

Variação genética para caracteres anatômicos e retração volumétrica e sua correlação com a densidade básica da madeira em uma população base de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn

Genetic variation for anatomic traits and volume shrinkage and their correlation with wood basic density in an *Eucalyptus camaldulensis* Dehn base population

Fernando Wergles Santos¹, Mario Luiz Teixeira de Moraes²,
Sandra Monteiro Borges Florsheim³, Israel Luiz de Lima³, Janete Motta da Silva⁴,
Miguel Luiz Menezes Freitas³ e Alexandre Magno Sebbenn³

Resumo

Eucalyptus camaldulensis destaca-se por sua plasticidade adaptativa a diferentes condições brasileiras, no que diz respeito principalmente a tipos de solos, altitudes e índices pluviométricos. Este trabalho investigou uma população base de *E. camaldulensis* originária da Austrália e instalada na forma de teste de progênes em Selvíria, MS. O teste foi implantado no delineamento de blocos casualizados, com 25 progênes, 60 repetições e uma planta por parcela. Foram estimados parâmetros genéticos a partir da análise de caracteres relativos à anatomia e à retração volumétrica da madeira, bem como a correlação destes caracteres com a densidade básica da madeira. Não foram detectadas variações significativas entre média de progênes em nenhum dos caracteres. Os coeficientes de variação genética aditiva individual e entre progênes variaram de baixo (0,26%) a altos (16,98%). As herdabilidades no sentido restrito em nível individual e para média de progênes também variaram de baixas (0,01) a altas (0,87), demonstrando que alguns caracteres estão sob forte controle genético e podem ser melhorados pela seleção. Os resultados evidenciaram que, no presente caso, para obtenção de maiores ganhos na seleção, a estratégia de seleção seqüencial entre e dentro de progênes é a mais indicada.

Palavras-Chave: Variabilidade, Herdabilidade, Ganho genéticos, Melhoramento florestal, Teste de progênes

Abstract

Eucalyptus camaldulensis has great importance in Brazil because of their phenotypic plasticity for different environmental conditions, as soils, altitudes and rainfall. This study is an investigation of a base population of *E. camaldulensis* from Australia through a progeny test implanted in Selvíria, MS. The trial was established in a randomized block design, with 25 families and 60 replications of single tree plots. Genetic parameters for anatomic traits and volume shrinkage were estimated, as well as their correlations with wood basic density. No significant differences among progenies were observed for the traits studied. The additive genetic variation coefficient at individual and among progeny levels ranged from low (0.26%) to high (16.98%). The narrow sense heritability at individual and family means levels also ranged from low (0.01) to high (0.87). This indicates that some traits are under strong genetic control and can be improved by selection. In the present situation, in order to attain the highest genetic gains, the sequential selection among and within progeny would be recommended.

Keywords: Variability, Heritability, Genetic gains, Tree breeding, Progeny test

INTRODUÇÃO

Os plantios de espécies florestais apresentam um papel de destaque nos cenários nacional e internacional, como forma de suprir a demanda por produtos de base florestal e garantir a ma-

nutenção da biodiversidade das florestas nativas, cada vez mais ameaçadas de extinção.

Segundo Berger (2002), dentre as espécies florestais indicadas para programas de silvicultura intensiva, as do gênero *Eucalyptus* têm sido as mais amplamente cultivadas para produção

¹Mestrando em Ciências Florestais no Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo - Caixa Postal 09 - Piracicaba, SP - 13418-900 - E-mail: fnd.wergles@gmail.com

²Professor Livre-Docente da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista - Rua Monção, 830 - Ilha Solteira, SP - 15385-000 - E-mail: teixeira@agr.feis.unesp.br

³Pesquisador do Instituto Florestal de São Paulo - Caixa Postal 1322 - São Paulo, SP - 01059-970 - E-mail: sflorsheim@if.sp.gov.br; israeluizde.lima@yahoo.com.br; miguellmfreitas@yahoo.com.br; alexandresebbenn@yahoo.com.br

⁴Doutoranda em Agronomia na Faculdade de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista - Rua Monção, 830 - Ilha Solteira, SP - 15385-000 - E-mail: janete_motta@hotmail.com

de madeira e subprodutos, em razão do seu rápido crescimento, boa adaptação ecológica e diversidade de usos. Do território brasileiro, cerca de 0,5% é coberto por florestas plantadas, onde se destacam as espécies do gênero *Pinus* e *Eucalyptus*; em menores proporções, tem-se a acácia, a teca e a araucária. Atualmente as plantações de *Eucalyptus* no Brasil ocupam cerca de 4,3 milhões de hectares (ABRAF, 2010), principalmente nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Paraná; em menor escala, estão plantadas, também, em Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Bahia. Portanto, as florestas plantadas com *Eucalyptus* merecem destaque no setor florestal brasileiro, visto que nos últimos anos, a sua silvicultura alcançou alto nível de desenvolvimento tecnológico e, neste avanço, tem relevância o melhoramento genético, que propiciou ganhos de grande magnitude, principalmente na produtividade volumétrica (Caixeta *et al.*, 2003).

Eucalyptus camaldulensis é uma espécie que apresenta ampla distribuição geográfica, estando presente em quase todo o continente australiano, ocupando os mais variados ambientes ecológicos, sendo tolerante a inundações temporárias e, ao mesmo tempo, resistente a temperaturas elevadas. É uma das espécies mais importantes do gênero, por ser a mais adequada a zonas críticas, onde as deficiências hídricas e problemas relacionados ao solo são fatores limitantes a outras espécies (DEL QUIQUI *et al.*, 2001). De acordo com Moraes *et al.*, (1997), esta capacidade de adaptação às condições ecológicas muito variadas, aliada ao grande número de procedências existentes, rapidez de crescimento e à vigorosa brotação de cepa, fazem com que o *E. camaldulensis* se destaque como a espécie do gênero *Eucalyptus* de maior plasticidade em termos de adaptação às condições brasileiras.

Devido a essa característica de adaptação a zonas críticas, a espécie vem sendo utilizada na formulação de híbridos com outras espécies, como *E. urophylla*, *E. grandis* e *E. tereticornis*. No entanto, como fator limitante ao plantio puro, tem sido evidenciada alta susceptibilidade ao ataque de psilídeo-de-concha e percevejo bronzeado. A principal recomendação é a de se evitar plantios puros com a espécie, devido aos altos riscos de infestações, gerando perdas significativas aos produtores rurais.

Tradicionalmente, a madeira de *E. camaldulensis* é dura, utilizada em construções pesadas e em interior de edifícios, rolos de madeira, polpa de fibra curta, papel, celulose, madeira compen-

sada, e tábuas de aglomerado. Também é utilizada em trabalhos de marcenaria e carpintaria, postes de transmissão, lenha, carvão e dormentes (RESENDE, 1999; LIMA, 1984). Devido a esse grande potencial de utilização, a qualidade da madeira deve ser um fator a ser considerado em programas de melhoramento com a espécie.

Atualmente há uma crescente preocupação com a qualidade da madeira. Segundo Autran e Gonzalez (2006), os critérios de qualidade da madeira variam de acordo com a sua utilização e necessitam de definições para um melhor aproveitamento no produto final. Esses critérios de qualidade referem-se à sua capacidade em atender os requisitos para a fabricação de produtos e às suas características tecnológicas, que devem permitir sua melhor utilização.

Tomazello Filho (1994) afirma que as propriedades da madeira variam em função das regiões de plantio, da idade, da taxa de crescimento e da proporção de madeira juvenil. Variações da qualidade da madeira de *Eucalyptus* ocorrem em sua estrutura anatômica, composição química e propriedades físicas, podendo ser detectadas, também, em níveis inter e intraespecíficos.

A maioria dos caracteres tecnológicos ainda não foi considerada em programas de melhoramento genético, excetuando a densidade básica. Esse caráter tem importância fundamental, uma vez que é determinante para adequar o uso da madeira para as diferentes finalidades, motivo pelo qual vêm sendo submetido ao melhoramento genético em muitos programas (Santos *et al.*, 2003).

O melhoramento e o manejo florestal são cruciais para o aumento da qualidade da madeira para fins de desdobro (Santos *et al.*, 2003). *E. camaldulensis* vem sendo melhorado por empresas florestais privadas associadas às indústrias de papel e celulose, de móveis, siderúrgicas, dentre outras. Diversas universidades e instituições públicas e privadas brasileiras também colaboram para o melhoramento de *Eucalyptus* (RESENDE, 1999). Visando atender à demanda nacional, os programas de melhoramento de espécies florestais têm como principais objetivos: aumento da produtividade; matéria-prima de melhor qualidade; melhoria na adaptabilidade às condições ambientais; tolerância às pragas e; manutenção da variabilidade genética. Esta última é um requisito fundamental para a obtenção de ganhos genéticos em longo prazo.

Dentro deste contexto, estudou-se uma população base de *E. camaldulensis* com os seguintes objetivos: estimar a variabilidade genética exis-

tente na população estudada para determinados caracteres anatômicos e físicos da madeira, bem como as correlações genéticas e fenotípicas entre esses caracteres, como forma de verificar a possibilidade de utilização da população em futuros programas de melhoramento genético e; estimar possíveis ganhos obtidos mediante a seleção utilizando-se o índice de multi-efeitos e baseada no tamanho efetivo populacional, visando indicar a melhor estratégia a se tomar como opção em um possível programa de melhoramento com a população estudada.

MATERIAL E MÉTODOS

Instalação do ensaio

A população base de *E. camaldulensis*, formada a partir de sementes de 25 árvores matrizes originárias da região de Katherine River, no estado de Queensland, Austrália, foi instalada em 26/04/1986, no município de Selvíria, MS. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, composto de 25 tratamentos (progênies), 60 repetições, totalizando 1.500 indivíduos, em parcelas de uma árvore, plantadas no espaçamento de 4 m x 4 m.

Coleta de dados quantitativos

A coleta de dados, referentes aos caracteres quantitativos, foi realizada em uma amostra representativa da população base, composta por quatro repetições de 25 progênies, com uma planta por parcela (100 indivíduos). Os caracteres analisados foram: a) frequência e diâme-

tro de vasos na madeira obtida em três posições radiais a 1,3 m de altura do solo; b) retração volumétrica da madeira obtida de posições semelhantes às do item (a); e c) densidade básica da madeira retirada de quatro alturas da árvore e três posições radiais, para o estudo das variações longitudinais e radiais. Para tal, foram retirados quatro discos do tronco das árvores, um em cada altura (A: base; B: 1,3 m de altura; C: 75 % da altura comercial e D: extremidade superior da altura comercial). De cada disco foram retirados três corpos-de-prova, sendo um de cada posição radial (medula, intermediária e casca) (Figura 1). Os corpos-de-prova, com dimensões de 2 cm x 3 cm x 5 cm, retirados do tronco a 1,3 m de altura (os mesmos corpos-de-prova utilizados para a determinação da densidade básica da madeira nessa posição) foram utilizados para a medição das dimensões anatômicas e da retração volumétrica da madeira.

As dimensões dos elementos anatômicos (frequência e diâmetro de vasos) foram determinadas por meio de equipamento de análise de imagens (lupa tri ocular com câmera e monitor de vídeo), utilizando-se o *software* de imagem "Image Pro-plus" para as medições. Para a determinação da retração volumétrica, os corpos-de-prova foram saturados de água por um período de aproximadamente um mês, quando então foram medidas as dimensões saturadas destes (altura, largura e espessura), com o auxílio de um paquímetro digital. Posteriormente, os mesmos foram secos em estufa até atingirem a massa seca constante a $105 \pm 3^\circ \text{C}$, sendo en-

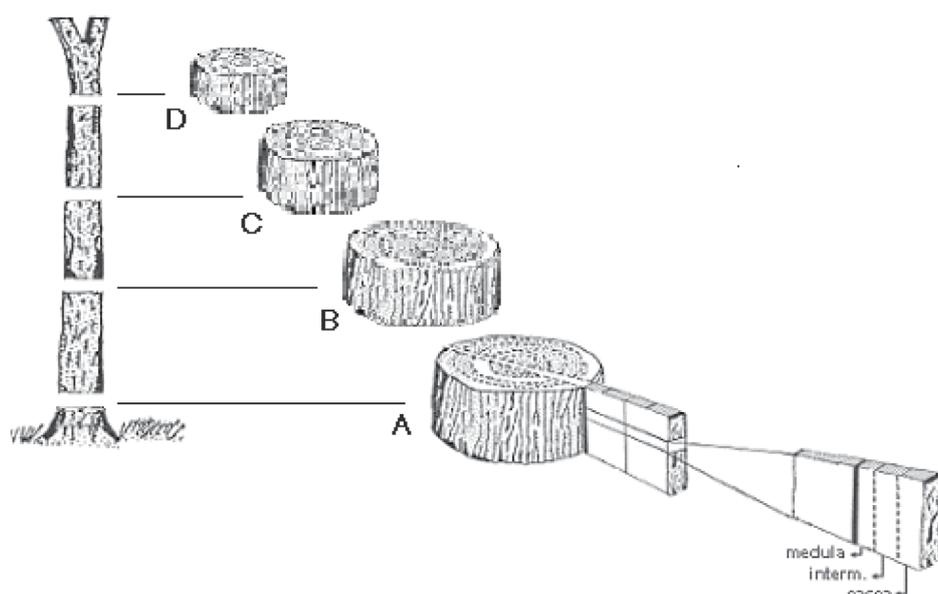


Figura 1. Representação esquemática da retirada dos discos e corpos-de-prova das árvores (A: base; B: DAP; C: 75% da altura comercial e D: 100% da altura comercial).

Figure 1. Schematic representation of the disks and wood samples from the trees (A: base; B: DBH; C: 75% of the commercial height and D: 100% of the commercial height).

tão medidas as dimensões secas (altura, largura e espessura), utilizando-se o mesmo paquímetro digital. A retração volumétrica foi obtida por meio da expressão:

$$\varepsilon_v = \frac{V_u - V_s}{V_u} \cdot 100;$$

em que: ε_v é a retração volumétrica (%), V_u é o volume úmido (cm³), e V_s é o volume seco (cm³).

Para a determinação da densidade básica, os corpos-de-prova foram imersos em água, onde permaneceram por um período aproximado de três meses, até ficarem saturados. Foram medidas as massas: úmida (saturada) e imersa (empuxo), de cada corpo-de-prova, com o auxílio de uma balança digital (ABNT, 1997). Posteriormente, os mesmos foram secos em estufa até atingirem a massa seca constante a 105 ± 3° C. A determinação da densidade básica da madeira foi feita pelo método da balança hidrostática, conforme Foelkel *et al.* (1971):

$$DB = \frac{P_s}{P_u - P_i};$$

em que: DB é a densidade básica (g cm⁻³), P_s é a massa, em grama, da madeira a 0% de umidade, P_u é a massa, em grama, da madeira úmida (saturada) e P_i é a massa, em grama, imersa da madeira. A expressão: $(P_u - P_i)$ equivale ao volume em centímetros cúbicos.

Estimativa de parâmetros genéticos e estatísticos

As estimativas de componentes de variância e parâmetros genéticos foram obtidas pelo método da máxima verossimilhança restrita e melhor predição linear não viciada (REML/BLUP), a partir de dados desbalanceados, empregando-se o software genético-estatístico SELEGEN-REML/BLUP (Resende, 2002b). Para utilizar os modelos disponibilizados pelo programa, assumiu-se que as progênies de polinização livre de *E. camaldulensis* eram de meios-irmãos. As variáveis quantitativas foram analisadas pela metodologia do modelo linear misto (aditivo univariado)-REML/BLUP, aplicado aos testes de progênies de meios-irmãos, delineamento blocos ao acaso, uma planta por parcela, um só local e uma única população, seguindo o procedimento proposto por Resende (2002a):

$$y = Xr + Za + e;$$

em que: y : vetores de dados; r : vetores dos efeitos de repetições (assumidos como fixos) soma-

dos à média geral; a : vetores dos efeitos genéticos aditivos (aleatórios); e : vetores dos efeitos de erros aleatórios; X , Z : matrizes de incidência para r e a , respectivamente.

Ganho na seleção pelo método do Índice Multi-efeitos

A estimativa de ganhos na seleção foi realizada com base na densidade básica da madeira na altura da base na posição radial intermediária, empregando-se o Índice Multi-efeitos, segundo metodologia proposta por Resende (2002a). Uma das vantagens da seleção pelo método multi-efeito é a redução do peso dado à média geral das progênies, permitindo assim uma melhor distribuição dos indivíduos selecionados nas várias progênies. Utilizou-se a seguinte expressão do Índice Multi-efeitos (IME):

$$\hat{I} = \hat{b}_1 \hat{Y}_{ijk} + (\hat{b}_2 - \hat{b}_3) \bar{Y}_{i..} + (\hat{b}_3 - \hat{b}_4) \bar{Y}_{ij.} - \hat{b}_3 \bar{Y}_{.j} + (\hat{b}_3 - \hat{b}_2) \bar{Y}_{...}$$

em que: \bar{Y} : média geral do ensaio; Y_{ijk} : valor individual; \bar{Y}_i : média da progênie no ensaio; \bar{Y}_{ij} : média da progênie em determinado bloco (média da parcela); \bar{Y}_j : média do bloco; $\hat{b}_1 = \hat{h}_d^2$: herdabilidade, no sentido restrito, dentro de parcelas: $\hat{h}_d^2 = \frac{(3/4)\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_d^2}$

$\hat{b}_2 = \hat{h}_m^2$: herdabilidade, no sentido restrito, de progênies: $\hat{h}_m^2 = \frac{[(3+n.b)/(4.n.b)]\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{b} + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{n.b}}$;

$\hat{b}_3 = \hat{h}_p^2$: herdabilidade, no sentido restrito, de parcelas: $\hat{h}_p^2 = \frac{[3/(4.n)]\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_e^2 + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{n}}$;

O tamanho efetivo populacional (N_e) foi obtido com base em Resende (2002a):

$$N_e = (4.N_f \bar{k}_f) / [\bar{k}_f + 3 + (\sigma_{k_f}^2 / \bar{k}_f)];$$

em que: \bar{k}_f : número médio de indivíduos selecionados por progênie; $\sigma_{k_f}^2$: variância do número de indivíduos selecionados por progênie; N_f : nº de progênies selecionadas.

A diversidade genética (D), após a seleção, foi quantificada conforme Wei e Lindgren (1996), citado por Resende (2002a):

$$D = N_{ef} / N_{fo};$$

em que: $0 < D \leq 1$; N_{fo} : número original de progênies, que no presente trabalho corresponde a 25; N_{ef} : número efetivo de progênies selecionadas, sendo dado por: $N_{ef} = (\sum k_f) / \sum k_f^2$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de variância

As estimativas de média acompanhadas do desvio padrão [$\hat{m} \pm s(\hat{m})$], coeficiente de variação experimental (CV_{exp}) e os resultados do teste F, encontram-se na Tabela 1.

Os coeficientes de variação experimental (CV_{exp}) variaram de médios a altos para os caracteres retração volumétrica e frequência de vasos, e foram baixos para a densidade básica da madeira em todas as posições e o diâmetro tangencial de vasos nas três posições radiais. Os menores valores de (CV_{exp}) foram para a densidade básica da madeira, o que, teoricamente, indicaria que este é o caráter menos influenciado pelo ambiente, em relação aos demais caracteres analisados. No entanto, apesar dos baixos valores de CV_{exp} obtidos, não existem diferenças significativas entre as progênies para o caráter nas três posições analisadas, assim como ocorreu para os demais caracteres relacionados à qualidade da madeira. Uma possível explicação para tal situação é que o tamanho amostral não foi suficiente para que as progênies expressassem a variação genética existente para esses caracteres. Em vista disso sugere-se que em futuros testes de progênies com a espécie, se utilize um maior tamanho amostral, visando amenizar o efeito ambiental, de tal forma que seja pos-

sível a expressão da variação genética existente nas progênies para os caracteres em questão.

Em relação à densidade básica verificou-se comportamento distinto nas tendências de variação, tanto no sentido radial quanto no sentido longitudinal do tronco das árvores. Quanto à variação longitudinal, a madeira da população de *E. camaldulensis* estudada teve aumento da densidade básica no sentido base-topo, mesmo modelo observado por Alzate *et al.* (2005) em clones de *E. saligna*. Já no sentido radial, os valores médios de densidade básica foram crescentes na direção medula – casca, nas duas menores alturas da árvore (A e B), sendo que a maior média encontrada foi na posição da casca, na altura do DAP ($0,83 \pm 0,0009$ g/cm³). Tal comportamento também foi verificado por Oliveira e Silva (2003), na madeira de *E. saligna*. Já na altura C, a densidade básica aumentou da medula para a posição intermediária, e diminuiu da posição intermediária para a casca, concordando com o observado por Tomazello Filho (1987) em árvores de *E. globulus*. Na altura D, ou 100% da altura comercial, a densidade básica se manteve constante da medula para a posição intermediária e sofreu leve decréscimo da posição intermediária para a casca. O comportamento da densidade básica da madeira em função das posições radial e longitudinal na árvore pode ser observado na Figura 2.

Tabela 1. Estimativas da média e do erro padrão [$\hat{m} \pm s(\hat{m})$], do coeficiente de variação experimental (CV_{exp}) e teste F (F) para os caracteres relacionados à qualidade da madeira, na população base de *Eucalyptus camaldulensis*, aos 21 anos, em Selvíria, MS.

Table 1. Estimates of mean and standard error [$\hat{m} \pm s(\hat{m})$], experimental coefficient of variation (CV_{exp}) and F test (F) for traits related to the quality of wood, in a *Eucalyptus camaldulensis* base population, at age 21 years, in Selvíria, MS.

Caracteres	$\hat{m} \pm s(\hat{m})$	CV_{exp} (%)	F
Densidade Básica na posição A ¹ (medula) (g/cm ³)	0,63 ± 0,008	10,77	1,93
Densidade Básica na posição A (intermediária) (g/cm ³)	0,76 ± 0,008	8,47	2,12
Densidade Básica na posição A (casca) (g/cm ³)	0,81 ± 0,006	7,22	1,12
Densidade Básica na posição B ² (medula) (g/cm ³)	0,64 ± 0,005	10,83	1,12
Densidade Básica na posição B (Intermediária) (g/cm ³)	0,76 ± 0,006	9,28	1,55
Densidade Básica na posição B (casca) (g/cm ³)	0,83 ± 0,009	11,17	1,11
Densidade Básica na posição C ³ (medula) (g/cm ³)	0,71 ± 0,007	9,34	1,20
Densidade Básica na posição C (intermediária) (g/cm ³)	0,78 ± 0,006	6,34	1,50
Densidade Básica na posição C (casca) (g/cm ³)	0,71 ± 0,009	10,55	1,05
Densidade Básica na posição D ⁴ (medula) (g/cm ³)	0,70 ± 0,008	10,73	1,09
Densidade Básica na posição D (intermediária) (g/cm ³)	0,70 ± 0,008	11,22	1,01
Densidade Básica na posição D (casca) (g/cm ³)	0,68 ± 0,005	7,30	1,01
Retração Volumétrica na posição B (medula) (%)	15,48 ± 0,33	18,49	1,29
Retração Volumétrica na posição B (intermediária) (%)	16,08 ± 0,32	18,13	1,02
Retração Volumétrica na posição B (casca) (%)	14,73 ± 0,35	20,45	1,69
Frequência de vasos na posição B (medula) (vasos/mm ²)	16,13 ± 1,43	20,27	1,50
Frequência de vasos na posição B (intermediária) (vasos/mm ²)	13,28 ± 1,84	21,36	1,01
Frequência de vasos na posição B (casca) (vasos/mm ²)	12,81 ± 1,74	19,05	1,01
Diâmetro Tangencial de vasos na posição B (medula) (µm)	96,31 ± 0,36	14,12	1,14
Diâmetro Tangencial de vasos na posição B (intermediária) (µm)	130,27 ± 0,29	13,71	1,01
Diâmetro Tangencial de vasos na posição B (casca) (µm)	138,61 ± 0,25	11,65	1,43

¹A: base; ²B: DAP; ³C: 75% da altura comercial; ⁴D: 100% da altura comercial.

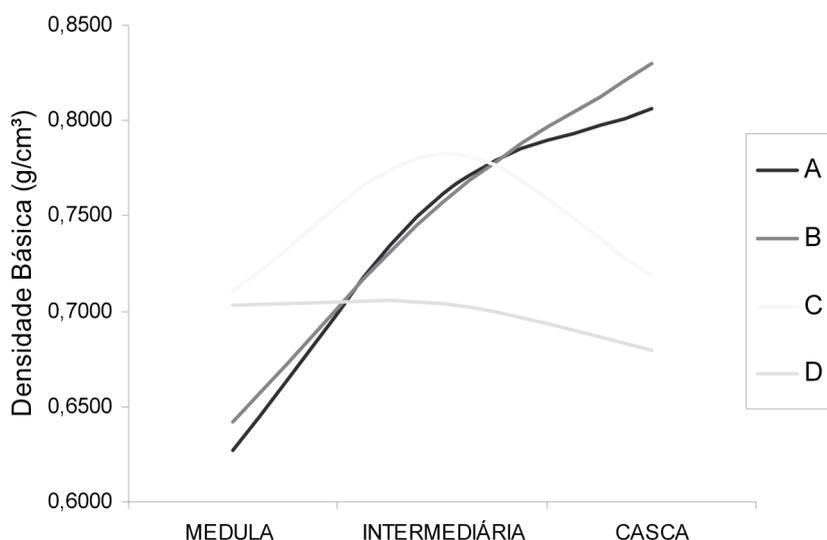


Figura 2. Variação da densidade básica da madeira em função das posições radial e longitudinal, para a população base de *Eucalyptus camaldulensis*, aos 21 anos, em Selvíria, MS.

Figure 2. Variation of wood basic density depending in radial and longitudinal positions in a *Eucalyptus camaldulensis* base population, at age 21 years, in Selvíria, MS.

Segundo Panshin e De Zeeuw (1980), na maioria das espécies há uma diminuição da densidade no sentido casca-medula, à exceção das espécies de bases expandidas, que crescem em regiões alagadas e, conseqüentemente, apresentam aumento da densidade no sentido casca-medula. Tomazello Filho (1985a) verificou, em amostras de madeira de *E. grandis* que a região central do tronco apresentava densidades mais baixas próximo da medula e menores variações ao longo do raio, com tendência à formação de anéis de crescimento mais largos próximo à periferia e, conseqüentemente, ocorriam grandes alterações na densidade na direção radial dessa árvore. De maneira geral, os valores médios de densidade básica da madeira encontrados na população de *E. camaldulensis* estudada classificam as progênies como de alta densidade básica ou pesadas, de acordo com Scanavaca Junior e Garcia (2004). Tais valores foram maiores do que os encontrados por Sturion *et al.* (1987) ($0,683 \text{ g/cm}^3$) e Martins *et al.* (2002) ($0,598 \text{ g/cm}^3$) para a mesma espécie.

A retração volumétrica também apresentou variação no sentido medula-casca. Os valores médios encontrados mostraram que a mesma aumentou da medula para a posição radial intermediária e reduziu desta posição para a casca. O padrão de variação da retração volumétrica em função da posição radial encontrado na população de *E. camaldulensis* estudada pode ser observado na Figura 3.

Os valores médios de retração volumétrica obtidos foram $15,48 \pm 0,33\%$ para a região da medula; $16,08 \pm 0,32\%$ para a região intermedi-

ária e $14,73 \pm 0,35\%$ para a região da casca. Tais valores foram menores do que os encontrados por Scanavaca Junior e Garcia (2004) para o *E. urophylla* ($19,77\%$, com intervalo de variação de $14,59\%$ a $23,34\%$). De acordo com o IPT (1985), madeira com retração volumétrica entre $12,33\%$ e $19,39\%$ é considerada de média retração, logo as matrizes de *E. camaldulensis* estudadas se encaixam nessa classificação.

Quanto aos elementos anatômicos, verificou-se um aumento no diâmetro tangencial de vasos no sentido medula – casca (Figura 4), sendo os valores médios encontrados de $96,31 \pm 0,36 \mu\text{m}$ na medula, $130,27 \pm 0,29 \mu\text{m}$ na posição intermediária e $138,61 \pm 0,25 \mu\text{m}$ na casca. Em relação à frequência de vasos, observou-se uma diminuição no número de vasos/ mm^2 no sentido medula-casca (Figura 5), com valores médios de $16,13 \pm 1,43$ vasos/ mm^2 na medula, $13,28 \pm 1,84$ vasos/ mm^2 na posição intermediária e $12,81 \pm 1,74$ vasos/ mm^2 na casca. Tais resultados estão de acordo com os obtidos por Tomazello Filho (1985a), estudando a madeira de *E. saligna* e *E. grandis* e Tomazello Filho (1985b), em madeira de *E. gummifera*, *E. microcorys* e *E. pilularis*. Portanto, verificou-se na população estudada que os vasos na região radial da casca possuem maior volume e se encontram em menor número, quando comparado com a região radial da medula.

Estimativas dos parâmetros genéticos

As estimativas dos parâmetros relacionados com a variação genética podem ser observadas na Tabela 2.

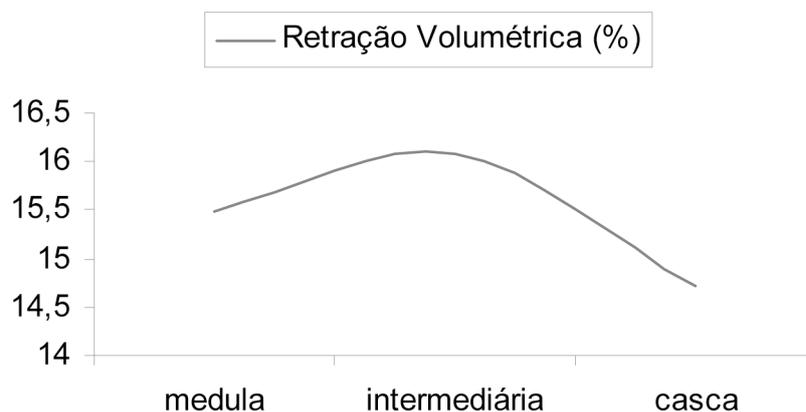


Figura 3. Variação radial da retração volumétrica no sentido medula-casca, na posição do DAP, para a população base de *Eucalyptus camaldulensis*, aos 21 anos, em Selvíria, MS.

Figure 3. Radial variation of volumetric shrinkage in the pith-bark direction, at Diameter at Breast Height (DBH) position, in a *Eucalyptus camaldulensis* base population, at age 21 years, in Selvíria, MS.

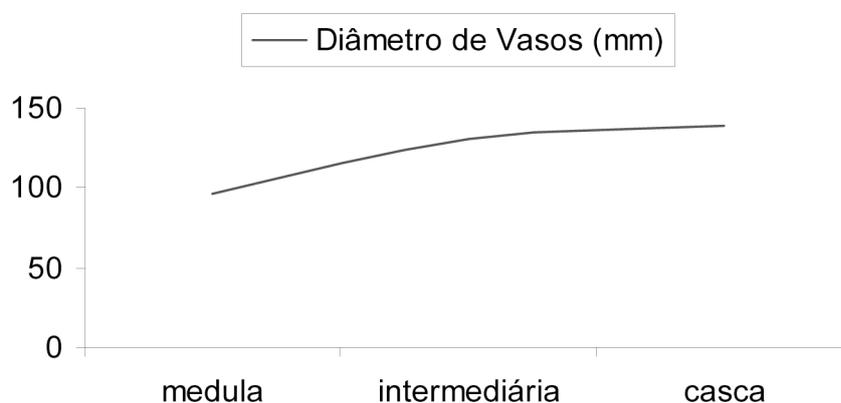


Figura 4. Variação radial do diâmetro tangencial de vasos no sentido medula-casca, na posição do DAP, para a população base de *Eucalyptus camaldulensis*, aos 21 anos, em Selvíria, MS.

Figure 4. Radial variation of tangential diameter of vessels in the pith-bark direction, in the DBH position, in a *Eucalyptus camaldulensis* base population, at age 21 years, in Selvíria, MS.

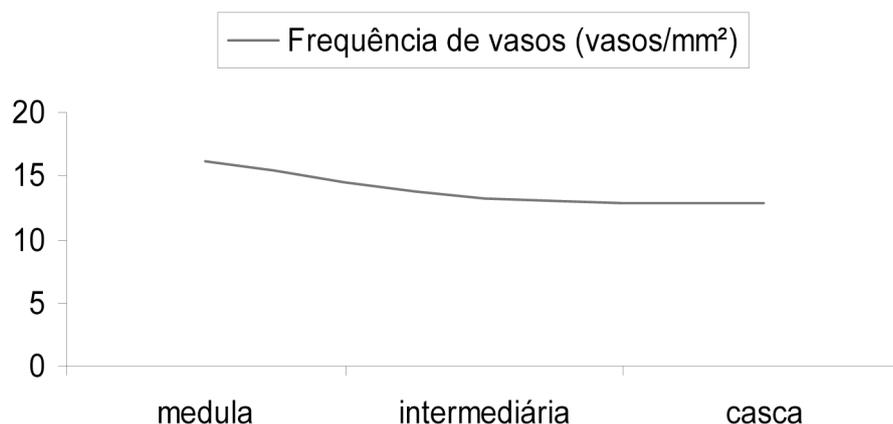


Figura 5. Variação radial da frequência de vasos no sentido medula-casca, na posição do DAP, para a população base de *Eucalyptus camaldulensis*, aos 21 anos, em Selvíria, MS.

Figure 5. Radial variation of frequency of vessels in the pith-bark direction in the DBH position, in a *Eucalyptus camaldulensis* base population, at age 21 years, in Selvíria, MS.

As estimativas do coeficiente de variação genética aditiva individual (CV_{gi}) foram maiores que a genética entre progênies (CV_{gp}), para todos os caracteres analisados. O caráter retração volumétrica na posição radial da casca foi o que apresentou maiores coeficientes de variação genética (16,98% e 8,49% para CV_{gi} e CV_{gp} ,

respectivamente). Tal fato expressa uma maior variação genética tanto entre os indivíduos quanto entre as progênies, em relação aos demais caracteres analisados. Tal resultado é mais um indicativo da existência de variação genética na população e do potencial desta população para o melhoramento genético.

Tabela 2. Estimativas do coeficiente de variação genética aditiva individual (CV_{gi}), coeficiente de variação genética entre progênies (CV_{gp}), coeficiente de variação relativa (CV_r), herdabilidade dos efeitos aditivos (\hat{h}^2), herdabilidade, no sentido restrito, da média de progênies (\hat{h}^2_m), e acurácia de seleção (\hat{r}_{aa}), avaliados na população base de *Eucalyptus camaldulensis*, aos 21 anos, em Selvíria, MS.

Table 2. Estimates of the coefficient of individual additive genetic variation (CV_{gi}), coefficient of genetic variation among progenies (CV_{gp}), coefficient of relative genetic variation (CV_r), heritability of additive effects (\hat{h}^2), heritability in the narrow sense, of average of progenies (\hat{h}^2_m), and accuracy of selection (\hat{r}_{aa}), evaluated in a *Eucalyptus camaldulensis* base population, at age 21 years, in Selvíria, MS.

Caracteres	CV_{gi} (%)	CV_{gp} (%)	CV_r (%)	\hat{h}^2	\hat{h}^2_m	\hat{r}_{aa}
¹ D.B (A ⁵) medula	10,38	5,19	0,48	0,75	0,48	0,69
D.B. (A) intermediária	8,95	4,48	0,53	0,87	0,53	0,73
D.B. (A) casca	2,52	1,26	0,17	0,12	0,11	0,33
D.B (B ⁶) medula	3,75	1,88	0,17	0,12	0,11	0,33
D.B. (B) intermediária	6,89	3,45	0,37	0,49	0,36	0,60
D.B. (B) casca	3,70	1,85	0,17	0,11	0,10	0,31
D.B (C ⁷) medula	4,17	2,09	0,22	0,19	0,17	0,41
D.B. (C) intermediária	4,48	2,24	0,35	0,44	0,33	0,58
D.B. (C) casca	2,36	1,18	0,11	0,05	0,05	0,22
D.B (D) medula	3,26	1,63	0,15	0,09	0,08	0,29
D.B. (D) intermediária	0,85	0,43	0,04	0,01	0,01	0,07
D.B. (D ⁸) casca	0,52	0,26	0,04	0,01	0,01	0,08
² R.V. (B) medula	9,98	4,99	0,27	0,27	0,23	0,48
R. V. (B) intermediária	2,62	1,31	0,07	0,02	0,02	0,14
R.V. (B) casca	16,98	8,49	0,42	0,59	0,41	0,64
³ Fq. vas. (B) medula	14,39	7,19	0,36	0,45	0,34	0,58
Fq. vas. (B) intermediária	1,67	0,84	0,04	0,01	0,01	0,08
Fq. vas. (B) casca	1,57	0,79	0,04	0,01	0,01	0,08
⁴ D.T. vas (B) medula	5,25	2,62	0,19	0,13	0,12	0,35
D. T. vas (B) intermediária	1,19	0,60	0,04	0,01	0,01	0,09
D.T. vas (B) casca	7,60	3,80	0,33	0,39	0,30	0,55

¹D.B.: densidade básica da madeira; ²R.V.:retração volumétrica da madeira; ³Fq. vas.: frequência de vasos no lenho; ⁴D.T. vas.: diâmetro tangencial de vasos no lenho; ⁵A: base; ⁶B:DAP; ⁷C: 75% da altura comercial ; ⁸D: 100% da altura comercial.

As herdabilidades dos efeitos aditivos (\hat{h}^2) foram baixas para os caracteres: densidade básica nas posições da medula (B e D), intermediária (D) e casca (A, B, C e D); retração volumétrica no DAP na posição intermediária; frequência de vasos no DAP nas posições intermediária e casca e diâmetro tangencial de vasos no DAP nas posições medula e intermediária. As mesmas herdabilidades foram medianas para os caracteres: densidade básica nas posições da medula (C) e intermediária (B e C); retração volumétrica no DAP nas posições medula e casca; frequência de vasos no DAP na posição da medula e diâmetro tangencial de vasos no DAP na posição da casca; e altas para os caracteres: densidade básica nas posições medula e intermediária (A).

As herdabilidades em nível de médias de progênies, também no sentido restrito (\hat{h}^2_m), variaram de médias a baixas, sendo menores do que as herdabilidades individuais, em todos os casos. Considerando uma seleção combinada, tais resultados indicam que a seleção massal dentro de progênies e massal no experimento são mais indicadas do que a seleção com base na média de progênies.

A acurácia da seleção entre progênies (\hat{r}_{aa}), que representa a relação entre o valor genético

verdadeiro e o estimado, foi alta para os caracteres densidade básica da madeira na altura da base (posições medula e intermediária: 0,69 e 0,73, respectivamente) e na altura do DAP (posição intermediária: 0,60); e retração volumétrica na altura do DAP, posição da casca (0,64). Tais resultados indicam uma alta precisão na seleção para estes caracteres. Os caracteres densidade básica na altura C (posição intermediária); retração volumétrica na altura do DAP (medula); frequência de vasos na altura do DAP (medula) e diâmetro tangencial de vasos na altura do DAP (casca), apresentaram valores médios de acurácia (0,58; 0,48; 0,58 e 0,55, respectivamente). Para os demais caracteres, a acurácia da seleção entre progênies foi considerada baixa, com valores que variaram de 0,07 a 0,35, respectivamente, indicativos de que a precisão na seleção para tais caracteres é também baixa.

Estimativas de correlações genéticas e fenotípicas

As estimativas das correlações genéticas e fenotípicas entre os caracteres densidade básica da madeira, retração volumétrica da madeira, frequência de vasos no lenho e diâme-

tro tangencial de vasos podem ser observadas na Tabela 3. Verifica-se que houve correlações genéticas e fenotípicas negativas e de baixa e média magnitudes entre a densidade básica da madeira e os caracteres frequência de vasos e retração volumétrica da madeira. O mesmo ocorreu entre os dois últimos caracteres e o diâmetro tangencial de vasos. Já entre a densidade básica da madeira e o diâmetro tangencial dos vasos, verificaram-se correlações genéticas e fenotípicas positivas e de baixa magnitude (0,227 e 0,226, respectivamente). Os reduzidos valores de correlação genética e fenotípica encontrados na população base de *E. camaldulensis* indicam que a seleção indireta não é eficiente para esses caracteres.

Ganho na seleção pelo método do Índice Multi-efeitos

Para estimar ganhos genéticos na seleção, foram propostas três estratégias de seleção, utilizando-se o Índice de Multi-Efeitos (IME): Seleção dos melhores indivíduos (30%) independente a qual progênie e repetição pertençam (SI); Seleção do melhor indivíduo de cada uma das progênies, para qualquer valor de $\hat{\alpha}$ (SD); Seleção do melhor indivíduo de cada progênie, só para valores de $\hat{\alpha} > 0$ (SD+), como pode-se observar na Tabela 4. O caráter escolhido para a seleção foi a densidade básica da madeira na altura da base (A) e posição radial intermediária, pois este foi o que apresentou maior coeficiente de variação relativa ($CV_r = 0,53\%$) e a melhor acurácia ($\hat{r}_{aa} = 0,73$) em relação aos demais caracteres.

Observa-se que, tanto a primeira (SI) como a terceira (SD+) estratégias de seleção tiveram maior eficiência do que a segunda (SD). Em programas de melhoramento, que

visem à otimização dos ganhos na seleção, a primeira estratégia (SI), ou seja, seleção dos melhores indivíduos (30%) independente a qual progênie e repetição pertençam (SI) é a mais recomendada, pois o ganho genético é maior ($\hat{G}_s = 10,38\%$), em detrimento da redução da diversidade genética ($D = 0,64$). Já se o objetivo for à conservação genética *ex situ* da espécie, é mais recomendada a segunda estratégia de seleção, pois garante a máxima diversidade genética ($D = 1$), porém com menores ganhos na seleção ($\hat{G}_s = 7,75\%$). A terceira estratégia, seleção (SD+) é uma saída para melhoristas que visam obter um ganho genético considerável ($\hat{G}_s = 9,07\%$), porém, sem que haja grande redução na diversidade genética ($D = 0,80$). Portanto, considerando o interesse em se obter ganho na seleção, mas manter uma base genética considerável, nesta população de *E. camaldulensis*, verifica-se que a terceira estratégia se apresenta como a melhor opção, ou seja, seleção do melhor indivíduo de cada progênie, só para valores de $\hat{\alpha} > 0$ (SD+), por considerar, tanto a divergência genética quanto o ganho genético na seleção dos melhores indivíduos.

A utilização do Índice Multi-efeitos (IME), que se baseia na multiplicação dos valores fenotípicos referentes ao indivíduo, média de parcela, média de família e média geral do experimento pelos coeficientes de ponderação dos índices – herdabilidades, o que permite, segundo Resende e Higa (1994), explorar frações da variância genética aditiva que não são consideradas na seleção entre e dentro de progênies, levando à maximização da precisão na seleção, muito embora, em muitos casos, a inclusão dos efeitos de parcela e blocos altera pouco a seleção.

Tabela 3. Estimativas das correlações genéticas (rg) e fenotípicas (rf), entre a densidade básica da madeira e os caracteres relativos à qualidade da madeira, na posição do DAP e posição radial intermediária, avaliados na população base de *Eucalyptus camaldulensis*, aos 21 anos, em Selvíria, MS.

Table 3. Estimates of genetic (rg) and phenotypic (rf) correlations, between the basic density and the traits related to wood quality, at the DBH position and radial intermediate position, evaluated in a *Eucalyptus camaldulensis* base population, at age 21 years, in Selvíria, MS.

Caracteres	Correlação	Caracteres		
		Retração Volumétrica (%)	Frequência vasos no lenho (vasos/mm ²)	Diâmetro de vasos (µm)
Densidade Básica (g/cm ³)	rg	-0,502	-0,383	0,227
	rf	-0,355	-0,262	0,226
Retração Volumétrica (%)	rg		0,041	-0,037
	rf		0,140	-0,250
Freq. vasos ¹ (vasos/mm ²)	rg			-0,569
	rf			-0,262

Tabela 4. Estimativas do ganho na seleção (\hat{G}_s) para o caráter densidade básica da madeira na altura da base e posição radial intermediária, pelo índice de Multi-Efeitos (IME) para a seleção em nível de indivíduos (SI), seleção dentro de progênies para $\forall \hat{a}$ (SD) e seleção dentro de progênies para $\hat{a} > 0$ (SD+), na população base de *Eucalyptus camaldulensis*, aos 21 anos, em Selvíria, MS.

Table 4. Estimates of selection gain (\hat{G}_s) for the wood basic density trait at DBH height and radial intermediate position, by the Multi-effect index (IME) for the selection at the level of individuals (SI), selection within progenies for $\forall \hat{a}$ (SD) and selection within progenies for $\hat{a} > 0$ (SD+), in a *Eucalyptus camaldulensis* base population, at age 21 years, in Selvíria, MS.

SI				SD			SD+			
Ordem	Matriz	Rep.	\hat{a}	Matriz	Rep.	\hat{a}	Ordem	Matriz	Rep.	\hat{a}
1	3	2	0,1291	1	3	0,0801	1	3	2	0,1291
2	20	2	0,1192	2	1	0,0984	2	20	2	0,1192
3	13	4	0,1114	3	2	0,1291	3	13	4	0,1114
4	12	2	0,1025	4	1	0,0630	4	12	2	0,1025
5	8	3	0,1011	5	1	0,0330	5	8	3	0,1011
6	2	1	0,0984	6	1	0,0983	6	2	1	0,0984
7	6	1	0,0983	7	1	0,0259	7	6	1	0,0983
8	6	4	0,0946	8	3	0,1011	8	16	3	0,0893
9	8	1	0,0916	9	1	0,0830	9	23	4	0,0837
10	16	3	0,0893	10	2	-0,0180	10	9	1	0,0830
11	3	3	0,0861	11	2	0,0327	11	1	3	0,0801
12	23	4	0,0837	12	3	0,0763	12	4	1	0,0630
13	9	1	0,0830	13	4	0,1114	13	18	3	0,0575
14	1	3	0,0801	14	3	-0,0346	14	15	4	0,0424
15	12	3	0,0763	15	4	0,0424	15	5	1	0,0330
16	16	4	0,0762	16	3	0,0893	16	11	2	0,0327
17	20	4	0,0631	17	4	0,0132	17	7	1	0,0259
18	4	1	0,0630	18	3	0,0575	18	24	3	0,0185
19	20	3	0,0595	19	1	0,0073	19	17	4	0,0132
20	18	3	0,0575	20	2	0,1192	20	19	1	0,0073
21	23	2	0,0561	21	2	-0,0234				
22	9	4	0,0459	22	1	-0,0009				
23	3	1	0,0431	23	4	0,0837				
24	15	4	0,0424	24	3	0,0185				
25	9	3	0,0423	25	4	-0,0200				
26	15	3	0,0389							
27	5	1	0,0330							
28	11	2	0,0327							
29	18	1	0,0312							
30	7	1	0,0259							
N	30			N	25		N	20		
N_{f0}	25			N_{f0}	25		N_{f0}	25		
N_f	16			N_f	25		N_f	20		
\bar{k}_f	1,75			\bar{k}_f	1		\bar{k}_f	1		
σ_{kf}^2	0,6			σ_{kf}^2	0		σ_{kf}^2	0		
N_e	22			N_e	25		N_e	20		
μ (g/cm ³)	0,761			μ (g/cm ³)	0,761		μ (g/cm ³)	0,761		
\hat{a} (g/cm ³)	0,072			\hat{a} (g/cm ³)	0,051		\hat{a} (g/cm ³)	0,069		
\hat{G}_s (%)	10,38			\hat{G}_s (%)	7,75		\hat{G}_s (%)	9,07		
E_f (%)	33,94			E_f (%)			E_f (%)	17,03		
\hat{D} (%)	0,64			\hat{D} (%)	1		\hat{D} (%)	0,80		

N: no de indivíduos selecionados; N_{f0} : n° de progênies do teste; N_f : no de progênies selecionadas; \bar{k}_f : no médio de indivíduos selecionados por progênie; σ_{kf}^2 : variância do no de indivíduos selecionados por progênie; N_e : tamanho efetivo; μ : média geral; \hat{a} : efeito genético aditivo: IME (Índice Multi-efeito); \hat{G}_s : ganho na seleção; E_f : eficiência do IME em relação à seleção entre e dentro de progênies; \hat{D} : diversidade genética.

CONCLUSÕES

Não existe variação significativa entre as progênies da população base de *Eucalyptus camaldulensis* para os caracteres avaliados.

Os reduzidos valores de correlações genéticas e fenotípicas encontrados demonstram que a seleção indireta não é eficiente para os caracteres avaliados nessa população.

Os resultados obtidos mediante a seleção pelo índice de multi-efeitos sugerem que a melhor estratégia a ser adotada em um programa de melhoramento com a população estudada é a seleção dentro de progênies para $\hat{a} > 0$, que garante considerável ganho genético sem grande redução da diversidade genética.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de estruturas de madeira: projeto NBR 7190/1997**. Rio de Janeiro, 1997. 107p.
- ABRAF - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário Estatístico da ABRAF 2010: ano base 2009**. Brasília, 2010.
- ALZATE, S.B.A.; TOMAZELLO FILHO, M.; PIEDADE, S.M.S. Variação longitudinal da densidade básica da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *E. saligna* Sm. e *E. grandis x urophylla*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.68, p.87-95, 2005.
- AUTRAN, C.S.; CONÇALEZ, J.C. Caracterização colorimétrica das madeiras de muirapiranga (*Brosimum rubescens* Taub.) e de seringueira (*Hevea brasiliensis*, clone Tjir 16 Müll Arg.) visando à utilização em interiores. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.16, n.4, p.445-451, 2006.
- BERGER, R.; SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C. A. G.; HASELEIN, C.R. Efeito do espaçamento e da adubação no crescimento de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.12, n.2, p.75-87, 2002.
- CAIXETA, R.P.; CARVALHO, D.; ROSADO, S.C.S.; TRUGILHO, P.F. Variações genéticas em populações de *Eucalyptus* spp. detectadas por meio de marcadores moleculares. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.3, p.357-363, 2003.
- DEL QUIQUI, E.M.; MARTINS, S.S.; SHIMIZU, J.Y. Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus* spp para o Noroeste do Estado do Paraná. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.5, p.1173-1177, 2001.
- 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.
- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Madeira: o que é e como pode ser processada e utilizada. **Boletim ABPM**, São Paulo, n.36, p.1-189, 1985.
- LIMA, P.C.F. Espécies potenciais para reflorestamento em regiões semiáridas. **Silvicultura**, São Paulo, v.10, n.37, p.28-32, 1984.
- MARTINS, I.S.; PIRES, I.E.; OLIVEIRA, M.C. Divergência genética em progênies de uma população de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.9, n.1, p.81-89, 2002.
- MORAES, M.L.T.; HIGA, A.R.; CAVENAGE, A.; KANO, N.K. Avaliação da densidade básica da madeira e de sua relação com os caracteres de crescimento, em uma população base de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. In: CONFERÊNCIA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE EUCALIPTOS, 1997, Salvador. **Proceedings...** Colombo: EMBRAPA/CNPF, 1997. v.3, p.43-47.
- OLIVEIRA, J.T.S.; SILVA, J.C. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.3, p.381-385, 2003.
- PANSHIN, A.J.; DE ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. 4.ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 404p.
- RESENDE, M.D.V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2002a. 975p.
- RESENDE, M.D.V. Melhoramento de essências florestais. In: BORÉM, A. (Ed.) **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p.589-647.
- RESENDE, M.D.V. **Software SELEGEN - REML/BLUP**. Colombo: EMBRAPA - CNPF, 2002b. 67p. (Série documentos, 77).

- RESENDE, M.D.V.; HIGA, A.R. Maximização da eficiência da seleção em testes de progênies de *Eucalyptus* através da utilização de todos os efeitos do modelo matemático. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.28/29, p.37-55, 1994.
- SANTOS, P.E.T.; GERALDI, I.O.; GARCIA, J.N. Estimativas de parâmetros genéticos de propriedades físicas e mecânicas da madeira em *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.63, p.54-64, 2003.
- SCANAVACAJUNIOR, L.; GARCIA, J.N. Determinação das propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.65, p.120-129, 2004.
- 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**, Colombo, n.14, p.28-38, 1987.
- TOMAZELLO FILHO, M. Formação e caracterização da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus*. In: CURSO PROCESSAMENTO MECÂNICO E SECAGEM DA MADEIRA DE EUCALYPTUS, Piracicaba, 1994. **Palestras...** Piracicaba: IPEF, 1994.
- TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus globulus*, *E. pellita* e *E. acmenioides*. **IPEF**, Piracicaba, n.36, p.35-42, 1987.
- TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *E. saligna* e *E. grandis*. **IPEF**, Piracicaba, n.29, p.37-45, 1985a.
- TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus gummifera*, *E. microcorys* e *E. pilularis*. **IPEF**, Piracicaba, n.30, p.45-54, 1985b.

Recebido em 26/03/2009

Aceito para publicação em 10/03/2010