $CV \times h^2$, é interessante utilizar altas intensidades de seleção dentro de famílias, com o intuito de elevar o progresso, no curto prazo. Porém, num teste de progênie, aumentar o número de tratamentos e de plantas por parcela, para possibilitar maior margem para a seleção dentro de progênies, fica limitado ao tamanho físico do teste a ser instalado. Entretanto, pode-se aumentar o número de indivíduos dentro de progênies, instalando-se parcelas maiores próximas ao teste, mas fora do delineamento estatístico. Assim, aumenta-se a possibilidade de seleção dentro de progênies e aumenta-se a possibilidade de progresso, no curto prazo (MORI et al., 1988). Essa técnica permite manter o número efetivo e explorar melhor a variância dentro de progênies (MORAES, 1987). No entanto, na utilização desse método, deve-se considerar as perdas que ocorrem na seleção entre progênies, pelo fato de não serem recombinados os indivíduos que foram avaliados e que contribuíram para a média das progênies (RESENDE, 1991).

As estimativas dos coeficientes de correlação genética aditiva em plantas, fenotípicas em médias de progênies, entre as densidades básicas da madeira de *E. viminalis* estimadas para as várias posições amostradas do caule são apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9. Estimativas das correlações genéticas aditivas em plantas (r_a) e fenotípicas em médias de progênies (r_F) entre pares de características de crescimento e de qualidade da madeira de *E. viminalis*, aos 43 meses de idade, em Santa Cecília, SC.

Características	Dbc	Dbb	Db50	Dbm
Dbc	-	0,99	0,94	1,00
Dbb	0,96	-	0,91	0,96
Db50	0,90	0,86	-	0,98
Dbm	0,98	0,93	0,95	-

Onde: r_A = diagonal superior; r_F = diagonal inferior; Dbc e Dbb = densidades básicas determinadas em nível do DAP, por meio de cunha e de bagueta, respectivamente; Db50 = densidade básica determinada a 50 % da altura da árvore; Dbm = densidade básica média da árvore.

As estimativas dos coeficientes de correlação genéticas aditivas, obtidas entre os valores de densidade básica média da árvore e densidades determinadas em nível do DAP, tanto por meio de cunhas como de baguetas, bem como a densidade determinada a 50 % da altura total, foram positivas e de alta magnitude. Isso indica que a adoção de qualquer um desses três últimos métodos de amostragem poderá propiciar a obtenção de árvores com maiores valores para a densidade básica da madeira, por meio da seleção de indivíduos, para essa característica. Nesse sentido, é vantajosa a escolha da amostragem por meio de baguetas, pois o método é mais prático, não havendo a necessidade de se derrubar a árvore.

Conclusões

O controle genético da densidade básica da madeira foi de alta magnitude para todos os métodos de amostragem na árvore. Ganhos consideráveis podem ser obtidos para essa característica, com apenas um ciclo de seleção.

A determinação da densidade básica da madeira, por meio de amostras retiradas do DAP ou a 50 % da altura total da árvore mostrou-se adequada para a seleção, em virtude do alto coeficiente de correlação genética aditiva com a densidade básica média da árvore.

Estimativas de densidade básica da madeira obtidas no DAP constituem-se na alternativa de amostragem mais viável para selecionar árvores com base nessa variável.

Agradecimentos

À Empresa Papel e Celulos Catarinense S. A. – PCC, pela cessão do material experimental.

6. Referências

ARBUTHNOT, A. The influence of basic wood density of eucalypts on pulp and properties. In: IUFRO SYMPOSIUM ON INTENSIVE FORESTRY: The Role of *Eucalyptus*. **Proceedings**. Durban: IUFRO, 1991. p. 966-975.

ASSIS, T. F.; BRUNE, A.; NASCIMENTO FILHO, M. B.; FONSECA, J. B. Teste de progênies de *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden. **Silvicultura**, n. 28, p. 165-167, 1983.

ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Normas de ensaio**. São Paulo, 1968. Não paginado.

BARRICHELO, L. E. G.; BRITO, J. O.; COUTO, H. T. Z.; CAMPINHOS JÚNIOR, E. Densidade básica, teor de holocelulose e rendimento em celulose da madeira de *Eucalyptus grandis*. **Silvicultura**, São Paulo, v. 8, n. 32, p. 802-808, set./out. 1983. Edição dos Anais do Simpósio IUFRO em Melhoramento Genético e Produtividade de Espécies Florestais de Rápido Crescimento, 1980, Águas de São Pedro.

BRIDGWATER, F. E.; LEDIG, F. T. Selecting for super trees. **Journal of Forestry**, Washington, v. 84, n. 2, p. 53-86, 1986.

BRITO, J. O.; BARRICHELO, L. E. G.; COUTO, H. T. Z. do; MENDES, C. J.; REZENDE, G. C. de. Estudo do comportamento de madeiras de eucalipto frente ao processo de destilação seca. **Boletim Técnico**. IBDF, n. 8, p. 5-36, 1984.

BUSNARDO, C. A.; GONZAGA, J. V.; FOELKEL, C. E. B.; DIAS, C.; MENOCELLI, S. Em busca da qualidade ideal da madeira do eucalipto para produção de celulose. III. A importância da altura de amostragem para avaliação da densidade básica da árvore. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CELULOSE E PAPEL, 3., 1983, São Paulo. **Trabalhos técnicos**. São Paulo: ABCP, 1983. v. 1, p. 55-72.

CASTRO, N. H. C. **Número de repetições e eficiência da seleção em progênies de meios-irmãos de *Eucalyptus camaldulensis***. 1992. 121 f. Dissertação (Magister Scientiae em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná**. Brasília, DF: EMBRAPA-DDT; Curitiba: EMBRAPA-CNPf, 1986. 89 p. (EMBRAPA-CNPf. Documentos, 17). Editado por: A. A. Carpanezzi, C. A. Ferreira, E. Rotta, I. S. Namikawa, J. A. Sturion, J. C. D. Pereira, L. H. Montagner, M. de J. Rauen, P. E. C. Carvalho, R. A. S. Silveira, S. T. Alves.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado de Santa Catarina**. Curitiba, 1988. 113 p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 21). Elaborado por: A. A. Carpanezi, J. C. D. Pereira, P. E. C. Carvalho, A. Reis, A. R. R. Vieira, E. Rotta, J. A. Sturion, M. de J. Rauen, R. A. S. Silveira.

FERREIRA, M. **Estudo da variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Smith**. 1968. 71 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FERREIRA, M.; KAGEYAMA, P. Y. Melhoramento genético da densidade básica da madeira de eucalipto. **Silvicultura**, v. 2, n. 14, p. 148-152, 1978.

FOELKEL, C. E. B.; BRASIL, M. A. M.; BARRICHELO, L. E. G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF**, Piracicaba, n. 2/3, p. 65-74, 1971.

FONSECA, S. M. Estimção e interpretação dos componentes da variação total em experimentos de melhoramento florestal. In.: CURSO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, 1979, Piracicaba. **Práticas experimentais em silvicultura**. Piracicaba: IPEF, 1979. p. H1-H20.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1987. 279 p.

HIGA, A. R.; CARVALHO, P. E. R. Sobrevivência e crescimento de doze espécies de eucalipto em Dois Vizinhos. **Silvicultura**, São Paulo, v. 3, n. 42, p. 459-462, 1990. Edição dos Anais do Congresso Florestal Brasileiro, 6., 1990, Campos do Jordão.

JANKOWSKY, I. P. **Madeira juvenil, formação e aproveitamento industrial**. Piracicaba: IPEF, 1979. 18 p. (IPEF. Circular técnica, 81).

JOURDAIN, C. J.; OLSON, J. R. Wood property variation among forty-eight families of american sycamore. **Wood and Fiber Science**, v. 16, n. 4, p. 498-507, 1984.

KAGEYAMA, P. Y. **Varição genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden**. 1980. 125 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

KAGEYAMA, P. Y.; MORA, A. L.; BARRICHELO, L. E. G.; MIGLIORI, A. J.; SANSIGOLO, C. A. Variação genética para densidade da madeira em progênies de *Eucalyptus grandis*. **Silvicultura**, São Paulo, v. 8, n. 28, p. 318-324, 1983. Edição dos anais do 4º Congresso Florestal Brasileiro, 1982, Belo Horizonte.

KAGEYAMA, P. Y.; VENCOVSKY, R. Variação genética em progênies de uma população *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **IPEF**, n. 24, p. 9-26, 1983.

LEMOS, R. C. de; SANTOS, A. D. dos; ARAÚJO, J. E. G.; PAVAGEAU, M. **Manual de método de trabalho de campo: 1ª aproximação.** [S.l.]: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1967. 33 p.

MALAN, F. S. Genetic variation in some growth and wood pro-perties among 18 full-sib families of South African grown *Eucalyptus grandis*: a preliminary investigation. **South African Forestry Journal**, n. 146, p. 38-43, 1988.

MORAES, M. L. T. **Variação genética da densidade básica da madeira em progênes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e suas relações com as características de crescimento.** 1987. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

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

MORI, E. S.; LELLO, L. R. P.; KAGEYAMA, P. Y. **Efeitos da interação genótipo x ambiente em progênes de *Eucalyptus saligna* Smith.** **IPEF**, n. 33, p. 19-25, 1986.

MUZILLI, O.; LANTMANN, A. F.; PALHANO, J. P.; OLIVEIRA, E. L.; PARRA, M. S.; COSTA, A.; CHAVES, J. C. D.; ZOCOLER, D. C. **Análise de solos: interpretação e recomendação de calagem e adubação para o Estado do Paraná.** Londrina: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, 1978. 49 p. (Circular IAPAR, 9).

ONUKY, M.; GONZAGA, J. V.; FREITAS, A. J. P.; RECH, L. R. D. **Estudo da variação genética em progênes de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden para as características de crescimento, densidade básica da madeira e resistência à podridão branca do cerne.** **Silvicultura**, v.11, n.41, p. 117, 1986. Edição dos Anais do 5º Congresso Florestal Brasileiro, 1986, Olinda. Resumo.

OTEGBEYE, G. O.; KELLISON, R. C. **Genetics of wood bark characteristics of *Eucalyptus viminalis*.** **Silvae Genetica**, v. 29, n. 1, p. 27-31, 1980.

PAIVA, J. R.; MIRANDA FILHO, J. B.; SIQUEIRA, E. R.; VALOIS, A. F. C. **Parâmetros genéticos em seringueira em condições de viveiro.** **Revista Brasileira de Genética**, v. 6, n. 3, p. 505-525, 1983.

PATIÑO-VALERA, F. **Variação genética em progênes de *Eucalyptus saligna* Smith e sua interação com o espaçamento.** 1986. 211 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PINTO JÚNIOR, J. E. **Variabilidade genética em progênes de uma população de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake da Ilha de Flores – Indonésia.** 1984. 164 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

RESENDE, M. D. V. de; HIGA, A. R. Aplicación de técnicas de análisis multivariado en el estudio de la divergencia genética entre procedencias de *Eucalyptus viminalis*. In.: JORNADAS SOBRE EUCALIPTOS DE ALTA PRODUCTIVIDADE, 1991, Buenos Aires. **Actas**. [S.l.: s.n.], 1991. v. 1, p. 139-154.

RESENDE, M. D. V. de. Correções na expressão do progresso genético esperado com seleção em função do tamanho finito das famílias e implicações no melhoramento florestal. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 22/23, p. 61-77, jan./dez. 1991.

SILVEIRA, R. A. Conservação genética "ix-situ" de populações de espécies de *Eucalyptus L'Her*. **Silvicultura**, v.11, n.41, p. 89-94, 1986. Edição dos Anais do 5º Congresso Florestal Brasileiro, 1986, Olinda.

SLOOTEN, H. van der. **A importância da densidade da madeira na produtividade florestal**. Brasília, DF: PRODEPEF, 1977. 8 p. (PRODEPEF. Comunicação técnica, 13).

SOUZA, V. R.; CARPIN, M. A.; BARRICHELO, L. E. G. Densidade básica entre procedências, classes de diâmetro e posições em árvores de *Eucalyptus grandis* e *E. saligna*. **IPEF**, n. 33, p. 65-72, 1986.

STURION, J. A.; PEREIRA, J. C. D.; ALBINO, J. C.; MORITA, M. Variação da densidade básica da madeira de doze espécies de *Eucalyptus* plantadas em Uberaba, MG. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 14, p. 28-38, 1987.

TODA, R. Heritability problems in forest genetics. In: IUFRO GENETICS-SABRAO JOINT SYMPOSIA., 1972, Tokyo. **Proceedings**. Tokyo: The Government Forest Experiment Station of Japan, 1972, p. A-3(l)1-A-3(l)9.

TORGGLER, M. G. F. **Variação genética em progênes dentro de procedências de *Eucalyptus saligna* Smith**. 1987. 200 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

VALENTE, U. F. Carbonização da madeira de eucalipto. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 12, n.141, p. 74-77, 1986.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In.: PATERNIANI, E. (Coord.). **Melhoramento do Milho no Brasil**. Piracicaba: Fundação Cargill, 1978. p. 122-201.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486 p.

WRIGHT, W. **Introduction to forest genetics**. New York: Academic Press, 1976. 463 p.

ZOBEL, B. J.; TALBERT, J. **Applied forest tree improvement**. New York: J. Willey, 1984. 505 p.

ANEXO

Anexo 1. Médias de densidade básica da madeira de trinta progênes de meios irmãos de *Eucalyptus viminalis*, aos 43 meses de idade, em Santa Cecília, SC.

Progênes	Dbc (g/cm ³)	Dbb (g/cm ³)	Db50 (g/cm ³)	Dbm (g/cm ³)
7	0,440	0,438	0,452	0,445
9	0,440	0,432	0,455	0,446
11	0,462	0,458	0,463	0,460
13	0,457	0,454	0,465	0,460
18	0,467	0,462	0,486	0,467
19	0,444	0,444	0,453	0,449
20	0,490	0,473	0,494	0,491
24	0,441	0,434	0,452	0,445
25	0,448	0,445	0,453	0,447
28	0,440	0,434	0,443	0,442
32	0,438	0,434	0,445	0,442
33	0,426	0,420	0,447	0,435
41	0,464	0,456	0,477	0,468
45	0,456	0,450	0,471	0,459
46	0,429	0,426	0,433	0,431
49	0,436	0,428	0,443	0,439
51	0,438	0,435	0,446	0,437
52	0,437	0,430	0,437	0,436
53	0,440	0,439	0,429	0,437
54	0,464	0,457	0,484	0,472
57	0,453	0,444	0,479	0,460
59	0,461	0,446	0,470	0,466
62	0,439	0,430	0,448	0,439
63	0,465	0,456	0,475	0,469
66	0,459	0,455	0,473	0,464
67	0,441	0,436	0,449	0,444
68	0,427	0,427	0,441	0,432
70	0,441	0,443	0,455	0,448
71	0,438	0,433	0,446	0,442
74	0,439	0,436	0,443	0,442

Onde: Dbc e Dbb = densidades básicas determinadas no DAP, por meio de cunha e de bagueta, respectivamente; Db50 = densidade básica determinada a 50 % da altura da árvore, por meio de cunha; Dbm = densidade básica média da árvore.