




NAIR HELENA CAMPOS DE CASTRO

NÚMERO DE REPETIÇÕES E EFICIÊNCIA DA SELEÇÃO
EM PROGÊNIES DE MEIOS IRMÃOS DE

Eucalyptus camaldulensis

Bot. n.º

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do grau de "Magister Scientiae".



ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS

1992

DEPARTAMENTO

[Handwritten signature]

PROFESSOR

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

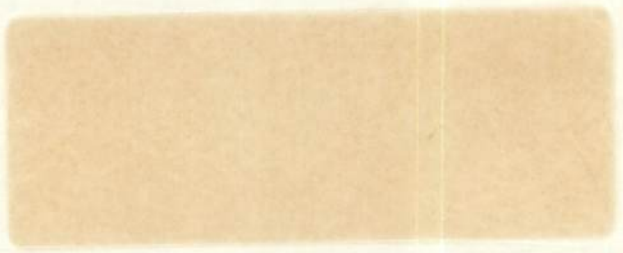
MINAS GERAIS - LAVRAS

NÚMERO DE REPETIÇÕES E EFICIÊNCIA DA SELEÇÃO EM PROGENIES DE MEIOS IRMÃOS DE

Cassipoupa coriandulifera

[Redacted text]

Investigação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras como parte das exigências do Curso de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do grau de "Mestre em Ciências".



ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS

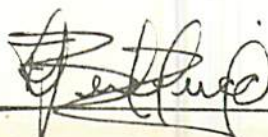
1992

NÚMERO DE REPETIÇÕES E
EFICIÊNCIA DA SELEÇÃO EM
PROGÊNIES DE MEIOS IRMÃOS DE
Eucalyptus camaldulensis

APROVADA: 29/06/1992



Magno Antônio Patto Ramalho
Professor do DBI/ESAL



Fernando de Lellis Garcia Bertolucci
Pesquisador da ARACRUZ



Marcos Deon Vilela de Resende
Pesquisador do CNPFlorestas/EMBRAPA

À Deus;

Aos meus pais, Cleomenes e Janira, que
com amor, nunca mediram esforços para
me proporcionar uma boa educação e
formação.

Aos meus irmãos, Sandro e João;

À memória de meu inesquecível
irmão, Rofolfo Luís;

Às minhas cunhadas e sobrinhos;

Aos meus avós, tios e primos;

Ao Eder;

Aos amigos, pelo apoio.

Com carinho

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter tão pouco a pedir e tanto a agradecer.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, à Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Belém-UEPAE de Belém, pela oportunidade oferecida para realização do curso de Mestrado.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, pelos ensinamentos e oportunidade concedida para realização deste curso.

À MANNESMANN Fi-EI Florestal Ltda., pelo apoio e material concedido para realização deste trabalho.

Ao Professor Magno Antônio Patto Ramalho, pela amizade, confiança, disponibilidade dentro e fora da Escola, eficiente orientação e ensinamentos constantes durante o curso e a realização deste trabalho.

Aos Pesquisadores Marcos Deon Vilela de Resende (CNP Florestas/EMBRAPA) e Fernando de Lellis Garcia Bertolucci (ARACRUZ Florestal), pelas revisões críticas e objetivas para melhorar este trabalho.

Aos Professores César Augusto Brasil Pereira Pinto e João Bosco dos Santos, pela disponibilidade, compreensão, amizade e ensinamentos transmitidos dentro e fora de sala.

Aos Pesquisadores da MANNESMANN Fi-EI Florestal, em especial, ao Helder Bolognani Andrade, pelas valiosas informações e sugestões apresentadas.

Ao Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Antonio Nazareno Guimarães Mendes e ao colega de curso de pós-graduação, Daniel Ferreira Furtado, pelas valiosas contribuições no processamento de dados e elaboração de programas específicos indispensáveis à realização deste trabalho.

À Ângela de Fátima B. Abreu (EMBRAPA), pelas sugestões na redação final deste trabalho.

Ao Eder Ferreira Arriel, pelo apoio, carinho, compreensão, estímulo, incentivo e amor, compartilhado em todos os momentos.

Aos amigos do Curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas Andréa, Camilo, Joaquim, Renil, Nazareno, Eder, Takeda, Ronan, Walter, Fernando Leão, Oscar, Marcelo Tavares, Daniel, Dehon, Rosa, Guilherme, Elias, Elaine, Cláudio, Valéria, Marcelo e Otoniel pelo convívio, amizade e por nossas horas de lutas e vitórias.

Aos amigos Eurides, Clotilde, Sérgio, Bebeto, Jailson e Claudinéia pela amizade e companheirismo.

Aos Professores do Departamento de Biologia, pelos

ensinamentos prestados.

Aos funcionários do Departamento de Biologia, em especial, à Maria Zélia, D. Zélia, Ana Isa, Dulcinéia e Eustáquio, pela amizade e colaboração.

Aos funcionários da Biblioteca da ESAL, pelo atendimento e correção das referências bibliográficas.

À TECLA, em especial à Gabriela, Ana e Tereza, pela amizade e serviços datilográficos.

À família do Eder Ferreira Arriel pelo apoio e carinho que me dedicaram.

À todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para o êxito deste trabalho.

BIOGRAFIA

Nair Helena Campos de Castro, filha de Cleomenes Barbosa de Castro e Maria Janira Campos de Castro, nasceu em Belém, Estado do Pará, aos 22 de março de 1963.

Em março de 1983, graduou-se em Engenharia Agrônômica, pela Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém-PA. No mesmo ano, iniciou suas atividades profissionais como bolsista do Conselho Nacional de Pesquisa Científica (CNPq), desenvolvendo trabalhos de pesquisa com a cultura do guaraná no Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido - CPATU/EMBRAPA, Belém-PA.

Em agosto de 1987, foi contratada como pesquisadora da cultura do guaraná, pela EMBRAPA, na Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual, UEPAE de Belém, hoje Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental.

Em março de 1990, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, Área de Concentração Genética e Melhoramento de Plantas, na Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, em Minas Gerais, concluindo-o em junho de 1992.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1. Melhoramento de populações	4
2.2. Melhoramento genético do <i>Eucalyptus</i> no Brasil	7
2.3. Seleção de progênies utilizando família de meios irmãos em <i>Eucalyptus</i>	11
2.4. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos no melhoramento de <i>Eucalyptus</i>	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1. Localização das áreas experimentais	24
3.2. Material genético	25
3.3. Delineamento experimental	26
3.4. Condução dos ensaios	27
3.5. Dados coletados	27
3.6. Análise estatística dos dados	27
3.7. Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos	30
3.8. Estimativas do progresso esperado com a seleção ..	32

3.9. Simulação do efeito do número de repetições	34
4. RESULTADOS	37
4.1. Efeito do número de repetições na avaliação de progênies de meios irmãos de <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	54
4.2. Efeito do número de repetições, de plantas por parcela e locais na resposta esperada com a seleção entre progênies de meios irmãos de <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	64
5 DISCUSSÃO	69
5.1. Parâmetros genéticos, fenotípicos e interação progênies x locais	69
5.2. Efeito do número de repetições na avaliação de progênies de meios irmãos	87
6 CONCLUSÕES	95
7 RESUMO	97
8 SUMMARY	99
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
APÊNDICE	117

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Experimentos conduzidos no Brasil utilizando-se progênies de meios irmãos de <i>Eucalyptus</i>	12
2	Estimativas de herdabilidade, variância genética aditiva e coeficiente de variação experimental para as características de crescimento em progênies de meios irmãos de <i>Eucalyptus</i>	21
3	Características dos locais dos ensaios de progênies de <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	25
4	Análises físico-químicas dos solos dos locais de experimentação	25
5	Especificação do material utilizado nos três locais e respectivas localizações geográficas das procedências	26
6	Esquema das análises de variância para cada local e conjunta, ao nível de indivíduo	30

Tabela	Página
7 Estimativas dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos e fenotípicos por local	33
8 Estimativas dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos e fenotípicos da análise conjunta	34
9 Resumo das análises de variância por local para circunferência à altura do peito (CAP) e altura ao nível de indivíduo, obtidas dos experimentos de avaliação de progênes de <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	44
10 Resumo das análises de variância conjunta, envolvendo os três locais, para circunferência à altura do peito (CAP) e altura (ALT), obtidas dos experimentos de avaliação de progênes de <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	45
11 Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos, ao nível de indivíduo para circunferência à altura do peito (cm), obtidas de progênes de meios irmãos de <i>E. camaldulensis</i> aos 17 meses de idade, por local	47
12 Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos, ao nível de indivíduo para altura (m), obtidas de progênes de meios irmãos de <i>E. camaldulensis</i> aos 17 meses de idade, por local .	48

Tabela		Página
13	Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos a partir da análise conjunta dos três locais, ao nível de indivíduo para as características circunferência à altura do peito (CAP) e altura (ALT), obtidas de progênies de meios irmãos de <i>E. camaldulensis</i> , aos 17 meses de idade	50
14	Resumo das análises de variância conjunta dos locais dois a dois, e estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para circunferência à altura do peito (cm/planta), obtidas dos experimentos de avaliação de progênies de meios irmãos de <i>E. camaldulensis</i>	51
15	Resumos das análises de variância conjunta dos locais dois a dois, e estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para altura (m/planta), obtidas dos experimentos de avaliação de progênies de meios irmãos de <i>E. camaldulensis</i>	52
16	Número de progênies comuns a dois locais, considerando-se uma intensidade de seleção de 20% para circunferência à altura do peito (CAP) e altura de planta (ALT) em cada par de locais, e na média dos locais	53
17	Resumo das análises de variância por local para circunferência à altura do peito (CAP) ao nível de indivíduo, obtidas da avaliação de progênies de meios irmãos de <i>E. camaldulensis</i> , utilizando-se diferentes números de repetições por experimento	55

Tabela	Página
18 Resumo das análises de variância por local para altura ao nível de indivíduo, obtidas da avaliação de progênies de meios irmãos de <i>E. camaldulensis</i> , utilizando-se diferentes números de repetições por experimento	56
19 Resumo das análises de variância conjunta e estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para circunferência à altura do peito (CAP), obtidas da avaliação de progênies de meios irmãos de <i>E. camaldulensis</i> , utilizando-se diferentes números de repetições	61
20 Resumo das análises de variância conjunta e estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos para altura de plantas, obtidas da avaliação de progênies de meios irmãos de <i>E. camaldulensis</i> , utilizando-se diferentes números de repetições	62
21 Eficiência de seleção estimada (%), em relação ao experimento com oito repetições, utilizando-se metodologia proposta por HAMBLIN & ZIMMERMANN (1986)	64
22 Progênies de meios irmãos selecionadas considerando-se uma intensidade de seleção de 20% para circunferência à altura do peito (CAP) cm/planta), em cada local e na média	84

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Distribuição de freqüência das médias de circunferência à altura do peito (A) e altura (B), para progênies de <i>E. camaldulensis</i> obtidas do experimento conduzido em Presidente Olegário-MG ..	39
2	Distribuição de freqüência das médias de circunferência à altura do peito (A) e altura (B), para progênies de <i>E. camaldulensis</i> obtidas do experimento conduzido em Pirapora-MG	40
3	Distribuição de freqüência das médias de circunferência à altura do peito (A) e altura (B), para progênies de <i>E. camaldulensis</i> obtidas do experimento conduzido em João Pinheiro-MG	41
4	Distribuição de freqüências das médias de circunferência à altura do peito (A), e altura (B), para progênies de <i>E. camaldulensis</i> , obtidas da avaliação conjunta dos experimentos nos três locais	43

Figura

Página

- 5 Estimativas dos valores máximo, mínimo e da média dos coeficientes de variação experimental (CV_{ex}), para circunferência à altura do peito, obtidas nos experimentos de avaliação de progênies de meios irmãos de *E. camaldulensis* em Presidente Olegário, com diferentes números de repetições 57
- 6 Estimativas dos valores máximo, mínimo e da média dos coeficientes de variação experimental (CV_{ex}), para circunferência à altura do peito, obtidas nos experimentos de avaliação de progênies de meios irmãos de *E. camaldulensis* em Pirapora, com diferentes números de repetições ... 58
- 7 Estimativas dos valores máximo, mínimo e da média dos coeficientes de variação experimental (CV_{ex}), para circunferência à altura do peito, obtidas nos experimentos de avaliação de progênies de meios irmãos de *E. camaldulensis* em João Pinheiro, com diferentes números de repetições . 59
- 8 Estimativas da resposta esperada com a seleção (GS %) para circunferência à altura do peito, obtidas na média dos experimentos de avaliação de *E. camaldulensis*, utilizando-se diferentes números de repetições (r), de plantas por parcela (k) e de progênies (n) 67

Figura

Página

- 9 Estimativas da resposta esperada com a seleção (GS %) para circunferência à altura do peito, obtidas da análise conjunta dos experimentos de avaliação de *E. camaldulensis* utilizando-se diferentes números de repetições (r), de locais (L) e progênies (n), e com três, seis e nove plantas por parcela (A, B e C), respectivamente.

68

1. INTRODUÇÃO

Uma das principais atividades econômicas do Estado de Minas Gerais é a indústria siderúrgica que consome uma enorme quantidade de energia. Essa energia é advinda basicamente do carvão vegetal proveniente de árvores de vegetação nativa, especialmente de área de cerrado. Com o crescimento do parque siderúrgico, o consumo de carvão vegetal tomou uma dimensão tal, que o governo se viu obrigado a tomar medidas visando preservar parte da vegetação nativa. A principal medida tomada a esse respeito, foi a obrigatoriedade das empresas reflorestarem anualmente parte da área em que a madeira fosse explorada.

Esse reflorestamento no Estado de Minas Gerais tem se concentrado, principalmente, em regiões onde o preço da terra é de menor valor, apresentando, porém, sérios problemas de deficiência hídrica e alguns casos de baixa fertilidade. Os primeiros plantios de *Eucalyptus* nessa região não obtiveram o sucesso desejado. A principal causa desse insucesso foi o uso de uma tecnologia inadequada, especialmente no que se refere à espécie de *Eucalyptus*, que foi *E. grandis* introduzida de São Paulo.

As empresas reflorestadoras viram-se então, obrigadas a

conduzirem pesquisas visando identificar espécies e procedências melhor adaptadas à região. Com essa finalidade foram introduzidos inúmeros materiais genéticos, principalmente da Austrália. Na avaliação desses materiais destacaram-se algumas procedências da espécie *E. camaldulensis* (ANDRADE, 1991). Como essa espécie é nativa da Austrália, e não foi submetida a nenhum ciclo seletivo, o material evidenciou variabilidade para ser aproveitada através da seleção. As empresas passaram, assim, a conduzir programas de melhoramento com essa espécie, visando a obtenção de materiais genéticos adaptados a essa região, utilizando principalmente progênes de polinização aberta.

Na condução de um programa de seleção utilizando progênes, a etapa de avaliação é a mais importante, e onde se corre os maiores riscos, sobretudo porque ela é demorada. O principal cuidado que se deve ter nessa avaliação é a utilização de uma apropriada técnica experimental. Dentro dessa técnica experimental, está o uso de um número adequado de repetições, de plantas por parcela e de locais, bem como a escolha apropriada do delineamento experimental. Nesse contexto, especialmente para os experimentos conduzidos com *Eucalyptus* nessa região, não há nenhuma informação a esse respeito.

No caso do número de repetições, a estratégia tem sido adotar o maior número possível delas. Uma vez que, quanto maior o número de repetições melhor será a precisão experimental (STEEL & TORRIE, 1980). Há de se considerar contudo, que o uso de um grande número de repetições acarreta aumento excessivo na área

experimental e, sobretudo, no manejo e, evidentemente no custo dos experimentos. Em razão desse fato a utilização de um maior número de repetições restringe o número de progênies a serem avaliadas. Nesse sentido, quando se compara o número de progênies de meios irmãos avaliadas em outras culturas, especialmente o milho, que é normalmente superior a 400, verifica-se que esse número é inferior, não passando de 200.

Essa avaliação de um menor número de progênies implica principalmente em não se poder utilizar uma forte intensidade de seleção, uma vez que, isso acarretaria um pequeno tamanho efetivo populacional (VENCOVSKY, 1987) e, em consequência, limitaria o sucesso seletivo a médio e a longo prazo com esse material. A não utilização de uma forte intensidade de seleção, por seu turno, restringiria o ganho por ciclo, o que em se tratando de uma planta perene, seria um fator limitante.

Assim, esse trabalho visa obter informações sobre as técnicas experimentais na avaliação de progênies de meios irmãos de *Eucalyptus*, com ênfase ao número de repetições, e seu efeito sobre a precisão dos experimentos, estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos e resposta esperada com a seleção.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Melhoramento de populações

O melhoramento genético de qualquer espécie visa basicamente duas alternativas: obtenção de uma população melhorada ou aproveitamento do vigor híbrido na geração F_1 advindo do cruzamento de duas ou mais linhagens ou cultivares. Uma população melhorada é aquela que apresenta uma maior frequência dos alelos favoráveis. Assim, o melhoramento de uma população visa o aumento das frequências desses alelos. É importante salientar que o melhoramento das populações é essencial também para o aproveitamento do vigor híbrido via semente ou até mesmo de clones, isso porque quanto mais melhorada a população, maior a probabilidade de se obter indivíduos superiores. Assim sendo, independente da finalidade a que se destina o programa, a etapa de melhoramento das populações é fundamental (COMSTOCK, 1964; MACHADO & GOMES, 1982 e PATERNIANI & MIRANDA FILHO, 1987).

Como a obtenção de população melhorada é um processo dinâmico e progressivo, foi criada a expressão seleção recorrente (HULL, 1945) para denominar tal processo. Essa seleção tem por

finalidade proceder a reSeleção, geração após geração, com intercruzamento dos materiais selecionados a fim de promover a recombinação alélica através de sucessivos ciclos de seleção.

Inúmeros métodos se enquadram no conceito de seleção recorrente, onde basicamente cada ciclo envolve quatro etapas distintas: obtenção de progênies; avaliação das progênies em experimentos com repetições; seleção com base na média das progênies; e recombinação das progênies selecionadas (SOUZA JÚNIOR, 1990).

Os métodos de seleção recorrente são divididos em dois grupos: 1) melhoramento intrapopulacional, onde a seleção visa o melhoramento "per se" das populações e, 2) melhoramento interpopulacional, onde a seleção visa o aumento do vigor híbrido F_1 entre duas populações. Desta forma, o melhoramento de uma população é realizado em função de outra (HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1983).

Dentre os diversos métodos de seleção, as principais diferenças entre eles referem-se ao tipo de família e ao controle parental dos progenitores selecionados. Quanto ao tipo de família elas podem ser não endógamas, como por exemplo, famílias de meios irmãos ou irmãos germanos ou endógamas como S_1 , S_2 , etc. No que se refere ao controle parental, esse pode ser realizado em ambos os sexos ou em apenas um deles. Cada uma dessas alternativas tem suas vantagens e desvantagens, cabendo ao melhorista optar pela melhor alternativa, considerando, sobretudo, os recursos disponíveis e a eficiência do método (VENCOVSKY, 1987).

A avaliação das famílias é normalmente a etapa mais demorada do programa e que exige maior atenção dos melhoristas. Especialmente no caso das plantas perenes essa avaliação deve ser a mais eficiente possível, isto porque, as inferências erradas colocarão a perder vários anos de trabalho que não poderão ser mais recuperados. Para uma adequada avaliação, é necessário um perfeito planejamento, dando ênfase às técnicas experimentais. Nesse planejamento, inúmeros aspectos estão envolvidos, tais como delineamento experimental, escolha da área, dos locais, do número de famílias, tamanho e forma das parcelas, número de repetições, dados a serem coletados e as análises que serão realizadas.

Há de se considerar também o conceito de teste de progênie. Esse termo é empregado quando se avalia o indivíduo a partir do mérito dos seus descendentes (FALCONER, 1987). Esse conceito se aplica bem às plantas perenes, como é o caso do *Eucalyptus*, em que se pode avaliar as árvores matrizes, utilizando os seus descendentes, e depois promover a recombinação entre as árvores matrizes superiores. Numa planta anual isso não é possível, pois as plantas matrizes não sobrevivem em relação à sua progênie, por isso normalmente utiliza-se seus descendentes para dar continuidade à sua constituição genética. Assim, após a seleção dos indivíduos superiores, a recombinação é efetuada através de sementes remanescentes (PATERNIANI & MIRANDA FILHO, 1987). Como será comentado posteriormente, mesmo havendo possibilidade de se utilizar o teste de progênies, no melhoramento do *Eucalyptus*, o processo tem sido, em alguns casos, idêntico ao

utilizado na cultura do milho. Mesmo assim, a maioria dos autores denominam o processo de teste de progênies e não avaliação de famílias de meios irmãos, como proposto por PATERNIANI (1967).

2.2. Melhoramento genético do *Eucalyptus* no Brasil

No gênero *Eucalyptus* as plantas são hermafroditas porém protândricas, sendo a polinização realizada especialmente por insetos (PRYOR, 1976). No entanto, como uma mesma planta apresenta flores em diferentes estádios de maturação, a protandria não exclui uma certa taxa de autofecundação que pôde atingir até 30% (ASSIS, 1986). Contudo, mesmo com essa taxa de autogamia os métodos de melhoramento aplicados ao *Eucalyptus* têm sido aqueles comuns às plantas alógamas.

O gênero *Eucalyptus* é originário da Austrália (ANDRADE, 1961), um país com dimensões continentais e uma enorme diversidade de clima e solo. Em função provavelmente de variação ambiental e do isolamento geográfico, originou-se uma grande diversidade genética que culminou com a separação de inúmeras espécies de acordo com o conceito tipológico (MAYR, 1977), uma vez que na maioria dos casos não ocorre isolamento reprodutivo entre elas. Além do mais, devido à necessidade de adaptação a determinados nichos ecológicos, há formação, dentro de cada espécie, de grupos que se denominam procedências (STYLES, 1976). A grande diversidade apresentada normalmente entre e dentro dessas procedências tem sido

bastante explorada nos diferentes trabalhos referentes ao melhoramento da cultura (WRIGHT, 1964 e 1976; NAMKOONG, 1966; STONECYPHER, 1967; KAGEYAMA, 1980; ASSIS, 1983abc; KIKUTI, 1988; GORGULHO, 1990 e ANDRADE, 1991).

A eucaliptocultura teve início no Brasil a partir de 1903, através da Companhia Paulista de Estrada de Ferro, no Horto de Jundiaí, onde Edmundo Navarro de Andrade fez estudos comparativos de desenvolvimento entre espécies nativas e exóticas, e constatou a boa adaptação do *Eucalyptus* entre os materiais avaliados. Isto estimulou o plantio da cultura, pois ela é capaz de fornecer em menor tempo, combustível para ferrovia, madeiras para postes, dormentes e outras aplicações (GORGULHO, 1990).

Posteriormente, no período de 1905-1915, o mesmo pesquisador avaliou cerca de 144 espécies do gênero. Como fruto desse trabalho e muitos outros realizados na região de Rio Claro, foram identificadas as seguintes espécies como mais promissoras: *E. grandis* Hill ex. Maiden, *E. saligna* Smith e *E. urophylla* E.T. Blake, por apresentarem uma grande potencialidade, quando considerada sua adaptação a diversas condições e produtividade (ANDRADE, 1961; PASZTOR, 1974 e KAGEYAMA, 1979).

Contudo, os plantios formados por essas espécies apresentavam-se de baixa qualidade, sendo necessários estudos de melhoramento das populações em cultivos. Para isso, Carlos Arnaldo Krug iniciou em 1941, no Instituto Agrônomo de Campinas, um programa de melhoramento genético, visando obter maior produtividade dentro do gênero *Eucalyptus*. Como resultado, obteve-

se ganhos de até 27% para volume cilíndrico em *E. saligna* (GORGULHO, 1990).

Com o decorrer do tempo, novas introduções de espécies e procedências foram realizadas. Apesar dos resultados positivos dessas introduções, o material genético não foi devidamente testado, houve a ocorrência de cruzamentos entre muitas espécies do gênero, acarretando a mistura do material genético e também a suscetibilidade a algumas pragas e doenças, o que dificultou sobremaneira a utilização dessas populações em programas de melhoramento genético (PRYOR, 1971; HODGE et alii, 1973; GOLFARI et alii, 1978 e ANDRADE, 1991).

Assim como na maioria das plantas alógamas, no *Eucalyptus* o programa de melhoramento visa à identificação de híbridos superiores e o melhoramento de populações. No caso do programa de híbridos foram identificadas, em inúmeras oportunidades, árvores superiores, possivelmente, híbridos interespecíficos naturais, os quais foram perpetuados por processos vegetativos (CAMPINHOS, 1980 e IKEMORI, 1990). Esse processo tem sido utilizado continuamente por inúmeros programas de melhoramento de *Eucalyptus* no Brasil. Através dele a Empresa Aracruz obteve ganho tanto em crescimento como na qualidade da madeira (IKEMORI, 1990). Apesar do sucesso desse método é preciso salientar que ganhos adicionais só devem ser esperados se for conduzido um programa eficiente de melhoramento intra ou interpopulacional, visando aumentar a frequência dos alelos favoráveis e, conseqüentemente, a probabilidade de identificação de combinações genotípicas superiores.

Os métodos de melhoramento utilizados no *Eucalyptus* têm se restringido à seleção recorrente intrapopulacional. Apesar desses métodos receberem, em alguns casos, denominações especiais, em essência eles são os mesmos utilizados em outras plantas alógamas.

Um dos processos é denominado de Área de Produção de Sementes (APS). Como o próprio nome indica é uma área onde serão produzidas sementes para os próximos plantios. Nesses talhões é realizada seleção fenotípica dos indivíduos, portanto constitui-se numa área onde é realizada a seleção massal para os dois sexos (HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1983). Em muitas situações, essa seleção é realizada dentro de estratos pré-determinados constituindo-se assim num processo de seleção massal estratificada, como proposto para a cultura do milho por LONNQUIST (1964).

Um outro método intrapopulacional muito utilizado é a seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos. Em essência o processo é idêntico ao utilizado para outras plantas alogamas, principalmente o milho (PATERNIANI & MIRANDA FILHO, 1987). A diferença principal é com relação a condução do lote de recombinação. De acordo com o modo em que as progênies serão recombinadas as áreas recebem denominações especiais. Quando a recombinação das melhores progênies é realizada por semente, a denominação do lote de recombinação é Pomar de Sementes por Mudas (PSM). Quando a recombinação se processa através da propagação vegetativa das melhores árvores do ensaio de progênies, o processo é denominado de Pomar de Sementes Clonais (PSC).

2.3. Seleção com base em famílias de meios irmãos em *Eucalyptus*

A utilização de famílias de meios irmãos tem sido amplamente empregada no melhoramento de *Eucalyptus*, no Brasil. Nos experimentos de avaliação das famílias, a metodologia usada na condução dos experimentos é muito variável. Há variação quanto ao tamanho e forma das parcelas experimentais, o número de repetições, o número de progênies envolvidas, o número de locais e o tempo de avaliação de cada experimento, conforme verifica-se na Tabela 1.

No que se refere ao número de plantas por parcela, observa-se que ele variou de 3 a 24, sendo este último em condição de viveiro. Um número ideal de plantas em cada parcela depende de fatores ambientais e genéticos. Entre os fatores ambientais, a heterogeneidade do solo é o mais importante e muitos trabalhos utilizando principalmente ensaios em branco, foram realizados para várias espécies florestais (WRIGHT & FREELAND, 1959; BLAKE, 1959; WRIGHT, 1960; CRONCKLE, 1963 e SIMPLÍCIO, 1987).

Uma alternativa para determinar o tamanho de parcelas experimentais em plantas arbóreas, baseando-se no coeficiente de correlação intra-classe (r), entre árvores dentro de parcelas, foi proposta por GOMES (1984 e 1988). Baseados nestes trabalhos, GOMES & COUTO (1985), utilizando dados de experimentos de *Eucalyptus grandis*, verificaram que parcelas de quatro árvores, desde que com bordadura, seriam suficientes para obter bons resultados.

TABELA 1 - Experimentos conduzidos no Brasil utilizando-se progênies de meios irmãos de *Eucalyptus*.

Espécie	Idade	Nº de progênies	Delineamento	Nº de repetições	Nº plantas/ parcela	Nº de locais	Espaço-mento	Fonte
<i>E. citriodora</i>	1 mês	49	Látice 7x7	6	24	1	*	MARTINS, 1989
<i>E. citriodora</i>	2 meses	49	Látice 7x7	6	24	1	*	MARTINS, 1989
<i>E. citriodora</i>	3 meses	49	Látice 7xi	6	24	1	*	MARTINS, 1989
<i>E. citriodora</i>	4 meses	49	Látice 7x7	6	24	1	*	MARTINS, 1989
<i>E. citriodora</i>	5 meses	49	Látice 7x7	6	24	1	*	MARTINS, 1989
<i>E. citriodora</i>	6 meses	49	Látice 7x7	6	24	1	*	MARTINS, 1989
<i>E. grandis</i>	6 meses	124	DBC	5	3	2	3x2 m	BORGES, 1980
<i>E. urophylla</i>	6 meses	42	Blocos fan. compactas	3	10	1	3x2 m	PINTO JR, 1984
<i>E. urophylla</i>	12 meses	42	Blocos fan. compactas	3	10	4	3x2 m	PINTO JR, 1984
<i>E. grandis</i>	12 meses	45	Látice 9x9	3	10	1	3x3 m	KIKUTI, 1988
<i>E. grandis</i>	12 meses	82	DBC	10	3	1	5x4 m	ASSIS, 1980
<i>E. grandis</i>	12 meses	82	DBC	10	3	1	5x4 m	ASSIS, 1980
<i>E. grandis</i>	12 meses	82	DBC	10	3	1	5x4 m	ASSIS, 1980
<i>E. saligna</i>	15 meses	169	Látice 13x13	4	9	1	3x1 m	PATINO VALERA, 1986
<i>E. grandis</i>	18 meses	124	DBC	5	3	2	3x2 m	BORGES, 1980
<i>E. grandis</i>	18 meses	45	Látice 9x9	3	10	1	3x3 m	KIKUTI, 1988
<i>E. grandis</i>	24 meses	54	Látice 8x8	3	10	3	3x2 m	KAGEYAMA, 1980
<i>E. urophylla</i>	24 meses	42	Blocos fan. compactas	3	10	4	3x2 m	PINTO JR, 1984
<i>E. grandis</i>	24 meses	45	Látice 9x9	3	10	1	3x3 m	KIKUTI, 1988
<i>E. saligna</i>	24 meses	36	Látice 6x6	3	10	1	3x2 m	HAMIKAWA et alii, 1986
<i>E. saligna</i>	26 meses	169	Látice 13x13	4	9	1	3x2 m	PATINO VALERA, 1986
<i>E. saligna</i>	26 meses	169	Látice 13x13	4	9	1	3x1 m	PATINO VALERA, 1986
<i>E. camaldulensis</i>	27 meses	17	DIC	8	10	1	3x1,5m	SILVA, 1990
<i>E. camaldulensis</i>	27 meses	17	DIC	8	10	1	3x2,0m	SILVA, 1990
<i>E. camaldulensis</i>	27 meses	17	DIC	8	10	1	3x3,0m	SILVA, 1990
<i>E. grandis</i>	30 meses	45	Látice 9x9	3	10	1	3x3 m	KIKUTI, 1988
<i>E. grandis</i>	30 meses	124	DBC	5	3	2	3x2 m	BORGES, 1980
<i>E. saligna</i>	32 meses	169	Látice 13x13	4	9	1	3x2 m	PATINO VALERA, 1986
<i>E. saligna</i>	32 meses	169	Látice 13x13	4	9	1	3x1 m	PATINO VALERA, 1986
<i>E. urophylla</i>	36 meses	42	Blocos fan. compactas	3	10	4	3x2 m	PINTO JR, 1984
<i>E. saligna</i>	36 meses	61	Látice 9x9	3	10	2	3x2 m	MORI et alii, 1986
<i>E. cloeziana</i>	36 meses	11	DBC	9	4	1	3x2 m	ASSIS et alii, 1983a
<i>E. paniculata</i>	36 meses	60	DIC	10	4	1	3x2 m	ASSIS et alii, 1983b
<i>E. grandis</i>	44 meses	19	DBC	3	20	1	3x2 m	MENCK & KAGEYAMA, 1986
<i>E. saligna</i>	48 meses	36	Látice 6x6	3	10	1	3x2 m	HAMIKAWA et alii, 1986
<i>E. grandis</i>	48 meses	84	DBC	10	3	1	5x4 m	ASSIS et alii, 1983c
<i>E. grandis</i>	48 meses	84	DBC	10	3	1	5x4 m	ASSIS et alii, 1983c
<i>E. saligna</i>	72 meses	36	Látice 6x6	3	10	1	3x2 m	HAMIKAWA et alii, 1986
<i>E. pyrocarpa</i>	82 meses	100	Látice 10x10	3	5	1	2x1,5 m	GORGULHO, 1990
<i>E. pyrocarpa</i>	82 meses	100	Látice 10x10	3	5	1	3x1,5 m	GORGULHO, 1990
<i>E. pyrocarpa</i>	82 meses	100	Látice 10x10	3	5	1	3x2 m	GORGULHO, 1990
<i>E. grandis</i>	84 meses	64	Látice 8x8	3	10	3	3x2 m	MORAES, 1987
<i>E. urophylla</i>	84 meses	30	Blocos fan. compactas	3	10	4	3x2 m	MORI et alii, 1986

* Experimentos conduzidos no viveiro.

DBC - Delineamento de blocos casualizados

DBI - Delineamento inteiramente casualizado

No estudo dos fatores genéticos influenciando o tamanho das parcelas devem ser observados dois aspectos. O primeiro refere-se ao número mínimo de plantas que possibilite estimar a variação dentro das progênies. Assim, se esse número é muito pequeno pode-se incorrer em erros expressivos na estimativa da variância dentro. Já o segundo está relacionado com um número de plantas que represente a progênie. Se for empregado um número pequeno de plantas por parcela e também de repetições, o desempenho médio obtido provavelmente não vai representar a progênie. Infelizmente, no caso de *Eucalyptus*, são escassas as informações a esse respeito.

Em relação ao número de repetições, quanto maior for este, melhor a eficiência do experimento. Para isso, basta observar a expressão que fornece o erro padrão da média (σ/\sqrt{r}), onde σ é o desvio padrão residual a nível de parcela e r o número de repetições. Assim, maior precisão das médias, evidentemente pode ser obtida quanto maior for o r (COCHRAN & COX, 1966 e MIRANDA FILHO, 1987). Contudo, é importante considerar que o número de repetições está diretamente relacionado com o tamanho da parcela, onde, na maioria dos casos, os coeficientes de variação decrescem em função inversa do tamanho da parcela (GOMES, 1984). No entanto, essa diminuição não é proporcional ao aumento do tamanho da parcela (LE CLERG, 1967) e pouco ganho em precisão é obtido com o incremento no tamanho de unidades experimentais já bastante grandes.

Por outro lado, o aumento indiscriminado do número de repetições, acarreta em uma maior área experimental, com reflexo no

custo de condução do experimento, sem haver um aumento proporcional na precisão. Além do mais, as repetições podem limitar o número de progênies a serem avaliadas, pois, considerando que a área experimental é geralmente fixa, e que o número de tratamentos reflete a necessidade do pesquisador, uma adequada combinação do número de repetições e tamanho de parcelas deve ser usada de modo a explorar ao máximo a variabilidade sem, contudo, prejudicar a precisão da avaliação e das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos que podem ser obtidos (VOYSEST, 1985 e CHAVES, 1985). Dentro desse contexto, vários trabalhos publicados têm demonstrado que o aumento do número de repetições parece ser mais eficiente do que o aumento do tamanho da parcela, no sentido de elevar a precisão experimental, pois o coeficiente de variação é mais influenciado pelo primeiro do que pelo último (HATHEWAY, 1961; LE CLERG, 1967; CALZADA BENZA, 1965 e STORCK, 1979). Isto é especialmente importante no caso de espécies florestais, onde via de regra os CV's são relativamente altos e variam em função do caráter em estudo, da espécie, tipo de experimento, da idade de avaliação do material genético e do número de repetições utilizado (GARCIA, 1989).

Quanto ao número de progênies envolvidas nos experimentos, observe que este variou de 11 a 169 (Tabela 1). É possível inferir que, de um modo geral, esse número é pequeno, principalmente se comparado ao que normalmente é empregado com a cultura do milho (RAMALHO, 1977 e CHAVES, 1985). O uso de pequeno número de progênies, entre outros efeitos, não permite explorar com

intensidade a variabilidade genética disponível. Esse problema é bastante sério em plantas perenes, como o eucalipto, uma vez que o resultado de cada ciclo seletivo é muito demorado e evidentemente tem que se explorar ao máximo a variabilidade. Além do mais, a utilização de um pequeno número de progênies limita a utilização de uma forte intensidade de seleção. Isso porque haveria uma redução drástica no tamanho efetivo populacional, podendo levar a perda de alelos favoráveis e/ou a fixação de alelos indesejáveis, riscos de depressão por endogamia e perda de vigor, comprometendo o resultado da seleção a longo prazo (VENCOVSKY, 1987; FALCONER, 1987 e ODA et alii, 1990). Contudo, o número de progênies ideal, num programa de melhoramento, dependerá do rigor com o qual o melhorista quer ou pode trabalhar. De qualquer maneira, este número deve ser tal, que permita representar a população que está sendo avaliada, para que se possa obter inferências que correspondam à mesma.

Considerando uma área experimental fixa, deve-se procurar a melhor combinação do número de plantas por parcela, de repetições e de progênies para se obter a máxima eficiência com a seleção. De um modo geral, quanto maior o número de progênies, maior a eficiência do processo seletivo, pelas razões já apresentadas. Do mesmo modo, o número de plantas por parcela, dentro de certos limites, pode ser sacrificado em detrimento de um maior número de repetições (CHAVES, 1985).

A interação das progênies com o ambiente é um fator que pode limitar o sucesso do programa de seleção recorrente. Desse modo, é desejável que as progênies sejam avaliadas em mais de um

local, o que possibilita estimar a interação progênies x ambiente e, ao mesmo tempo, se ela for expressiva, procurar seleccionar materiais específicos para cada local. Assim procedendo, o melhorista estará utilizando a interação visando a melhoria do seu processo seletivo. Na Tabela 1, constata-se que, na maioria dos casos, as progênies de *Eucalyptus* têm sido avaliadas, em apenas um local, o que impede a estimativa da interação, pois os componentes da variância genética e da interação são confundidos e não podem ser separados, o que pode conduzir a uma superestimativa do ganho na seleção, principalmente quando o material vai ser plantado em local diferente daquele testado (ZOBEL & TALBERT, 1984). Além do mais, quando se realiza a avaliação em apenas um local e se deseja extrapolar para outros locais e ocorre interação genótipo por ambiente, há redução no sucesso da seleção em relação à que seria obtida se ela fosse realizada para todos os locais. Nesse contexto, MORI et alii (1990), estudando experimentos de *Eucalyptus urophylla* em quatro localidades, observaram que caso não fosse considerada a interação de progênies x ambientes, as perdas nos ganhos genéticos seriam de 26,79% para volume cilíndrico, 15,74% para diâmetro à altura do peito (DAP) e 8,14% para altura das plantas.

Em muitas espécies alógamas, como o milho por exemplo, a avaliação de progênies de meios irmãos em vários ambientes é limitada pela pequena disponibilidade de sementes, já que se dispõe apenas das sementes de uma espiga. Contudo, no caso de *Eucalyptus* isso não será um fator limitante dada a grande quantidade de sementes que uma árvore normalmente produz, possibilitando assim a

avaliação das progênies em diversos ambientes, o que pode tornar o processo mais eficiente, sobretudo nos casos em que a interação for expressiva, permitindo a identificação de progênies específicas para cada ambiente.

A estimativa da interação, pode ser decomposta em duas partes (VENCovsky, 1987). A primeira parte é devido à diferença na manifestação da variabilidade genética entre as progênies dentro de cada ambiente, é a parte simples da interação. Já a segunda, denominada de complexa, será alta quando a estimativa da correlação do desempenho médio das progênies nos dois ambientes for baixa. Como se constata, a parte complexa tem reflexo no resultado da seleção. Uma baixa correlação, significa que as progênies superiores em um dos ambientes não serão as mesmas no outro. Tem sido constatado, contudo, que mesmo a correlação sendo alta, próxima de um, ao contrário do esperado, a estimativa da parte complexa da interação na decomposição apresentada por VENCovsky (1987), tem se apresentado muito expressiva (ANDRADE, 1991).

Um outro aspecto verificado diz respeito à idade das plantas quando avaliadas. Na maioria dos casos, as avaliações de progênies conduzidas no Brasil, têm sido efetuadas em plantas jovens. Em apenas três casos relatados a avaliação foi realizada em idade de corte (Tabela 1). Em trabalho utilizando *E. grandis*, KAGEYAMA (1983) estimou a correlação genética entre progênies com idade variando de 1 a 5 anos, constatou que a correlação do primeiro com o último ano foi baixa para altura ($r = 0,55$), porém entre 2 e 5 anos houve um aumento expressivo ($r = 0,95$). Desse

modo, o desempenho das plantas com dois anos foi representativo do que ocorre com 5 anos, indicando que nesse caso a seleção precoce seria eficiente.

Já MARTINS (1989), estudando mudas de *E. citriodora* até os 6 meses de idade, em condição de viveiro, constatou para altura, correlações fenotípicas e genotípicas positivas e, em geral, próximas de 1.0, para todas as idades de avaliação, em relação ao sexto mês, à exceção do primeiro mês, onde essas correlações foram negativas. Para o diâmetro as correlações também foram positivas, sendo que os níveis de correlação fenotípica foram sempre inferiores aos de correlação genotípica, indicando que os componentes genéticos contribuíram mais que os ambientais. Contudo, faz-se necessário o acompanhamento das avaliações em condições de campo e principalmente na idade de corte, pois caso se confirmem os resultados obtidos por KAGEYAMA (1983) e MARTINS (1989), muito se ganhará com a redução do tempo nos programas de melhoramento de espécies florestais no Brasil.

2.4. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos no melhoramento de *Eucalyptus*

As estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos têm importância fundamental, pois permitem que os melhoristas orientem os seus trabalhos e tornem o programa de melhoramento mais eficiente. Essas estimativas são especialmente importantes no caso

de plantas perenes, como é a cultura do eucalipto, onde cada ciclo seletivo é muito demorado e conseqüentemente tem-se que adotar a estratégia que possibilite o maior ganho possível (KAGEYAMA, 1980).

Dentre os parâmetros genéticos de maior interesse estão as variâncias genéticas e seus componentes aditivos e não aditivos, as variâncias de interação progênie x ambiente, a herdabilidade, o ganho esperado com a seleção e os coeficientes de correlação entre as características (ROBINSON & COCKERHAM, 1965).

A obtenção desses parâmetros pode ser realizada utilizando alguns procedimentos que são detalhados por HALLAUER & MIRANDA FILHO (1983) e envolve entre outros os delineamentos especiais propostos por COMSTOCK & ROBINSON (1948), os cruzamentos dialélicos e o uso de experimentos de seleção (Testes de progênies). No caso específico da cultura do eucalipto, o que tem sido mais utilizado, especialmente no Brasil, são os experimentos de seleção utilizando famílias de meios irmãos. Isto se justifica pela facilidade de instalação e condução de ensaio (KAGEYAMA, 1980). Como entre famílias de meios irmãos ocorre 1/4 da variância genética aditiva é possível estimar vários parâmetros importantes para os melhoristas. Detalhes sobre a metodologia visando obter essas estimativas são apresentados por VENCOSKY (1987) e GORGULHO (1990).

Um levantamento de algumas dessas estimativas, obtidas com a cultura do eucalipto, para altura, diâmetro à altura do peito e volume, são apresentadas na Tabela 2. Deve ser salientado que os dados relacionados envolvem diferentes espécies, locais de condução dos experimentos, idade das plantas, número de progênies, tamanho

de parcelas e sistema de manejo, o que, evidentemente, dificulta a comparação entre elas, mas já permitem fornecer algumas informações importantes.

A precisão experimental avaliada através do coeficiente de variação (CV%) foi relativamente boa. Para a altura os valores obtidos variaram de 3,4% a 31,9%, com uma média de 10,63%. Para o diâmetro esses valores foram de 0,2% a 21,4%, com uma média de 9,31%. Esses valores médios são classificados como de magnitude média segundo o critério apresentado por GARCIA (1989). No caso de volume as estimativas de coeficiente da variação embora em menor número, mostram que elas foram ligeiramente maiores.

A variância genética aditiva é o componente mais importante da variância genética total, pois é a principal causa da semelhança entre indivíduos quando se utiliza famílias de meios irmãos e, conseqüentemente, é a que pode ser fixada com a seleção (FALCONER, 1987). As estimativas da variância genética aditiva, em média, foram de 1,90 (m/planta)², 1,46 (cm/planta)² e 0,02 (m³/planta)², para altura, diâmetro e volume, respectivamente. Como se observa na Tabela 2 há uma ampla variação nas estimativas de σ^2_A para um mesmo caráter. Essa variação ocorre em função da variabilidade genética liberada pelas progênies das diferentes populações e espécies. Varia também em função das condições ambientais, diferenças na competição dentro das parcelas e idade das plantas, entre outros fatores (KAGEYAMA, 1980 e MARTINS, 1989). Desse modo as comparações de σ^2_A devem ser tomadas com restrições.

TABELA 2 - Estimativas de herdabilidade, variância genética aditiva e coeficiente de variação experimental para as características de crescimento em progênies de meios irmãos de *Eucalyptus*.

Espécie	Altura		Diâmetro		Volume		Fonte
	$\hat{\sigma}^2_A$	h^2	CVX	$\hat{\sigma}^2_A$	h^2	CVX	
E. citriodora	0,99	0,84	10,3	0,02	0,67	9,9	MARTINS, 1989
E. citriodora	3,39	0,84	8,5	0,03	0,73	7,4	MARTINS, 1989
E. citriodora	5,36	0,85	7,61	0,02	0,63	5,2	MARTINS, 1989
E. citriodora	6,21	0,86	6,4	0,02	0,60	6,7	MARTINS, 1989
E. citriodora	6,98	0,86	5,9	0,04	0,77	5,9	MARTINS, 1989
E. citriodora	6,72	0,88	5,2	0,04	0,77	5,9	MARTINS, 1989
E. grandis	0,04	0,37	16,7	0,04	0,44	21,4	BORGES, 1980
E. urophylla	0,03	0,52	6,3	0,04	0,44	21,4	PATINO VALERA, 1986
E. urophylla	0,21	0,68	11,4	0,05	0,53	11,4	BORGES, 1980
E. grandis	0,13	0,61	12,9	0,21	0,54	20,50	PINTO JR., 1984
E. grandis	0,17	0,70	13,7	0,50	0,67*	15,6	KIKUTI, 1988
E. grandis	0,84	0,66	13,9	9,10	0,64*	16,8	ASSIS, 1980
E. grandis	0,43	0,50	13,9	10,26	0,67*	16,8	ASSIS, 1980
E. saligna	0,27	0,52	17,9	0,75	0,44	21,4	ASSIS, 1980
E. grandis	0,62	0,52	17,9	0,75	0,44	21,4	PATINO VALERA, 1986
E. grandis	0,09	0,43	17,9	0,06	0,39	10,8	BORGES, 1980
E. grandis	0,39	0,59	8,5	0,22	0,39	10,8	BORGES, 1980
E. grandis	0,54	0,59	8,5	0,22	0,39	10,8	BORGES, 1980
E. grandis	0,69	0,64	8,5	0,50	0,52	11,3	KIKUTI, 1988
E. grandis	0,13	0,40	3,63	0,20	0,52	11,3	KIKUTI, 1988
E. saligna	0,70	0,57	9,7	0,43	0,62	5,21	KIKUTI, 1988
E. saligna	0,57	0,48	9,7	0,56	0,56	11,30	NAKAWA et al., 1986
E. camaldulensis	1,16	0,86	10,2	0,31	0,45	19,3	PATINO VALERA, 1986
E. camaldulensis	1,29	0,89	10,4	0,41	0,81	8,2	PATINO VALERA, 1986
E. camaldulensis	1,18	0,84	10,4	0,38	0,84	6,8	SILVA, 1990
E. grandis	0,87	0,84	10,4	0,47	0,77	9,2	SILVA, 1990
E. grandis	0,95	0,85	10,4	0,85	0,77	9,2	SILVA, 1990
E. grandis	2,55	0,54	16,8	2,56	0,71	4,1	KIKUTI, 1988
E. saligna	0,95	0,59	9,1	2,79	0,59	20,6	SILVA, 1990
E. saligna	0,62	0,42	7,5	0,43	0,45	12,6	BORGES, 1980
E. urophylla	1,14	0,57	10,80	0,98	0,51	23,0	PATINO VALERA, 1986
E. saligna	1,26	0,60	11,05	1,58	0,51	12,3	PATINO VALERA, 1986
E. paniculata	1,11	0,50	23,8	1,26	0,72	8,91	PINTO JR., 1984
E. grandis	1,96	0,50	31,9	1,51	0,78*	0,2	MORI et al., 1985
E. grandis	1,59	0,24	5,0	1,00	0,61*	0,3	ASSIS et al., 1983a
E. grandis	3,95	0,67	5,98	1,07	0,56	5,9	ASSIS et al., 1983b
E. grandis	6,92	0,74	22,0	6,6x10 ⁻³	0,86	14,80	MORI et al., 1985
E. saligna	2,34	0,47	18,0	0,01	0,86	56,0	NAKAWA et al., 1986
E. pyrocarpa	5,76	0,59	5,64	3,65	0,86	56,0	ASSIS et al., 1983c
E. pyrocarpa	5,22	0,58	9,6	4,57	0,77	42,0	ASSIS et al., 1983c
E. grandis	3,65	0,57	9,21	5,20	0,62	13,07	NAKAWA et al., 1986
E. urophylla	1,09	0,45	6,2	5,17	0,64	4,66	GORGULHO, 1991
E. urophylla	2,41	0,34	9,4	5,48	0,56	3,50	GORGULHO, 1991
Med: a	1,90	0,63	10,63	1,46	0,62	20,7	MORAES, 1987
Med: b	3,26	0,62	9,31	6,52	0,48	29,0	MORI et al., 1986
Med: c	2,41	0,62	9,31	6,52	0,48	25,09	MORI et al., 1986

$\hat{\sigma}^2_A$: Variância genética aditiva;

h^2 : Herdabilidade no sentido restrito ao nível de médias de progênes;

CVX: Coeficiente de variação em percentagem;

* Circunferência a altura do peito.

A estimativa de herdabilidade no sentido restrito (h^2), mede a proporção da variância genética aditiva em relação a variância fenotípica total (FALCONER, 1987). Em outras palavras, ela mede a confiabilidade do valor fenotípico como indicador do valor reprodutivo, permitindo antever a possibilidade de sucesso com a seleção. Depreende-se que as estimativas de h^2 irão variar em função da quantidade de variância genética aditiva disponível e também das variações na variância fenotípica advinda principalmente da precisão experimental. Assim, uma estimativa de h^2 só será válida para uma determinada população e nas condições em que o material foi avaliado. No caso das estimativas de h^2 de espécies florestais, essas variam também com a idade das árvores quando da avaliação, principalmente para características de crescimento. Segundo FRANKLIN (1979), as estimativas de h^2 para estas características podem ser inicialmente altas e decrescer com a idade em função da maior competição entre plantas adultas e posteriormente crescer quando o povoamento atingir a estabilização. Para KAGEYAMA (1983) a diminuição da h^2 com a idade poderia ser explicada tanto pela diminuição da quantidade de variância genética como pelo aumento da variância fenotípica, assim como a estabilização da variância entre progênies e uma diminuição da variância do erro com conseqüente decréscimo da variância fenotípica, podem provocar o aumento da herdabilidade (PINTO JR., 1984).

Considerando esses aspectos, constata-se na Tabela 2, que os valores de h^2 para altura são maiores do que para o diâmetro e

volume, confirmando os resultados obtidos por diversos pesquisadores citados por KAGEYAMA (1980). As estimativas de h^2 evidenciam que há possibilidade de sucesso com a seleção tanto para altura, como para diâmetro e volume, haja vista que as h^2 médias para as três características foram, respectivamente 0,63; 0,62 e 0,48. Esses resultados são, até certo ponto, esperados, uma vez que essas espécies não foram submetidas à seleção artificial no seu local de origem e, no Brasil, a maioria delas não foi submetida a nenhum ciclo seletivo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido utilizando-se informações de ensaios de progênies de *Eucalyptus camaldulensis*, gentilmente cedidas pela MANNESMANN Fi-EI FLORESTAL LTDA. (MAFLA), ensaios estes que integram o programa de melhoramento genético do gênero *Eucalyptus* na Empresa.

3.1. Localização das áreas experimentais

Os ensaios de progênies estão instalados em três áreas experimentais pertencentes à MAFLA, localizadas ao Noroeste do Estado de Minas Gerais, nos municípios de Pirapora, Presidente Olegário e João Pinheiro. Os dados das Tabelas 3 e 4 caracterizam as áreas onde foram instalados os experimentos.

TABELA 3 - Características dos locais dos ensaios de proletoes de *Eucalyptus**camaldulensis*.

Características	Pirapora-MG	Presidente Olegário-MG	Fazenda Patagônia	Fazenda Brejão
Latitude (S)	17°30'	17°40'	17°40'	19°00'
Longitude (W)	47°25'	46°32'	46°32'	45°50'
Altitude (m)	820	500	500	500
Precipitação média anual (mm)	1181	1346	1346	1253
Temperatura °C				
mínima anual	18	17	17	18
máxima anual	26	25	25	26
Deficit hídrico (mm)	50-130	30-90	30-90	70-140

TABELA 4 - Análises físico-químicas nos solos dos locais de experimentação.

Local	Área	total (%)	Silte (%)	Argila (%)	Densidade aparente (g/cm ³)	Eq mg/100g de solo				pH	M.O. (%)	K (%)	P (%)
						Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	S	Al ⁺⁺⁺				
Fazenda Jacurutu	88,87	0,0	11,13	0,00	0,08	0,08	21,84	0,75	0,8	0,40	13	1,55	
Fazenda Patagônia	84,8	1,40	13,80	0,00	0,15	0,09	0,0	0,70	4,8	1,23	25	3,04	
Fazenda Brejão	58,42	17,34	24,22	0,00	0,26	0,12	0,0	1,06	4,9	1,03	54	0,58	

Fonte: MAHNESMANN FIEI FLORESTAL LTDA., 1990.
 Amostrado até a profundidade de 20 centímetros.

3.2. Material genético

O material para estudo constituiu-se de 100 progênies de polinização aberta de *Eucalyptus camaldulensis*, oriundas de cinco procedências australianas. A relação das procedências e o seu respectivo número de progênies está apresentada na Tabela 5.

TABELA 5 - Especificação do material utilizado nos três locais e respectivas localizações geográficas das procedências.

Procedências	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Nº de progênies
Katherine - NT	14°36'-15°04'S	131°45'-132°08'E	120	21
W. of Mount Carbine - QLD	16°24'-16°30'S	144°45'-145°01'E	300-450	14
Kennedy River - QLD	15°34'S	144°02'E	140	28
Eccles Creek - QLD	17°14'S	145°00'E	460	9
Walsh River - QLD	17°10'-17°59'S	144°58'-144°59'E	440-480	30
Total de progênies				100

3.3. Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi de blocos de famílias compactas - Compact Family Blocks - (PANSE & SUKTAME, 1964). com oito repetições. As parcelas constituem-se de uma linha de seis plantas.

3.4. Condução dos ensaios

Os ensaios foram implantados em dezembro de 1988. O espaçamento de plantio foi de 3,0 x 2,0 metros. A adubação no plantio, para as Fazendas Jacurutu e Brejão constituiu-se de 1200 kg/ha de fosfato natural de Araxá, 100 g de gesso/cova e 67 g de NPK da fórmula 08-28-06 por cova, enquanto na Fazenda Patagônia aplicou-se 600 kg/ha de fosfato natural de Araxá, mantendo-se a mesma quantidade de gesso e NPK por cova.

3.5. Dados coletados

Em maio de 1990, portanto com a idade de 17 meses foram coletados os seguintes dados:

- Altura das plantas: as medidas foram realizadas por planta, utilizando-se régua graduada;
- Circunferência à altura do peito (CAP): as medidas também foram efetuadas ao nível de plantas individuais, usando-se fita métrica.

3.6. Análise estatística dos dados

Apesar dos experimentos terem sido implantados seguindo o delineamento de blocos de famílias compactas, as análises de

variância foram realizadas segundo o esquema de blocos casualizados como efetuado por PINTO JR. (1984) e TORGGLER (1987).

Inicialmente foram realizadas análises de variância por experimento e posteriormente foi feita a análise conjunta. O esquema das análises individuais, com as respectivas esperanças dos quadrados médios considerando todos os efeitos como aleatórios, exceto a média, está apresentado na Tabela 6, e foi fundamentado no seguinte modelo matemático:

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

sendo:

- Y_{ijk} : observação da planta k , da progênie i na repetição j ;
- m : média geral, fixa, portanto $\epsilon(\mu) = \mu$ e $\epsilon(\mu^2) = \mu^2$;
- p_i : efeito da progênie i ($i = 1, 2, 3 \dots, 100$), aleatório, portanto $\epsilon(p_i) = 0$ e $\epsilon(p_i^2) = \sigma_p^2$;
- b_j : efeito da repetição j ($j = 1, 2, \dots, 8$), aleatório, portanto $\epsilon(b_j) = 0$ e $\epsilon(b_j^2) = \sigma_b^2$;
- $e_{(ij)}$: erro experimental associado à progênie i na repetição j , $e_{(ij)} \cap N(0, \sigma^2)$, isto é: $\epsilon[e_{(ij)}] = 0$ e $\epsilon[e_{(ij)}^2] = \sigma_e^2$;
- $d_{(ijk)}$: efeito entre plantas dentro de parcelas, associado ao indivíduo k da progênie i na repetição j , ($k = 1, 2, \dots, 6$); $d_{(ijk)} \cap N(0, \sigma_d^2)$, isto é: $\epsilon[d_{(ijk)}] = 0$ e $\epsilon[d_{(ijk)}^2] = \sigma_d^2$

A análise conjunta, cujo esquema é apresentado na Tabela 6, foi realizada considerando-se todos os fatores como aleatórios, exceto a média, baseando-se no seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijtk} = m + p_i + l_t + b_j(t) + (pl)_{it} + e_{(ijt)} + d_{(ijtk)}$$

sendo:

- Y_{ijtk} : observação na planta k, da progênie i, na repetição j, dentro do local t;
- m : média geral, fixa, portanto $\epsilon(\mu) = \mu$ e $\epsilon(\mu^2) = \mu^2$;
- R_i : efeito da progênie i, aleatório, portanto $\epsilon(p_i) = 0$ e $\epsilon(p_i^2) = \sigma_p^2$;
- l_t : efeito do local t, ($t = 1, 2, 3$), aleatório, portanto $\epsilon(l_t) = 0$ e $\epsilon(l_t^2) = \sigma_l^2$;
- $b_j(t)$: efeito da repetição j, dentro do local t, aleatório, portanto $\epsilon(b_j) = 0$ e $\epsilon(b_j^2) = \sigma_b^2$;
- $(pl)_{it}$: efeito da interação da progênie i com o local t, aleatório, portanto $\epsilon[(pl)_{it}] = 0$ e $\epsilon[(pl)_{it}^2] = \sigma_{pl}^2$;
- $e_{(ijt)}$: efeito do erro experimental médio, associado à progênie i na repetição j no total t, $e_{(ijt)} \cap N(0, \sigma^2)$, $\epsilon[e_{(ijt)}] = 0$ e $\epsilon[e_{(ijt)}^2] = \sigma_e^2$;
- $d_{(ijtk)}$: efeito entre plantas dentro de parcelas, associado ao indivíduo k da progênie i na repetição j do local t; $d_{(ijtk)} \cap N(0, \sigma^2)$, isto é: $\epsilon[d_{(ijtk)}^2] = \sigma_d^2$

TABELA 6 - Esquema das análises de variância para cada local e conjunta, ao nível de indivíduo.

FV	GL	QM	E(QM)
Análise por local			
Repetições	$r - 1$	-	-
Progênes	$p - 1$	Q_{1t}	$\sigma_{d_t}^2 + k\sigma_{e_t}^2 + kr\sigma_{p_t}^2$
Erro	$(r - 1)(p - 1)$	Q_{2t}	$\sigma_{d_t}^2 + k\sigma_{e_t}^2$
Dentro	$p \times r (k - 1)$	Q_{3t}	$\sigma_{d_t}^2$
Análise conjunta			
Locais	$l - 1$	-	-
Repetições/locais	$l(r - 1)$	-	-
Progênes	$p - 1$	Q_4	$\sigma_d^2 + k\sigma_e^2 + kr\sigma_{p1}^2 + kr1\sigma_p^2$
Progênes x locais	$(p - 1)(l - 1)$	Q_5	$\sigma_d^2 + k\sigma_e^2 + kr\sigma_{p1}^2$
Erro médio	$l(p - 1)(r - 1)$	Q_6	$\sigma_d^2 + k\sigma_e^2$
Dentro	$p \times r \times l (k - 1)$	Q_7	σ_d^2

onde:

$\hat{\sigma}_{p_t}^2$, $\hat{\sigma}_p^2$: variância genética entre progênes de meios irmãos no local t e conjunta;

$\hat{\sigma}_{e_t}^2$, $\hat{\sigma}_e^2$: variância ambiental entre parcelas no local t e conjunta;

$\hat{\sigma}_{d_t}^2$, $\hat{\sigma}_d^2$: variância fenotípica entre plantas dentro de parcelas no local t e conjunta;

$\hat{\sigma}_{p1}^2$: variância da interação progênes x locais;

p ; r ; k e l : número de progênes; repetições, plantas por parcela e locais, respectivamente.

- Decomposição da interação progênie x local

Com o objetivo de avaliar o componente de interação de progênie x local ($\hat{\sigma}_{p1}^2$), foi realizada análise de variância conjunta dos locais dois a dois, e desdobrada a interação segundo a equação apresentada por VENCOSKY (1987):

$$\sigma_{p1}^2 = \frac{1}{2} (\sigma_{p1} - \sigma_{p2})^2 + \sigma_{p1} \sigma_{p2} [1 - r_{G(1,2)}]$$

sendo:

σ_{p1} e σ_{p2} : desvio padrão genético entre progênie nos locais 1 e 2;

$r_{G(1,2)}$: é a correlação genética entre o desempenho médio das progênie nos locais 1 e 2, e foi obtida pela seguinte expressão:

$$r_{G(1,2)} = \frac{COV_{G(1,2)}}{\sqrt{\sigma_{p1}^2 \sigma_{p2}^2}}$$

onde:

$COV_{G(1,2)}$: é a covariância genética entre progênie nos locais 1 e 2;

$\hat{\sigma}_{p1}^2$, $\hat{\sigma}_{p2}^2$: variâncias genéticas entre progênie nos locais 1 e 2.

3.7. Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos

A partir das esperanças dos quadrados médios (Tabela 6) foram obtidas as estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos (Tabelas 7 e 8), utilizando procedimento semelhante aos apresentados por VENCOVSKY (1987) e GORGULHO (1990).

3.8. Estimativas do progresso esperado com a seleção

As estimativas do progresso esperado com a seleção (GS) entre médias de progênies de meios irmãos, para cada característica por experimento e em conjunto, foram obtidas através das seguintes expressões, conforme apresentado por VENCOVSKY (1987).

$$GS = i \frac{(1/4)\sigma_{A_t}^2}{\sqrt{\sigma_{F_t}^2}} \quad GS = i \frac{(1/4)\sigma_A^2}{\sqrt{\sigma_F^2}} \quad GS(\%) = \frac{GS}{\bar{m}} \times 100$$

onde:

i : é o diferencial de seleção estandardizado; sendo um valor tabelado em função da intensidade de seleção adotada (FALCONER, 1987);

$\hat{\sigma}_{A_t}^2$, $\hat{\sigma}_A^2$: variâncias genéticas aditivas no local t e na análise conjunta;

$\hat{\sigma}_{F_t}^2$, $\hat{\sigma}_F^2$: variâncias fenotípicas entre médias de progênies no local t e na análise conjunta;

\bar{m} : média da característica.

TABELA 7 - Estimativas dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos e fenotípicos por local.

Estimativas	Expressões para as estimativas	
$[\hat{\sigma}_{p_t}^2]$	Variância genética entre progênies de meios irmãos por local	$(Q_{1_t} - Q_{2_t})/kr$
$[\hat{s}[\hat{\sigma}_{p_t}^2]]$	Erro associado à estimativa de $\sigma_{p_t}^2$	$\left[\frac{2}{K^2 r^2} \left[\frac{Q_{1_t}^2}{n_1+2} + \frac{Q_{2_t}^2}{n_2+2} \right] \right]^{\frac{1}{2}}$
$[\hat{\sigma}_{A_t}^2]$	Variância genética aditiva por local	$4[(Q_{1_t} - Q_{2_t})/kr]$
$[\hat{s}[\hat{\sigma}_{A_t}^2]]$	Erro associado à estimativa de $\sigma_{A_t}^2$	$4 \left[\frac{2}{K^2 r^2} \left[\frac{Q_{1_t}^2}{n_1+2} + \frac{Q_{2_t}^2}{n_2+2} \right] \right]^{\frac{1}{2}}$
$[\hat{\sigma}_{F_t}^2]$	Variância fenotípica entre médias de progênies no local t	Q_{1_t}/kr
$[\hat{\sigma}_{e_t}^2]$	Variância ambiental entre parcelas, no local t	$\frac{Q_{2_t} - Q_{3_t}}{k}$
$[\hat{\sigma}_{d_t}^2]$	variância fenotípica entre plantas dentro de parcelas, por local	Q_{3_t}
$[h_p^2]$	Herdabilidade no sentido restrito ao nível de plantas individuais, dentro do bloco por local	$\sigma_{A_t}^2 / [\sigma_{p_t}^2 + \sigma_{e_t}^2 + \sigma_{d_t}^2]$
$[h_{m_t}^2]$	Herdabilidade no sentido restrito entre médias de progênies, por local	$(Q_{1_t} - Q_{2_t})/Q_{1_t}$
$[CVg_t]$	Coefficiente de variação genética, por local	$[(Q_{1_t} - Q_{2_t})/kr]^{\frac{1}{2}} / m \times 100$
$[Cve_t]$	Coefficiente de variação ambiental, por local	$[Q_2/k]^{\frac{1}{2}} / m \times 100$

onde:

n_1 : graus de liberdade para progênies no local t;

n_2 : graus de liberdade do erro experimental.

TABELA 8 - Estimativas dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos e fenotípicos da análise conjunta.

Estimativas	Expressões para as estimativas	
$[\hat{\sigma}_p^2]$	Variância genética entre progênies de meios irmãos	$(Q_4 - Q_5) / kr$
$[\hat{s}(\hat{\sigma}_p^2)]$	Erro associado à estimativa de σ_p^2	$\left[\frac{2}{k^2 r^2 \gamma^2} \left[\frac{Q_4^2}{n_4 + 2} + \frac{Q_5^2}{n_5 + 2} \right] \right]^{\frac{1}{2}}$
$[\hat{\sigma}_A^2]$	Variância genética aditiva	$4[(Q_4 - Q_5) / kr]$
$[\hat{s}(\hat{\sigma}_A^2)]$	Erro associado à estimativa de σ_A^2	$4 \left[\frac{2}{k^2 r^2 \gamma^2} \left[\frac{Q_4^2}{n_4 + 2} + \frac{Q_5^2}{n_5 + 2} \right] \right]^{\frac{1}{2}}$
$[\hat{\sigma}_F^2]$	Variância fenotípica entre médias de progênies	Q_4 / kr
$[\hat{\sigma}_{(p)}^2]$	Variância da interação progênies x locais	$[Q_5 - Q_6] / kr$
$[\hat{s}(\hat{\sigma}_{(p)}^2)]$	Erro associado à estimativa de $\sigma_{(p)}^2$	$\left[\frac{2}{k^2 r^2 \gamma^2} \left[\frac{(Q_5)^2}{n_5 + 2} + \frac{(Q_6)^2}{n_6 + 2} \right] \right]^{\frac{1}{2}}$
$[h_m^2]$	Herdabilidade no sentido restrito entre médias das progênies	$[Q_4 - Q_5] / Q_4$
[CVg]	Coefficiente de variação genética	$[(Q_4 - Q_5) / kr]^{\frac{1}{2}} / \bar{m} \times 100$
[Cve]	Coefficiente de variação ambiental	$[Q_5/k]^{\frac{1}{2}} / \bar{m} \times 100$

n_4 : graus de liberdade para progênies

n_5 : graus de liberdade para interação de progênies x locais

n_6 : graus de liberdade do erro médio.

3.9. Simulação do efeito do número de repetições

Para simular o efeito do número de repetições na seleção

de progênies de meios irmãos foram utilizadas duas estratégias.

Na primeira foram avaliadas as diversas alternativas de experimentos com número de repetições variando de 2 a 8. Para isso, foram realizadas 247 análises de variância por local, envolvendo todas as combinações possíveis com 2, 3, 4, 5, 6 e 7 repetições. A partir dessas análises foram obtidas as estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos utilizando os mesmos procedimentos já relatados. Além disso, para cada número de repetições foi possível estimar ainda a média do coeficiente de variação experimental e sua amplitude de variação. A eficiência da seleção também foi comparada, através de uma metodologia proposta por HAMBLIN & ZIMMERMANN(1986), que permite avaliar experimentos em relação a um experimento padrão (nesse caso, o experimento de oito repetições), pela seguinte expressão:

$$E.S. = \frac{A - C}{B - C} \times 100$$

onde:

E.S.: é a eficiência de seleção de um experimento em relação ao padrão;

A : número de progênies comuns às duas seleções;

B : número de progênies selecionadas no experimento com oito repetições;

C : número esperado de progênies em comum nas duas seleções, unicamente devido ao acaso. Obtido a partir da seguinte expressão: $C = (0,1)B$, onde 0,1 é a intensidade de seleção.

Numa segunda estratégia, o progresso esperado com a seleção, foi estimado considerando experimentos com uma área experimental pré-fixada e selecionando 20 progênies em cada experimento. Para isto, utilizou-se os componentes de variação genética e fenotípica, obtidos da análise conjunta dos experimentos com oito repetições. A expressão do ganho utilizada foi:

$$GS = i \frac{1/4 \sigma_A^2}{\sqrt{\sigma_F^2}}$$

Nessa expressão o "i", como já mencionado é o diferencial de seleção em unidades de desvio padrão, que é um valor tabelado em função da intensidade de seleção aplicada; $\hat{\sigma}_A^2$ é a variância genética aditiva, e $\hat{\sigma}_F^2$ é a variância fenotípica entre médias de progênies. Nesse caso, σ_F^2 é fornecida pela expressão:

$$\sigma_F^2 = \frac{\sigma_d^2}{kr1} + \frac{\sigma_e^2}{r1} + \frac{\sigma_{p1}^2}{1} + \sigma_p^2$$

Com essa expressão, foi obtida a variação fenotípica esperada com o número de repetições (r) e de plantas por parcela (k) variando de 2 a 10, e o número de locais (l) de 1 a 6.

4. RESULTADOS

Os resumos das análises para cada local para as características circunferência à altura do peito (CAP) e altura, são apresentados na Tabela 9. Observa-se que para ambas as características detectou-se diferenças significativas entre as progênes de meios irmãos ($P \leq 0,01$), mostrando que existe variação genética entre os materiais avaliados.

As maiores estimativas da média geral das progênes para as duas características foram em João Pinheiro e as menores em Pirapora. Constatou-se, também, que a precisão dos experimentos foi semelhante. O coeficiente de variação experimental (CVe), variou de 8,16% para CAP em João Pinheiro a 11,02% para altura em Pirapora. Verifica-se assim, que o local com pior desempenho das progênes (Pirapora), foi o que apresentou maior CV.

As distribuições de frequência das médias das progênes para o CAP e altura, estão apresentadas nas Figuras 1, 2 e 3 para Presidente Olegário, Pirapora e João Pinheiro, respectivamente. Observa-se que para CAP, a amplitude de variação das 100 progênes foi de 8,5 cm/planta em Presidente Olegário, variando de 15,2 a 23,7 cm/planta. Já em Pirapora a variação foi menor, de 12,2 a

16,6 cm/planta, com uma amplitude de apenas 4,4 cm/planta. Em João Pinheiro a CAP variou de 16,0 a 21,58 cm/planta com uma amplitude de 5,58 cm/planta. Quanto a altura, a variação entre as progênies também foi maior em Presidente Olegário, com uma amplitude de 3,60 m/planta e menor em Pirapora, cuja amplitude de variação foi de apenas 1,7 m/planta. Salienta-se, ainda, que em todos os locais, a distribuição de frequência para CAP aproximou-se mais de uma distribuição normal do que a altura.

Os resultados das análises de variância conjunta mostraram teste F significativo ($P \leq 0,01$) para todas as fontes de variação (Tabela 10), em ambas as características, indicando a presença de variabilidade genética, interação progênies x locais e diferenças entre os locais. Os coeficientes de variação apresentaram estimativas semelhantes para as duas características avaliadas, 9,13% para CAP e 9,84% para altura, mostrando que estas foram avaliadas com a mesma precisão na média dos locais.

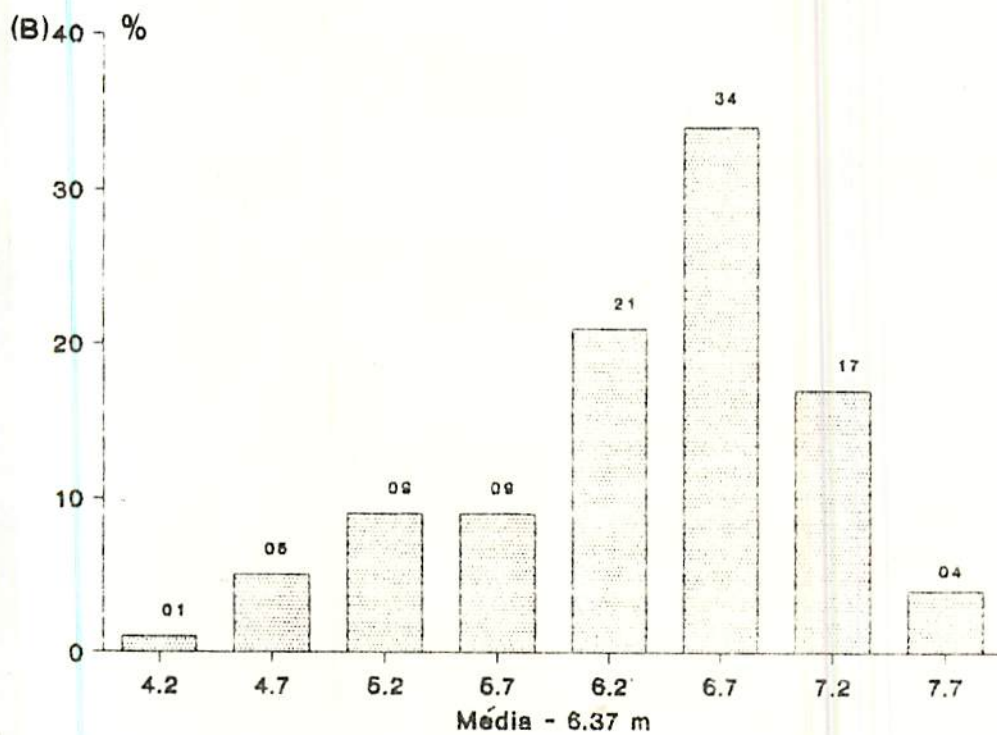
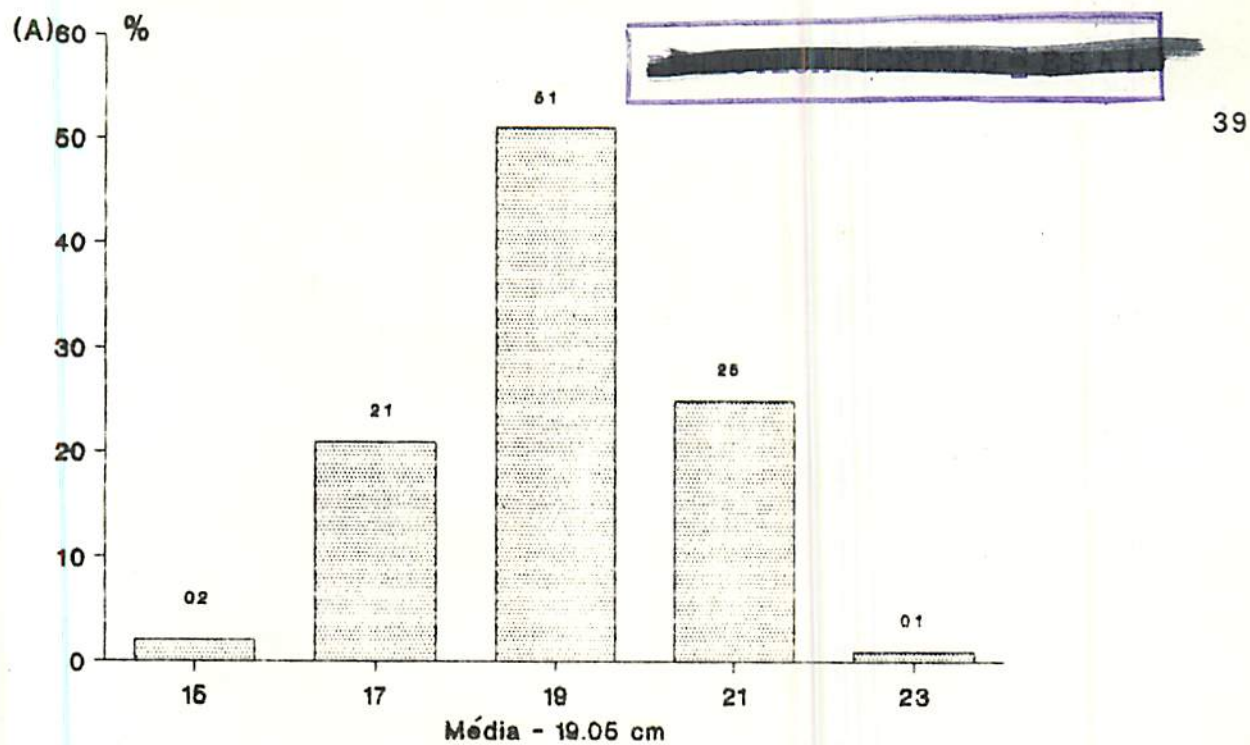


FIGURA 1 - Distribuição de freqüência das médias de circunferência à altura do peito (A) e altura (B), para progênies de *E. camaldulensis* obtidas do experimento conduzido em Presidente Olegário-MG.

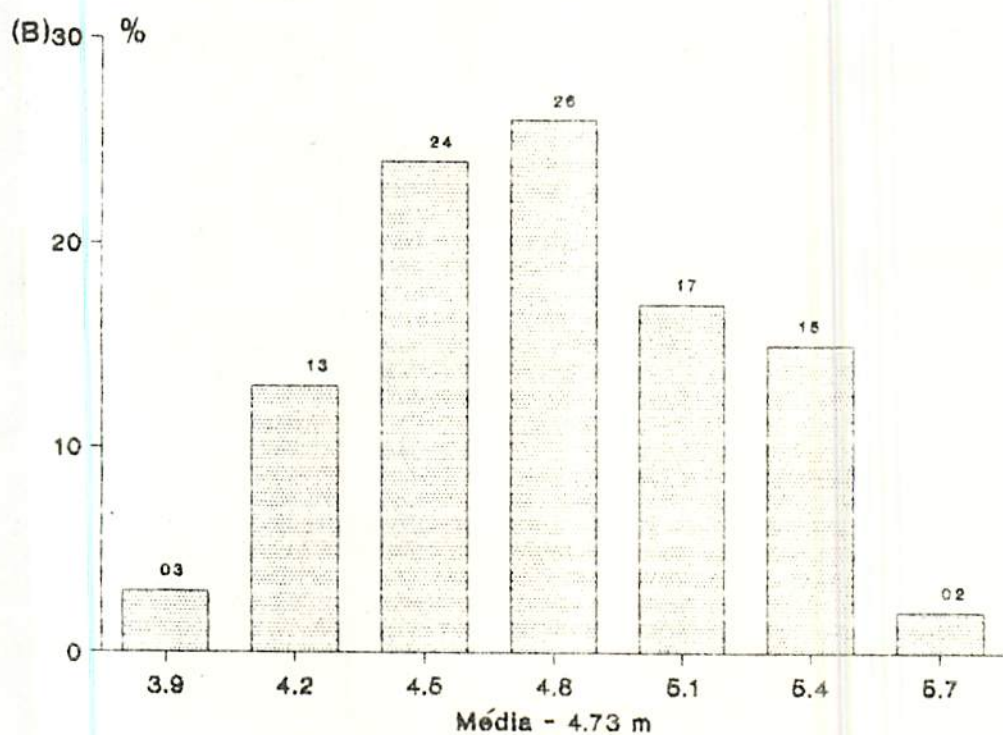
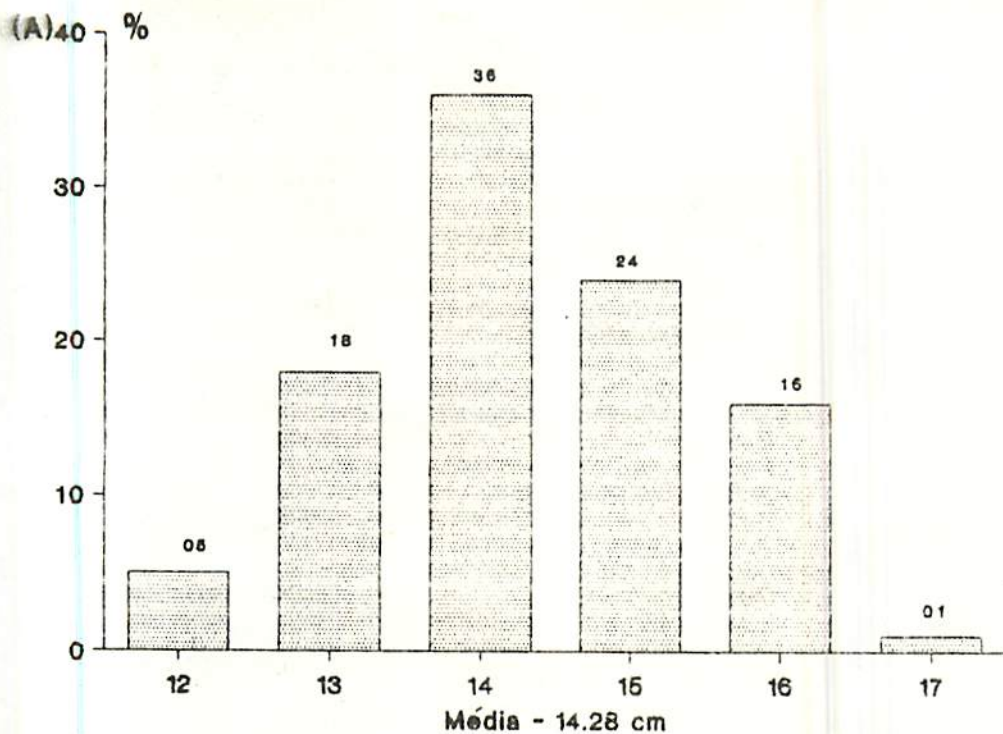


FIGURA 2 - Distribuição de freqüência das médias de circunferência à altura do peito (A) e altura (B), para progênies de *E. camaldulensis*, obtidas do experimento conduzido em Piraporá-MG.

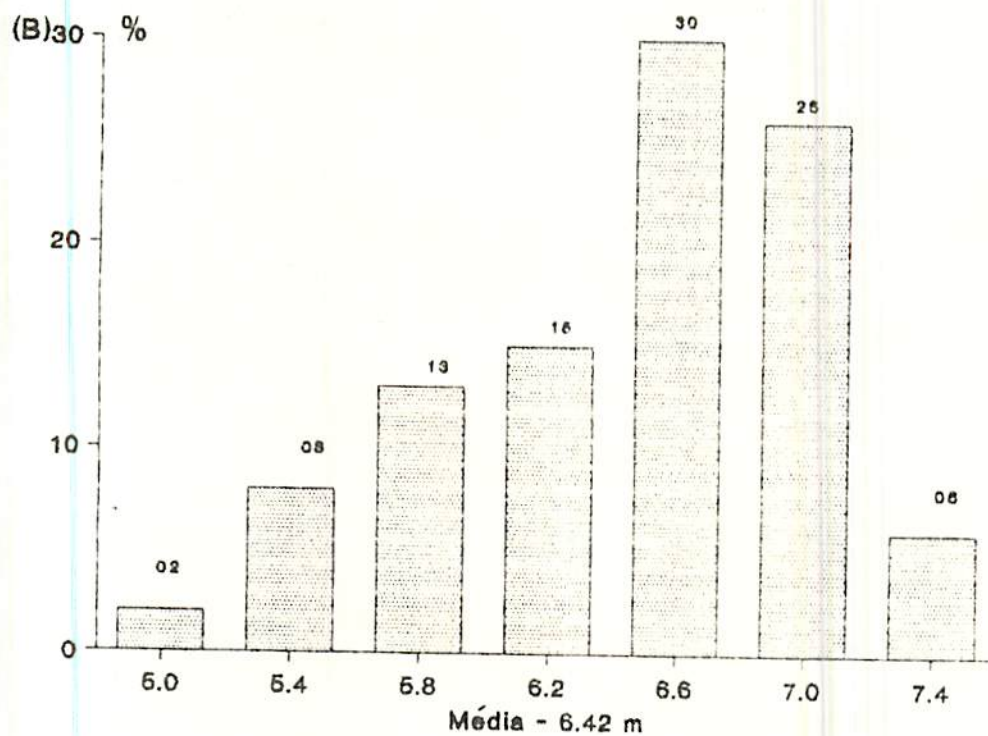
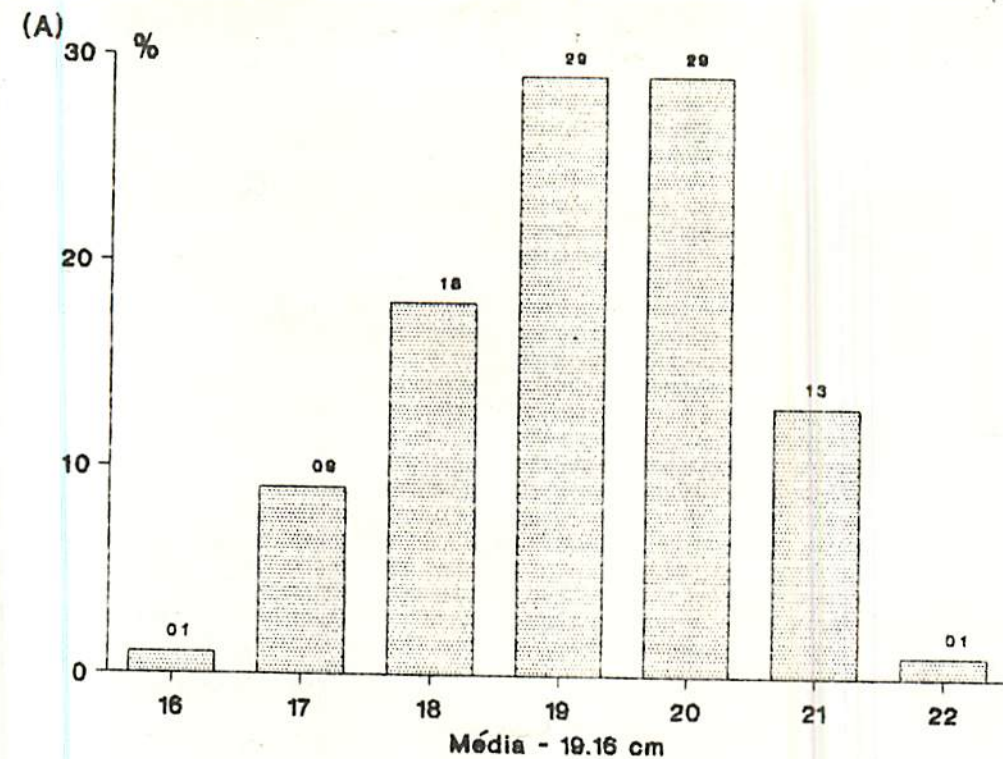


FIGURA 3 - Distribuição de freqüência das médias de circunferência a altura do peito (A) e altura (B), para progênies de *E. camaldulensis*, obtidas do experimento conduzido em João Pinheiro - MG.

A distribuição de frequência das progênies na média dos três locais, pode ser observado na Figura 4. Nota-se que apesar dos dados das duas características apresentarem unidades diferentes (cm e m), a amplitude de variação em relação a média foi semelhante. Assim é que para CAP, a amplitude de variação de 5,45 cm/planta corresponde a 31,2% da estimativa da média das progênies que foi 17,49 cm. Já para altura, a amplitude de variação foi de 2,1 m e a média 5,84 m, ou seja, 36,0% dessa estimativa.

As estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos são apresentados na Tabela 11, para CAP e na Tabela 12, para altura. Observa-se que para CAP, as estimativas de variância genética entre progênies, o coeficiente de variação genética e variância fenotípica média foram ligeiramente superiores, como era esperado, em Presidente Olegário, local onde o QM para as progênies foi o maior. Quando se compara as estimativas da variância genética entre as progênies (σ_{pt}^2) obtidas em Presidente Olegário e Pirapora, observa-se que no primeiro local ela é praticamente o dobro da obtida no segundo. Já quando se compara o coeficiente de variação genética (CVg_t) a diferença já não é tão marcante, mostrando que proporcionalmente ao desempenho médio das progênies, a variação genética expressada nesses locais pode ser considerada semelhante. Já em João Pinheiro, local com melhor desempenho das progênies, o CVg_t foi 25,0% inferior ao obtido em Presidente Olegário. Observa-se, também, que as estimativas de variação dentro das progênies foram maiores em Presidente Olegário e João Pinheiro do que em Pirapora.

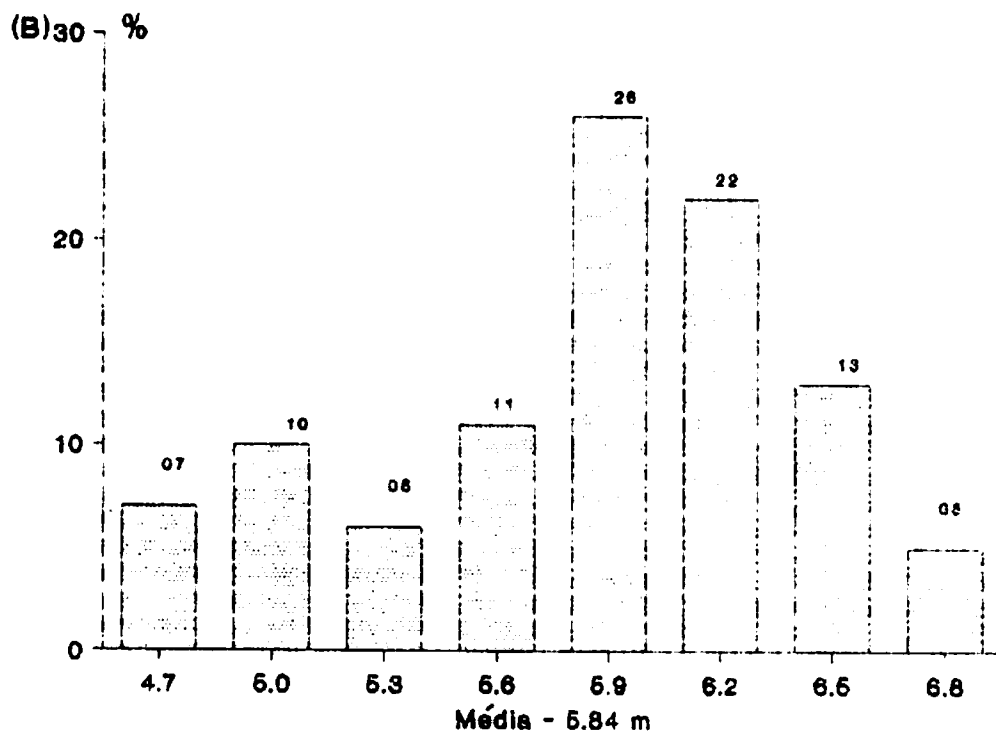
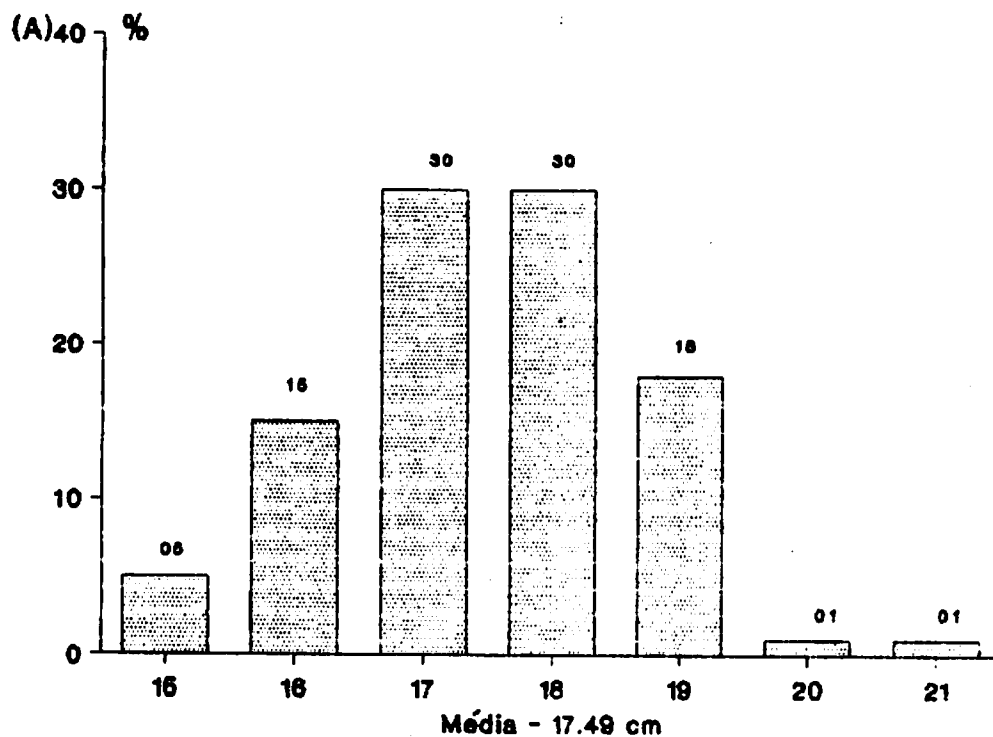


FIGURA 4 - Distribuição de freqüências das médias de circunferência à altura do peito (A), e altura (B), para progênies de *E. camaldulensis*, obtidas da avaliação conjunta dos experimentos nos três locais.

Contudo, pelas razões já apontadas, é difícil inferir que essa diferença não seja devido apenas ao desempenho médio das progênies.

TABELA 9 - Resumo das análises de variância por local para circunferência à altura do peito (CAP) e altura, ao nível de indivíduo, obtidas dos experimentos de avaliação de progênies de *Eucalyptus camaldulensis*.

FV	CAP (cm)						
	Presidente Olegário		Pirapora		João Pinheiro		
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	
Progênies	99	101,36**	99	55,38**	99	69,20**	
Erro	693	16,35	693	13,42	693	14,16	
Dentro	3832	12,48	3704	7,74	3832	13,26	
CVe (%)		8,82		10,81		8,16	
Média		19,05		14,28		19,16	
FV	Altura ¹ (m)						
	Progênies	99	28,86**	99	8,11**	99	14,46**
	Erro	693	2,39	693	1,59	693	1,81
Dentro	3896	1,49	3888	0,77	3864	1,15	
CVe (%)		10,02		11,01		8,68	
Média		6,37		4,73		6,42	

¹ Os quadrados médios para altura foram divididos por 10⁴;
 ** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 10 - Resumo das análises de variância conjunta, envolvendo os três locais, para circunferência à altura do peito (CAP) e altura (ALT), obtidas dos experimentos de avaliação de progênes de *Eucalyptus camaldulensis*.

F.V.	GL	Quadrados médios	
		CAP (cm)	ALT ¹ (m)
Progênes (P)	99	174,90**	41,02**
Locais (L)	2	35606,73**	4322,41**
P x L	198	25,25**	5,04**
Erro médio	2079	14,64	1,93
CVe (%)		9,13	9,84
Média		17,49	5,84

¹ O quadrado médio de altura foi dividido por 10⁴;

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

As estimativas de herdabilidade para o CAP obtidas ao nível de indivíduo (h^2_p) e ao nível de média de progênes (h^2_{nt}) apresentaram-se bastante diferentes, sendo que a estimativa de h^2_{nt} foi praticamente o dobro de h^2_p , em todos os locais. Entre os locais as estimativas de herdabilidade ao nível de média das progênes foram semelhantes. Já para a h^2_p as diferenças foram mais marcantes, especialmente a obtida em Presidente Olegário em relação às demais. Em função desses resultados a estimativa do ganho com a seleção, considerando uma intensidade de seleção de 20% entre as progênes, foi ligeiramente superior em Presidente Olegário, 9,11%,

ao passo que em João Pinheiro o ganho esperado foi de 7,1% da média. É importante ressaltar também, os valores obtidos para os erros das estimativas que em todos os casos foram de pequena magnitude, inferiores a 20% do valor da estimativa (Tabela 11).

A relação $\hat{\sigma}_d^2/\hat{\sigma}_e^2$ é importante por permitir fazer inferências sobre a variação fenotípica entre planta dentro da parcela relativamente à variação ambiental entre parcelas. Essa relação para a CAP variou de 7,69 em Pirapora a 85,53 em João Pinheiro (Tabela 11). Para altura a variação foi menos expressiva, de 5,44 em Pirapora a 10,07 em João Pinheiro (Tabela 12). Em princípio esses resultados mostram que em João Pinheiro a variação fenotípica dentro das parcelas foi mais expressiva do que nos outros locais.

De um modo geral, as mesmas observações feitas para as estimativas dos parâmetros genéticos em cada local para CAP, são válidas para altura. Entretanto, para esse último caráter as estimativas do coeficiente de variação genética e herdabilidade foram sempre superiores as obtidas para CAP (Tabela 12), sugerindo que nesse caso houve maior liberação de variabilidade genética.

TABELA 11 - Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos, ao nível de indivíduo para circunferência à altura do peito (cm), obtidas de progênies de meios irmãos de *E. camaldulensis* aos 17 meses de idade, por local.

Parâmetros	Presidente Olegário	Pirapora	João Pinheiro
$\hat{\sigma}_{p_t}^2 \pm \hat{s}(\sigma_{p_t}^2)$	1,835 \pm 0,308	0,931 \pm 0,173	1,188 \pm 0,210
CV_{g_t}	7,110	6,755	5,687
$\hat{\sigma}_{F_t}^2$	2,187	1,229	1,493
$\hat{\sigma}_{d_t}^2$	12,485	7,746	13,257
$\hat{\sigma}_{e_t}^2$	0,668	1,007	0,155
h_p^2	0,489	0,384	0,325
$h_{m_t}^2 \pm \hat{s}(h_p^2)$	0,838 \pm 0,024	0,757 \pm 0,036	0,796 \pm 0,030
G.S. (cm/planta)	1,736	1,176	1,360
G.S. (%)	9,11	8,23	7,10
\bar{K}	5,79	5,63	5,79
$\hat{\sigma}_{d_t}^2 / \hat{\sigma}_{e_t}^2$	18,690	7,692	85,529

onde:

$\hat{\sigma}_{p_t}^2 \pm \hat{s}(\sigma_{p_t}^2)$: variância genética entre progênies com o respectivo erro associado a estimativa;

CV_{g_t} : coeficiente de variação genética;

$\hat{\sigma}_{F_t}^2$: variância fenotípica entre médias de progênies

$\hat{\sigma}_{d_t}^2$: variância fenotípica entre plantas dentro de parcelas;

$\hat{\sigma}_{e_t}^2$: variância ambiental entre parcelas;

h_p^2 : herdabilidade no sentido restrito ao nível de indivíduo - dentro do bloco;

$h_{m_t}^2 \pm \hat{s}(h_{m_t}^2)$: herdabilidade no sentido restrito entre médias de progênies com respectivo erro associado a estimativa;

G.S.: ganho esperado com a seleção, com uma intensidade de 20%;

\bar{K} : média harmônica do número de plantas por parcela.

TABELA 12 - Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos, ao nível de indivíduo para altura (m), obtidas de progênies de meios irmãos de *E. camaldulensis* aos 17 meses de idade, por local.

Parâmetros	Presidente Olegário	Pirapora	João Pinheiro
$\hat{\sigma}_{p_t}^2 \pm \hat{s}(\sigma_{p_t}^2)^1$	0,563 \pm 0,086	0,139 \pm 0,024	0,271 \pm 0,044
CV_{g_t}	11,780	7,875	8,109
$\hat{\sigma}_{F_t}^2$	0,614	0,173	0,310
$\hat{\sigma}_{d_t}^2$	1,489	0,767	1,148
$\hat{\sigma}_{e_t}^2$	0,154	0,141	0,114
h_p^2	1,020	0,532	0,708
$h_{m_t}^2 \pm \hat{s}(h_p^2)$	0,917 \pm 0,012	0,804 \pm 0,029	0,875 \pm 0,019
G.S. (m/planta)	1,006	0,468	0,682
G.S. (%)	15,80	9,88	10,62
\bar{K}	5,87	5,86	5,83
$\hat{\sigma}_d^2 / \hat{\sigma}_e^2$	9,668	5,439	10,070

¹: os parâmetros já foram descritos na tabela 11.

As estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos considerando os três locais, evidenciam que há suficiente

variabilidade para antever sucesso com a seleção entre e dentro das progênies dessa espécie (Tabela 13). Chama atenção a estimativa do componente da interação progênies x locais (σ_{pL}^2), cujo valor obtido, apesar de altamente significativo, proporcionalmente à variação genética ($\hat{\sigma}_p^2$), foi relativamente pequeno, isto é, 21,3% e 25,8% de $\hat{\sigma}_p^2$ para CAP e altura, respectivamente.

Procurando melhor elucidar a ocorrência da interação $\hat{\sigma}_{pL}^2$, procedeu-se a análise conjunta dos locais dois a dois, Tabela 14, para CAP e Tabela 15, para altura. Constata-se, novamente, que em todos os pares a interação foi altamente significativa. Quando se compara a estimativa de σ_{pL}^2 obtida, com as σ_p^2 , observa-se para CAP que no par Presidente Olegário e João Pinheiro a $\hat{\sigma}_{pL}^2$ foi 29,2% de $\hat{\sigma}_p^2$, ao passo que no par Presidente Olegário e Pirapora ela foi de apenas 10,5%. Isso indica que, como já mencionado, a estimativa de σ_{pL}^2 foi de pequena magnitude e que a interação no par Presidente Olegário e João Pinheiro foi a mais expressiva. No caso da altura, os resultados foram discrepantes dos relatados para CAP. Nesse caso, proporcionalmente a $\hat{\sigma}_p^2$, a interação foi mais acentuada no par envolvendo Presidente Olegário e Pirapora, onde $\hat{\sigma}_{pL}^2$ foi 43,8% da estimativa de σ_p^2 .

As estimativas de σ_{pL}^2 foram também decompostas na parte simples e complexa (Tabelas 14 e 15). Observa-se que o comportamento entre os pares de locais não foi coincidente, especialmente quando se compara, em ambas características, o par Presidente Olegário e Pirapora, com os demais. Nesse caso, a parte simples da interação foi a mais expressiva. Nos demais, mesmo a

correlação genética do desempenho médio das progênies nos dois locais tendo sido alta, a parte complexa da interação foi predominante.

TABELA 13 - Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos, a partir da análise conjunta dos três locais, ao nível de indivíduo para as características circunferência à altura do peito (CAP) e altura (ALT), obtidas de progênies de meios irmãos de *E. camaldulensis* os 17 meses de idade.

Parâmetros	CAP (cm)	ALT (m)
$\hat{\sigma}_p^2 \pm \hat{s}(\sigma_p^2)$	1,086 \pm 0,179	0,256 \pm 0,041
CV _g	5,956	8,657
$\hat{\sigma}_{p \times L}^2 \pm \hat{s}(\sigma_{p \times L}^2)$	0,231 \pm 0,060	0,066 \pm 0,011
$\hat{\sigma}_F^2$	1,269	0,292
$\hat{\sigma}_d^2$	11,162	1,134
$\hat{\sigma}_e^2$	0,606	0,136
$h_m^2 \pm \hat{s}(h_m^2)$	0,856 \pm 0,025	0,877 \pm 0,021
G.S.	1,349	0,663
G.S. (%)	7,71	11,36
\bar{K}	5,74	5,85
$\hat{\sigma}_d^2 / \hat{\sigma}_e^2$	18,419	8,338

$\hat{\sigma}_{p \times L}^2 \pm \hat{s}(\sigma_{p \times L}^2)$ variância da interação progênies x locais, com respectivo erro associado a estimativa.

TABELA 14 - Resumo das análises de variância conjunta dos locais dois a dois, e estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para circunferência à altura do peito (cm/planta), obtidas dos experimentos de avaliação de progênies de meios irmãos de *E. camaldulensis*.

FV	Presidente Olegário e Pirapora		Presidente Olegário e João Pinheiro		Pirapora e João Pinheiro	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Progênies (P)	99	135,24**	99	139,47**	99	100,61**
Locais (L)	1	51921,02**	1	28,60	1	54378,17**
P x L	99	20,88**	99	31,10**	99	23,77**
Erro médio	1386	14,88	1386	15,25	1386	13,78
CVe (%)		9,68		8,49		9,29
Média (cm)		16,66		19,10		16,72
\bar{K}		5,71		5,79		5,71
$\hat{\sigma}_p^2 \pm s(\hat{\sigma}_p^2)$		1,251 ± 0,210		1,169 ± 0,217		0,841 ± 0,159
$\hat{\sigma}_{PxL}^2 \pm s(\hat{\sigma}_{PxL}^2)$		0,131 ± 0,066		0,341 ± 0,096		0,218 ± 0,074
parte simples		0,076 → 58,0% ¹		0,036 → 10,2%		0,008 → 3,7%
parte complexa		0,055 → 42,0%		0,306 → 89,8%		0,210 → 96,3%
\bar{r}_G		0,957		0,792		0,799

onde:

** : Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

\bar{K} : Média harmônica do número de plantas por parcela, obtida na média dos dois locais;

¹ : Contribuição percentual da parte simples e complexa no total da interação progênies x locais;

\bar{r}_G : Correlação genética entre progênies nos dois locais.

TABELA 15 - Resumo das análises de variância conjunta dos locais dois a dois, e estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para altura (m/planta), obtidas dos experimentos de avaliação de progênies de meios irmãos de *E. camaldulensis*¹.

FV	Presidente Olegário e Pirapora		Presidente Olegário e João Pinheiro		Pirapora e João Pinheiro	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Progênies (P)	99	29,68**	99	37,83**	99	19,56**
Locais (L)	1	299,89**	1	5,85	1	6662,89**
P x L	99	6,95**	99	5,13**	99	3,03**
Erro médio	1386	1,99	1386	2,10	1386	1,70
CVe (%)		10,48		9,37		9,67
Média (m)		5,56		6,40		5,58
\bar{K}		5,87		5,85		5,84
$\hat{\sigma}_p^2 \pm s(\hat{\sigma}_p^2)$		0,242 ± 0,046		0,349 ± 0,057		0,177 ± 0,029
$\hat{\sigma}_{PxL}^2 \pm s(\hat{\sigma}_{PxL}^2)$		0,106 ± 0,021		0,065 ± 0,015		0,028 ± 0,009
parte simples		0,070 → 66,0%		0,025 → 38,5%		0,011 → 39,3%
parte complexa		0,036 → 34,0%		0,040 → 61,5%		0,017 → 60,7%
\bar{F}_G		0,865		0,893		0,911

onde:

¹: Os quadrados médios foram divididos por 10⁴;

** : Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F
Os demais parâmetros já foram descritos anteriormente.

Procurando verificar qual a implicação da interação na seleção, foram identificadas as 20 progênies superiores para altura e CAP em todos os locais e quantificado o número de progênies que seriam comuns nas várias situações (Tabela 16). Verifica-se que apesar da interação não ter sido expressiva, o número de progênies comuns a dois locais, não foi muito alto. Observa-se que a eficiência da seleção variou de 44,4% a 66,7% (Tabela 16). Já quando se considera a seleção baseada na média dos locais a eficiência da seleção foi bem superior à relatada anteriormente, variando de 61,1% a 83,3%.

TABELA 16 - Número de progênies comuns a dois locais, considerando-se uma intensidade de seleção de 20% para circunferência à altura do peito (CAP) e altura de planta (ALT) em cada par de locais, e na média dos locais.

Característica	Locais	Presid. Olegário	Pirapora	João Pinheiro
CAP	Presid. Olegário	-	14(66,7%) ¹	12(55,5%)
	Pirapora	-	-	10(44,4%)
	Média	16(77,7%)	13(61,1%)	15(72,2%)
ALT	Presid. Olegário	-	13(61,1%)	12(55,5%)
	Pirapora	-	-	12(55,5%)
	Média	16(77,7%)	17(83,3%)	14(66,7%)

¹ Valores entre parênteses: eficiência da seleção obtida utilizando-se metodologia proposta por HAMBLIN & ZIMMERMANN(1986).

4.1. Efeito do número de repetições na avaliação de progênies de meios irmãos de *Eucalyptus camaldulensis*

As análises de variância por local, utilizando-se diferentes números de repetições para CAP e altura das plantas considerando as repetições tomadas ao acaso são apresentadas nas Tabelas 17 e 18, respectivamente. Inicialmente chama atenção, que independente do número de repetições sempre foi detectada diferença significativa ($P \leq 0,01$) entre as progênies, para as duas características. Merece destaque também a pequena variação nas estimativas do coeficiente de variação dos experimentos.

Os resultados obtidos, em termos de coeficiente de variação experimental para as diferentes situações possíveis, com número variável de repetições, para a CAP são apresentados nas Figuras 5, 6 e 7 em Presidente Olegário, Pirapora e João Pinheiro, respectivamente. Constatou-se que em média, as estimativas dos CV's foram semelhantes. Houve uma maior variação, como era esperado, em termos dos valores máximos e mínimos para os experimentos contendo menor número de repetições. Assim, com duas repetições, tomando-se como exemplo o experimento de Pirapora (Figura 6), a estimativa do CV variou de 13,0% a 8,0%. Contudo, mesmo nesse caso, essa variação não foi expressiva.

TABELA 17 - Resumo das análises de variância por local para circunferência à altura do peito (CAP) ao nível do indivíduo, obtidas da avaliação de progênies de meios irmãos de *E. caudata*, utilizando-se diferentes números de repetições por experimento.

Número de repetições

Presidente Olegário

FV	2		3		4		5		6		7		8	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Progênies	99	33,84**	99	42,73**	99	64,79**	99	74,56**	99	79,37**	99	86,37**	99	101,36**
Erro	99	13,48	198	14,38	297	16,87	396	16,89	495	16,95	594	15,13	693	16,35
Dentro	946	12,23	1452	11,37	1932	12,16	2390	12,15	2874	12,34	3353	12,50	3832	12,48
CVe (%)		8,08		8,07		8,98		8,85		8,99		8,46		8,82
Média (cm)		18,98		19,46		18,95		19,05		19,01		19,10		19,05
\bar{K}		5,73		5,84		5,83		5,78		5,79		5,79		5,79

Pirapora

Progênies	99	27,80**	99	29,55**	99	29,03**	99	45,95**	99	40,50**	99	40,80**		55,38**
Erro	99	10,47	198	15,94	297	14,34	396	13,24	495	14,42	594	13,88	693	13,42
Dentro	940	8,19	1389	7,45	1820	7,94	2390	7,60	2754	7,84	3234	7,78	3704	7,74
CVe (%)		8,79		11,43		11,92		10,45		11,59		11,09		10,81
Média (cm)		15,41		14,72		13,48		14,83		13,85		14,15		14,28
\bar{K}		5,7		5,63		5,55		5,66		5,59		5,62		5,63

João Pinheiro

Progênies	99	30,29**	99	39,85**	99	44,44**	99	48,67**	99	54,93**	99	59,80**		69,20**
Erro	99	12,49	198	14,01	297	11,56	396	13,53	495	14,33	594	13,89	693	14,16
Dentro	952	12,26	1434	14,13	1916	11,60	2390	13,18	1868	13,27	3360	13,10	3832	13,26
CVe (%)		7,83		8,12		7,32		7,91		8,27		8,07		8,16
Média (cm)		18,81		19,16		19,29		19,31		19,02		19,18		19,16
\bar{K}		5,76		5,78		5,79		5,78		5,78		5,80		5,79

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade;

\bar{K} : Média harmônica do número de plantas por parcela.

TABELA 10 - Resumo das análises de variância por local para altura ao nível de indivíduo, obtidas da avaliação de progênieis de meios irmãos de *E. camaldulensis*, utilizando-se diferentes números de repetições por experimento¹.

Número de repetições

Presidente Olegário

FV	2		3		4		5		6		7		8	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Progênieis	99	8,60**	99	12,39**	99	16,41**	99	18,27**	99	23,23**	99	24,52**	99	28,86**
Erro	99	1,88	198	2,42	297	2,64	396	2,39	495	2,39	594	2,38	693	2,39
Dentro	964	1,47	1470	1,42	1956	1,45	2390	1,55	2922	1,45	3409	1,49	3895	1,49
CVe (%)		9,17		9,61		9,19		9,94		10,11		9,86		10,02
Média (m)		6,20		6,65		6,40		6,42		6,31		6,40		6,37
\bar{K}		5,82		5,90		5,89		5,78		5,87		5,87		5,87

Pirapora

Progênieis	99	3,64**	99	4,37**	99	4,41**	99	6,90**	99	6,42**	99	7,18**	99	8,11**
Erro	99	1,12	198	1,81	297	1,64	396	1,45	495	1,65	594	1,64	693	1,59
Dentro	974	0,75	1455	0,81	1944	0,77	2425	0,76	2916	0,78	3402	0,76	3888	0,76
CVe (%)		8,77		11,49		11,80		10,26		11,48		11,27		11,01
Média (m)		4,98		4,84		4,47		4,85		4,62		4,69		4,73
\bar{K}		5,87		5,85		5,86		5,85		5,86		5,86		5,86

João Pinheiro

Progênieis	99	5,25**	99	5,71**	99	9,36**	99	7,68**	99	10,59**	99	13,23**	99	14,46**
Erro	99	1,83	198	1,82	297	1,57	396	1,90	495	1,63	594	1,86	693	1,81
Dentro	958	1,07	1443	1,15	1924	1,06	2405	1,13	2886	1,14	3381	1,13	3864	1,15
CVe (%)		8,39		8,83		7,99		8,84		8,36		8,74		8,67
Média (m)		6,33		6,33		6,50		6,47		6,39		6,46		6,42
\bar{K}		5,79		5,81		5,81		5,81		5,81		5,83		5,83

1. Os quadrados médios foram divididos por 10⁴;

** : Significativo ao nível de 1% de probabilidade;

\bar{K} : Média harmônica do número de plantas por parcela.

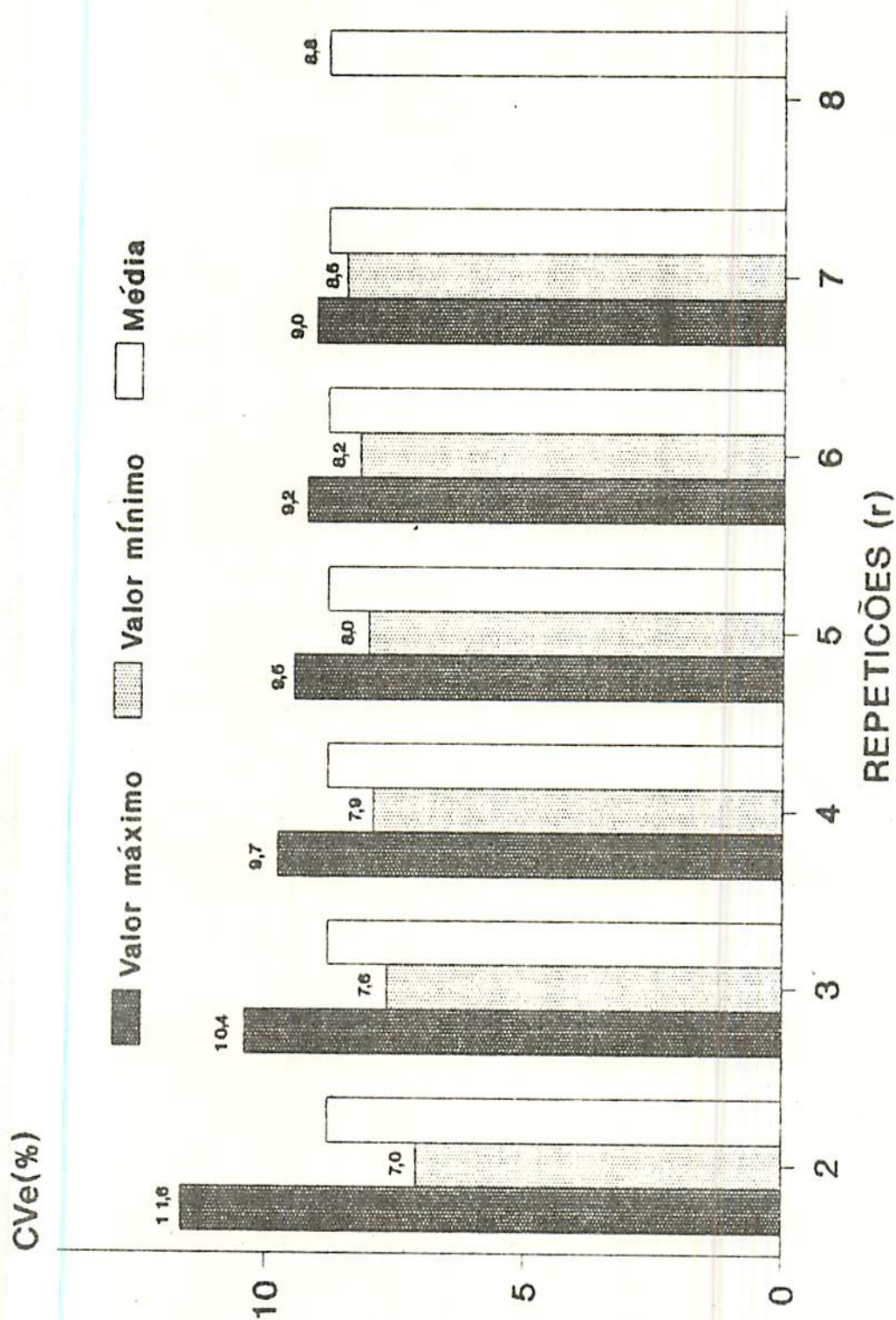


FIGURA 5 - Estimativas dos valores máximos, mínimo e da média dos coeficientes de variação experimental (Cve%), para circunferência à altura do peito, obtidas nos experimentos de avaliação de progênie de meios irmãos de *E. camaldulensis*, em Presidente Olegário, com diferentes números de repetições.

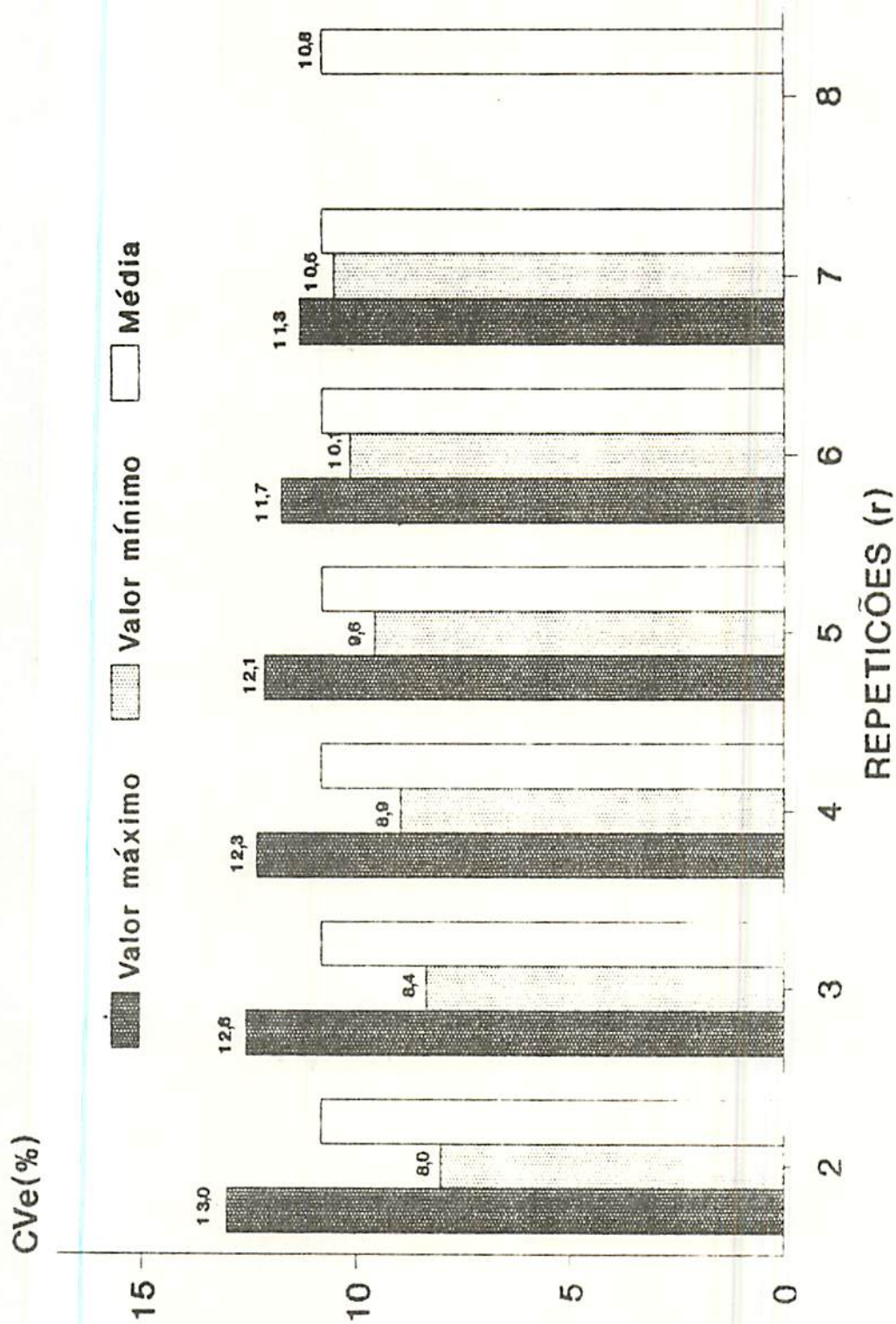


FIGURA 6 - Estimativas dos valores máximos, mínimo e da média dos coeficientes de variação experimental (Cve%), para circunferência à altura do peito, obtidas nos experimentos de avaliação de progênies de meios irmãos de *E. camaldulensis*, em Pirapora, com diferentes números de repetições.

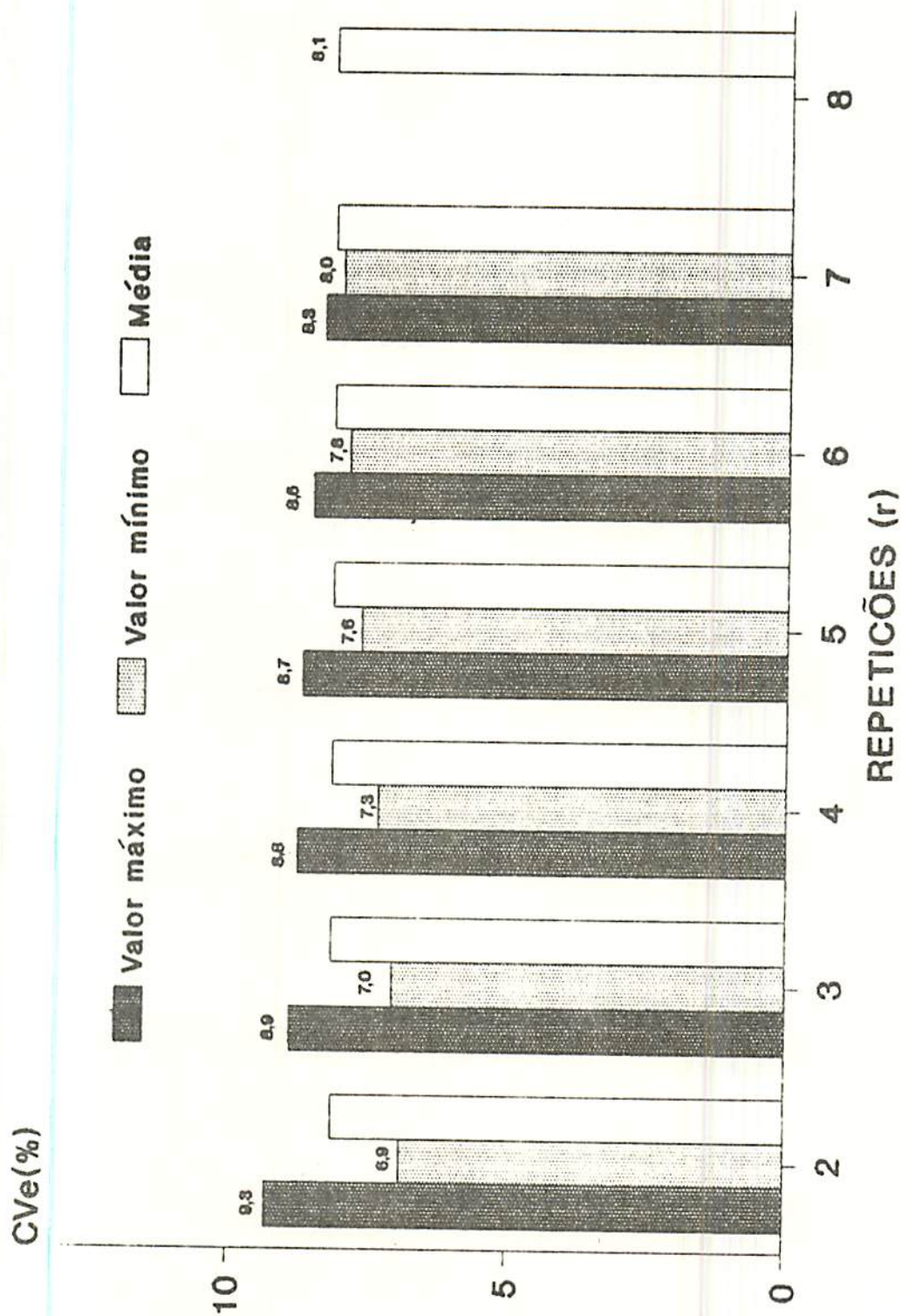


FIGURA 7 - Estimativas dos valores máximos, mínimo e da média dos coeficientes de variação experimental (Cve%), para circunferência à altura do peito, obtidas nos experimentos de avaliação de progênies de meios irmãos de *E. camaldulensis*, em João Pinheiro, com diferentes números de repetições.

Nas Tabelas 19 e 20, são apresentados os resultados das análises de variância conjunta, considerando os diferentes números de repetições, para CAP e altura. Aqui também os resultados são semelhantes aos relatados anteriormente. O número de repetições praticamente não alterou as significâncias obtidas pelas diferentes fontes de variação e nem as estimativas dos CV's.

As estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos para CAP com diferentes números de repetições, a partir da análise conjunta, estão apresentadas na Tabela 19. Observe que as flutuações nas estimativas de σ^2_D e σ^2_{PL} foram muito pequenas entre as análises. É importante também salientar que as estimativas dos erros das estimativas também foram semelhantes para as diferentes situações. No que se refere a h^2 , no sentido restrito ao nível de média de progênie, constatou-se que houve uma tendência de aumento na estimativa com o incremento no número de repetições até cinco. Contudo, a estimativa de h^2 com duas repetições foi de 86,7% da obtida com oito repetições.

Finalmente constatou-se que o efeito do número de repetições na resposta à seleção não foi expressivo. Percentualmente o ganho obtido com duas repetições foi praticamente o mesmo do obtido com oito repetições.

TABELA 19 - Resumo das análises de variância conjunta e estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para circunferência à altura do peito (CAP), obtidas da avaliação de progênies de meios irmãos de *E. camaldulensis*, utilizando-se diferentes números de repetições.

FY	Número de repetições													
	2		3		4		5		6		7		8	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Progênies (P)	99	60,54**	99	74,43**	99	96,05**	99	126,84**	99	128,38**	99	145,94**	99	174,90**
Locais (L)	2	4643,64**	2	12159,07**	2	24323,55**	2	19916,66**	2	30480,02**	2	33412,76**	2	36806,73**
P x L	198	15,58**	198	18,73**	198	20,73**	198	21,02**	198	22,90**	198	24,38**	198	25,25**
Erro médio	297	12,15	594	14,78	891	14,26	1188	14,15	1485	15,24	1782	14,29	2079	14,64
CVe (%)		8,21		9,01		9,15		8,88		9,43		9,03		9,12
Média (cm)		17,73		17,78		17,24		17,66		17,29		17,48		17,49
\bar{K}		5,73		5,75		5,72		5,74		5,72		5,74		5,74
$\hat{\sigma}_p^2 \pm 3(\sigma_p^2)$		1.307±0,252		1.076±0,205		1.097±0,199		1.229±0,208		1.024±0,176		1.008±0,171		1.088±0,179
CV_g		6,445		5,835		6,075		6,277		5,850		5,745		5,956
$\hat{\sigma}_{p \times L}^2 \pm 3(\sigma_{p \times L}^2)$		0,289±0,161		0,229±0,119		0,282±0,095		0,239±0,078		0,223±0,068		0,251±0,062		0,231±0,060
$\hat{\sigma}_F^2$		1,760		1,438		1,399		1,473		1,246		1,210		1,269
$\hat{\sigma}_d^2$		10,898		10,985		10,569		10,978		11,148		11,124		11,162
$\hat{\sigma}_e^2$		0,218		0,659		0,644		0,552		0,714		0,553		0,606
$h_B^2 \pm 3(h_B^2)$		0,742±0,044		0,748±0,043		0,784±0,037		0,834±0,028		0,821±0,030		0,833±0,029		0,855±0,025
G.S. (cm/planta)		1,379		1,256		1,297		1,417		1,284		1,283		1,349
G.S. (%)		7,78		7,06		7,53		8,02		7,42		7,34		7,71

** : Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

$\hat{\sigma}_p^2 \pm 3(\sigma_p^2)$: Variância genética entre progênies de meios irmãos, com respectivo erro associado a estimativa;

CV_g : Coeficiente de variação genética;

$\hat{\sigma}_{p \times L}^2 \pm 3(\sigma_{p \times L}^2)$: Variância interação progênies x locais, com respectivo erro associado a estimativa;

$\hat{\sigma}_F^2$: Variância fenotípica entre médias de progênies de meios irmãos;

$\hat{\sigma}_d^2$: Variância fenotípica entre plantas dentro de parcelas;

$\hat{\sigma}_e^2$: Variância ambiental entre parcelas;

$h_B^2 \pm 3(h_B^2)$: Herdabilidade no sentido restrito entre médias de progênies, com respectivo erro associado a estimativa.

G.S. : Ganho esperado com a seleção, com uma intensidade de 20%.

TABELA 20 - Resumo das análises de variância conjunta e estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para altura de plantas, obtidas da avaliação de progênie de meios irmãos de *E. camaldulensis*, utilizando-se diferentes números de repetições¹.

FV	Número de repetições													
	2		3		4		5		6		7		8	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Progênie (P)	99	12,88**	99	16,32**	99	22,13**	99	28,83**	99	30,30**	99	35,79**	99	41,02**
Locais (L)	2	638,42**	2	1646,24**	2	3048,06**	2	2491,39**	2	3384,82**	2	4106,67**	2	4322,41**
P x L	198	2,31*	198	3,04**	198	4,07**	198	3,49**	198	4,94**	198	4,46**	198	5,04**
Erro médio	297	1,55	534	2,02	891	1,75	1188	1,92	1485	1,89	1782	1,96	2079	1,93
CVe (%)		8,83		9,87		9,43		9,67		9,88		9,89		9,83
Média (m)		5,84		5,94		5,79		5,92		5,75		5,85		5,84
\bar{k}		5,83		5,86		5,86		5,85		5,85		5,85		5,85
$\sigma_p^2 \pm S(\sigma_p^2)$		0,302±0,052		0,252±0,045		0,258±0,045		0,289±0,046		0,240±0,040		0,255±0,041		0,258±0,041
CV _g		9,413		8,444		8,765		9,077		8,525		8,625		8,657
$\sigma_{P \times L}^2 \pm S(\sigma_{P \times L}^2)$		0,065±0,023		0,058±0,018		0,098±0,017		0,054±0,012		0,087±0,014		0,061±0,011		0,066±0,011
σ_F^2		0,368		0,309		0,315		0,328		0,287		0,291		0,292
σ_d^2		1,100		1,130		1,098		1,147		1,124		1,131		1,134
σ_e^2		0,077		0,152		0,111		0,132		0,131		0,142		0,136
$h_B^2 \pm S(h_B^2)$		0,820±0,031		0,814±0,032		0,819±0,031		0,878±0,020		0,837±0,028		0,875±0,021		0,877±0,021
G.S. (m/planta)		0,697		0,634		0,643		0,705		0,628		0,661		0,663
G.S. (%)		11,94		10,66		11,10		11,91		10,92		11,29		11,35

¹ Os quadrados médios foram divididos por 10⁴.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Test F;

Os demais parâmetros já foram descritos anteriormente.

Para altura as estimativas dos parâmetros com diferentes números de repetições (Tabela 20) também apresentaram resultados semelhantes aos relatados para CAP. Nesse caso, a estimativa de h^2 com duas repetições foi 93,5% da obtida com oito repetições. Já para o ganho, como ocorreu com CAP, duas e oito repetições proporcionaram a mesma estimativa do ganho percentual.

As estimativas da eficiência da seleção dos experimentos com diferentes números de repetições em relação ao de oito são apresentadas na Tabela 21. Em João Pinheiro a variação nessa eficiência foi a maior, entre os locais. Nessa condição, houve uma nitida tendência de aumento na eficiência da seleção com o incremento no número de repetições. Nos demais locais esse fato não foi constatado com a mesma intensidade. Quanto à análise conjunta, veja que com três repetições, a eficiência da seleção foi 72,2% da obtida com oito indicando não haver grande vantagem na utilização de um número de repetições acima de três.

TABELA 21 - Eficiência de seleção estimada (%), em relação ao experimento com oito repetições, utilizando-se metodologia proposta por HAMBLIN & ZIMMERMANN(1986).

Nº de repetições/ experimento	Presidente Olegário	Pirapora	João Pinheiro	Conjunta
2	61,1	77,7	55,5	66,6
3	66,6	72,2	66,6	72,2
4	77,7	66,6	77,7	72,2
5	72,2	72,2	77,7	88,8
6	88,8	88,8	88,8	83,3
7	83,3	94,4	88,8	100,0
8	100,0	100,0	100,0	100,0

4.2. Efeito do número de repetições, de plantas por parcela e locais na resposta esperada com a seleção entre progênies de meios irmãos de *Eucalyptus camaldulensis*

Considerando uma área experimental com 4800 plantas, foi simulada a resposta esperada com a seleção, variando o número de repetições e de plantas por parcela (Figura 8). Inicialmente vale salientar que o efeito do número de plantas por parcela tornou-se mais evidente quando se utilizou mais de duas repetições. Nesse caso, em todas as situações, houve redução no ganho com o aumento do número de plantas por parcela. Esse efeito foi devido, principalmente, à possibilidade de se utilizar maior número de

progênies, com um menor número de plantas por parcela. Assim, com quatro repetições e duas plantas por parcela é possível avaliar 600 progênies, ao passo que com dez plantas por parcela, e o mesmo número de repetições, o número de progênies passa a ser de apenas 120. Como já salientado, anteriormente, o efeito do número de repetições, para um mesmo tamanho da parcela não é tão expressivo. Contudo, exceto quando se usa a parcela menor, quanto menor o número de repetições maior o ganho esperado com a seleção, evidentemente também devido à possibilidade de se avaliar um maior número de progênies em experimentos contendo um menor número de repetições.

Para o efeito do número de repetições, visualiza-se na Figura 8, que quando se utilizou apenas um local e duas plantas por parcela, o aumento do número de repetições proporcionou aumento no ganho percentual esperado, até quatro repetições, estabilizando-se depois. Observe que com 10 plantas por parcela ocorreu o inverso, isto é, maior ganho foi nos experimentos com menor número de repetições. Quando se considera seis plantas por parcela, o número utilizado no experimento, houve também tendência de redução no ganho, com o incremento no número de repetições.

Quando a simulação envolveu mais de um local (Figura 9), os resultados foram semelhantes aos relatados anteriormente. Assim, fixando seis plantas por parcela, tem-se com duas repetições praticamente o mesmo ganho para os diferentes números de locais. Veja, que nessa condição, com dois locais é possível avaliar 600 progênies e para manter as 20 melhores progênies, a intensidade de

seleção é de 3,33%. Por outro lado, com seis locais avalia-se 200 progênies e a intensidade de seleção passa a ser de 10,0%. Assim, a redução na intensidade de seleção é quase totalmente compensada pelo efeito do número de locais na variância fenotípica média. Essa mesma tendência, contudo, não é mais observada quando se aumenta o número de repetições. Ainda com seis plantas por parcela, mas com dez repetições, o ganho com a seleção foi drasticamente reduzido ao se comparar 2 e 6 locais.

Como a estimativa da interação progênies x locais foi relativamente pequena, observa-se que não há vantagem em se aumentar o número de locais. Em todas as situações o ganho esperado sempre foi maior quando se considerou apenas dois locais (Figura 9). Veja por exemplo, com seis plantas por parcela e quatro repetições, que quando se utilizou dois locais o ganho com a seleção foi 24,7% superior ao com seis locais. Isso ocorreu porque quando se usou dois locais, foi possível avaliar 300 progênies, ao passo que com seis locais o número de progênies seria de apenas 100. Observe também que o efeito do número de repetições em reduzir o ganho foi proporcionalmente maior quando se utilizou um maior número de repetições.

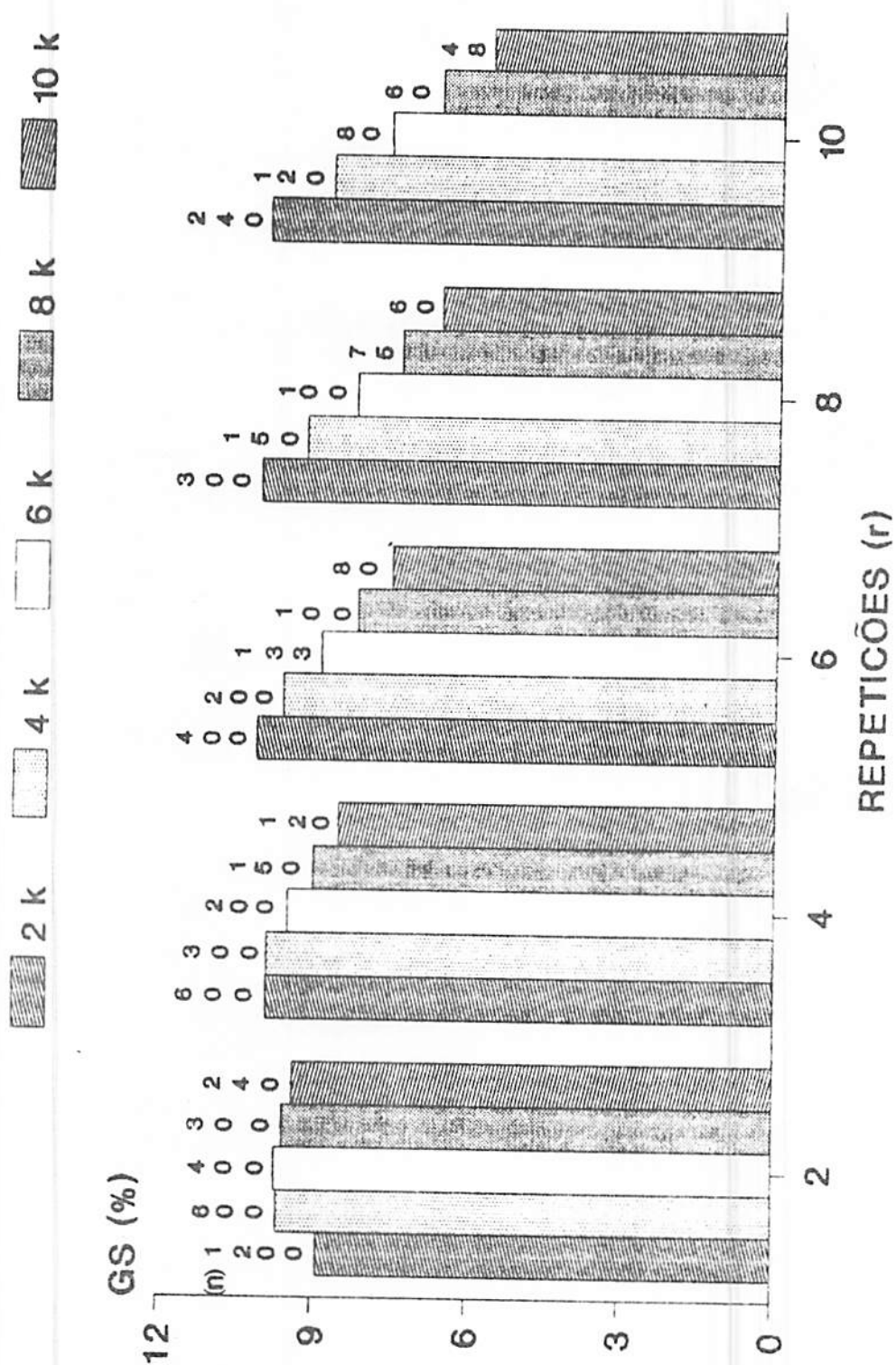


FIGURA 8 - Estimativas da resposta esperada com a seleção (GS %) para circunferência à altura do peito, obtidas na média dos experimentos de avaliação de *E. camaldulensis*, utilizando-se diferentes números de repetições (r), de plantas por parcela (k) e de progênie (n).

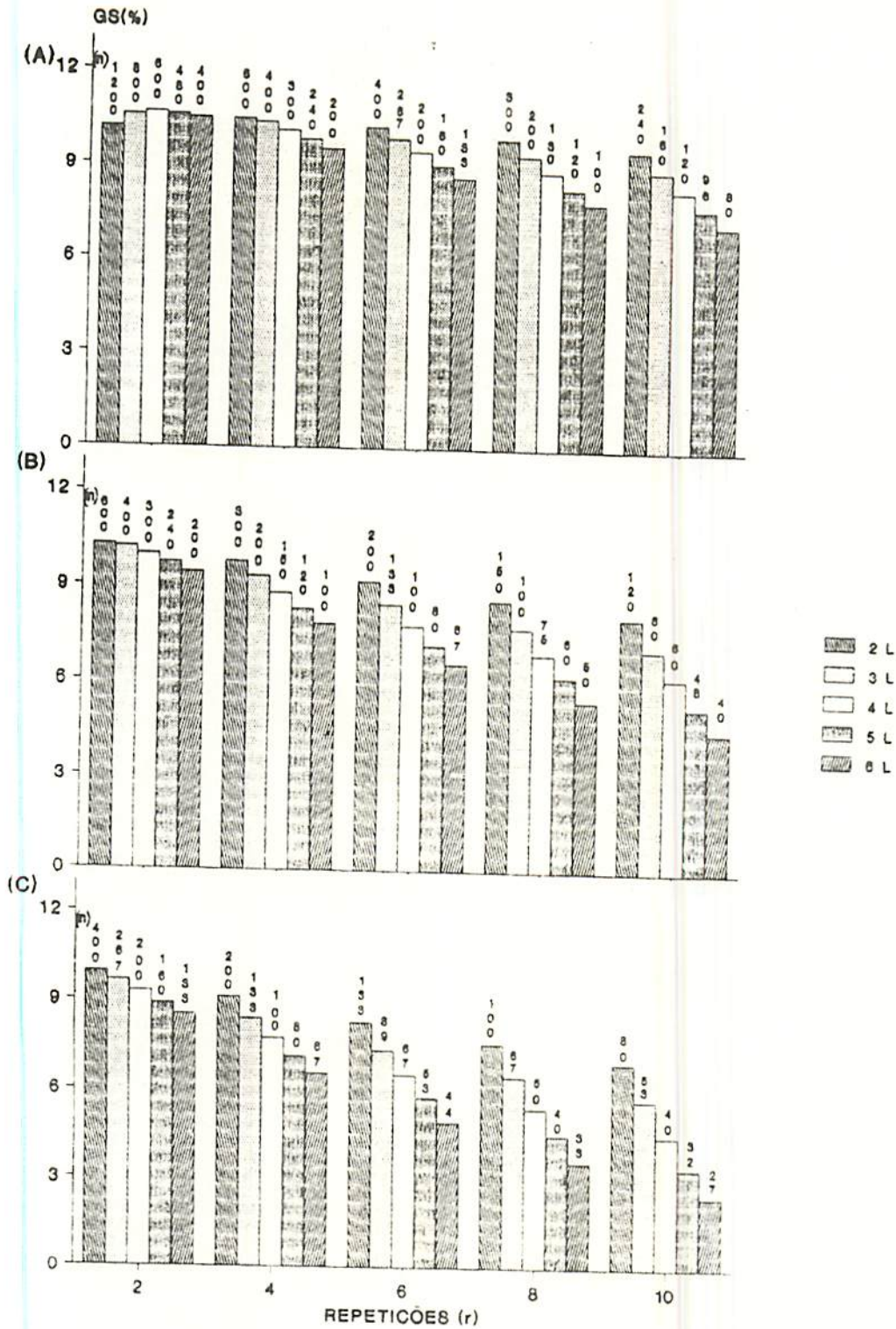


FIGURA 9 - Estimativas da resposta esperada com a seleção (GS %) para circunferência a altura do peito, obtidas da análise conjunta dos experimentos de avaliação de *E. camaldulensis* utilizando-se diferentes números de repetições (r), de locais (L) e progênies (n), e com três, seis e nove plantas por parcela (A, B e C), respectivamente.



5. DISCUSSÃO

5.1. Parâmetros genéticos, fenotípicos e interação progênies x locais

Com relação ao delineamento utilizado é necessário que se faça um comentário inicial. Foi empregado o delineamento denominado de blocos de famílias compactas (compact family blocks). Esse delineamento é muito utilizado nos experimentos envolvendo a avaliação de progênies de *Eucalyptus*. A diferença básica em relação aos blocos casualizados é que se impõe uma restrição na aleatorização dos tratamentos, isto é, as progênies de uma mesma procedência, são colocadas próximas em cada repetição. Em princípio isso possibilita que as comparações entre as progênies da mesma procedência sejam mais facilmente avaliadas e também com uma maior precisão. Contudo, desde que não ocorra grande heterogeneidade ambiental, não há muita vantagem na utilização desse delineamento. Ao que parece, nesse experimento, a avaliação das progênies foi realizada com uma precisão semelhante. Por essa razão optou-se pela análise considerando o experimento em blocos casualizados. Esse procedimento foi adotado em outras

oportunidades (PINTO JR., 1984; TORGLER, 1987 e MORI et alii, 1988).

Considerando que foram avaliadas 100 progênies e que a parcela com *Eucalyptus* ocupa uma área relativamente extensa, seria mais aconselhável o emprego de blocos incompletos, especialmente o látice, que possibilita melhor controle ambiental dentro das repetições (MIRANDA FILHO, 1987). Contudo, a precisão experimental obtida através do coeficiente de variação foi de 9,1% e 9,8% para CAP e altura nas análises conjuntas, mostrando que mesmo utilizando blocos casualizados a precisão experimental foi boa e que dificilmente o uso de látice, nesse caso, propiciaria uma eficiência maior. Avaliando 112 procedências de *Eucalyptus*, na mesma região, em blocos casualizados, ANDRADE (1991) constatou o mesmo fato. Entretanto, como o próprio autor realçou, em futuros trabalhos, para maior segurança, deve-se dar preferência ao uso de blocos incompletos, pois na pior das hipóteses sua eficiência será igual a de blocos casualizados (COCHRAN & COX, 1966 e OLIVEIRA, 1985)

Os três locais onde foram instalados os experimentos estão situados no noroeste do Estado de Minas Gerais e diferem com relação a altitude, precipitação média anual e características do solo (Tabelas 3 e 4).

Presidente Olegário e João Pinheiro, são municípios localizados na região bioclimática 7 (GOLFARI, 1975), apresentando um clima subtropical úmido e subúmido. Os solos dominantes são os luvisolos férricos, ferralsolos ácricos e arenosolos ferrálicos.

A composição vegetal dessa área é representada por cerrados com seus diferentes tipos, desde cerradões a campos, com pequenas ocorrências de matas semicaducifolias e caducifolias, especialmente nos afloramentos de calcário.

Já o município de Pirapora, localiza-se na região bioclimática 9, que se caracteriza por apresentar clima tropical seco e subúmido. Os solos dominantes são ferralsolos ácricos, ferralsolos órticos, luvisolos ferrálicos e acrisolos órticos. A formação vegetal é apresentada por diferentes tipos de cerrados, desde cerradões a campos, mata seca, mata de cipó e mata semicaducifolia.

O *Eucalyptus camaldulensis* é uma espécie que tem mostrado boa adaptação às condições ambientais, prevalentes nas regiões bioclimáticas 7 e 9, segundo o zoneamento ecológico para o reflorestamento do Estado de Minas Gerais, realizado por GOLFARI (1975) e onde foram conduzidas essas avaliações de progênies. Em trabalho que está sendo conduzido pela MANNESMAN Fi-EL Florestal, o *E. camaldulensis* tem se destacado entre as espécies avaliadas (ANDRADE, 1991). No mesmo trabalho ficou evidenciado que as procedências Walsh River, Eccles Creek e Kennedy River foram as mais adaptadas. Entre as 100 progênies avaliadas no presente trabalho a maioria é dessas procedências.

Em se tratando de uma planta perene, a idade de avaliação das progênies é de importância capital. O *Eucalyptus* para produção de carvão nessa região é normalmente utilizado com 7 a 8 anos de idade. Assim, poder-se-ia argumentar que as avaliações deveriam

ser realizadas nesse momento. Contudo, há interesse crescente que as avaliações sejam efetuadas o mais precocemente possível, visando suprir as empresas com sementes oriundas de pomares de ciclo de seleção mais avançado. Desse modo, o programa de melhoramento torna-se mais dinâmico e evidentemente sua eficiência é aumentada. Em função desse fato, alguns trabalhos têm sido conduzidos visando verificar a menor idade em que as avaliações possam ser realizadas sem comprometer o sucesso do programa de seleção (KAGEYAMA, 1983; MORAIS & BRUNE, 1983 e MARTINS, 1989). Foi mostrado por KAGEYAMA (1983) que a correlação entre o desempenho médio das plantas aos dois anos e próximo ao corte - com cinco anos - foi alta e positiva ($r = 0,95$), indicando que a seleção precoce seria muito eficiente. Como neste trabalho as avaliações foram realizadas com 17 meses, espera-se que estas possam também refletir o desempenho das plantas no momento do corte e assim as inferências que estão sendo feitas possam ser úteis para povoamentos com maior idade. Deve ser salientado, contudo, que como as progênies ainda estão sendo avaliadas no campo todos os resultados aqui relatados poderão ser checados posteriormente.

Um outro ponto a ser destacado numa avaliação de progênies de *Eucalyptus* são as características a serem consideradas. Se o objetivo da empresa é a produção de carvão, o caráter mais importante seria a quantidade de carvão produzida pelas progênies. Isso, contudo, implicaria em se abater a árvore, o que entre outros problemas acarretaria numa maior dificuldade na avaliação e sobretudo inviabilizaria a seleção mais precoce. Como

alternativa, deve-se procurar outras características, tais como, o volume e densidade de madeira que estão diretamente associadas com a produção e qualidade de carvão (ALMEIDA, 1981; ROCHA, 1983; MORAES, 1987 e SILVA, 1991). A determinação da densidade, com precisão, muitas vezes implica no abate da árvore, o que pelas razões já apontadas dificultaria a seleção. Por esse motivo, o volume tem sido o caráter mais empregado (PINTO JR., 1984; PATIÑO-VALERA, 1986, KIKUTI, 1988; GORGULHO, 1990 e ANDRADE, 1991).

A utilização do volume, contudo, tem sido criticada pela dificuldade de se obter uma boa estimativa, o que contribui para o aumento do erro experimental (KAGEYAMA, 1980). Essa estimativa do volume tem sido normalmente calculada a partir da altura (H) e CAP das árvores. A expressão usada, em alguns casos estima, o volume cilíndrico isto é, $V = \frac{CAP^2}{4\pi} \times H$. Como a árvore não é um cilindro perfeito, haja vista que ela afunila da base para a extremidade, evidentemente isso acarreta uma superestimativa. Para atenuar esse fato, tem sido empregado uma correção - o fator de forma (IKEMORI, 1990 e SILVA, 1991). Apesar desse fator reduzir a diferença entre o valor real da estimativa, ainda há erro, pois as árvores nem sempre têm o mesmo formato, o que ainda implicaria em se ter um fator específico para cada espécie, ambiente e, para ser mais exato, para cada árvore, o que na prática é difícil.

Como a correlação entre o volume com a altura e CAP é alta e positiva (VAN WYK, 1975; KAGEYAMA, 1980; SHIMIZU et alii, 1982 e ASSIS, 1983c) pode-se empregar uma dessas características, ao invés do próprio volume. A obtenção da altura é uma operação

que pode se tornar difícil e com menor precisão com o aumento da idade da planta. Especialmente nessa região do Noroeste de Minas, onde há períodos prolongados com déficit hídrico, é comum a ocorrência de "seca de ponteiro" (SILVA, 1990). Uma vez ocorrida a seca dos ponteiros, na próxima estação chuvosa a planta tende a bifurcar-se, dando origem normalmente a duas ramificações. Por ocasião da tomada dos dados de altura, essa ramificação dificulta o processo. Nesse trabalho, por exemplo, tomou-se as duas alturas e tirou-se uma média, o que evidentemente contribui para reduzir o erro, mas prejudica sensivelmente as progênies que bifurcaram.

Já a CAP, é de fácil obtenção em qualquer idade. Além do mais, se a planta bifurca, pelas razões já apresentadas, toma-se a medição das bifurcações individualmente, as quais são somadas. Desse modo, não há prejuízo para a planta e o erro da estimativa é normalmente pequeno.

Estimou-se a correlação genética entre a altura e a CAP, tendo sido obtida uma correlação alta e positiva ($r_g = 0,71$). O mesmo fato tem sido constatado em outras oportunidades (KEDHARNATH & VAKSHASYA, 1977; ASSIS, 1980 e BORGES, 1980). Por isso, pode-se inferir que a CAP reflete diretamente o desempenho em altura das plantas. Em função das razões já apresentadas a CAP torna-se uma característica mais apropriada para avaliação das progênies. Por esse motivo, maior ênfase na discussão será direcionada a mesma.

Merece ser enfatizado também, que para se obter estimativas de parâmetros genéticos, especialmente a variância genética aditiva, é necessário que a população esteja em equilíbrio

de Hardy-Weinberg (FALCONER, 1987). Como estiveram envolvidas progênies de diferentes procedências, pode-se argumentar que a população não esteja em equilíbrio. Se a população não se encontra em equilíbrio, especialmente de ligação, a principal implicação é o erro na estimativa das variâncias genéticas. No presente caso, o efeito do número de repetições - objetivo principal do trabalho - foi avaliado sempre considerando uma única população, no entanto, mesmo que a população esteja em desequilíbrio, é provável que isso não acarrete em maiores prejuízos às inferências realizadas.

A circunferência a altura do peito na média das progênies nos três locais foi de 17,5 cm/planta (Tabela 10). As progênies apresentaram em média maior CAP em João Pinheiro e Presidente Olegário, acima de 19,0 cm/planta. Nesses dois locais a circunferência das árvores foi 33,8% superior à obtida em Pirapora. Nesse último local, além do baixo conteúdo de potássio, o solo é mais arenoso, o que contribui para uma menor retenção de água que se agrava porque a precipitação média, nesse local, é menor que nos demais (Tabelas 3 e 4).

Comparações entre crescimento e desenvolvimento das árvores desse experimento com os apresentados na literatura são difíceis por algumas razões. A primeira é com relação à espécie. São escassas as informações, na literatura, de avaliação de progênies de *E. camaldulensis*, no Brasil. As existentes são principalmente com *E. grandis* e *E. saligna*. A segunda razão, refere-se à idade em que têm sido relatados os resultados na literatura. Constata-se, na Tabela 1, que há relatos desde 1 mês

até 84 meses (7 anos). E a terceira, não menos importante, é com relação às condições ambientais. Os resultados existentes foram normalmente obtidos no Estado de São Paulo, onde na maioria dos casos as condições ambientais são mais favoráveis.

Entretanto, tomando-se como referência resultados obtidos com idade semelhante pode-se fazer inferência sobre o desenvolvimento das plantas. Assim, BORGES (1980) avaliou 124 progênies de *E. grandis*, aos 18 meses em dois locais do Espírito Santo - Aracruz e São Mateus - e encontrou uma CAP média de 21,58 cm e 13,78 cm, respectivamente. Já KIKUTI (1988) também com *E. grandis* e com 18 meses, na região de Telêmaco Borba - PR, avaliando 45 progênies de meios irmãos, obteve 26,36 cm de média para CAP. Por sua vez, PATIÑO-VALERA (1986) trabalhando com 169 progênies de *E. saligna* aos 15 meses de idade, obteve uma CAP de 17,06 cm/planta. Pode-se inferir, assim, que o desenvolvimento médio das progênies de *E. camaldulensis* avaliadas nesse experimento foram similares àquelas obtidas em outras condições.

Uma outra comparação interessante é com os resultados apresentados por ANDRADE (1991) que avaliou 50 procedências de *E. camaldulensis* em quatro localidades, na mesma região, aos 29 meses, e obteve 18,2 cm/planta para a CAP. Desse modo o desempenho médio das progênies nesse experimento é superior ao relatado por ANDRADE (1991), realçando o potencial genético das progênies envolvidas.

Constatou-se diferença significativa entre as progênies nos três locais e na análise conjunta (Tabelas 9 e 10). Esse fato é realçado pelas estimativas dos parâmetros genéticos (Tabelas 11

e 13). As comparações diretas entre as estimativas de variância genética entre progênies ou mesmo a variância aditiva obtidas nos três locais é difícil, sobretudo porque houve diferença entre os desempenhos médios das progênies. Para atenuar esse fato pode-se utilizar o coeficiente de variação genético (CVg). Como se constata na Tabela 11 as estimativas de CVg foram semelhantes, mostrando que a liberação da variabilidade genética entre as progênies proporcionalmente à média, foi praticamente a mesma nos três locais.

Como os coeficientes de variação experimental (CVe) foram semelhantes, para CAP, nos três locais (Tabela 9), isso indica que o erro experimental proporcionalmente à média sofreu também pequena variação entre os locais. Esses fatos contribuíram para que as estimativas de h^2 , especialmente ao nível de média de progênies, fossem praticamente as mesmas nas três condições, variando de 76% em Pirapora a 84% em Presidente Olegário. Isto mostra que as três localidades foram igualmente eficientes para a condução do programa de seleção das progênies de meios irmãos.

Chama atenção nas estimativas obtidas, especialmente quando elas envolveram os três locais (Tabela 13), o pequeno valor do erro das estimativas. Veja que para $\hat{\sigma}_p^2$, o valor foi de 16,48% da estimativa. A obtenção dos erros associados às estimativas não é freqüente na literatura envolvendo a cultura do eucalipto. KAGEYAMA (1980), trabalhando com *E. grandis* obteve até valores inferiores a esse (8,5% da estimativa). Já PINTO JR. (1984), com *E. urophylla*, estimou valores variando de 3,09%, aos dois anos a

20.6% aos três anos de idade.

Merece ser salientado que esses valores são semelhantes ou até mesmo inferiores aos relatados para a avaliação de famílias de meios irmãos de milho conduzidos no Brasil (RAMALHO, 1977). Isso indica que apesar dos experimentos envolvendo a avaliação de progênies de *Eucalyptus* serem grandes, eles têm possibilitado a obtenção de estimativas confiáveis dos parâmetros genéticos.

Como já mencionado, as comparações das estimativas obtidas com as relacionadas na literatura nem sempre são corretas, especialmente no caso das variâncias, que são influenciadas pela magnitude dos dados que estão sendo analisados. Para atenuar esse fato estima-se o CVg que fornece a variação genética em relação a média da população. Contudo, mesmo nesse caso há restrições. Assim é que KAGEYAMA (1983) e PINTO JR. (1984), salientaram que cada característica de crescimento deve ser considerada em particular. Além do mais, os padrões de variação dos parâmetros genéticos variam com a espécie, e dentro de uma espécie, com a idade e/ou outros fatores ambientais. A estimativa do CVg apresentada na Tabela 13, referente a análise conjunta dos três locais, para CAP foi de 5,9%. Esse valor é semelhante ao apresentado por PINTO JR (1984) para diâmetro em *E. urophylla* que foi de 4,8% aos 24 meses e 5,2% aos 36 meses, e também aos obtidos por KIKUTI (1988) em *E. grandis* que foi de 4,1% aos 18 meses. Entretanto, GORGULHO (1990) avaliando *E. pyrocarpa*, aos sete anos de idade, obteve um CVg superior a esses (10,1%). Já utilizando *E. grandis*, também aos sete anos, MORAES (1987) obteve um CVg de

apenas 2,4%.

A variação fenotípica dentro das parcelas ($\hat{\sigma}_d^2$) inclui, no caso de progênies de meios irmãos, 3/4 da variância genética aditiva, toda a variância genética de dominância e uma variância ambiental entre plantas dentro da parcela ($\hat{\sigma}_v^2$) (VENCOVSKY, 1987). Já a estimativa de σ_e^2 envolve apenas a variação ambiental média entre as parcelas. A relação $\hat{\sigma}_d^2/\hat{\sigma}_e^2$ até certo ponto possibilita aquilatar a variação genética existente dentro da parcela ($\hat{\sigma}_{ed}^2$). Nesse trabalho constatou-se que, para CAP, a relação $\hat{\sigma}_d^2/\hat{\sigma}_e^2$ foi mais acentuada do que para altura, especialmente no caso de João Pinheiro. A mesma tendência foi observada por PATIÑO-VALERA (1986) e GORGULHO (1990). Isso pode ser explicado por dois fatores: que a variância ambiental entre parcelas foi proporcionalmente menor para CAP do que a observada para altura, como sugerido também por GORGULHO (1990) e/ou que a variância genética expressada entre plantas foi maior para o primeiro caráter do que para altura.

Um outro parâmetro que possibilita antever o sucesso com a seleção é a herdabilidade. A h^2 pode ser obtida tanto ao nível de plantas (h_p^2), como de média de progênies (h_g^2). A h^2 ao nível de indivíduos é muitas vezes a preferida, pois permite que comparações sejam feitas entre as estimativas com menor restrição. Como nos experimentos de avaliação de progênies há variação no número de plantas por parcela, número de repetições e de locais (Tabela 1) a comparação das h^2 ao nível de média de progênies nem sempre é válida. Considerando que foi realizada uma análise conjunta, não tem significado estimar a h^2 ao nível de indivíduos, sendo obtida

para esta análise apenas a h^2 ao nível de média. A estimativa obtida ($h^2_{\text{m}} = 85,6\%$) mostra que esse caráter possui uma alta herdabilidade e permite inferir que a seleção será eficiente para essa característica. O valor obtido é superior às muitas estimativas que têm sido relatadas na literatura envolvendo experimentos de avaliação de progênies de outras espécies. Como se pode constatar na Tabela 2, onde são relacionados 43 resultados de avaliação de progênies de diferentes espécies e idade, a h^2 ao nível de média de progênies para o diâmetro variou de 34 a 86%, com média de 62%.

Na mesma Tabela 2, é apresentada uma estimativa média de 80% para h^2 obtida por SILVA (1990) avaliando 17 progênies de *E. camaldulensis* aos 27 meses de idade, em três espaçamentos. A estimativa de h^2 varia com a magnitude da variância genética aditiva entre as progênies e também com a influência ambiental sobre o caráter. Como a magnitude do coeficiente de variação experimental obtido nos experimentos com *E. camaldulensis*, isto é, os apresentados nesse trabalho e os de SILVA (1990), são semelhantes a de outros experimentos (Tabela 2), pode-se inferir que a maior herdabilidade observada entre as progênies de meios irmãos de *E. camaldulensis*, seja devida a grande variabilidade genética existente. Considerando que essa espécie é selvagem na Austrália e provavelmente não foi submetida a nenhum ciclo seletivo, essa grande variabilidade até certo ponto era esperada. Argumento semelhante foi utilizado por GORGULHO (1990) para explicar estimativas de h^2 relativamente altas obtidos para *E. pyrocarpa*.

Os ganhos percentuais esperados com a seleção para CAP, considerando uma intensidade de 20% entre progênies de meios irmãos apresentaram pequena variação entre os locais - 7,1 a 9,1% - e na média foi de 7,71%. Esse fato demonstra que a seleção na média para os três locais proporcionou um ganho semelhante ao de cada local isolado, o que poderá ser uma estratégia na identificação das melhores progênies. Essas estimativas foram superiores à encontrada para o ganho esperado com este tipo de progênie por KIKUTI (1988), que empregando também uma intensidade de seleção de 20% para o diâmetro, obteve um ganho de 4,39% entre progênies de meios irmãos de *Eucalyptus grandis*. KAGEYAMA (1980), também em *E. grandis*, obteve um ganho de 3,28% para uma intensidade de seleção de 30%. Ganho esperado semelhante ao obtido nesse trabalho foi estimado em *E. pyrocarpa* por GORGULHO (1990) que empregando uma intensidade de seleção de 25% entre progênies de meios irmãos obteve estimativas que variaram de 8,0% a 9,7%, nos diferentes espaçamentos utilizados. Uma interessante comparação do ganho esperado é com aquela realizada por SILVA (1990) em *E. camaldulensis*, que encontrou para os diversos espaçamentos, em que as progênies foram avaliadas, valores entre 6,0% a 6,5%. Contudo, ele utilizou apenas 17 progênies e aplicou uma intensidade de seleção menor, 30%, o que impede de se inferir que o ganho esperado nesse trabalho seja superior.

Como ocorreu grande variação entre os locais e a variação genética entre as progênies foi também expressiva, era esperado que ocorresse uma forte interação progênies x ambiente. Apesar desse

componente ter sido significativo (Tabela 10), a magnitude da estimativa da variância da interação proporcionalmente à variância genética entre progênies foi relativamente pequena, apenas 21,3% de $\hat{\sigma}_D^2$ para CAP. Na literatura os resultados da interação progênies x ambientes não são concordantes. Há relatos onde a estimativa da interação proporcionalmente a $\hat{\sigma}_D^2$ foi semelhante à obtida nesse trabalho (BORGES, 1980 e SILVA, 1990). Entretanto, há outros resultados em que a estimativa da interação foi de mesma magnitude ou até mesmo maior que a variação genética entre as progênies (KAGEYAMA, 1980 e PINTO JR., 1984).

É necessário enfatizar que COMSTOCK & MOLL (1963) salientam que progênies de meios irmãos liberam pouca variância genética aditiva ($1/4$ de σ_A^2) e por isso apresentam pequena interação com o ambiente. Contudo, apesar da pequena magnitude da interação de $\hat{\sigma}_{pL}^2$ proporcionalmente à $\hat{\sigma}_D^2$, a coincidência das progênies selecionadas nos três locais, considerando uma intensidade de seleção de 20%, foi baixa, 38,8% (Tabela 22). Uma possível explicação é que, como a interação reflete o desempenho médio das 100 progênies avaliadas, é provável que a maioria dessas progênies tenham apresentado comportamento coincidente nos três locais, entretanto, para aquelas com desempenho mais expressivo, tal fato não deve ter ocorrido.

A ocorrência da interação é, sem dúvida nenhuma, o principal complicador da eficiência da seleção (ODA et alii, 1990). MORI et alii (1986) demonstraram que as estimativas de perda na seleção devido ao efeito da interação progênies x ambientes, foi de

até 64,8% para o diâmetro, quando a seleção foi feita em Bom Despacho - MG e o material selecionado foi utilizado em Brotas - SP. Nesse contexto, ROSIELLE & HAMBLIN (1981) através de modelos teóricos, mostraram que quando há uma diferença muito acentuada entre os ambientes e ocorre interação, a melhor opção é realizar a seleção na média dos ambientes. Esse fato foi confirmado no presente trabalho, onde se constatou que se a seleção fosse realizada na média dos ambientes, o número de progênies selecionadas em cada local seria em torno de 72,2%, isto é, das 20 progênies identificadas como superiores na média dos ambientes, 15, em média seriam selecionadas em cada local (Tabela 22). Além do mais, na média foi possível identificar nove progênies que seriam selecionadas simultaneamente nos três locais.

A presença da interação indica a necessidade que as avaliações de progênies sejam realizadas em vários ambientes. Contudo, a condução de experimentos em vários locais, além de onerosa, demanda muito tempo do melhorista em locomoção para acompanhar os experimentos. Assim, torna-se necessário identificar os locais que mais contribuem para a interação e, a partir daí, concentrar os esforços nesses locais. A análise conjunta das avaliações de progênies nos locais dois a dois (Tabela 14), pode fornecer importantes subsídios para a escolha desses locais. No presente caso, constatou-se que a interação para CAP foi a mais expressiva no par Presidente Olegário e João Pinheiro, estranhamente os dois locais de melhores condições ambientais. Do exposto, pelo menos em princípio, não é aconselhável a avaliação de

progênies em Pirapora, pois além das condições ambientais não serem favoráveis, há pequena interação das progênies nesse local com os demais.

TABELA 22 - Progênies de meios irmãos selecionadas considerando-se uma intensidade de seleção de 20% para circunferência à altura do peito - CAP (cm/planta), em cada local e na média.

Presidente Olegário		Pirapora		João Pinheiro		Média	
Progênie	CAP	Progênie	CAP	Progênie	CAP	Progênie	CAP
60a	23,74	60a	16,64	23a	21,59	60*	20,51
50a	21,69	73a	16,43	82a	21,47	50*	19,50
64a	21,47	58	16,43	22	21,32	53*	19,44
61a	21,42	58a	16,28	60a	21,16	62*	19,42
58a	21,37	56a	16,16	53a	21,16	64*	19,35
62a	21,34	64a	16,09	52a	21,07	56*	19,30
21a	21,02	63	16,06	62a	20,95	82*	19,19
83a	21,01	50a	16,05	83a	20,93	69*	19,08
69a	20,91	62a	15,97	16a	20,64	73	19,07
53a	20,88	69a	15,98	50a	20,77	83	19,05
52a	20,83	20	15,77	29	20,74	61	18,94
82a	20,74	57a	15,75	59a	20,89	52	18,91
31a	20,74	49a	15,68	27a	20,65	49*	18,86
19	20,68	81	15,66	97	20,57	57	18,76
49a	20,63	15	15,64	64a	20,49	23	18,75
57a	20,60	27a	15,64	74	20,40	21	18,73
29	20,55	72	15,55	58a	20,38	27	18,70
73a	20,53	54	15,45	65	20,38	16	18,58
63	20,34	61a	15,43	69a	20,36	31	18,56
58	20,27	82a	15,35	49a	20,26	59	18,53

a Progênies selecionadas com base na média dos locais.

* Progênies selecionadas simultaneamente nos três locais.

Um outro enfoque no estudo da interação é explicar a sua natureza, isto é, se ela ocorreu predominantemente devido a diferença na manifestação genética nos dois ambientes ou se devido a falta de correlação genética (COCKERHAM, 1963 e VENCOVSKY, 1987).

As avaliações nos pares de locais mostraram, na maioria dos casos, uma alta predominância da parte complexa no componente

da interação, especialmente para os pares Presidente Olegário com João Pinheiro e Pirapora com João Pinheiro (Tabela 14). Entretanto, as estimativas da correlação genética entre o desempenho médio das progênies nesses ambientes, foram altas, acima de 0,79, o que não é coerente com o fato mencionado da predominância da interação complexa. Resultados semelhantes a esses foram relatados em outras ocasiões com outras espécies, como milho (ARRIEL, 1991) e até mesmo em *Eucalyptus* (GORGULHO, 1990 e ANDRADE, 1991).

Preocupados com resultados desse tipo, CRUZ & CASTOLDI (1991) propuseram uma alteração na expressão da decomposição da interação progênies x ambientes. Segundo os autores, essa alteração deve ser usada preferencialmente quando a correlação genética entre o desempenho médio nos pares de locais for superior a 0,80. A expressão proposta por eles foi a seguinte:

$$\sigma_{PL}^2 = S + C$$

onde:

$$S = \frac{1}{2} (\sqrt{\sigma_{P_1}^2} - \sqrt{\sigma_{P_2}^2})^2 + 1-r-\sqrt{(1-r)^3} \sqrt{\sigma_{P_1}^2 \sigma_{P_2}^2}$$

$$C = \sqrt{(1-r)^3 \sigma_{P_1}^2 \sigma_{P_2}^2}$$

sendo:

S e C: parte simples e complexa da interação, respectivamente.

$\sigma_{P_1}^2$ e $\sigma_{P_2}^2$: variância genética entre progênies nos locais 1 e 2.

r: coeficiente de correlação genética entre progênies nos dois locais.

Aplicando essa expressão para CAP nos pares de locais envolvendo João Pinheiro, verifica-se que houve uma redução acentuada na participação da parte complexa da interação, isto é, para a análise de João Pinheiro com Presidente Olegário, onde pela expressão de COCKERHAM (1963), a parte complexa contribuía com 89,8% da interação, utilizando a expressão de CRUZ & CASTOLDI (1991), o valor passou a ser de 41,0%. E para João Pinheiro e Pirapora a contribuição da parte complexa passou de 96,3% para 43,3%. Assim, os valores obtidos por esta última expressão refletem melhor os resultados obtidos. O mesmo fato foi constatado por ANDRADE (1991). Nas análises futuras desses experimentos de avaliação de progênies, seria importante continuar o estudo da interação para confirmação desses resultados e, aí sim, inferir com mais segurança sobre as implicações da interação no resultado da seleção.

Resta ainda comentar sobre as procedências das progênies selecionadas em cada local e na média dos locais. Verificou-se que das cinco procedências que compunham as 100 progênies, apenas uma delas, Katherine NT, não apresentou nenhuma progênie com desempenho superior, apesar de ter participado com 21 progênies. Esse resultado é coerente com os apresentados por ANDRADE (1991) onde na avaliação de 50 procedências de *E. camaldulensis*, a Katherine NT não esteve entre as mais promissoras. Na média dos três locais, verifica-se que 50% das progênies selecionadas, isto é, 10 progênies, foram provenientes de Walsh River, 25% de Eccles Creek, 15% de W. of Mount Carbine e 10% de Kennedy River. Considerando o

número de progênies de cada procedência que participou do experimento, a que apresentou maior proporção selecionada foi Eccles Creek da qual foram avaliadas nove progênies e selecionadas cinco, ou seja, 55,5%. Para cada local, o número de progênies selecionadas em cada procedência foi praticamente o mesmo.

5.2. Efeito do número de repetições na avaliação de progênies de meios irmãos

As técnicas experimentais adotadas nos programas de melhoramento de culturas perenes como o *Eucalyptus*, são de grande importância, em função de que os prejuízos causados pela utilização de técnicas inadequadas só serão detectados após vários anos. Dentro desse contexto o número de repetições merece atenção especial.

Como já mencionado, quanto maior o número de repetições, maior a precisão experimental (STEEL & TORRIE, 1980) e evidentemente mais eficiente será a avaliação das progênies. Contudo, quanto maior o número de repetições, mais área experimental será necessária, os custos dos experimentos serão maiores e em consequência haverá restrições quanto ao número de progênies a serem avaliadas. Não existe um consenso sobre o número de repetições utilizado em experimentos de avaliação de progênies de *Eucalyptus*. Veja, por exemplo, na Tabela 1, que esse número variou de três a dez, aparentemente sem nenhuma relação com o

número de progênies que foi avaliado. Considerando-se que a resposta do número de repetições no erro experimental não é linear e não há nenhuma indicação sobre o número de repetições a ser utilizado, deve-se procurar identificar um número ótimo para se obter maior eficiência com os experimentos.

Nesse contexto, esse trabalho procurou alternativas para verificar o efeito das repetições no erro experimental e na resposta à seleção. Constatou-se tanto para CAP, como altura que com qualquer número de repetições são detectadas diferenças significativas entre as progênies. Os valores de CV dos experimentos, com diferentes números de repetições, praticamente não diferiram daquele obtido com oito repetições nos diferentes locais (Tabelas 17 e 18).

Como esses resultados, relatados anteriormente, foram obtidos a partir de blocos tomados ao acaso, para se ter os diferentes números de repetições, poder-se-ia argumentar que eles ocorreram de modo fortuito, e não representariam a realidade. Por essa razão, estimou-se para CAP todas as combinações possíveis. Isto é, com duas repetições, já que se dispunha de oito blocos, foi possível realizar 28 análises de variância diferentes, já com três repetições, 56 análises, e assim por diante.

O coeficiente de variação médio com diferentes números de repetições, como era esperado, praticamente não variou nos diferentes locais (Figuras 5, 6 e 7). A amplitude de variação dos CV's dentro de um mesmo número de repetições foi maior com duas repetições e só apresentou variação expressiva até três repetições.

É importante salientar que mesmo quando se utilizou duas repetições a maior estimativa do CV foi de 13% para CAP em Pirapora. Esse valor é considerado de média magnitude segundo o levantamento realizado por GARCIA (1989).

É preciso enfatizar, também, que foi utilizado o delineamento em blocos casualizados. Considerando que foram avaliadas 100 progênesis e que, portanto, os blocos foram grandes, há maior probabilidade de aumento na variância do erro. Assim, se em outras oportunidades for utilizado o delineamento de blocos incompletos, maior controle se poderá ter nas repetições, e o efeito de um menor número delas poderá ser ainda maior.

O número de repetições afetando a precisão dos experimentos deve evidentemente afetar as estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos, especialmente herdabilidade. Os valores obtidos com diferentes números de repetições confirmam esse fato. Contudo, a variação na estimativa de h^2 foi relativamente pequena. Assim, com duas repetições, a h^2 foi 87% da obtida com oito repetições (Tabela 19)

Quando se obtém uma estimativa, um fator muito importante para se promover as inferências é o seu erro (VELLO & VENCovsky, 1974). É esperado que quanto maior o número de repetições, menor seja esse erro. Consultando a Tabela 19, esse fato é comprovado, entretanto, aqui também as diferenças não foram expressivas. Além do mais, as estimativas dos erros foram muito pequenas. Veja para h^2 , por exemplo, que com duas repetições o erro da estimativa foi de 5,9% dessa, já com oito repetições foi de apenas 2,9%. Na

literatura têm sido apresentadas poucas estimativas do erro da h^2 ao nível de médias de progênies com *Eucalyptus*, comparáveis com as obtidas nesse trabalho. GORGULHO (1990) trabalhando com 100 progênies de *Eucalyptus pyrocarpa*, em três espaçamentos e três repetições, obteve um erro de 12% da estimativa da h^2 ($0,543 \pm 0,07$).

Em última análise, o que mais interessa é o efeito do número de repetições no ganho com a seleção. As estimativas percentuais do ganho com oito ou duas repetições foram praticamente as mesmas. Além disso, quando se avaliou a eficiência da seleção em relação ao experimento com oito repetições, verificou-se que independentemente do local, com três repetições já se obteve uma eficiência acima de 70%, isto é, mais de 70% das progênies superiores no experimento com oito repetições, seriam também identificadas no experimento com três repetições (Tabela 21).

Considerando-se que a CAP e altura são caracteres de herdabilidade relativamente alta (BORGES, 1980 e KAGEYAMA, 1983), esses resultados estão coerentes com a proposição de BAKER (1984), de que o aumento no número de repetições, na avaliação dos caracteres com alta herdabilidade, não proporciona grandes vantagens.

A outra estratégia utilizada para avaliar o efeito do número de repetições foi a simulação do ganho esperado com a seleção em função das estimativas obtidas com oito repetições na média dos três locais. Nesse caso, partiu-se de uma área experimental pré-determinada e pode-se então variar não apenas o

número de repetições, como também o de plantas por parcelas, de locais e de progênies.

A expressão do ganho esperado entre as progênies de meios irmãos é fornecida por:

$$GS = i \frac{\frac{1}{2} \sigma_A^2}{\sqrt{\sigma_F^2}}$$

(VENCOVSKY, 1987). Nessa expressão o denominador é influenciado pelo número de plantas por parcela (k), o número de repetições (r) e de locais (l), isto é,

$$\sigma_F^2 = \frac{\sigma_d^2}{kr l} + \frac{\sigma_e^2}{r l} + \frac{\sigma_{p l}^2}{l} + \sigma_p^2$$

Portanto, a participação do número de plantas por parcela na estimativa do ganho será tanto mais expressiva quanto maior for a contribuição da variação fenotípica dentro (σ_d^2) em relação as demais. Por sua vez a contribuição do número de repetições dependerá das estimativas de σ_d^2 e da variação ambiental entre parcelas ($\sigma_{p l}^2$) em relação ao total. Já o número de locais terá participação mais significativa quando a interação progênies x locais for expressiva.

Em todos os casos houve redução no ganho com o aumento no

número de plantas por parcela (Figura 8 e 9). Assim, poder-se-ia argumentar que três plantas por parcela, seria a melhor opção. Entretanto, é necessário fazer alguns comentários: as plantas pertencentes a uma mesma progênie de meios irmãos apresentam variação genética entre si, assim a performance da progênie deve ser obtida a partir de um número de plantas que a represente. Esse número de plantas na parcela, se excessivamente pequeno, também contribui para o erro experimental, isto é, as parcelas que recebem um mesmo tratamento em diferentes repetições, não sendo geneticamente semelhantes, terão desempenho diferente, o que deverá contribuir para o aumento do erro. Infelizmente, não existem informações a respeito do número de plantas que represente uma progênie de meio irmão de *Eucalyptus*. Em *Pinus* COTTERILL & JAMES (1984), fizeram uma recomendação geral na qual 10 a 20 indivíduos por família e 1 ou 2 indivíduos por parcela seriam suficientes para avaliar cada família. Contudo, se o ensaio for avaliado com duas repetições, três plantas por parcela e em dois locais, cada progênie será representada no total por apenas 12 plantas, o que, em princípio, é um número pequeno. Veja na Tabela 1, que na literatura estão relacionadas avaliações de progênies, cujo número de plantas por parcela, variou de 3 a 24. Em alguns casos, entretanto, quando se utilizou três plantas por parcela esse número esteve associado a um número grande de repetições. Do exposto, no presente caso, os demais comentários serão realizados considerando no mínimo seis plantas por parcela.

A estimativa do componente da interação foi de pequena

magnitude em relação as demais estimativas dos componentes de variação, σ_p^2 , σ_d^2 e σ_e^2 (Tabela 13). Desse modo, como já anteriormente relatado, o efeito do número de locais na resposta esperada com a seleção não foi acentuado, especialmente quando se utilizou um menor número de repetições (Figura 9). Considerando seis plantas por parcela, observe que o ganho esperado foi sempre maior quanto menor foi o número de locais. Em função disso, é possível inferir que, nessas condições, dois locais representativos seriam suficientes para as avaliações.

De um modo geral, constatou-se que quanto menor o número de repetições maior a estimativa do ganho (Figura 9). Com a redução do número de repetições há condições de se avaliar um maior número de progênies uma vez que a área experimental foi pré-fixada. Considerando seis plantas por parcela, em dois locais e duas repetições por exemplo, seriam avaliadas 600 progênies. Já nas mesmas condições, com 10 repetições esse número passaria para 120. Na expressão do ganho o "i" é a intensidade de seleção em unidades de desvio padrão, que é um valor tabelado e varia com a proporção de indivíduos selecionados (FALCONER, 1987). Nas simulações realizadas foram sempre mantidas 20 progênies pós-seleção. Desse modo, quanto maior o número de progênies avaliadas, conseqüentemente maior o valor de "i". No exemplo com duas repetições e 600 progênies, a proporção selecionada foi de 3,33% o que confere um valor de $i = 2,231$. Já com dez repetições e 120 progênies a proporção passa a ser 16,66% e o valor de i será 1,521. Portanto, o valor do primeiro foi 1,47 vezes superior ao segundo.

Tem havido uma grande preocupação entre os melhoristas com relação ao tamanho efetivo populacional (ODA et alii, 1990). Esse fato associado a um número relativamente pequeno de progênies de meios irmãos que vêm sendo avaliadas no Brasil, no máximo 169 (Tabela 1), faz com que a proporção selecionada seja grande, em média acima de 20%. Considerando ainda que um ciclo seletivo com progênies de meios irmãos de *Eucalyptus* demora, na melhor das hipóteses, seis anos, o ganho anual esperado com a seleção é muito reduzido. Nesse contexto, além dos esforços para reduzir ao máximo o número de anos para as avaliações e recombinações (KAGEYAMA, 1983), um grande empenho também deve ser direcionado visando a utilização de um maior número de progênies, permitindo assim, uma redução na proporção selecionada - maior intensidade de seleção - sem comprometimento do tamanho efetivo populacional. De tudo o que foi exposto, pode-se atingir esse objetivo utilizando um menor número de repetições, como por exemplo três, seis plantas por parcela, avaliadas em dois locais representativos da região. Nessa condição seria possível avaliar 400 progênies de meios irmãos e reduzir a proporção selecionada até mesmo para 5%, que ainda assim manter-se-ia um tamanho efetivo populacional elevado (RAWLINGS, 1970). Conseqüentemente, sem prejuízos para um programa de seleção a longo prazo.

6. CONCLUSÕES

1. O desempenho médio das progênies de *Eucalyptus camaldulensis* demonstrou o potencial dessa espécie para região. Esse fato, associado aos valores elevados das estimativas dos parâmetros genéticos, especialmente as herdabilidades, possibilitam antever sucesso na seleção desse material.

2. Não houve grande vantagem em se utilizar um número superior a 3 repetições, pois a precisão experimental foi praticamente a mesma nos diferentes experimentos, o mesmo ocorrendo com as estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos e seus erros. Além do mais, houve uma boa concordância entre as progênies selecionadas com um menor número de repetições em comparação com a seleção realizada no experimento com oito repetições.

3. A utilização de um maior número de progênies, possibilitando aplicar uma intensidade de seleção mais forte, sem redução do tamanho efetivo, na maioria dos casos, foi mais vantajosa que o emprego de um maior número de plantas por parcela, de repetições ou de locais, no que se refere ao ganho esperado com a seleção.

4. Pelo menos em princípio, os experimentos deveriam avaliar mais de 300 progênies e serem conduzidos em dois locais representativos, com seis plantas por parcela e não mais que três repetições.

7. RESUMO

Visando verificar o efeito do número de repetições na eficiência da seleção utilizando progênies de meios irmãos em *Eucalyptus*, foram avaliadas 100 progênies de *E. camaldulensis* em três localidades do noroeste do Estado de Minas Gerais: Presidente Olegário, Pirapora e João Pinheiro. Os experimentos foram conduzidos com oito repetições e seis plantas por parcela e analisados segundo o delineamento de blocos casualizados. Obtiveram-se as estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos por local e na análise conjunta, para a circunferência à altura do peito e altura de plantas aos 17 meses de idade. Foram analisados experimentos com número de repetições variando de 2 a 8 e também estimado o progresso esperado com a seleção variando-se o número de plantas por parcela, de repetições e de locais. Constatou-se que o desempenho médio das progênies de *E. camaldulensis* demonstrou o potencial dessa espécie para região. Esse fato, associado aos valores elevados das estimativas dos parâmetros genéticos, especialmente as herdabilidades, possibilitam antever sucesso na seleção desse material na região. Não houve grande vantagem em se utilizar um número superior a 3 repetições, pois a precisão

experimental foi praticamente a mesma nos diferentes experimentos, o mesmo ocorrendo com as estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos e seus erros. Além do mais, houve uma boa concordância entre as progênies selecionadas com um menor número de repetições, em comparação com a seleção realizada no experimento com oito repetições. A utilização de um maior número de progênies, possibilitando aplicar uma intensidade de seleção mais forte, sem redução do tamanho efetivo, na maioria dos casos foi mais vantajosa que o emprego de um maior número de plantas por parcela, de repetições ou de locais, no que se refere ao ganho esperado com a seleção. Pelo menos em princípio, os experimentos deveriam avaliar mais de 300 progênies e serem conduzidos em dois locais representativos, com seis plantas por parcela e não mais que três repetições.



8. SUMMARY

REPETITION NUMBER AND SELECTION EFFICIENCY IN HALF-SIB PROGENIES OF *Eucalyptus camaldulensis*

One hundred progenies of *E. camaldulensis* were evaluated at three localities of the Northwest of Minas Gerais State (Presidente Olegário, Pirapora, João Pinheiro), aiming to verify the effect of repetition number in selection efficiency, when using half-sib progenies of *Eucalyptus*. The experiments were carried out with eight replications and six plants/plot using a complete block design. The genetic and phenotypic parameters were estimated for each site and for combined analysis, using circumference at chest height and plant height at 17 months age as variables. Experiments with replication number ranging from 2 to 8 were analyzed and the progress with selection was estimated varying the number of plants/plot, replication number and number of sites. The average performance of the progenies demonstrated the potential of *E. camaldulensis* to the region. This, associated with the high values of the genetic parameters estimates, especially heritabilities, enabled to predict the success with selection of this material to

the region. There was no profit in using a replication number superior to three, since the experimental precision was practically the same in the different experiments. The same happened when considering the genetic and phenotypic parameters and their errors. Besides, there was a good agreement between the progenies selected using a minor replication number compared to the one accomplished with eight replications. Concerning to the predicted gain with selection, there was more advantage in using a larger number of progenies, since this enable to use a greater selection intensity, without reduction in the effective population size, than using a larger number of plants/plot, replications or sites. One suggestion is to conduct further experiments using more than 300 progenies, in two representative sites, with six plants/plot and no more than three replications.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ALMEIDA, C.M.V. de. Estimativas de herdabilidades e correlações em progênies jovens de *Eucalyptus citriodora*. Viçosa, UFV, 1981. 62p. (Dissertação de Mestrado).
02. ANDRADE, E.N. O Eucalipto. São Paulo, Companhia Paulista de Estrada de Ferro, 1961. 667p.
03. ANDRADE, H.B. Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus* nas regiões norte e noroeste do Estado de Minas Gerais. Lavras, ESAL, 1991. 105p. (Dissertação de Mestrado).
04. ARRIEL, E.F. Avaliação de famílias de meios irmãos da população de milho CMS-39 em duas densidades de semeadura. Lavras, ESAL, 1991. 121p. (Dissertação de Mestrado).
05. ASSIS, T.F. Estimativas de herdabilidade e correlações em progênies jovens de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden. Viçosa, UFV, 1980. 38p. (Dissertação de Mestrado).

06. ASSIS, T.F. Melhoramento genético do eucalipto. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 12(141):36-46, 1986.
07. ———; BRUNE, A. & EUCLYDES, R.F. Ensaio de progênies de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. *Silvicultura*, São Paulo, 8(28):158-9, 1983a.
08. ———; ——— & ———. Teste de progênies de *Eucalyptus paniculata* SM. *Silvicultura*, São Paulo, 8(28):160-1, 1983b.
09. ———; ———; NASCIMENTO FILHO, M.B. & FONSECA, J.B. Teste de progênies de *Eucalyptus grandis* Hill Ex. Maiden. *Silvicultura*, São Paulo, 8(28):165-7, 1983c.
10. BAKER, R.J. Quantitative genetic principles in plant breeding. In: GUSTAFSON, J.P.; GENE MANIPULATION IN PLANT IMPROVEMENT, 16th Stadler Genetics Symposium, 1984. Columbia, University of Missouri, 1984. p.147-76.
11. BLAKE, G.M. Study to determine optimum plot size for progeny testing of *Pinus resinosa*. Minneapolis, University of Minnesota, 1959. (Dissertação de Mestrado).

12. BORGES, R.C.G. Estimativas de herdabilidade e correlações entre caracteres de crescimento em *Eucalyptus grandis* W. Hill Ex. Maiden. Viçosa, UFV, 1980. 42p. (Dissertação de Mestrado)
13. CALZADA BENZA, J. El error experimental x la precision en los experimentos. La Molina, Estacion Experimental Agrícola de La Molina, 1965. 29p. (Boletim 67).
14. CAMPINHOS, E. More wood of better quality through intensive silviculture with rapid growth improved Brazilian Eucalyptus. Tappi, Atlanta, 63(11):145-7, 1980.
15. CHAVES, L.J. Tamanho de parcela para seleção de progênies de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ, 1985. 148p. (Tese Doutorado).
16. COCHRAN, W.G. & COX, G.M. Experimental designs. 2.ed. New York, John Wiley & Sons, 1966. 617p.
17. COCKERHAM, C.C. Estimation of genetic variances. In: HANSON, W.O. & ROBINSON, H.F., ed. Statistical genetics and plant breeding. Washington, Publi. 982 Mat'l Acad. Sci. Mat'l Res. Council, 1963. p.53-93.

18. COMSTOCK, R.E. Selection procedures in corn improvement. Proceedings of the 19th Annual Hybrid Corn Industry Research Conference, Washington, 19:87-94, 1964.
19. ——— & MOLL, R.H. Genotype-environment interactions. In. HANSON, W.D. & ROBINSON, H.F., eds. Statistical genetics and Plant Breeding. Washington, National Academic of Science, 1963. p.164-96. (Publication, 82).
20. ——— & ROBINSON, H.F. The components of genetics variance in populations of biparental progénies and their use in estimating the average degree of dominance. *Biometrics*, Raleigh, 4:254-65, 1948.
21. COTTERILL, P.P. & JAMES, J.W. Number of offspring and plot sizes required for progeny testing. *Silvae Genetica*, Frankfurt, 33(6):203-09, 1984.
22. CRONKLE, M.J. The determination of experimental plot size and shape in boblolly and slash pines. School of Forestry, Raleigh, 1963. 51p. (Technical Report).
23. CRUZ, E.D. & CASTOLDI, F.L. Decomposição da interação genótipos x ambientes em parte simples e complexa, 1991. (No prelo).

24. FALCONER, D.S. *Introdução à genética quantitativa*. Viçosa, UFV, 1987. 279p.
25. FRANKLIN, E.C. Model relating level of genetic variance to stand development of four american conifers. *Silvae Genetica*, Frankfurt, 28(5/6):207-12, 1979.
26. GARCIA, C.H. Tabelas para classificação do coeficiente de variação. IPEF, Piracicaba, 1989. 12p. (Circular Técnica, 171).
27. GOLFARI, L. Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para o reflorestamento. Belo Horizonte, Centro de Pesquisas Florestais do IBDF na região do Cerrado, 1975. 65p. (Série Técnica, 3).
28. ———; CASER, R.I. & MOURA, V.P.G. Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil (2ª aproximação). Belo Horizonte, PRODEPEF, 1978. 66p. (Série Técnica, 11).
29. GOMES, F.P. O problema do tamanho das parcelas em experimentos com plantas arbóreas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 19(12): 1507-12, 1984.

30. GOMES, F.P. Novos aspectos do problema do tamanho ótimo das parcelas em experimentos com plantas arbóreas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 23(1):59-62, 1988.
31. ——— & COUTO, H.T.Z. do. O tamanho ótimo de parcela experimental para ensaios com Eucaliptos. IPEF, Piracicaba, (31):75-77, 1985.
32. GORGULHO, E.P. Avaliação de progênies de *Eucalyptus pyrocarpa* L. Johnson x Blaxell em diferentes espaçamentos de plantio Lavras, 1990. 72p. (Dissertação de Mestrado).
33. HALLAUER, A.R. & MIRANDA FILHO, J.B. Quantitative genetics in maize breeding. Ames, Iowa State University Press, 1983. 468p.
34. HAMBLIN, J. & ZIMMERMANN, M.J. de O. Breeding common bean for yield in mixtures. *Plant Breeding Reviews*, Connecticut, 4:245-72, 1986.
35. HATHEWAY, W.H. Convenient plot size. *Agronomy Journal*, Madison, 53:279-80, 1961.
36. HODGES, C.S. et alii. Duas enfermidades em plantações de essências florestais exóticas no Brasil. *Brasil Florestal*, Brasília, 4(15):5-12, 1973.

37. HULL, F.H. Recurrent selection for specific combining ability in corn. *Journal the of American Society of Agronomy*. Madison, 37:134-45, 1945.
38. IKEMORI, Y.I. Genetic variation in characteristics of *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden raised from micro-propagation, macro-propagation and seed. Oxford, 1990. 123p. (Tese de Doutorado).
39. KAGEYAMA, P.Y. Produção de sementes de eucaliptos. IPEF, Piracicaba, 1979. 14p. (Circular Técnica, 63).
40. ———. Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. Piracicaba, ESALQ, 1980. 125p. (Tese de Doutorado).
41. ———. Seleção precoce a diferentes idades em progênies jovens de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. Piracicaba, ESALQ, 1983. 147p. (Tese de Livre-Docência).
42. KEDHARNATH, S. & VAKSHASYA, R.H. Estimates of components of variance, heritability and correlations among some growth parameters in *Eucalyptus tereticornes*. In: WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 3, Camberra, FAO, 1977. 10p.

43. KIKUTI, P. Parâmetros genéticos em progênies de meios irmãos e clonais numa população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden na região de Telêmaco Borba - PR. Piracicaba, ESALQ, 1988. 119p. (Dissertação de Mestrado).
44. LE CLERG, E.L. Significance of experimental design in plant breeding. In: FREY, K.J. Ed. Plant Breeding. Ames, Iowa State University Press, 1967. p.243-313.
45. LONNQUIST, J.H. A modification of the ear-to-row procedure of the improvement of maize population. Crop Science, Madison, 4(2):227-8, Mar./Apr. 1964.
46. MACHADO, A.T. & GOMES, L.S. Herança quantitativa e fatores que afetam a eficiência da seleção nas plantas. OCEPAR, Cascavel-PR, 1982. 12p. (Informe Técnico, 03).
- X
47. MARTINS, I.S. Variabilidade genética em progênies de *Eucalyptus citriodora* Hook, diferentes idades em condições de viveiro. Viçosa, UFV, 1989. 73p. (Dissertação de Mestrado).
48. MAYR, E. Populações, espécie e evolução. São Paulo, Ed. Nacional. Biblioteca Universitária, série 3, 1977. (Ciências Puras, v.5).

- 49 MENCK, A.L.M. & KAGEYAMA, P.Y. Variação genética em progê-
nias de árvores de pomar de sementes por mudas de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden na região de Biritiba Mirim -
SP IPEF, Piracicaba, (33):5-15, 1986.
- 50 MIRANDA FILHO, J.B. Princípios de experimentação e análise
estatística In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G.P. Melhora-
mento e produção do milho. Campinas, Fundação Cargill,
1987 v. 2. cap. 16. p.620-50.
- X
51 MORAES, M.L.T. de. Variação genética da densidade básica da
madeira em progênies de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden
e suas relações com as características de crescimento.
Piracicaba, ESALQ, 1987 115p. (Dissertação de Mestra-
do).
- 52 MORAIS, E.J. & BRUNE, A. Correlação juvenil-adulta em *Euca-
lyptus grandis* W. Hill ex. Maiden. In: Simpósio em Me-
lhoramento Genético e Produtividade de Espécies Florestais
de Rápido Crescimento Silvicultura, São Paulo. IUFRO
1983. p.410-1
- 53 MORT, E.S., KAGEYAMA, P.Y. & FERREIRA, M. Variação genética
e interação progênies x locais em *Eucalyptus urophylla*.
IPEF, Piracicaba, (39):53-63, 1988

54. MORI, E.S.; KAGEYAMA, P.Y. & FERREIRA, M. Genetic variation and progeny x local interaction in *Eucalyptus urophylla*. IPEF Internacional, Piracicaba, (1):45-54, 1990.
55. ———; LELLO, L.R.B. de & KAGEYAMA, P.Y. Efeitos da interação genótipo x ambiente em progênies de *Eucalyptus saligna* Smith. IPEF, Piracicaba, (33):19-25, 1986.
56. NAMIKAWA, I.S.; KIKUTI, P. & MONTEIRO, R.F.R. Teste de progênies de *Eucalyptus grandis* Hill Ex. Maiden na Klabin do Paraná. In: Congresso Florestal Brasileiro. Silvicultura, São Paulo, 11(41):96-100, 1986.
57. NAMKOONG, G. Inbreeding effects on estimation of genetic additive variance. *Forest Science*, Bethesda, 12(1):8-13, 1966.
58. ODA, S.; MENCK, A.L.M. & VENCOVSKY, R. Problems in the classical improvement of *Eucalyptus* as consequence of high selection intensities. IPEF Internacional, Piracicaba, (1):58-67, 1990.
59. OLIVEIRA, A.C. Análise intrablocos de experimentos em blocos completos parcialmente balanceados com alguns tratamentos comuns adicionados em cada bloco. Piracicaba, ESALQ, 1985. 153p. (Dissertação de Mestrado).

60. PANSE, V.G. & SUKTAME, P.V. Los bloques de familias compactas. In: *Statistical methods for agricultural workers*. New Delhi, Indian Council Agricultural Research, 1964, cap. 13. p.240-5.
- 61 PASZTOR, Y.P.C. Teste de procedência de *Eucalyptus pilularis* SM, na região de Mogi Guaçu. IPEF, Piracicaba, 1974. p.69-93.
- 62 PATERNIANI, E. Selection among and within half-sib families in a Brazilian population of maize (*Zea mays* L.). *Crop Science*, Madison, 17:212-6, 1967.
- 63 ——— & MIRANDA FILHO, J.B. In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G.P., ed. *Melhoramento e produção de milho*. 2.ed. Campinas, Fundação Cargill, 1987. v.1, cap.6, p.217-65.
64. PATIÑO-VALERA, F. Variação genética em progênes de *Eucalyptus saligna* Smith e sua interação com o espaçamento. Piracicaba, ESALQ, 1986. 192p. (Dissertação de Mestrado).
65. PINTO JÚNIOR, J.E. Variabilidade genética em progênes de uma população de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake da Ilha Flores - Indonésia. Piracicaba, ESALQ, 1984. 164p. (Dissertação de Mestrado).

66. PRYOR, L.D. Aspectos da cultura do eucalipto no Brasil. IPEF, Piracicaba, (2):53-9, 1971.
67. ————. *Biology of Eucalyptus*. Camberra, Edward Arnold, 1976. 78p. (Studies in Biology, 61).
68. RAMALHO, M.A.P. Eficiência relativa de alguns processos de seleção intra-populacional no milho baseados em famílias não endógamas. Piracicaba, ESALQ, 1977. 122p. (Tese de Doutorado).
69. RAWLINGS, J.O. Present status of research on long and short-term recurrent selection in finite population: choice of population size. s.l., s.ed. 1970. In: MEETING OF WORKING GROUP ON QUANTITATIVE GENETICS, 2, New Orleans, 1970.
70. ROBINSON, H.F. & COCKERHAM, C.C. Estimación y significado de los parámetros genéticos. *Fitotecnia Latinoamericana*, Caracas, 2(2):23-38, 1965.
71. ROCHA, M.G.B. Variação da densidade básica e correlações entre caracteres de progênies jovens de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden em duas etapas de crescimento. Viçosa, UFV, 1983. 57p. (Dissertação de Mestrado).

72. ROSIELLE, A.A. & HAMBLIN, J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*, Madison, 21(6):943-6, Nov./Dec. 1981.
73. SHIMIZU, J.Y.; KAGEYAMA, P.Y. & HIGA, A.R. Procedimentos e recomendações para estudos de progênies de essências florestais. Curitiba, EMBRAPA, Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro Sul, 1982. 33p. (Documentos, 11).
74. SILVA, J.A. da. Estimativas de volume do tronco e da copa, densidade básica, fator de empilhamento para madeira da copa e rendimento de madeira serrada de Eucalipto. Viçosa, UFV, 1991. 90p. (Dissertação de Mestrado).
75. SILVA, J.F. Variabilidade genética em progênies de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh e sua interação com espaçamento. Viçosa, UFV, 1990. 110p. (Dissertação de Mestrado).
36. SIMPLÍCIO, E. Determinação do tamanho de parcelas experimentais em povoamentos de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. Lavras, ESAL, 1987. 67p. (Dissertação de Mestrado).
77. SOUZA JÚNIOR, C.L. Componentes da variância genética e suas implicações no melhoramento vegetal. Piracicaba, FEALQ, 1989. 134p.

78. STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics; a biometrical approach. 2.ed. New York, McGraw Hill Book Company, 1980. 633p.
79. STONECYPHER, R.W. Field testing and data handling in forest genetics research. In: SOUTHERN CONFERENCE ON FOREST TREE IMPROVEMENT, 9, Proceedings... Knoxville, 1967. p.15-9.
80. STORCK, L. Estimativas para tamanho e forma de parcela e número de repetições para experimentos com milho (*Zea mays* L.). Porto Alegre, UFRGS, 1979. 98p. (Dissertação de Mestrado).
81. STYLES, B.J. Taxonomic and biosystematic studies. In: BURLEY, J. & WOOD, J.P. A manual on species and provenance research with particular reference to the tropics.. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, 1976. p.15-25.
82. TORGGLER, M.G.F. Variação genética entre progênies dentro de procedências de *Eucalyptus saligna* Smith. Piracicaba, ESALQ, 1987. 198p. (Dissertação de Mestrado).
83. VAN WYK, G. Early growth results in a diallel programy test of *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden. Raleigh, North Carolina State University, 1975. 135p. (Tese de Doutorado).

84. VELLO, N.A. & VENCOVSKY, R. Variâncias associadas às estimativas de variância genética e coeficiente de herdabilidade. In: ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ". Relatório Científico de 1974. Piracicaba, 1974. p.238-48. (Relatório, 8).
85. VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G.P., ed. Melhoramento e Produção de Milho. 2.ed. Campinas, Fundação Cargill, 1987. v.1, cap.5, p.137-214.
86. VOYSEST, O. Tamanho de parcela. In: LÓPEZ, M.; FERNÁNDEZ & SCHOONHOVEN, A. van, eds. FRIJOL: investigation y producción. Cali, Colômbia, CIAT, 1985. p.409-17.
87. WRIGHT, J.W. Introduction to forest genetics. New York, Academic Press, 1976. 463p.
88. ^X ————. Melhoramento genético de los arboles. Roma, FAO, 1964. 436p.
89. ————. Plot size and experimental efficiency in forest genetic research. Ann Arbor, Agricultural Experiment Station, 1960. 28p. (Technical Bulletin, 280).

- X
90. WRIGHT, J.W. & FREELAND JR., F.D. Plot size in forest genetics research. Papers of Michigan Academy of Science, Arts, and Letters. Michigan, 44:177-82, 1959.
91. ZOBEL, B. & TALBERT, J. Applied forest tree improvement. New York, John Wiley & Sons, 1984. 505p.

APÊNDICE

TABELA 1A - Relação das médias de circunferência à altura do peito - CAP (cm) para as cinco procedências de *Eucalyptus camaldulensis* em cada local avaliado e nos três locais, aos 17 meses de idade.

Progenies	Procedência	Locais			Média
		Presidente Olegário	Pirapora	João Pinheiro	
1	Katherine-NT	17,84	13,07	18,24	16,39
2	Katherine-NT	17,18	12,54	19,57	16,43
3	Katherine-NT	19,99	13,69	18,75	17,48
4	Katherine-NT	16,99	13,69	18,21	16,30
5	Katherine-NT	17,85	12,80	18,24	16,30
6	Katherine-NT	17,59	14,00	18,59	16,73
7	Katherine-NT	17,07	13,63	19,10	16,60
8	Katherine-NT	18,88	14,31	20,10	17,76
9	Katherine-NT	18,51	12,83	19,08	16,81
10	Katherine-NT	19,56	13,51	19,79	17,62
11	Katherine-NT	18,15	13,71	19,68	17,18
12	Katherine-NT	17,69	12,58	17,43	15,90
13	Katherine-NT	17,45	12,94	17,50	15,97
14	W. of Mount Carbine	20,03	15,23	19,56	18,27
15	W. of Mount Carbine	19,26	15,64	19,01	17,97
16	W. of Mount Carbine	19,56	15,33	20,84	18,58
17	W. of Mount Carbine	20,15	14,78	18,25	17,72
18	W. of Mount Carbine	18,90	13,53	19,48	17,30
19	W. of Mount Carbine	20,67	14,05	19,61	18,11
20	W. of Mount Carbine	18,85	15,77	19,57	18,06
21	W. of Mount Carbine	21,01	15,26	19,91	18,73
22	W. of Mount Carbine	18,60	14,78	21,32	18,23
23	W. of Mount Carbine	19,59	15,06	21,58	18,74
24	Kennedy River	19,85	13,58	18,42	17,29
25	Kennedy River	19,10	13,52	19,72	17,44
26	Kennedy River	18,30	13,62	17,01	16,31
27	Kennedy River	19,81	15,64	20,65	18,70
28	Kennedy River	18,18	13,01	17,56	16,25
29	Kennedy River	20,55	13,85	20,74	18,38
30	Kennedy River	19,20	13,92	18,73	17,28
31	Kennedy River	20,74	15,12	19,81	18,55
32	Kennedy River	18,21	12,99	18,39	16,53
33	Kennedy River	20,18	13,98	19,39	17,85
34	Kennedy River	18,46	13,39	19,30	17,05
35	Kennedy River	19,79	13,54	18,31	17,21
36	Kennedy River	17,80	13,80	19,32	16,97
37	Kennedy River	19,06	13,41	17,17	16,55
38	Kennedy River	18,33	13,95	19,05	17,11
39	Kennedy River	17,58	13,37	19,10	16,68
40	Kennedy River	18,59	14,34	19,27	17,40
41	Kennedy River	16,21	13,03	16,74	15,32
42	Kennedy River	18,00	12,45	18,23	16,23
43	Kennedy River	19,18	13,96	19,80	17,65
44	Kennedy River	18,89	13,86	18,94	17,23
45	Kennedy River	18,88	14,52	18,84	17,41
46	Kennedy River	19,62	14,19	19,62	17,81
47	Kennedy River	19,32	13,95	19,55	17,60
48	Eccles Creek	19,41	14,54	19,06	17,67
49	Eccles Creek	20,62	15,68	20,26	18,85
50	Eccles Creek	21,69	16,05	20,76	19,50

TABELA 1A - Continuação

Progenies	Procedência	Locais			Média
		Presidente Olegário	Pirapora	João Pinheiro	
51	Eccles Creek	18,47	14,03	19,68	17,40
52	Eccles Creek	20,82	14,84	21,06	18,91
53	Eccles Creek	20,87	18,28	21,15	19,44
54	Eccles Creek	19,03	15,45	19,07	17,85
55	Eccles Creek	20,14	14,93	19,70	18,26
56	Eccles Creek	21,37	16,15	20,38	19,30
57	Walsh River	20,60	15,75	19,92	18,76
58	Walsh River	20,26	16,43	18,55	18,41
59	Walsh River	19,70	15,18	20,69	18,53
60	Walsh River	23,73	16,64	21,16	20,51
61	Walsh River	21,42	15,42	19,96	18,94
62	Walsh River	21,33	15,96	20,95	19,41
63	Walsh River	20,34	16,06	18,60	18,33
64	Walsh River	21,47	16,09	20,49	19,35
65	Walsh River	19,35	14,29	20,38	18,01
66	Walsh River	19,27	14,67	20,24	18,06
67	Walsh River	18,85	14,29	19,06	17,40
68	Walsh River	19,15	14,70	19,91	17,92
69	Walsh River	20,91	15,95	20,36	19,07
70	Walsh River	19,78	15,00	18,71	17,83
71	Walsh River	17,36	13,98	19,64	16,99
72	Walsh River	19,08	15,55	18,95	17,86
73	Walsh River	20,52	16,43	20,26	19,07
74	Walsh River	20,22	14,78	20,40	18,47
75	Walsh River	17,97	13,71	19,35	17,01
76	Walsh River	19,61	14,75	18,79	17,72
77	Walsh River	20,17	13,96	16,67	16,93
78	Walsh River	18,91	14,25	19,55	17,57
79	Walsh River	19,69	15,24	19,35	18,10
80	Walsh River	18,65	14,64	19,09	17,46
81	Walsh River	19,12	15,66	18,74	17,84
82	Walsh River	20,74	15,35	21,47	19,18
83	Walsh River	21,01	15,21	20,93	19,05
84	Katherine-NT	16,84	12,62	17,70	15,72
85	Katherine-NT	19,61	13,80	16,73	16,75
86	Katherine-NT	18,29	12,67	19,17	16,71
87	Katherine-NT	16,68	12,29	17,56	15,51
88	Katherine-NT	16,83	12,37	17,23	15,47
89	W. of Mount Carbine	18,91	13,18	18,03	16,71
90	W. of Mount Carbine	19,97	14,95	19,82	18,25
91	Walsh River	18,17	14,16	17,86	16,73
92	Walsh River	18,62	13,08	17,75	16,48
93	Katherine-NT	17,05	13,95	19,34	16,78
94	Katherine-NT	16,23	13,21	17,36	15,60
95	Katherine-NT	15,20	12,42	17,57	15,06
96	W. of Mount Carbine	17,22	13,44	17,69	16,12
97	W. of Mount Carbine	18,86	13,84	20,57	17,76
98	Kennedy River	16,22	12,22	17,29	15,24
99	Kennedy River	15,61	13,60	15,99	15,06
100	Walsh River	17,39	14,35	17,80	16,45
Média Geral		19,05	14,28	19,16	19,49

TABELA 2A - Relação das médias de altura (m) para as cinco procedências de *Eucalyptus camaldulensis* em cada local avaliado e nos três locais, aos 17 meses de idade.

Progenies	Procedência	Locais			Média
		Presidente Olegário	Pirapora	João Pinheiro	
1	Katherine-NT	5,62	4,28	5,90	5,27
2	Katherine-NT	5,46	4,32	5,77	5,18
3	Katherine-NT	6,02	4,44	5,60	5,35
4	Katherine-NT	4,99	4,51	5,72	5,08
5	Katherine-NT	5,63	4,04	5,46	5,05
6	Katherine-NT	4,99	4,45	5,99	5,15
7	Katherine-NT	4,89	4,50	5,88	5,09
8	Katherine-NT	4,98	4,37	5,76	5,04
9	Katherine-NT	5,41	4,16	5,23	4,93
10	Katherine-NT	5,78	4,40	6,07	5,42
11	Katherine-NT	5,75	4,62	6,11	5,49
12	Katherine-NT	5,34	4,16	5,65	5,05
13	Katherine-NT	5,31	4,41	5,40	5,04
14	W. of Mount Carbine	6,83	4,94	6,26	6,01
15	W. of Mount Carbine	7,09	5,49	6,97	6,52
16	W. of Mount Carbine	7,35	4,84	7,21	6,47
17	W. of Mount Carbine	6,79	5,21	6,45	6,15
18	W. of Mount Carbine	6,98	4,84	6,91	6,25
19	W. of Mount Carbine	7,13	4,29	6,29	5,90
20	W. of Mount Carbine	6,73	5,21	7,05	6,33
21	W. of Mount Carbine	7,81	5,21	7,29	6,77
22	W. of Mount Carbine	6,70	4,39	6,03	5,71
23	W. of Mount Carbine	6,31	4,40	6,41	5,71
24	Kennedy River	6,06	4,85	6,93	5,95
25	Kennedy River	6,81	4,34	6,55	5,90
26	Kennedy River	6,73	4,55	6,12	5,80
27	Kennedy River	6,55	4,95	6,82	6,11
28	Kennedy River	6,34	4,16	6,25	5,58
29	Kennedy River	6,63	4,63	6,92	6,06
30	Kennedy River	6,71	4,81	6,89	6,14
31	Kennedy River	7,54	5,42	7,45	6,80
32	Kennedy River	6,28	4,43	6,49	5,74
33	Kennedy River	6,77	4,59	6,48	5,95
34	Kennedy River	6,23	4,63	6,78	5,86
35	Kennedy River	6,82	4,50	6,43	5,92
36	Kennedy River	6,09	4,67	6,67	5,81
37	Kennedy River	5,79	4,01	5,48	5,09
38	Kennedy River	6,23	4,98	6,50	5,90
39	Kennedy River	6,15	4,63	6,48	5,75
40	Kennedy River	6,79	4,71	7,07	6,19
41	Kennedy River	6,38	4,58	6,75	5,91
42	Kennedy River	6,09	4,11	5,85	5,35
43	Kennedy River	6,85	4,98	7,01	6,28
44	Kennedy River	6,48	4,73	6,24	5,81
45	Kennedy River	6,94	5,28	6,91	6,38
46	Kennedy River	6,80	4,86	6,84	6,17
47	Kennedy River	6,77	4,90	6,97	6,22
48	Eccles Creek	6,78	5,07	6,46	6,10
49	Eccles Creek	6,83	4,75	6,55	6,04
50	Eccles Creek	7,22	5,52	6,98	6,57

TABELA 2A - Continuação

Progenies	Procedência	Locais			Média
		Presidente Olegário	Pirapora	João Pinheiro	
51	Eccles Creek	6,21	4,53	6,46	5,73
52	Eccles Creek	7,15	5,17	7,09	6,47
53	Eccles Creek	7,24	5,58	7,28	6,70
54	Eccles Creek	6,86	5,03	6,85	6,24
55	Eccles Creek	7,06	5,02	6,71	6,26
56	Eccles Creek	7,79	5,36	6,82	6,66
57	Walsh River	6,64	4,75	6,49	5,96
58	Walsh River	6,46	4,82	5,96	5,75
59	Walsh River	6,62	4,79	6,92	6,11
60	Walsh River	7,42	5,35	6,79	6,52
61	Walsh River	7,57	5,26	6,76	6,53
62	Walsh River	7,00	4,92	6,30	6,07
63	Walsh River	6,43	4,78	6,31	5,84
64	Walsh River	7,42	5,34	7,18	6,65
65	Walsh River	6,59	4,74	6,61	5,98
66	Walsh River	6,18	4,57	6,72	5,82
67	Walsh River	6,69	5,00	6,71	6,13
68	Walsh River	6,40	4,80	6,32	5,84
69	Walsh River	7,34	5,12	6,73	6,40
70	Walsh River	6,29	4,92	6,08	5,76
71	Walsh River	6,43	4,94	6,87	6,08
72	Walsh River	6,61	5,40	6,41	6,14
73	Walsh River	6,89	5,45	7,19	6,51
74	Walsh River	6,37	4,60	6,49	5,82
75	Walsh River	6,46	4,70	6,41	5,86
76	Walsh River	6,48	5,16	5,82	5,82
77	Walsh River	6,00	4,78	6,30	5,69
78	Walsh River	6,84	5,17	6,89	6,30
79	Walsh River	6,52	5,07	6,58	6,06
80	Walsh River	7,25	5,43	7,01	6,57
81	Walsh River	7,35	5,46	6,92	6,57
82	Walsh River	6,99	5,07	7,07	6,38
83	Walsh River	7,22	5,23	6,94	6,46
84	Katherine-NT	4,81	4,21	5,08	4,70
85	Katherine-NT	5,58	3,85	4,97	4,80
86	Katherine-NT	4,96	3,94	5,39	4,76
87	Katherine-NT	4,79	3,92	5,50	4,74
88	Katherine-NT	4,99	4,11	5,32	4,80
89	W. of Mount Carbine	6,73	4,49	6,75	5,99
90	W. of Mount Carbine	6,55	4,89	6,79	6,08
91	Walsh River	6,44	4,71	6,61	5,92
92	Walsh River	6,49	4,46	6,20	5,72
93	Katherine-NT	4,21	4,34	5,77	4,77
94	Katherine-NT	4,67	4,66	5,60	4,97
95	Katherine-NT	4,56	4,12	5,56	4,75
96	W. of Mount Carbine	6,97	4,71	6,55	6,08
97	W. of Mount Carbine	6,18	4,23	6,48	5,63
98	Kennedy River	5,87	4,42	6,66	5,65
99	Kennedy River	5,76	4,54	6,67	5,66
100	Walsh River	5,11	4,15	5,80	5,02
Média Geral		6,37	4,73	6,42	5,84