

OSWALDO GOMES MARQUES JÚNIOR

**ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS E
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA SELEÇÃO PRECOCE EM
Eucalyptus cloeziana F. Muell.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. MAGNO ANTÔNIO PATTO RAMALHO

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1995**

FICHA CATALOGRÁFICA PREPARADA PELA SEÇÃO DE CATALOGAÇÃO E
CLASSIFICAÇÃO DA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFLA

Marques Júnior, Oswaldo Gomes.

Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos e avaliação da eficiência da seleção precoce em *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. / Oswaldo Gomes Marques Júnior.--Lavras : UFLA, 1995.

69 p. : il.

Orientador: Magno Antônio Patto Ramalho.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Eucalipto - Melhoramento genético. 2. Eucalipto - Seleção precoce. 3. Eucalipto - Parâmetros genéticos. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

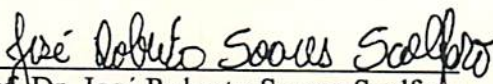
CDD-634.97342

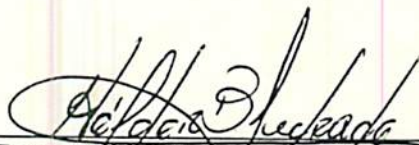
OSWALDO GOMES MARQUES JÚNIOR


ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS E AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA SELEÇÃO PRECOCE EM *Eucalyptus cloeziana* F. Muell.

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 24 de fevereiro de 1995


Prof. Dr. José Roberto Soares Scolforo


Pesq. Helder Bolognani Andrade


Prof. Dr. Magno Antônio Patto Ramalho
(Orientador)

Aos meus pais, Oswaldo e Neide, que com muito amor, dedicação e empenho, sempre me apoiaram em todas as fases importantes da minha vida.

Aos meus irmãos, Carla, Paulo e Marcelo.

À minha esposa, Cristian, pelo auxílio, apoio e compreensão.

Aos demais familiares.

Aos amigos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai, Oswaldo, por suas palavras: "Que nosso solo fértil te proporcione sempre prazer e incentivo, cuminando numa carreira vitoriosa e merecida".

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade concedida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

À Mannesmann Fi-El Florestal Ltda., pelo apoio e material concedido para a realização deste trabalho.

Ao professor Magno Antônio Patto Ramalho, pela orientação, disponibilidade, apoio, estímulo e ensinamentos transmitidos durante todo o curso e na realização deste trabalho.

Ao pesquisador Hélder Bolognani Andrade, pelas valiosas informações, apoio e sugestões para melhorar esse trabalho.

Ao professor José Roberto Soares Scolforo, pela revisão crítica e objetiva, que contribuiu na melhoria da qualidade deste trabalho.

Aos professores do Departamento de Biologia da UFLA, em especial aos professores do curso de Genética e Melhoramento de Plantas, João Bosco, César e Samuel; e a professora Lea R.M. Schurter pela compreensão, amizade e ensinamentos transmitidos.

Ao Núcleo de Estudo de Genética (GEN) pelo apoio e pelos eventos realizados que contribuíram na minha formação.

Aos estudantes de graduação Leandro Alves e Marcelo Gomes, pelo grande auxílio na digitação dos dados e na elaboração dos mapas, respectivamente.

Aos amigos do curso de Genética e Melhoramento de Plantas Paulo Martins, Farias, Erich, Paulo Rogério, João Acássio, Leonardo Rosse, José Sérgio, Benedita, Toshio, Lucianne, Giovana, Leonardo, Patrícia, André, Maurício, Joelson, Renata, Cláudia, Hélia, Flávia, Vilma, Eduardo, Márcio Henrique e demais colegas pelo convívio e amizade.

Aos amigos do laboratório de Zoologia e de outros cursos de pós-graduação, pelo companherismo.

Aos funcionários do Departamento de Biologia e da Biblioteca da UFLA, pelos auxílios prestados.

À Fátima e Arie, pela paciência e serviços datilográficos.

À todos aqueles que contribuíram, de alguma maneira, para o êxito deste trabalho.

BIOGRAFIA

Oswaldo Gomes Marques Júnior, filho de Oswaldo Gomes Marques e Neide Barbosa Marques, nasceu em Santos, Estado de São Paulo, aos 21 de fevereiro de 1968.

Em novembro de 1991, graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras-MG.

Em março de 1993, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Genética e Melhoramento de Plantas, na Universidade Federal de Lavras - UFLA, concluindo-o em fevereiro de 1995.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	x
SUMMARY	xii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 <i>Eucalyptus cloeziana</i> F. Muell.: origem e distribuição geográfica	3
2.2 Seleção recorrente intrapopulacional com famílias de meios-irmãos	5
2.3 Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos	6
2.4 Seleção precoce	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Local e caracterização da área experimental	13
3.2 Material genético	15
3.3 Instalação e condução do experimento	15
3.4 Lote de recombinação - pomar de sementes por muda	17
3.5 Análises estatísticas	18
3.5.1 Análises de variância para cada procedência em cada idade	
3.5.2 Análises de variância combinada das diferentes procedências em cada idade	19
3.5.3 Análise de variância subdividida no tempo	20
3.6 Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos	22
3.7 Análise de variância e estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos no lote de recombinação	26
4 RESULTADOS	28
5 DISCUSSÃO	49
6 CONCLUSÕES	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
APÊNDICE	62

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Estimativas das correlações juvenil-adulta relatadas na literatura	10
2	Precipitação pluviométrica (chuva) e números de dias com chuva, observados no município de Bocaiúva (MG), no período de 1987 a 1994	14
3	Resultados da análise físico/química do solo para o local de instalação do experimento	15
4	Localização geográfica e número de famílias por procedência de <i>E. cloeziana</i> que foram avaliados no experimento da MAFLA	17
5	Esquema da análise de variância combinada, ao nível de indivíduos, utilizada na avaliação das famílias de meios irmãos de cada procedência em cada idade w	20
6	Esquema da análise de variância subdividida no tempo, ao nível de indivíduo	23
7	Expressões para a obtenção das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos em cada idade w	24
8	Expressões para a obtenção das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos envolvendo todos as idades das árvores	25
9	Resumo da análise de variância do DAP (cm), ao nível de indivíduos, obtido na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de <i>E. cloeziana</i> com 29 meses de idade, no município de Bocaiúva - MG	29
10	Resumo da análise de variância do DAP (cm), ao nível de indivíduos, obtido na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de <i>E. cloeziana</i> com 42 meses de idade, no município de Bocaiúva - MG	30
11	Resumo da análise de variância do DAP (cm), ao nível de indivíduos, obtido na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de <i>E. cloeziana</i> com 56 meses de idade, no município de Bocaiúva - MG	31

Tabela	Página
12 Resumo da análise de variância do DAP (cm), ao nível de indivíduos, obtido na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de <i>E. cloeziana</i> com 67 meses de idade, no município de Bocaiúva - MG	32
13 Resumo da análise de variância do DAP (cm), ao nível de indivíduos, obtido na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de <i>E. cloeziana</i> com 80 meses de idade, no município de Bocaiúva - MG	33
14 Resumo da análise de variância subdividida no tempo, para o DAP (cm), obtido no experimento de avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de <i>E. cloeziana</i> , Bocaiúva - MG	35
15 Estimativas dos componentes de variância das análises conjunta das idades duas a duas e decomposição do componente de variância da interação famílias \times idades, obtido no experimento de avaliação de famílias de meios-irmãos de <i>E. cloeziana</i> , Bocaiúva - MG	37
16 Estimativas dos componentes de variância das análises conjunta das idades duas a duas e decomposição do componente de variância da interação famílias \times idades, obtido no experimento de avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de <i>E. cloeziana</i> , Bocaiúva - MG	39
17 Médias do diâmetro à altura do peito (cm) obtido no experimento de avaliação de famílias de meios-irmãos, de diferentes procedências de <i>E. cloeziana</i> , em diferentes idades de avaliação, Bocaiúva - MG	40
18 Porcentagem de plantas secas observado aos 80 meses no experimento de avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de <i>E. cloeziana</i> , Bocaiúva - MG	44
19 Estimativas do coeficiente de regressão linear (b) e coeficiente de determinação (R^2) entre DAP (cm) e as diferentes idades de avaliação. Dados obtidos na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de <i>E. cloeziana</i> , Bocaiúva - MG	45
20 Estimativas dos ganhos esperados com a seleção aos 80 meses e resposta correlacionada com a seleção para o DAP (cm), entre famílias de meios-irmãos de <i>E. cloeziana</i> , Bocaiúva - MG	46
21 Estimativas da eficiência da seleção precoce em porcentagem obtida utilizando a expressão de Hamblin e Zimmermann (1986), para o DAP (cm), considerando todas as famílias de meios-irmãos de <i>E. cloeziana</i> avaliados no experimento, Bocaiúva - MG	47
22 Resumo da análise de variância e estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos para o DAP (cm), no lote de recombinação, Bocaiúva - MG	48

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Localização geográfica das procedências de <i>E.cloeziانا</i> avaliados no experimento, Bocaiúva - MG	16
2	Distribuição de freqüência das médias dos DAP (cm) das famílias de meios-irmãos das procedências Ravenshoe (A), Cardwell (B) e Blackdown (C); com 29 meses (A, B e C) e 80 meses (A', B', C')	41
3	Distribuição de freqüência das médias dos DAP (cm) das famílias de meios-irmãos das procedências Helenvale (D), Monto (E) e Gympie (F); com 29 meses (D, E e F) e 80 meses (D', E', F')	42
4	Distribuição de freqüência das médias dos DAP (cm) das famílias de meios-irmãos das procedências Herberton "A" (G) e Herberton "B" (H), considerando as 317 famílias do experimento (I); com 29 meses (G, H, I) e 80 meses (G', H', I')	43

RESUMO

MARQUES JÚNIOR, Oswaldo Gomes. **Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos e avaliação da eficiência da seleção precoce em *Eucalyptus cloeziana* F. Muell.** Lavras: UFLA, 1995. 69p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).*

Com o objetivo de estimar os parâmetros genéticos e fenotípicos e a eficiência da seleção precoce em 8 diferentes procedências de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. no norte e noroeste do Estado de Minas Gerais, foram avaliadas 317 famílias de meios-irmãos em um experimento instalado no município de Bocaiúva (MG), em 1987, utilizando o delineamento de blocos de famílias compactas, com 10 repetições e seis plantas por parcela. Foram obtidos os dados do diâmetro à altura do peito (DAP) aos 29, 42, 56, 67 e 80 meses e o número de árvores com sintomas de seca aos 80 meses. Obtiveram-se para o DAP, as estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos por idade e na análise combinada das idades. Também foram estimadas as correlações genéticas nas diferentes idades e a resposta correlacionada com a seleção. Aos 29 meses foi efetuada a seleção das 50 melhores famílias e utilizando sementes remanescentes dessas famílias, foi implantado no mesmo município em 1990, um lote de recombinação utilizando o delineamento inteiramente casualizado com 15 repetições e dez plantas por parcela.

* Orientador: Magno Antônio Patto Ramalho. Membros da Banca: José Roberto Soares Scolforo e Hélder Bolognani Andrade.

Aos 40 meses foi obtido o DAP e a partir desses dados, estimados os parâmetros genéticos e fenotípicos. Constatou-se que as famílias avaliadas, tanto no experimento como no lote de recombinação, apresentaram variabilidade genética, para o diâmetro à altura do peito. A estimativa da herdabilidade (h^2) no sentido restrito ao nível de média das famílias foi superior a 86% nas diferentes idades de avaliação e a h^2 para a seleção dentro das parcelas no lote de recombinação foi de 25,3%, possibilitando assim antever sucesso com a seleção. Todas as metodologias utilizadas na avaliação da eficiência da seleção precoce foram concordantes em recomendar que essa estratégia deve ser utilizada no melhoramento do eucalipto, mesmo em condições adversas de clima, como ocorre na maioria das áreas de reflorestamento do Estado de Minas Gerais. Na seleção precoce é aconselhável realizar uma seleção mais branda e instalar o lote de recombinação, com sementes remanescentes, de modo que uma nova avaliação das famílias selecionadas possa ser efetuada utilizando para isso, simultaneamente, os dados do experimento de avaliação em idade mais avançada e do lote de recombinação.

SUMMARY

ESTIMATES OF GENETIC AND PHENOTYPIC PARAMETERS AND THE EFFICIENCY OF PRECOCIUS SELECTION IN *Eucalyptus cloeziana* F. Muell.

The purpose of this study was to estimate genetic and phenotypic parameters and the efficiency of precocius selection in 8 different provenances of *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. in north and northwest regions of Minas Gerais State (Brazil). Three hundred seventeen half-sib families were evaluated in one experiment carried out in Bocaiúva county (MG), in 1987, using a compact family blocks design, with ten replications and six plants/plot. The traits evaluated were diameter at chest height at 29, 42, 56, 67 and 80 months of age and the number of trees with drought trace at 80 months. Genetic and phenotypic parameters for diameter at chest height were estimated for each age and for combined analysis. Selection of the 50 most promising families was performed at 29 months. Recombination plots were established under a completely randomized design with 15 replications and 10 plants/plot using remnant seeds from the selected families in the same region in 1990. At 40 months of age, the diameter at chest height was obtained and genetic and phenotypic parameters were estimated. The evaluated families showed genetic variability for diameter at chest height both in the experiment and in the recombination plots. The estimate of heritability in the narrow sense at the family mean level was higher than 86% in different ages evaluated and the heritability for the selection within plots in the recombination plots was 25.3%. Those figures allow us to predict the success with selection. All

methodologies used in evaluating the efficiency of precocious selection agreed that this procedure can be recommended for improving the efficiency of breeding programs of *Eucalyptus*, even in adverse climate conditions, such as those that occur in the majority of the regions of reforestation in Minas Gerais State. In using the precocious selection it is recommended to apply light selection pressure and to install the recombination plots with remnant seeds, so that a new evaluation of the promising families can be done using, at the same time, data from older plants of the experiment and from plants in the recombination plots.

1 INTRODUÇÃO

A maioria dos caracteres de importância econômica no melhoramento de essências florestais tais como, volume de madeira e densidade básica, são controlados por inúmeros genes. Assim, o desafio dos melhoristas é o de aumentar a frequência dos alelos favoráveis desses genes, o que contribuiria para melhorar a expressão fenotípica do caráter. Como é praticamente impossível aumentar a frequência dos alelos favoráveis de uma só vez, a opção que resta é realizar ciclos repetidos de seleção, isto é, a seleção recorrente (Hallauer, 1992).

A utilização de seleção recorrente em essências florestais, como o caso do eucalipto, tem como sua principal limitação a duração de cada ciclo de seleção. Nos Estados Unidos e na Europa, onde a idade de rotação pode chegar a 30 ou mais anos, cada ciclo seletivo irá demandar na avaliação e recombinação, cerca de 31 a 33 anos. Assim, o melhorista na melhor das hipóteses, durante a sua vida profissional, conseguirá conduzir apenas um ciclo seletivo.

No Brasil, embora a situação não seja tão drástica pois a idade de rotação tem sido de aproximadamente 7 anos, ainda assim nas etapas de avaliação e recombinação das famílias serão necessários de 8 a 10 anos. Mesmo nessa situação, a duração de cada ciclo seletivo ainda é excessiva. A alternativa é efetuar a seleção precoce, isto é, a avaliação é feita entre famílias ou indivíduos no estágio o mais juvenil possível. Essa estratégia tem sido alvo de inúmeras

pesquisas conduzidas em vários países, as quais evidenciam ser a seleção precoce factível (Wakeley, 1971; Franklin, 1979; Mohrdiek, 1979; Magnussen, 1988; Borralho, 1991; Rehfeldt, 1992; Rezende, Bertolucci e Ramalho, 1995; Rezende e Bertolucci, 1995).

A área de maior concentração de reflorestamento com *Eucalyptus* no Estado de Minas Gerais, concentra-se na região norte e noroeste. Nessas regiões o principal problema é a pequena precipitação pluviométrica concentrada praticamente nos meses de verão. É questionável se a seleção precoce ainda seria eficiente sob essa condição adversa de clima.

Uma das espécies de *Eucalyptus* que tem mostrado ser promissora na região, em função do seu crescimento e as características de sua madeira, é o *E. cloeziana* (Andrade, 1991). Como parte integrante de seu programa de pesquisa na área de melhoramento, a Mannesmann Fi-El Florestal Ltda (MAFLA) vem conduzindo desde 1987 um experimento de avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências dessa espécie. É importante averiguar se há variação genética entre essas famílias em condições de promover a seleção, visando obter materiais mais adaptados a região.

Do exposto, foi realizado o presente trabalho com o intuito de estimar os parâmetros genéticos e fenotípicos e verificar a eficiência da seleção precoce no melhoramento de *E. cloeziana* para a região norte e noroeste do Estado de Minas Gerais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Eucalyptus cloeziana* F. Muell.: origem e distribuição geográfica

O *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. foi identificado em 1878 e recebeu este nome em homenagem ao químico francês, Francois Stanislas Cloez, nascido em 1817 (Hall, 1978).

A distribuição natural desta espécie está confinada ao Estado de Queensland, Austrália, numa faixa latitudinal entre 15 e 27°S. A forma de distribuição é descontínua, estando a sua maior quantidade no sul do Estado entre 23 e 26°S, mas algumas ocorrências pequenas e disjuntas são encontradas próximo à costa, tendo Cooktown como extremo norte (Guimarães et al., 1983).

No distrito de Gympie, local de principal ocorrência, é onde a espécie apresenta seu melhor desenvolvimento, com árvores altas de 35 a 40 metros atingindo até 55 metros de altura, diâmetro à altura do peito (DAP) de até dois metros e excelente forma (Moura, Melo e Silva, 1993).

O clima das áreas naturais é do tipo subtropical a tropical. Próximo à costa a precipitação mínima mensal, durante o período seco, é de 40 mm mas, nas regiões do interior, a estação seca é mais pronunciada. Toleram solos arenosos férteis e secos de cume dos morros e chapadas, mas com crescimento inferior. Já foi encontrada em altitudes que variam de 25 a 950 metros (Guimarães et al., 1983 e Turnbull, 1983).

No sul da África é considerada uma das mais importantes espécies para reflorestamento, principalmente nas regiões de chuva de verão, onde é utilizada para postes telefônicos e de transmissão de energia, devido principalmente a retidão de seu fuste. É plantada com sucesso no Congo, Kenya, Malawi, Nigéria, África do Sul, Zimbabwe, Uganda e Zâmbia, principalmente em áreas com precipitação anual de 1000 a 1500 mm e uma estação seca de 4 a 5 meses. Depois de estabelecida é bastante tolerante a longos períodos sem chuvas, porém é mais sensível à seca nos primeiros meses depois do plantio do que a maioria das espécies de *Eucalyptus* (Moura, Melo e Silva, 1993).

A madeira desta espécie tem coloração castanho-amarelada, é forte, dura e extremamente durável, qualidades estas que a colocam como espécie potencial em programas de reflorestamento (Moura, Melo e Silva, 1993). Além destas características de interesse, Mendes et al. (1983) cita que esta espécie possui madeira de alta densidade básica, bom rendimento volumétrico, boa capacidade de brotação, elevada produção de sementes por área e frutificação intensa durante todo o ano, podendo na mesma árvore serem efetuadas até três colheitas por ano. Tem limitações no cruzamento com outras espécies, o que diminui os riscos de hibridação em trabalhos de melhoramento e nos campos de produção de sementes.

No Brasil, o *Eucalyptus cloeziana* foi introduzido em 1970 e as populações mais antigas estão localizadas em Salto - SP, São Mateus e Linhares - ES (Souza et al., 1992). Em testes de espécies e procedências realizados pela Mannesmann Fi-El Florestal Ltda. nas regiões do norte e noroeste do Estado de Minas Gerais, mostrou-se bastante promissora apresentando médias elevadas para altura e diâmetro, com um índice médio de sobrevivência de 93,7% (Andrade, 1991).

2.2 Seleção recorrente intrapopulacional com famílias de meios-irmãos

As características de maior interesse econômico no gênero *Eucalyptus* são controladas por um grande número de genes e assim, faz-se necessário a utilização de métodos de seleção que aumentem a frequência dos alelos favoráveis de uma maneira gradativa, geração após geração, que é a seleção recorrente.

Todos os métodos de seleção recorrente, exceto a seleção massal, incluem três fases igualmente importantes: a) a obtenção das famílias; b) avaliação das famílias; c) recombinação das famílias superiores para formar a população do próximo ciclo de seleção (Paterniani e Miranda Filho, 1987; Hallauer, 1992).

A seleção recorrente pode ser intrapopulacional ou interpopulacional. Essa última visa o melhoramento de uma população em combinação com outra. Ela basicamente tem sido empregada no melhoramento do milho (Hallauer e Miranda Filho, 1983). A intrapopulacional é de uso mais generalizado e tem como objetivo o melhoramento da população 'per-se' podendo ser a nível de indivíduos - seleção fenotípica ou massal, ou a nível de famílias. A seleção fenotípica é amplamente utilizada no melhoramento de essências florestais embora com denominação diferente. Um exemplo é a denominada de Área de Produção de Sementes (APS), que como o próprio nome indica, é uma área onde serão produzidas sementes para os próximos plantios. Nessas áreas é realizada a seleção fenotípica dos indivíduos, portanto constitui-se uma área onde é efetuada a seleção massal para ambos os sexos.

Com relação a seleção recorrente intrapopulacional utilizando famílias, essas podem ser não endógamas, famílias de meios-irmãos e irmãos-germanos ou endógamas S_1 , S_2 , etc. Dentre esses tipos de famílias a mais utilizada no melhoramento do eucalipto tem sido a de

meios-irmãos, principalmente pela sua simplicidade de obtenção (Kageyama, 1980; Castro, 1992 e Martins, 1989). Na sua condução há duas alternativas: a primeira é sem sementes remanescentes e a segunda é com sementes remanescentes.

No método sem sementes remanescentes a recombinação é realizada no próprio experimento de avaliação das famílias. O principal problema é a formação de clareiras no pomar de sementes, principalmente quando se avalia um grande número de famílias e aplica-se uma forte intensidade de seleção. Nessa condição as clareiras podem colocar em risco o sucesso da recombinação. Esse problema pode ser solucionado, nos casos das espécies com fácil propagação vegetativa, obtendo-se um lote de recombinação independente, onde é possível dispor os indivíduos selecionados de modo que todas as plantas sejam polinizadas por todas as demais (Ramalho, 1993). No processo com sementes remanescentes, o melhorista avalia as famílias e identifica as superiores. Utilizando sementes dessas famílias, que estavam armazenadas, é feito um lote de recombinação (Paterniani e Miranda Filho, 1987). No caso da utilização de famílias de meios-irmãos apenas $\frac{1}{4}$ da variância aditiva é explorada, enquanto que utilizando clones na etapa de recombinação, este coeficiente passa a ser o dobro (Wricke e Weber, 1986).

2.3 Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos

As estimativas dos parâmetros genéticos se prestam para: a) obter-se informações sobre o tipo de ação dos genes em caracteres quantitativos; b) orientação sobre o esquema mais adequado de seleção a ser adotado; e c) estimativa do progresso esperado na seleção (Kageyama e Vencovsky, 1983). Por essa razão, a sua obtenção tem merecido a atenção de vários

pesquisadores. No caso de plantas perenes as estimativas são ainda mais importantes devido ao ciclo longo dessas espécies, aliado a grande responsabilidade da seleção.

Ao planejar um programa de melhoramento genético, o primeiro problema que surge ao melhorista é o conhecimento da existência ou não da variabilidade genética no material a ser melhorado, uma vez que a variação constitui a matéria prima de seu trabalho (Borges, 1980). Além disso, o total desconhecimento sobre a resposta à seleção para as diversas características, faz com que um esforço bastante grande venha sendo dispendido na obtenção de estimativas de parâmetros genéticos para populações das espécies florestais mais importantes (Kageyama, 1980).

Na obtenção dos parâmetros genéticos e fenotípicos podem ser utilizados alguns procedimentos que são detalhados por Hallauer e Miranda Filho (1983) e envolve entre outros, os delineamentos especiais propostos por Comstock e Robinson (1948), os cruzamentos dialélicos e o uso de experimentos de seleção.

Em se tratando de eucalipto, o procedimento mais comum que vem sendo utilizado para a estimação de parâmetros genéticos das populações tem sido a análise de famílias obtidas por polinização livre, devido a sua simplicidade e baixo custo de obtenção em relação aos esquemas que exigem polinização controlada (Torggler, 1987). Geralmente, o que se tem verificado é um aproveitamento dos ensaios de famílias, os quais prioritariamente tem o objetivo de testar árvores mães para um programa de "Pomar de Sementes", para a obtenção dessas estimativas (Kageyama, 1980).

Um levantamento de algumas dessas estimativas, obtidas com a cultura do eucalipto, em 43 avaliações com famílias de meios-irmãos, são apresentados por Castro (1992). Várias populações e espécies foram consideradas e as estimativas de herdabilidade no sentido

restrito ao nível de médias de famílias variaram de 0,24 a 0,89 para a característica altura, com uma média de 0,63; 0,04 a 0,86 para diâmetro à altura do peito, com média de 0,62 e para o volume a variação verificada foi de 0,10 a 0,86, com média de 0,48. Todas essas estimativas evidenciam que há possibilidade de sucesso com a seleção para esses caracteres. É oportuno enfatizar que as estimativas de correlação entre esses caracteres tem sido positivas e normalmente altas (Kageyama, 1980 e Assis, Brune e Euclides, 1983).

No caso do *Eucalyptus cloeziana*, introduzido no Brasil recentemente, como já mencionado, o número de estimativas disponíveis é reduzido. A herdabilidade no sentido restrito ao nível de indivíduos para as características altura, circunferência à altura do peito e volume foram estimadas por Assis, Brune e Euclides (1983) e verificados os valores de 0,48; 0,23 e 0,16, respectivamente. Também foram estimadas as correlações genéticas, fenotípicas e ambiental entre as mesmas características e os resultados obtidos foram todos superiores a 0,85. Já as estimativas de h^2 ao nível de média de famílias para as características altura, diâmetro e sobrevivência, em um estudo com 110 famílias de meios-irmãos de cinco procedências de *E. cloeziana*, foram de 0,63; 0,61 e 0,38, respectivamente (Souza et al., 1992), como se constata, valores semelhantes aos relatados por Castro (1992).

2.4 Seleção precoce

As espécies arbóreas perenes, especialmente as florestais, estão entre as mais extremas em longevidade e complexidade de desenvolvimento (Kageyama e Vencovsky, 1983). As espécies de *Eucalyptus* se enquadram neste grupo e apresentam em vários países, uma idade de rotação que pode demorar dezenas de anos (Borrvalho, 1991). Assim, para haver um maior

sucesso dos programas de melhoramento florestal faz-se necessário diminuir o tempo gasto para se realizar o ciclo de seleção, de modo a maximizar os ganhos por unidade de tempo (Borralho, 1991; La Farge, 1975 e Riemenschneider, 1988).

Por essa razão, os melhoristas de espécies florestais tem procurado identificar características das árvores em idade juvenil que estejam relacionadas com aquelas de interesse econômico na fase de rotação. Possibilitando assim, predizer nas árvores em estádios o mais juvenil possível o desempenho do indivíduo adulto. Deste modo, diminui-se o tempo gasto para completar um ciclo de seleção, resultando em um maior ganho genético por unidade de tempo (Robinson e Van Buijtenen, 1979).

Depreende-se assim, que a eficiência ou não da seleção precoce está intimamente relacionada com a existência ou não de correlação genética entre os caracteres na idade juvenil e adulta. Por essa razão, essas estimativas foram obtidas em várias oportunidades (Tabela 1). Nesses trabalhos ficou evidenciado que a correlação foi positiva e na maioria dos casos alta, indicando que a seleção precoce pode ser uma estratégia viável para o melhorista.

Várias alternativas têm sido propostas para se avaliar a viabilidade e estimar a eficiência da seleção precoce. Uma delas, como já mencionada, são as estimativas das correlações genéticas nas diferentes idades (Wakeley, 1971; Lambeth, 1980 e Magnussen, 1988). Uma outra, são as alterações nas estimativas dos parâmetros genéticos, especialmente h^2 , com o decorrer das idades (Otegbeye, 1991). Uma terceira opção é a estimativa do coeficiente de determinação (R^2) obtido na equação de regressão linear entre a média do caráter, das famílias ou indivíduos com a idade. Esse R^2 possibilita inferir sobre a previsibilidade ou não do comportamento dos materiais ao longo dos anos e conseqüentemente sobre a eficiência da seleção precoce (Squillace e Gansel, 1974; Wakeley, 1971; Moura, Melo e Silva, 1993).

TABELA 1. Estimativas das correlações juvenil-adulta relatadas na literatura.

Fonte	Espécie	Característica Avaliada	Idade (anos)	Correlação	
Squillace e Silen (1962)	<i>Pinus ponderosa</i>	Altura	2 × 30	0,85	
			12 × 43	0,69	
Pitcher (1982)	<i>Prunus serotina</i>	Altura	3 × 12	0,67	
Kageyama (1983)	<i>Eucalyptus grandis</i>	Altura	1 × 2	0,80	
			1 × 5	0,55	
			2 × 5	0,95	
			Diâmetro	2 × 5	0,91
			Volume	2 × 5	0,96
Foster (1986)	<i>Pinus taeda</i>	Altura	1 × 15	0,31	
			5 × 15	0,74	
			8 × 15	0,85	
			10 × 15	0,96	
Gill (1987)	<i>Pitcea sitchensis</i>	Altura	3 × 10	0,87	
			6 × 10	0,93	
			Diâmetro	10 × 15	0,92
McKeand (1988)	<i>Pinus taeda</i>	Altura	4 × 16	0,61	
			8 × 16	0,83	
			12 × 16	0,92	
Riemenschneider (1988)	<i>Pinus banksiana</i>	Altura	1 × 7	0,67	
			2 × 7	0,84	
			3 × 7	0,90	
			5 × 7	0,94	
Borralho (1991)	<i>Eucalyptus globulus</i>	Diâmetro	4 × 18	0,95	
			8 × 18	0,95	

A opção mais empregada, entretanto, utiliza as expressões do ganho com a seleção. Um dos trabalhos a esse respeito foi realizado por Squillace e Gansel (1974) com *Pinus elliotti* onde constataram que o ganho por unidade de tempo, efetuando a seleção nas idades de 9-10 anos, foi 38% superior a que seria obtida se a seleção fosse efetuada aos 25 anos.

O ganho genético com uma seleção precoce simulada de 20% das famílias de *Pinus taeda* foi estimado em 9,9%, valor este que se mostrou muito próximo do ganho real de 8,5%, obtido aos 15 anos com a mesma intensidade de seleção (Robinson e Van Buijtenen, 1979).

Por seu turno, através da equação geral da resposta correlacionada de Falconer (1964), considerando que as correlações genéticas e fenotípicas são muito próximas, que a intensidade de seleção na idade juvenil e adulta podem ser a mesma e que as estimativas da herdabilidade para as características nos estádios juvenil e adulto são semelhantes, Lambeth (1980) propôs uma equação para se estimar a eficiência da seleção precoce, ou seja:

$$E = r_{F(J,A)} \cdot \frac{t_A}{t_J}, \text{ onde:}$$

E : eficiência da seleção precoce;

$r_{F(J,A)}$: coeficiente de correlação fenotípica entre as idades juvenil e adulta;

t_J e t_A : tempo necessário para completar um ciclo de seleção na idade juvenil e adulta, respectivamente.

A partir dessa equação foi encontrado que a seleção aos 5 anos produziria um ganho 47% superior ao obtido com a seleção efetuada aos 25 anos.

Nos trabalhos conduzidos no Brasil com eucalipto, embora a idade de rotação seja bem menor do que em outros países, a seleção precoce também tem se mostrado eficiente. Avaliando a característica diâmetro à altura do peito em 45 progênies de meios-irmãos de *Eucalyptus urophylla*, Rezende e Bertolucci (1995) encontraram um ganho indireto anual, com

seleção combinada aos 4 anos, 56% superior ao ganho direto anual com a mesma seleção realizada na idade de rotação.

Já em outro trabalho conduzido no norte do Espírito Santo e sul da Bahia, a avaliação aos 2 anos proporcionou as maiores estimativas do ganho anual, mostrando a eficiência da seleção precoce e permitindo inferir que com dois anos é possível realizar a seleção entre clones de eucalipto (Rezende, Bertolucci e Ramalho, 1995).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi efetuado utilizando-se informações do experimento de avaliação de famílias oriundas de 8 procedências de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell., implantados pela Mannesmann Fi-El Florestal Ltda (MAFLA).

3.1 Local e caracterização da área experimental

O experimento está sendo conduzido na Fazenda Corredor, localizada no município de Bocaiúva - MG; com latitude 17°20'S, longitude 43°20'W e altitude de 850 metros. A temperatura verificada nessa região varia de 11 a 35°C, com média de 17°C no mês mais frio e 20,5°C no mês mais quente. A precipitação pluviométrica desde a implantação do experimento oscilou entre 562,5 mm a 1648,7 mm, com média de 1010,2 mm (Tabela 2). O inverno apresenta de quatro a seis meses secos, com um déficit hídrico médio de 192 mm. Já as características edáficas da área experimental são apresentadas na Tabela 3.

TABELA 2. Precipitação pluviométrica (chuva) e números de dias com chuva, observados no município de Bocaiúva (MG), no período de 1987 a 1994.

Ano	Unidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1987	mm	64,6	11,2	143,6	94,6	1,6	0,0	0,0	0,0	38,8	34,2	192,4	282,2	863,2
	dias	7,0	2,0	9,0	5,0	1,0	0,0	0,0	0,0	6,0	4,0	11,0	20,0	65,0
1988	mm	121,6	127,0	56,6	65,4	8,6	0,0	0,0	0,0	0,0	61,6	138,4	259,6	838,8
	dias	7,0	10,0	6,0	6,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	11,0	14,0	61,0
1989	mm	34,4	44,9	131,0	25,4	0,0	28,6	18,4	0,0	26,6	72,5	182,3	558,4	1122,5
	dias	3,0	6,0	8,0	1,0	0,0	3,0	1,0	0,0	2,0	6,0	12,0	17,0	59,0
1990	mm	12,0	207,0	9,0	16,0	19,0	0,0	70,0	39,0	9,5	19,5	100,0	61,5	562,5
	dias	3,0	10,0	2,0	3,0	2,0	0,0	3,0	1,0	2,0	2,0	8,0	9,0	45,0
1991	mm	388,3	118,0	228,3	8,5	40,5	0,0	0,0	0,0	50,0	11,6	252,4	157,1	1254,7
	dias	18,0	7,0	7,0	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0	3,0	3,0	12,0	13,0	67,0
1992	mm	718,5	161,8	4,5	10,6	0,0	0,0	0,0	0,0	16,1	194,3	282,7	260,2	1648,7
	dias	26,0	10,0	1,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	14,0	13,0	18,0	88,0
1993	mm	111,9	44,5	31,4	71,9	13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	102,9	400,3	793,3
	dias	7,0	4,0	2,0	4,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	10,0	14,0	44,0
1994	mm	226,5	52,4	279,8	29,4	0,0	21,7	0,0	0,0	0,0	0,0	313,6	74,5	997,9
	dias	19,0	3,0	17,0	1,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	10,0	67,0
Média	mm	209,7	95,9	110,5	40,2	10,4	6,3	11,1	4,9	17,6	51,3	195,6	256,7	1010,2
	dias	11,3	6,5	6,5	3,1	1,0	0,8	0,5	0,1	2,0	4,5	11,4	14,4	62,0

FONTE: MAFLA

TABELA 3. Resultados da análise físico/química do solo para o local de instalação do experimento.

Horizonte	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	Eq. mg/100 g de solo			pH	K	ppm	
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺⁺			P	
A	13,00	11,10	75,90	0,26	0,31	1,37	4,3	24	1,00	
B	12,50	13,20	74,30	0,11	0,09	1,47	4,1	23	1,10	
C	12,30	12,90	74,80	0,11	0,07	1,40	4,0	20	1,00	
D	10,40	14,20	75,40	0,08	0,07	1,05	4,1	20	0,80	
E	10,20	14,30	75,50	0,07	0,00	0,92	4,2	11	0,40	
F	9,60	14,60	75,80	0,06	0,00	0,90	4,2	11	0,70	

FONTE: MAFLA

3.2 Material genético

Os materiais genéticos utilizados no experimento foram 317 famílias oriundas de polinização livre (meios-irmãos) de árvores de *E. cloeziana* provenientes de 8 diferentes procedências da Austrália e introduzidos pela Mannesmann Fi-El Florestal Ltda (MAFLA). Adicionalmente, foram avaliados dois clones experimentais visando comparar o desempenho das famílias com esses clones de melhor desempenho na empresa. A relação das espécies e procedências avaliadas, com suas respectivas localizações geográficas, é apresentado na Figura 1 e Tabela 4.

3.3 Instalação e condução do experimento

Como já mencionado, o experimento foi instalado na Fazenda Corredor, em dezembro de 1987. O delineamento utilizado foi o de blocos de famílias compactas (compact family blocks) com 10 repetições. As parcelas constituíram-se de seis plantas em linha, com uma

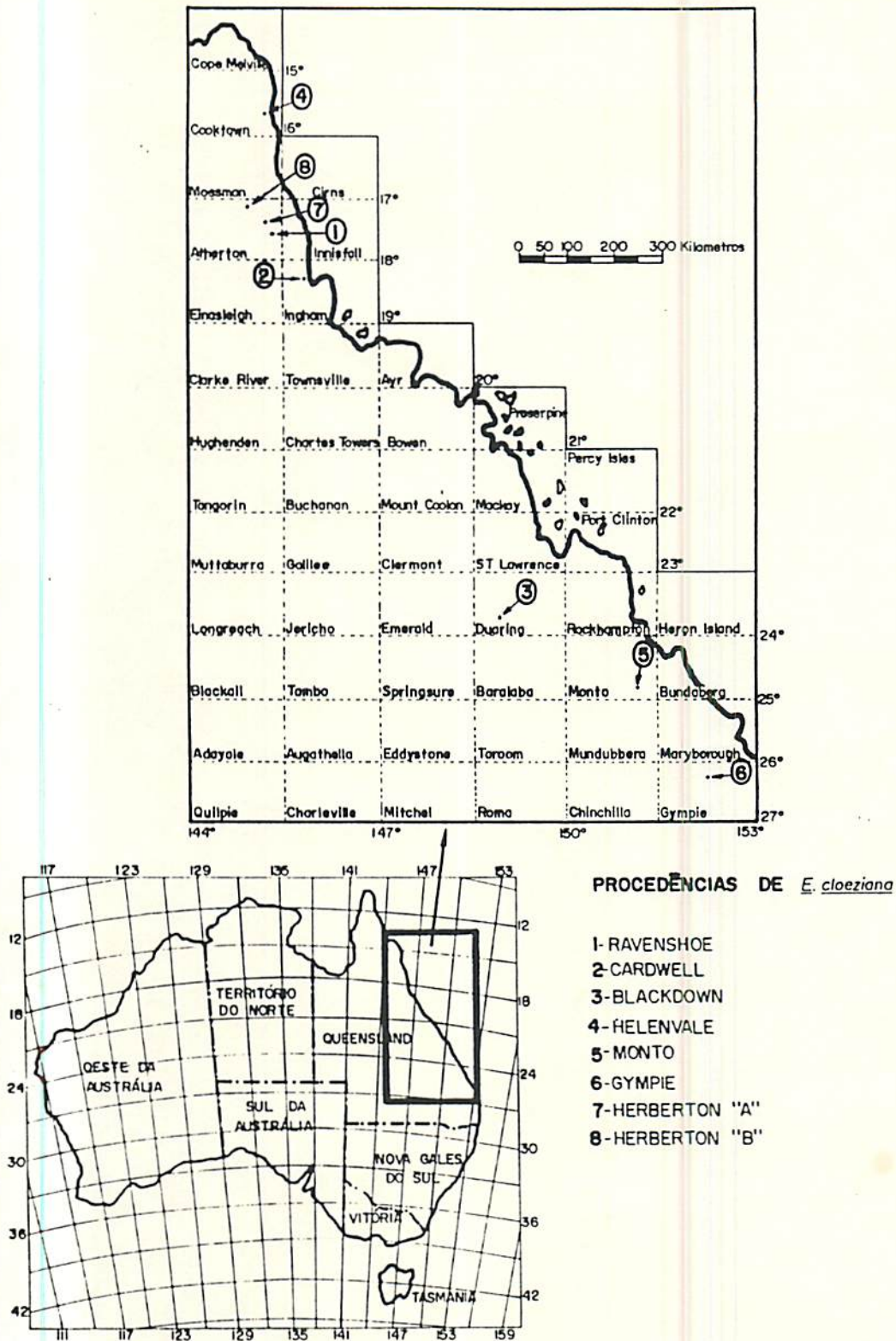


FIGURA 1. Localização geográfica das procedências de *E. cloeziana* avaliados no experimento, Bocaiúva - MG.

TABELA 4. Localização geográfica e número de famílias por procedência de *E. cloeziana* que foram avaliados no experimento da MAFLA.

Procedência	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Número de Famílias
Ravenshoe - QLD	17°40' - 17°41' S	145°29' E	900	51
Cardwell - QLD	18°18' S	146°01' E	130 - 180	56
Blackdown - QLD	23°49' S	149°01' E	725	36
Helenvale - QLD	15°45' S	145°14' E	170 - 230	50
Monto - QLD	24°56' S	151°00' E	500	24
Gympie - QLD	26°10' S	152°56' E	100	50
Herberton "A" - QLD	17°33' - 17°35' S	145°18' E	700	25
Herberton "B" - QLD	17°21' S	144°51' E	800 - 840	25

área útil de 36 m². O espaçamento adotado foi de 3,0 × 2,0 metros e a adubação utilizada foi de 100 g de NPK da formulação 08-28-06 por cova e 150 kg/ha de fosfato natural de Araxá.

Os dados da circunferência à altura do peito (CAP) foram coletados com a utilização de fita métrica, nas seguintes idades das árvores: 29 meses (maio de 1990); 42 meses (junho de 1991); 56 meses (agosto de 1992); 67 meses (julho de 1993) e 80 meses (agosto de 1994).

3.4 Lote de recombinção - pomar de sementes por muda

Após a primeira avaliação, com 29 meses, foram identificadas as 50 famílias com melhor desempenho considerando o volume estimado a partir do diâmetro e da altura das árvores. Utilizando sementes remanescentes dessas famílias foi instalado no mesmo município, porém na Fazenda Vargem Grande, um lote isolado de recombinção - pomar de sementes por muda. Esse lote foi implantado em janeiro de 1991. O plantio foi efetuado em linha, adotando-se o espaçamento de 3,0 × 2,0 metros.

O delinamento experimental adotado foi inteiramente ao acaso com 15 repetições e parcelas constituídas de 2 linhas com 5 plantas/linha, totalizando 10 plantas. A aleatorização foi realizada impondo uma restrição na casualização, a fim de evitar que a mesma família fosse posicionada lado a lado. Com 40 meses mediu-se a CAP das plantas de modo idêntico ao mencionado no item 3.3.

3.5 Análises estatísticas

As análises foram realizadas utilizando os valores do diâmetro à altura do peito (DAP) das árvores. Como foram obtidos dados da circunferência à altura do peito, o DAP foi estimado pela expressão:

$$DAP = \frac{CAP}{3,1416}$$

3.5.1 Análises de variância para cada procedência em cada idade

Inicialmente foi efetuada uma análise de variância por procedência, visando verificar se os erros nas avaliações das famílias foram semelhantes entre procedências. Para isso foi adotado o seguinte modelo matemático para cada uma das i procedências:

$$y_{qjl} = m + b_j + f_q + e_{(qj)} + d_{(qjl)}$$

sendo:

Y_{qjl} : observação da planta l , na família q , no bloco j ;

m : média geral, fixa, portanto $E(\mu) = \mu$ e $E(\mu^2) = \mu^2$,

b_j : efeito do bloco j ($j = 1, 2, \dots, r$), aleatório, portanto $\epsilon(b_j) = 0$ e $\epsilon(b_j^2) = \hat{\sigma}_b^2$;

f_q : efeito da família q ($q = 1, 2, \dots, n$), aleatório, portanto $\epsilon(f_q) = 0$ e $\epsilon(f_q^2) = \hat{\sigma}_{p_i}^2$, sendo $i = 1, 2, \dots, 8$;

$e_{(qj)}$: erro experimental associado à família q no bloco j , $e_{(qj)} \cap N(0, \sigma^2)$, isto é: $\epsilon[e_{(qj)}] = 0$ e $\epsilon[e_{(qj)}^2] = \hat{\sigma}_e^2$;

$d_{(qjl)}$: efeito entre plantas dentro de parcelas, associado ao indivíduo l , da família q , no bloco j , ($l = 1, 2, \dots, k$); $d_{(qjl)} \cap N(0, \sigma^2)$, isto é: $\epsilon[d_{(qjl)}] = 0$ e $\epsilon[d_{(qjl)}^2] = \sigma_d^2$.

3.5.2 Análises de variância combinada das diferentes procedências em cada idade

Para essas análises foi adotado o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijlq} = m + b_j + p_i + f_{q(i)} + \bar{e}_{(ijq)} + d_{(ijlq)}$$

sendo:

Y_{ijlq} : observação da planta l , na procedência i , na família q , no bloco j ;

m : média geral, fixa, portanto $\epsilon(\mu) = \mu$ e $\epsilon(\mu^2) = \mu^2$;

b_j : efeito do bloco j ($j = 1, 2, \dots, r$), aleatório, portanto $\epsilon(b_j) = 0$ e $\epsilon(b_j^2) = \hat{\sigma}_b^2$;

p_i : efeito da procedência i ($i = 1, 2, \dots, 8$), fixa, portanto $\epsilon(p_q) = p_q$ e $\epsilon(p_q^2) = p_q^2$;

$f_{q(i)}$: efeito da família q , dentro da procedência i , aleatório, portanto $\epsilon[f_{q(i)}] = 0$ e $\epsilon[f_{q(i)}^2] = \hat{\sigma}_{p_i}^2$;

$\bar{e}_{(ijq)}$: efeito do erro experimental médio, associado a procedência i , na família q , no bloco j ;

$$\bar{e}_{(ijq)} \cap N(0, \sigma^2), \quad \epsilon[\bar{e}_{(ijq)}] = 0 \text{ e } \epsilon[\bar{e}_{(ijq)}^2] = \hat{\sigma}_e^2;$$

$d_{(ijlq)}$: efeito entre plantas dentro de parcelas, associado ao indivíduo l , da procedência i , na família q , do bloco j ; $d_{(ijlq)} \cap N(0, \sigma^2)$, isto é: $\epsilon[d_{(ijlq)}] = 0$ e $\epsilon[d_{(ijlq)}^2] = \hat{\sigma}_d^2$.

O modelo da análise de variância com as respectivas esperanças dos quadrados médios, considerando todos os efeitos aleatórios, exceto a média e procedências, é apresentado na Tabela 5.

TABELA 5. Esquema da análise de variância combinada, ao nível de indivíduos, utilizada na avaliação das famílias de meios irmãos de cada procedência em cada idade w.

FV	GL	QM	E (QM)
Blocos	r - 1		
Tratamentos	(t + N) - 1		
Testemunhas vs Famílias	1		
Entre testemunhas	t - 1		
Entre famílias	n - 1	Q ₁	$\hat{\sigma}_d^2 + \bar{k}\sigma_e^2 + \bar{k}r\sigma_{P_1}^2$
Entre procedências	u - 1		$\hat{\sigma}_d^2 + \bar{k}\sigma_e^2 + \bar{k}r\sum u^2$
Entre famílias/procedência Ravenshoe	n ₁ - 1	Q ₂₁	$\hat{\sigma}_{d_1}^2 + k_1\sigma_e^2 + k_1r\sigma_{P_{1w}}^2$
Cardwell	n ₂ - 1	Q ₂₂	$\hat{\sigma}_{d_2}^2 + k_2\sigma_e^2 + k_2r\sigma_{P_{2w}}^2$
Blackdown	n ₃ - 1	Q ₂₃	$\hat{\sigma}_{d_3}^2 + k_3\sigma_e^2 + k_3r\sigma_{P_{3w}}^2$
Helenvale	n ₄ - 1	Q ₂₄	$\hat{\sigma}_{d_4}^2 + k_4\sigma_e^2 + k_4r\sigma_{P_{4w}}^2$
Monto	n ₅ - 1	Q ₂₅	$\hat{\sigma}_{d_5}^2 + k_5\sigma_e^2 + k_5r\sigma_{P_{5w}}^2$
Gympie	n ₆ - 1	Q ₂₆	$\hat{\sigma}_{d_6}^2 + k_6\sigma_e^2 + k_6r\sigma_{P_{6w}}^2$
Herberton "A"	n ₇ - 1	Q ₂₇	$\hat{\sigma}_{d_7}^2 + k_7\sigma_e^2 + k_7r\sigma_{P_{7w}}^2$
Herberton "B"	n ₈ - 1	Q ₂₈	$\hat{\sigma}_{d_8}^2 + k_8\sigma_e^2 + k_8r\sigma_{P_{8w}}^2$
Erro	[(t + N) - 1] (r-1)	Q ₃	$\hat{\sigma}_d^2 + \bar{k}r\sigma_e^2$

onde:

N: n₁ + n₂ + ... + n₈

t: número de testemunhas (t = 2)

r: número de repetições (r = 10)

u: número de procedências (u = 8)

3.5.3 Análise de variância subdividida no tempo

O modelo matemático adotado nessa análise foi:

$$Y_{ijqw} = m + b_j + p_i + f_{q(i)} + (fb)_{qj} + a_w + (ab)_{jw} + (pa)_{iw} + (fa)_{q(iw)} + e_{(ijqw)} + d_{(ijlqw)}$$

sendo:

Y_{ijqw} : observação da planta l, na procedência i, na família q, na idade w, no bloco j;

m : média geral, fixa, portanto $\epsilon(\mu) = \mu$ e $\epsilon(\mu^2) = \mu^2$;

b_j : efeito do bloco j (j = 1, 2, ..., r), aleatório, portanto $\epsilon[b_j] = 0$ e $\epsilon[b_j^2] = \hat{\sigma}_b^2$;

p_i : efeito da procedência i (i = 1, 2, ..., 8), fixa, portanto $\epsilon[p_i] = p_i$ e $\epsilon[p_i^2] = p_i^2$;

$f_{q(i)}$: efeito da família q dentro da procedência i, aleatório, portanto $\epsilon[f_{q(i)}] = 0$ e $\epsilon[f_{q(i)}^2] = \hat{\sigma}_{p_i}^2$;

$(fb)_{qj}$: efeito da interação da família q com o bloco j, aleatório, portanto $\epsilon[(fb)_{qj}] = 0$ e $\epsilon[(fb)_{qj}^2] = \hat{\sigma}_{e_a}^2$;

a_w : efeito da idade w (w = 1, 2, ..., 5), fixa, portanto $\epsilon[a_w] = a_w$ e $\epsilon[a_w^2] = a_w^2$;

$(ab)_{jw}$: efeito da interação da idade w com o bloco j, aleatório, portanto $\epsilon[(ab)_{jw}] = 0$ e $\epsilon[(ab)_{jw}^2] = \hat{\sigma}_{e_b}^2$;

$(pa)_{iw}$: efeito da interação da procedência i com a idade w, fixa, portanto $\epsilon[(pa)_{iw}] = pa_{iw}$ e $\epsilon[(pa)_{iw}^2] = pa_{iw}^2$;

$(fa)_{q(iw)}$: efeito da interação da família q, dentro da procedência i, com a idade w, aleatório, portanto $\epsilon[(fa)_{q(iw)}] = 0$ e $\epsilon[(fa)_{q(iw)}^2] = \hat{\sigma}_{pa_i}^2$;

$e_{(ijqw)}$: efeito do erro experimental associado a família q, na procedência i, na idade w, no bloco j; $e_{(ijqw)} \cap N(0, \sigma^2)$, $\epsilon[e_{(ijqw)}] = 0$ e $\epsilon[e_{(ijqw)}^2] = \hat{\sigma}_e^2$;

$d_{(ijlqw)}$: efeito entre plantas dentro de parcelas, associado ao indivíduo l, da procedência i, na família q, na idade w, no bloco j; $d_{(ijlqw)} \cap N(0, \sigma^2)$, isto é: $\epsilon[d_{(ijlqw)}^2] = \sigma_d^2$.

O modelo da análise de variância com as respectivas esperanças dos quadrados médios, considerando todos os efeitos aleatórios, exceto a média, procedências e idade, é apresentado na Tabela 6.

Posteriormente, foi efetuada o mesmo tipo de análise apresentada na Tabela 6, para as idades duas a duas, tendo como referência sempre a idade de corte. Isto é, foram efetuadas quatro análises de variância, do par de avaliação com 29 e 80 meses; 42 e 80 meses; 56 e 80 meses e 67 e 80 meses.

3.6 Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos

As estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos para cada idade (Tabela 7), foram obtidos a partir das esperanças dos quadrados médios das análises de variância (Tabela 5), utilizando procedimento semelhante ao apresentado por Vencovsky (1987). Já as expressões para as estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos envolvendo todas as idades são apresentados na Tabela 8.

A partir das análises de variância das idades duas a duas, foi estimado o componente de interação família \times idade para cada par de idades ($\hat{\sigma}_{pa_{ww'}}^2$ ou $\hat{\sigma}_{pa_{iww'}}^2$). Esse componente de interação foi decomposto utilizando o procedimento proposto por Cruz e Castoldi (1991) pela expressão:

$$\hat{\sigma}_{pa_{ww'}}^2 = \frac{1}{2} \left(\hat{\sigma}_{Pw}^2 - \hat{\sigma}_{Pw'}^2 \right)^2 + K \hat{\sigma}_{Pw} \hat{\sigma}_{Pw'} + \left[\left(1 - r_{G_{ww'}} \right)^3 \hat{\sigma}_{Pw}^2 \hat{\sigma}_{Pw'}^2 \right]^{1/2}$$

sendo:

$$K : 1 - r_{G_{ww'}} - \left[\left(1 - r_{G_{ww'}} \right)^3 \right]^{1/2} ;$$

TABELA 6. Esquema da análise de variância subdividida no tempo, ao nível de indivíduo.

FV	GL	QM	E(QM)
Blocos	$r - 1$		
Tratamentos	$(t + N) - 1$		
Entre clones	$t - 1$		
Clones vs. famílias	1		
Entre famílias	$N - 1$	Q_4	$\sigma_d^2 + \bar{k}\sigma_c^2 + \bar{k}w\sigma_y^2 + \bar{k}w\sigma_p^2$
Entre procedência	$u - 1$		
Entre famílias/procedência			
Ravenshoe	$n_1 - 1$	Q_{51}	$\sigma_d^2 + \bar{k}\sigma_c^2 + k_1w\sigma_y^2 + k_1w\sigma_{p1}^2$
Cardwell	$n_2 - 1$	Q_{52}	$\sigma_d^2 + \bar{k}\sigma_c^2 + k_2w\sigma_y^2 + k_2w\sigma_{p2}^2$
Blackdown	$n_3 - 1$	Q_{53}	$\sigma_d^2 + \bar{k}\sigma_c^2 + k_3w\sigma_y^2 + k_3w\sigma_{p3}^2$
Helenvale	$n_4 - 1$	Q_{54}	$\sigma_d^2 + \bar{k}\sigma_c^2 + k_4w\sigma_y^2 + k_4w\sigma_{p4}^2$
Monto	$n_5 - 1$	Q_{55}	$\sigma_d^2 + \bar{k}\sigma_c^2 + k_5w\sigma_y^2 + k_5w\sigma_{p5}^2$
Gympie	$n_6 - 1$	Q_{56}	$\sigma_d^2 + \bar{k}\sigma_c^2 + k_6w\sigma_y^2 + k_6w\sigma_{p6}^2$
Herberton "A"	$n_7 - 1$	Q_{57}	$\sigma_d^2 + \bar{k}\sigma_c^2 + k_7w\sigma_y^2 + k_7w\sigma_{p7}^2$
Herberton "B"	$n_8 - 1$	Q_{58}	$\sigma_d^2 + \bar{k}\sigma_c^2 + k_8w\sigma_y^2 + k_8w\sigma_{p8}^2$
Erro a	$(r - 1)[(t + N) - 1]$		
Idades	$w - 1$		
Erro b	$(r - 1)(w - 1)$		
Tratamentos \times idades	$[(t + N) - 1](w - 1)$		
Clones vs. procedências \times idades	$w - 1$		
Clones \times idades	$(t - 1)(w - 1)$		
Entre famílias \times idades	$(N - 1)(w - 1)$	Q_6	$\sigma_d^2 + \bar{k}\sigma_c^2 + \bar{k}r\sigma_{pa}^2$
Entre procedências \times idades	$(u - 1)(w - 1)$		
Entre famílias/ Ravenshoe \times idades	$(n_1 - 1)(w - 1)$	Q_{71}	$\sigma_d^2 + \bar{k}\sigma_c^2 + k_1r\sigma_{pa1}^2$
Cardwell \times idades	$(n_2 - 1)(w - 1)$	Q_{72}	$\sigma_d^2 + \bar{k}\sigma_c^2 + k_2r\sigma_{pa2}^2$
Blackdown \times idades	$(n_3 - 1)(w - 1)$	Q_{73}	$\sigma_d^2 + \bar{k}\sigma_c^2 + k_3r\sigma_{pa3}^2$
Helenvale \times idades	$(n_4 - 1)(w - 1)$	Q_{74}	$\sigma_d^2 + \bar{k}\sigma_c^2 + k_4r\sigma_{pa4}^2$
Monto \times idades	$(n_5 - 1)(w - 1)$	Q_{75}	$\sigma_d^2 + \bar{k}\sigma_c^2 + k_5r\sigma_{pa5}^2$
Gympie \times idades	$(n_6 - 1)(w - 1)$	Q_{76}	$\sigma_d^2 + \bar{k}\sigma_c^2 + k_6r\sigma_{pa6}^2$
Herberton "A" \times idades	$(n_7 - 1)(w - 1)$	Q_{77}	$\sigma_d^2 + \bar{k}\sigma_c^2 + k_7r\sigma_{pa7}^2$
Herberton "B" \times idades	$(n_8 - 1)(w - 1)$	Q_{78}	$\sigma_d^2 + \bar{k}\sigma_c^2 + k_8r\sigma_{pa8}^2$
Erro c	$[(t + N) - 1](w - 1)(r - 1)$	Q_8	$\sigma_d^2 + \bar{k}\sigma_c^2$

TABELA 7. Expressões para a obtenção das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos em cada idade w.

	Estimativas	Expressões para as estimativas
$\hat{\sigma}_{P_w}^2$	Variância genética entre famílias de meios-irmãos independente da procedência, na idade w	$\frac{Q_{1w} - Q_{3w}}{\bar{k}_w r}$
$\hat{\sigma}_{P_{iw}}^2$	Variância genética entre famílias de meios-irmãos para a procedência i, na idade w	$\frac{Q_{2iw} - Q_{3w}}{k_{iw} r}$
$\hat{\sigma}_{F_w}^2$	Variância fenotípica entre famílias de meios-irmãos independente da procedência, na idade w	$Q_{1w} / \bar{k}_w r$
$\hat{\sigma}_{F_{iw}}^2$	Variância fenotípica entre famílias de meios-irmãos para a procedência i, na idade w	$Q_{2iw} / k_{iw} r$
$\hat{\sigma}_{e_w}^2$	Variância ambiental entre parcelas, na idade w	$\frac{Q_{3w} - \hat{\sigma}_d^2}{\bar{k}_w}$
$\hat{\sigma}_{d_w}^2$	Variância fenotípica dentro das famílias de meios-irmãos, independente da procedência, na idade w	$\frac{\sum (k_{iw} - 1) n_i \hat{\sigma}_{d_{iw}}^2}{\sum (k_{iw} - 1) n_i}$
$\hat{\sigma}_{d_{iw}}^2$	Variância fenotípica dentro das famílias de meios-irmãos, para a procedência i, na idade w	$\hat{\sigma}_{d_{iw}}^2$
$h_{m_{iw}}^2$	Herdabilidade no sentido restrito ao nível de média para a procedência i, na idade w	$\hat{\sigma}_{P_{iw}}^2 / \hat{\sigma}_{F_{iw}}^2$
$h_{I_{iw}}^2$	Herdabilidade no sentido restrito ao nível de indivíduo para a procedência i, na idade w	$\frac{4 \hat{\sigma}_{P_{iw}}^2}{\hat{\sigma}_{d_{iw}}^2 + \hat{\sigma}_{e_w}^2 + \hat{\sigma}_{P_{iw}}^2}$
$h_{m_w}^2$	Herdabilidade no sentido restrito ao nível de média, independente da procedência, na idade w	$\hat{\sigma}_{P_w}^2 / \hat{\sigma}_{F_w}^2$
CVg_{iw}	Coefficiente de variação genética para a procedência i, na idade w	$\sqrt{\hat{\sigma}_{P_{iw}}^2} / m_{iw}$
CVg_w	Coefficiente de variação genética, independente da procedência, na idade w	$\sqrt{\hat{\sigma}_{P_w}^2} / m_w$
GS_w	Ganho com a seleção na idade w	$y \hat{\sigma}_{P_w}^2 / \sqrt{\hat{\sigma}_{F_w}^2}$
$RC_{w'/w}$	Resposta correlacionada com a seleção efetuada na idade w e ganho na idade w'	$y \hat{\sigma}_P^2 / \sqrt{\hat{\sigma}_{F_w}^2}$

sendo:

k_i : média harmônica do número de plantas por família da procedência i;

$$\bar{k} = \frac{\sum k_i n_i}{N};$$

m_{iw} : média das famílias da procedência i, no ano w;

$\hat{\sigma}_P^2$: estimativa da variância genética entre famílias, independente da procedência, da análise de variância subdividida no tempo (Tabela 8).

TABELA 8. Expressões para a obtenção das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos envolvendo todos as idades das árvores.

	Estimativas	Expressões para as estimativas
$\hat{\sigma}_P^2$	Variância genética entre famílias de meios-irmãos, independente da procedência	$\sum \text{COV}_{ww'} / r$
$\hat{\sigma}_{P_i}^2$	Variância genética entre famílias de meios-irmãos para a procedência i	$\sum \text{COV}_{ww'i} / r$
$\hat{\sigma}_F^2$	Variância fenotípica entre famílias de meios-irmãos, independente da procedência	Q_4 / \overline{kwr}
$\hat{\sigma}_{F_i}^2$	Variância fenotípica entre famílias de meios-irmãos para a procedência i	$Q_{5_i} / k_i wr$
$\hat{\sigma}_c^2$	Variância ambiental entre parcelas	$\frac{Q_8 - \hat{\sigma}_d^2}{\overline{k}}$
$\hat{\sigma}_d^2$	Variância fenotípica dentro das famílias de meios-irmãos, independente da procedência	$\frac{\hat{\sigma}_{d_1}^2 + \hat{\sigma}_{d_2}^2 + \dots + \hat{\sigma}_{d_8}^2}{8}$
$\hat{\sigma}_{d_i}^2$	Variância fenotípica dentro das famílias de meios-irmãos para a procedência i	$\frac{\hat{\sigma}_{d_{i1}}^2 + \hat{\sigma}_{d_{i2}}^2 + \dots + \hat{\sigma}_{d_{i5}}^2}{5}$
$\hat{\sigma}_{pa}^2$	Variância da interação entre famílias com idade, independente da procedência	$\frac{Q_7 - Q_8}{\overline{kr}}$
$\hat{\sigma}_{pa_i}^2$	Variância da interação entre famílias com idade, para a procedência i	$\frac{Q_{7_i} - Q_8}{k_i r}$
h_m^2	Herdabilidade no sentido restrito ao nível de média, independente da procedência	$\hat{\sigma}_P^2 / \hat{\sigma}_F^2$
$h_{m_i}^2$	Herdabilidade no sentido restrito ao nível de média, para a procedência i	$\hat{\sigma}_{P_i}^2 / \hat{\sigma}_{F_i}^2$
h_I^2	Herdabilidade no sentido restrito ao nível de indivíduo, independente da procedência	$\frac{4 \hat{\sigma}_P^2}{\hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_c^2 + \hat{\sigma}_P^2}$
$h_{I_i}^2$	Herdabilidade no sentido restrito ao nível de indivíduo, para a procedência i	$\frac{4 \hat{\sigma}_{P_i}^2}{\hat{\sigma}_{d_i}^2 + \hat{\sigma}_c^2 + \hat{\sigma}_{P_i}^2}$
CVg	Coefficiente de variação genética, independente da procedência	$\sqrt{\hat{\sigma}_P^2} / m$
CVg _i	Coefficiente de variação genética, para a procedência i	$\sqrt{\hat{\sigma}_{P_i}^2} / m_i$

sendo:

m : média geral ;

m_i : média da procedência i, em todas as idades.

$$I_{G_{ww'}} = \frac{COV_{ww'}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{Pw}^2 \hat{\sigma}_{Pw'}^2}};$$

$\hat{\sigma}_{pa_{ww'}}^2$: variância da interação de famílias com idade, considerando o par de idades w e w' ;

$COV_{ww'}$: covariância genética obtido a partir das médias das famílias nas idades w e w' .

Estimou-se também a eficiência da seleção precoce utilizando a expressão de Hamblin e Zimmermann (1986) sendo:

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

onde:

E.S. : eficiência da seleção;

A : número de famílias comuns às duas seleções;

B : número de famílias selecionadas;

C : número de famílias em comum nas duas seleções unicamente devido ao acaso (proporção selecionada \times B).

3.7 Análise de variância e estimativa dos parâmetros genéticos e fenotípicos no lote de recombinação

Foi efetuada a análise de variância segundo o seguinte modelo matemático:

$$Y_{jlq} = m + f_q + e_{(j)q} + d_{(jl)q}$$

sendo:

Y_{jlq} : observação da planta l , na família q , na repetição j ;

m : média geral, fixa, portanto $\epsilon(\mu) = \mu$ e $\epsilon(\mu^2) = \mu^2$;

f_q : efeito da família q ($q = 1, 2, \dots, 50$), aleatório, portanto $\epsilon(f_q) = 0$ e $\epsilon(f_q^2) = \hat{\sigma}_p^2$

$e_{(jq)}$: efeito do erro experimental, associado a família q , na repetição j ; $e_{(jq)} \cap N(0, \sigma^2)$,

$$\mathbb{E}[e_{(jq)}] = 0 \text{ e } \mathbb{E}[e_{(jq)}^2] = \hat{\sigma}_e^2$$

$d_{(jlq)}$: efeito entre plantas dentro de parcelas, associado ao indivíduo l , na família q , na repetição

$$j; d_{(jlq)} \cap N(0, \sigma^2), \text{ isto é: } \mathbb{E}[d_{(jlq)}^2] = \hat{\sigma}_d^2$$

A partir da análise de variância foi estimada a variância genética entre famílias ($\hat{\sigma}_p^2$), a variância fenotípica dentro das parcelas ($\hat{\sigma}_d^2$) e estimada a herdabilidade no sentido restrito (h_d^2) para a seleção entre indivíduos dentro das parcelas pela expressão:

$$h_d^2 = \frac{3 \hat{\sigma}_p^2}{\hat{\sigma}_d^2}$$

Estimou-se também, o ganho esperado com a seleção dentro das famílias (GS_d) pela expressão:

$$GS_d = i \frac{3 \hat{\sigma}_p^2}{\sqrt{\hat{\sigma}_d^2}}$$

onde i é a intensidade de seleção estandardizada, considerando a seleção de um indivíduo dentro de cada parcela ($i = 1,76$).

4 RESULTADOS

As análises de variância ao nível de indivíduos para a característica diâmetro à altura do peito (cm) envolvendo as procedências em cada idade de avaliação estão no apêndice (Tabela 1A, 2A, 3A, 4A e 5A). Verifica-se de início que a precisão experimental na avaliação das famílias dentro de cada procedência foi praticamente a mesma. A relação entre o maior e menor quadrado médio do erro, com 29 meses foi de 1,36, já com 80 meses passou para 1,56. O mesmo fato foi constatado para as demais idades.

Considerando que os erros foram homogêneos, foi realizada as análises de variância incluindo todos os materiais avaliados em cada idade (Tabelas 9, 10, 11, 12 e 13). Inicialmente merece destaque as estimativas do coeficiente de variação experimental (CVe) que mostraram tendência de redução com o decorrer das idades, haja vista que o maior CVe (15,5%) foi obtido com 29 meses e o menor (11,9%), com 80 meses.

Ocorreu diferença altamente significativa ($P \leq 0,01$) entre procedências em todas as épocas. O mesmo fato foi constatado para as famílias dentro das procedências. Chama a atenção as estimativas da variação genética ($\hat{\sigma}_p^2$) entre famílias dentro de cada procedência, onde verifica-se um aumento substancial nos valores com o decorrer das idades. Em princípio, poder-se-ia inferir que ocorreu maior liberação da variabilidade genética com a idade. Contudo, quando se utiliza as estimativas do coeficiente de variação genética (CVg), verifica-se que tal hipótese

TABELA 10. Resumo da análise de variância de DAP (cm), ao nível de indivíduos, obtido na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. cloeziana* com 42 meses de idade, no município de Bocaiúva - MG.

FV	GL	QM	σ_p^2	$\hat{C}V_g$	h_m^2	h_l^2
Blocos	9	8,58**				
Tratamentos	318	44,07**				
Testemunhas vs Famílias	1	533,36**				
Entre testemunhas	1	8,28*				
Entre famílias	316	42,61**	0,77	0,12	0,88	
Entre procedências	7	812,61**	16,58	0,55	0,99	
Entre famílias/procedência Ravenshoe	50	22,22**	0,34	0,07	0,77	0,31
Cardwell	55	30,00**	0,49	0,09	0,82	0,43
Blackdown	35	7,86**	0,09	0,04	0,48	0,10
Helenvale	49	29,96**	0,49	0,11	0,83	0,47
Monto	23	34,99**	0,67	0,10	0,87	0,49
Gympie	49	31,25**	0,56	0,10	0,85	0,47
Herberton "A"	24	28,44**	0,46	0,10	0,82	0,45
Herberton "B"	24	13,48**	0,15	0,06	0,59	0,18
Erro	2862	5,02				
		13,68				
		7,42				
		Coeficiente de variação experimental (CVe) %				
		Média (cm)				

TABELA 12. Resumo da análise de variância de DAP (cm), ao nível de indivíduos, obtido na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. cloeziana* com 67 meses de idade, no município de Bocatúva - MG.

FV	GL	QM	σ_p^2	$\hat{C}V_g$	h_m^2	h_l^2
Blocos	9	19,28**				
Tratamentos	318	58,88**				
Testemunhas vs Famílias	1	614,42**				
Entre testemunhas	1	18,80**				
Entre famílias	316	57,22**	1,04	0,10	0,87	
Entre procedências	7	901,69**	18,78	0,43	0,99	
Entre famílias/procedência Ravenshoe	50	36,63**	0,58	0,07	0,79	0,32
Cardwell	55	53,32**	0,92	0,09	0,85	0,46
Blackdown	35	10,23**	0,08	0,03	0,33	0,06
Helenvale	49	41,55**	0,66	0,09	0,80	0,38
Monto	23	48,20**	0,93	0,09	0,85	0,41
Gympie	49	35,45**	0,68	0,08	0,80	0,34
Herberton "A"	24	46,74**	0,76	0,10	0,82	0,45
Herberton "B"	24	29,71**	0,40	0,07	0,71	0,29
Erro	2862	7,71				
					12,60	10,11

não é verdadeira. O CVg entre materiais independente da procedência, por exemplo, foi de 14% com 29 meses e até reduziu para 10% aos 80 meses, indicando que em relação a média, a variação genética tendeu a reduzir com a idade. Fica evidente assim, que os valores das estimativas de $\hat{\sigma}_p^2$ devem ser vistos com ressalva, uma vez que elas são influenciadas pela magnitude dos dados.

Essa última observação é comprovada através das estimativas da herdabilidade, tanto ao nível de média (h_m^2) como de indivíduo (h_I^2). Novamente considerando todos os tratamentos, verifica-se que a estimativa h_m^2 foi semelhante com o decorrer das idades. Com 29 meses, por exemplo, foi de 89% e com 80 meses, 87%, podendo essa pequena diferença ser atribuída ao erro associado às estimativas de h_m^2 . A estimativa de h^2 ao nível de indivíduo mostrou a mesma tendência.

As menores estimativas de h_m^2 com 29 meses, entre famílias por procedência, foram observadas nos casos de Blackdown ($h_m^2 = 0,56$) e Herberton "B" ($h_m^2 = 0,58$). Nos demais casos, os valores foram praticamente os mesmos sendo em média de 0,80. A pequena variação observada entre as estimativas pode ser atribuído ao erro associado às mesmas. A mesma tendência foi observada nas demais idades, exceto entre as famílias de Blackdown cuja h_m^2 reduziu com a idade e Herberton "B" que aumentou.

Como o erro foi homogêneo entre as idades, procedeu-se a uma análise de variância subdividida no tempo (Tabela 14). Verifica-se que a precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação foi boa (CVe = 11,96%), o que deve ter contribuído para se detectar diferença altamente significativa, no teste de F, para todas as fontes de variação, exceto a interação do contraste clone vs procedência \times idade.

TABELA 14. Resumo da análise de variância subdividida no tempo, para o DAP (cm), obtido no experimento de avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. cloeziana*, Bocaiúva - MG.

FV	GL	QM
Blocos	9	50,86**
Tratamentos	318	50,70**
Entre clones	1	15,58**
Clones vs famílias	1	584,28**
Entre famílias	316	49,12**
Entre procedências	7	933,50**
Entre famílias/procedência Ravenshoe	50	25,92**
Cardwell	55	36,45**
Blackdown	35	9,61**
Helevale	49	32,14**
Monto	23	43,64**
Gympie	49	31,89**
Herbeton "A"	24	32,69**
Herbeton "B"	24	17,80**
Erro a	2862	5,38
Idades	4	17651,87**
Erro b	36	3,40
Tratamentos × idades	1272	0,98**
Clones vs procedências × idades	4	0,38
Clones × idades	4	0,91**
Entre famílias × idades	1264	0,98**
Entre procedências × idades	28	12,84**
Entre famílias / Ravenshoe × idades	200	0,62**
Cardwell × idades	220	0,91**
Blackdown × idades	140	0,30**
Helenvale × idades	196	0,70**
Monto × idades	92	0,83**
Gympie × idades	196	0,87**
Herbeton "A" × idades	96	0,74**
Herbeton "B" × idades	96	0,69**
Erro c	11448	0,29
CV _c (%) = 11,96		

Visando elucidar melhor as interações das famílias × idades e considerando que o interesse maior é a possível interação entre as famílias da avaliação precoce com a da ocasião do

abate, foram efetuadas as análises das idades duas a duas, sendo que a de 80 meses, época do abate, foi constante. Verifica-se novamente que independente da procedência, a interação família \times idade foi altamente significativa (Tabela 6A).

Foram estimadas as variâncias genética ($\hat{\sigma}_p^2$) e da interação ($\hat{\sigma}_{pa}^2$) para cada par de idades e verificou-se que a $\hat{\sigma}_p^2$ tendeu a aumentar quando a análise considerou idades mais próximas a de rotação, enquanto que a $\hat{\sigma}_{pa}^2$ apresentou um comportamento inverso. A relação $\hat{\sigma}_{pa}^2 / \hat{\sigma}_p^2$ acusou valores que variaram de 2,7 a 23,4%, este último observado quando foram avaliadas as idades de 29 e 80 meses.

A significância da interação pode ter sido detectada devido ao grande número de graus de liberdade empregados no teste de F (316), já que a relação $\hat{\sigma}_{pa}^2 / \hat{\sigma}_p^2$ registrou valores considerados de pequena magnitude, não influenciando na classificação dos materiais ao longo das idades, o que pode ser reforçado pelas estimativas da correlação genética (r_G) que foram sempre altas e positivas.

Apesar disso, a interação foi decomposta em parte simples e complexa segundo a metodologia proposta por Cruz e Castoldi (1991). Verificou-se que a parte complexa foi, em todas as situações, pouco expressiva chegando a ser responsável no máximo por 19,52% da $\hat{\sigma}_{pa}^2$ (Tabela 15).

Foi efetuado também o estudo da interação família \times idade, para cada procedência, considerando o par 29 e 80 meses, o qual apresentou, como já mencionado, a maior proporção do componente de interação em relação a variância genética (Tabela 7A). Aqui novamente a interação família \times idade foi altamente significativa e verifica-se que a relação entre

TABELA 15. Estimativas dos componentes de variância das análises conjunta das idades duas a duas e decomposição do componente de variância da interação famílias \times idades, obtido no experimento de avaliação de famílias de meios-irmãos de *E. cloeziana*, Bocaiúva - MG.

Idades (meses)	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{\sigma}_{pa}^2$	$\frac{\hat{\sigma}_{pa}^2}{\hat{\sigma}_p^2} \times 100$	Simple (S)	Complexa (C)	$\frac{C}{\hat{\sigma}_{pa}^2} \times 100$	r_G
29/80	0,7215	0,1691	23,44	0,1361	0,0330	19,52	0,88
42/80	0,9253	0,0826	8,93	0,0697	0,0129	15,62	0,94
56/80	1,0303	0,0554	5,38	0,0465	0,0089	16,06	0,96
67/80	1,1110	0,0306	2,75	0,0266	0,0040	13,07	0,98

onde:

r_G : correlação genética

as estimativas da $\hat{\sigma}_{pa}^2$ com as $\hat{\sigma}_p^2$ variaram de 22,6% para a procedência Monto a 79,4% para a Herberton "B" (Tabela 16). Apesar de detectar-se valores elevados para a relação $\hat{\sigma}_{pa}^2 / \hat{\sigma}_p^2$, observou-se que a parte complexa foi sempre pouco expressiva, sendo responsável no máximo por 36,05% da $\hat{\sigma}_{pa}^2$ na procedência Gympie e apresentando valores inferiores a 20% nas demais procedências; exceto para Blackdown, onde não foi detectada interação significativa. Além disso, as estimativas de r_G foram altas e positivas, variando de 0,84 a 1,00.

Os diâmetros médios das árvores por procedência em cada idade são apresentados na Tabela 17. Verifica-se que as procedências Ravenshoe, Monto e Gympie apresentaram as maiores médias aos 80 meses; 11,22 cm, 11,95 cm e 11,99 cm, respectivamente. Destaque também para a Helenvale, que nessa idade, ficou 10% abaixo da média que foi de 11,18 cm. Deve ser salientado que os clones utilizados como testemunha apresentaram a maior média por DAP (13,92 cm), sendo 24,5% acima da média das famílias.

As distribuições de frequência das médias das famílias por procedência, bem como para todas as 317 famílias nas idades de 29 e 80 meses, estão apresentadas nas Figuras 2, 3 e 4. Através da distribuição de frequência envolvendo todas as famílias, nota-se uma grande variação entre os materiais, com amplitudes, em relação a média, que variam de 33% na idade de 29 meses a 27% na idade de 80 meses. Chama atenção o fato de que algumas famílias apresentaram desempenho equivalente ao dos clones. Essas famílias com bom desempenho, como era esperado, se concentraram nas procedências Ravenshoe, Monto e Gympie. Nota-se também que as famílias de Blackdown e Herberton "B" apresentam uma pequena amplitude de variação, o que está de acordo com os menores valores de h^2 estimados para essas procedências.

TABELA 16. Estimativas dos componentes de variância das análises conjunta das idades duas a duas e decomposição do componente de variância da interação famílias × idades, obtido no experimento de avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. cloeziana*, Bocaiúva - MG.

Procedências	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{\sigma}_{pa}^2$	$\frac{\hat{\sigma}_{pa}^2}{\hat{\sigma}_p^2} \times 100$	Simple (S)	Complexa (C)	$\frac{C}{\hat{\sigma}_{pa}^2} \times 100$	r_G
Ravenshoe	0,2939	0,1134	38,58	0,0910	0,0224	19,75	0,84
Cardwell	0,4133	0,1522	36,83	0,1431	0,0091	5,98	0,93
Blackdown	0,0856	0	0	—	—	—	1,00
Helenvale	0,4378	0,1020	23,30	0,088	0,014	13,73	0,91
Monto	0,6061	0,1373	22,65	0,1152	0,0221	16,10	0,90
Gympie	0,3739	0,1179	31,53	0,0754	0,0425	36,05	0,80
Herberton "A"	0,4091	0,1766	43,17	0,1694	0,0072	4,08	0,94
Herberton "B"	0,1705	0,1354	79,41	0,1098	0,0256	18,91	0,76

onde:

r_G : correlação genética

TABELA 17. Médias do diâmetro à altura do peito (cm) obtido no experimento de avaliação de famílias de meios-irmãos, de diferentes procedências de *E. cloeziana*, em diferentes idades de avaliação, Bocaiúva - MG.

Idades (meses)	PROCEDÊNCIAS									Média
	Ravenshoe	Cardwell	Blackdown	Helenvale	Monto	Gympie	Herberton "A"	Herberton "B"	Clones	
29	6,11	5,38	5,07	4,49	5,41	5,77	4,98	4,52	7,29	5,45
42	8,21	7,52	7,40	6,42	7,85	7,85	6,95	6,63	9,75	7,62
56	10,05	9,42	9,33	8,29	9,71	9,53	8,64	8,36	11,78	9,46
67	10,86	10,33	10,28	9,15	10,71	10,44	9,34	9,12	12,65	10,32
80	11,92	11,51	11,46	10,15	11,95	11,99	10,32	10,12	13,92	11,48

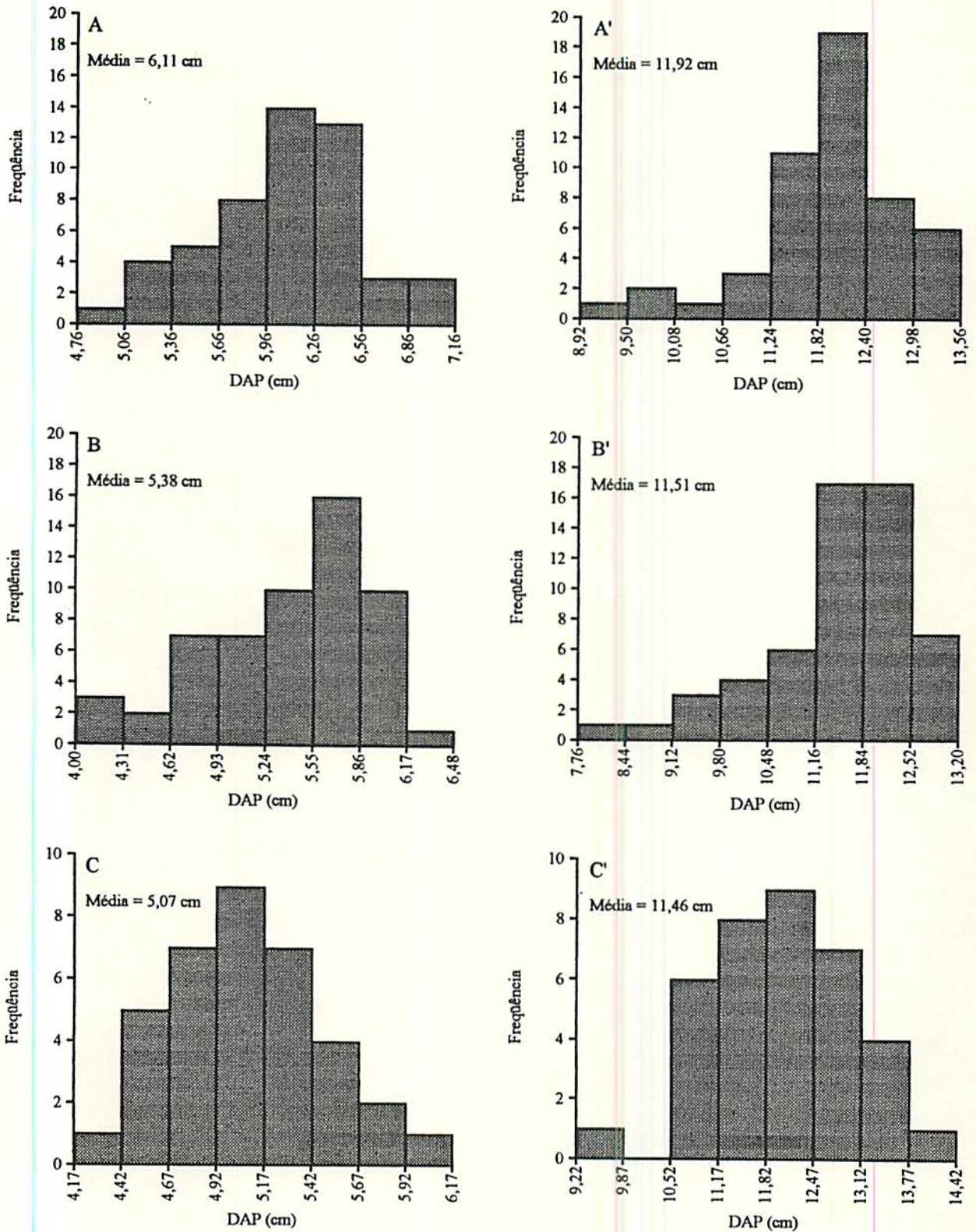


FIGURA 2. Distribuição de frequência das médias dos DAP (cm) das famílias de meios-irmãos das procedências Ravenshoe (A), Cardwell (B) e Blackdown (C); com 29 meses (A, B e C) e 80 meses (A', B', C').

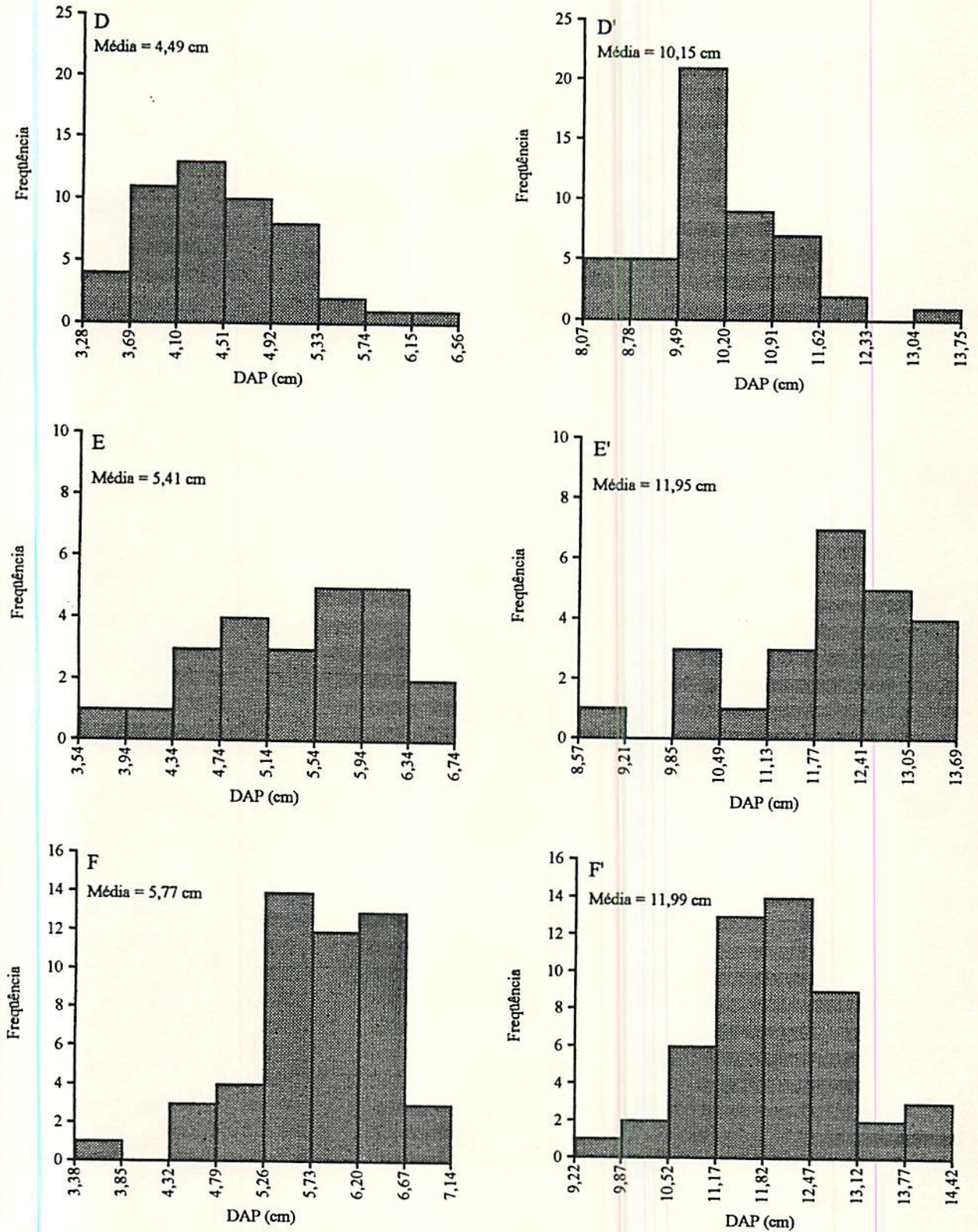


FIGURA 3. Distribuição de frequência das médias dos DAP (cm) das famílias de meios-irmãos das procedências Helenvale (D), Monto (E) e Gympie (F); com 29 meses (D, E e F) e 80 meses (D', E', F').

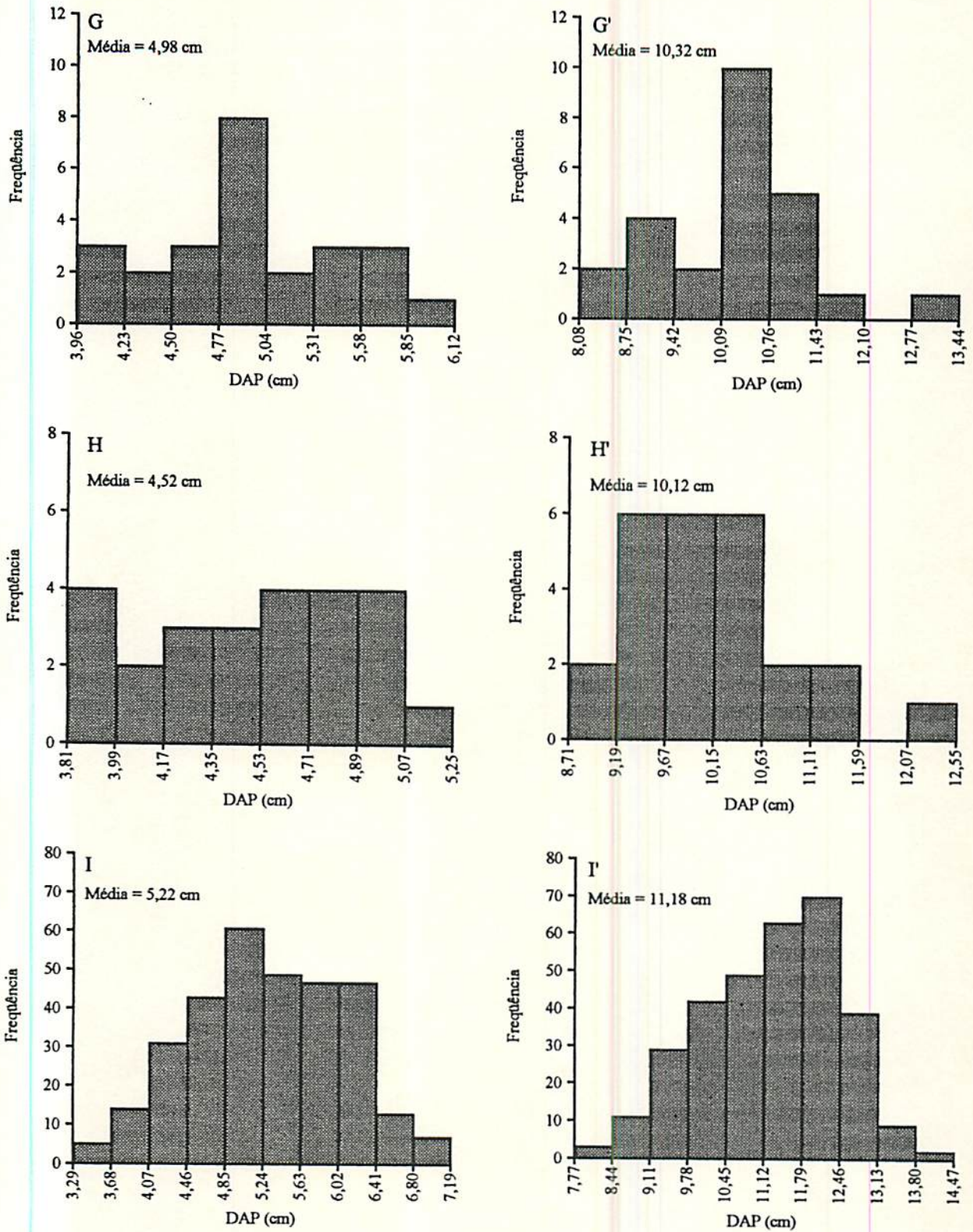


FIGURA 4. Distribuição de frequência das médias dos DAP (cm) das famílias de meios-irmãos das procedências Herberton "A" (G) e Herberton "B" (H), considerando as 317 famílias do experimento (I); com 29 meses (G, H, I) e 80 meses (G', H', I').

Aos 80 meses, após um período prolongado sem chuvas, que ocorreu tanto em 1993 como em 1994 (Tabela 2), observou-se a ocorrência de seca de algumas plantas. Procedeu-se a avaliação das plantas com sintomas de seca por parcela, sendo obtido os resultados médios apresentados na Tabela 18. Verifica-se que ocorreu variabilidade entre famílias e procedências para esse caráter, o que é um indício da possibilidade de sucesso com a seleção. Tomando como critério que acima de 5% de árvores secas é altamente prejudicial, observa-se que as famílias de Monto e Gympie, que haviam se destacado em termos de diâmetro, apresentaram as maiores porcentagens de plantas com sintomas de seca. Veja que no caso de Gympie, ocorreu 96% de famílias que apresentaram mais de 5% de seca e nenhuma delas deixou de manifestar o sintoma. Depreende-se assim, que apesar do bom desenvolvimento das famílias dessa procedência, elas devem ser descartadas devido a baixa tolerância a seca. Novamente as famílias da procedência Ravenshoe se destacaram, estando entre as mais tolerantes a seca.

TABELA 18. Porcentagem de plantas secas observado aos 80 meses no experimento de avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. cloeziana*, Bocaiúva - MG.

Procedências	Número de famílias	Porcentagem de árvores secas		
		0%	1 a 5%	Acima de 5%
Ravenshoe	51	56,9	33,3	9,8
Cardwell	56	55,4	33,9	10,7
Blackdown	36	86,1	11,1	2,8
Helenvale	50	52,0	46,0	2,0
Monto	24	41,6	29,2	29,2
Gympie	50	0	4,0	96,0
Herberton "A"	25	56,0	44,0	0
Herberton "B"	25	76,0	16,0	8,0
	317 ^{1/}	50,5	27,4	22,1

^{1/} : valores observados independente da procedência.

Com o intuito de estimar o incremento no diâmetro das árvores com o decorrer das idades, foi estimada uma equação de regressão linear entre DAP e a idade para as famílias de cada procedência e para todas as 317 famílias do experimento (Tabela 19). Inicialmente é necessário realçar que os coeficientes de determinação (R^2) para cada procedência variaram de 0,81 para Herberton "A" a 0,94 para Blackdown. Quando foram consideradas as 317 famílias, o R^2 indicou um pequeno declínio, atingindo o valor de 0,79. Infere-se assim, que houve um bom ajustamento dos dados em relação às retas estimadas, indicando uma boa previsibilidade do comportamento desses materiais ao longo das idades avaliadas. Observou-se que o incremento anual considerando as 317 famílias foi de 1,38 cm, ou seja, 16% de aumento no diâmetro das árvores por ano, sendo que as procedências Monto (1,50 cm), Blackdown (1,48 cm) e Cardwell (1,42 cm) apresentaram os maiores valores e Herberton "A" (1,23 cm), o menor.

TABELA 19. Estimativas do coeficiente de regressão linear (b) e coeficiente de determinação (R^2) entre DAP (cm) e as diferentes idades de avaliação. Dados obtidos na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. cloeziana*, Bocaiúva - MG.

Procedências	Coeficiente de determinação (R^2)	Incremento anual (b)
Ravenshoe	0,86	1,35
Cardwell	0,84	1,42
Blackdown	0,94	1,48
Helenvale	0,84	1,33
Monto	0,83	1,50
Gympie	0,86	1,41
Herberton "A"	0,81	1,23
Herberton "B"	0,88	1,29
	0,79 ^{1/}	1,38 ^{2/}

^{1/}: coeficiente de determinação estimado quando foram consideradas as 317 famílias do experimento;

^{2/}: estimativa do incremento anual quando foram consideradas as 317 famílias do experimento.

Todas as estimativas mencionadas anteriormente possibilitam antever sucesso com a seleção. Esse fato foi comprovado através dos altos valores da estimativa do ganho com a seleção na idade de corte (80 meses), que foi de 12,9% considerando uma intensidade de seleção de 20% entre as famílias e de 16,2% se a intensidade fosse de 10% (Tabela 20).

TABELA 20. Estimativas dos ganhos esperados com a seleção aos 80 meses e resposta correlacionada com a seleção para o DAP (cm), entre famílias de meios-irmãos de *E. cloeziana*, Bocaiúva - MG.

Seleção (meses)	Ganho estimado (%)	Ciclo de seleção (anos)	Ganho por ano (%)	E (%)
29/80	11,5 (14,4) ^{1/}	4,5	2,6 (3,2)	168 (168)
42/80	12,3 (15,4)	5,5	2,2 (2,8)	147 (147)
56/80	12,4 (15,5)	6,5	1,9 (2,4)	126 (125)
67/80	12,6 (15,8)	7,5	1,7 (2,1)	111 (110)
80/80	13,0 (16,2)	8,5	1,5 (1,9)	100 (100)

^{1/}: fora dos parenteses estão os valores estimados considerando uma intensidade de seleção de 20% (63 famílias) e dentro dos parenteses, 10% (32 famílias);

E (%) : eficiência relativa da seleção precoce.

Visando esclarecer o que ocorre com o ganho genético quando a seleção é aplicada em idades mais precoces, foi feita a simulação da seleção a uma idade mais jovem com aferição do seu comportamento na idade de abate, ou seja, foi estimada a resposta correlacionada com a seleção (Tabela 20). Verifica-se que as diferenças nos valores das estimativas da resposta correlacionada com a seleção foram pequenas nas diferentes idades e também diferiram muito pouco da própria estimativa do ganho no momento do abate. Se o enfoque for no sentido de estimar o ganho por unidade de tempo, que é o mais expressivo, constata-se a superioridade da resposta correlacionada com a seleção na idade de rotação. Essa diferença foi mais acentuada na

medida em que se reduziu a idade de seleção. Veja que, com 29 meses o ganho anual com a seleção seria 68% acima da seleção realizada aos 80 meses.

A eficiência da seleção precoce foi avaliada também a partir da estimativa do coeficiente de coincidência de Hamblin e Zimmermann (1986). Verificou-se que entre os 20% das famílias selecionadas aos 29 meses, 48,4% estariam incluídas também entre as famílias identificadas como superiores aos 80 meses. Observe que nas idades mais avançadas, a coincidência nas famílias selecionadas, como era esperado, foi maior. Verificou-se também, que a coincidência foi menor quando se utilizou a intensidade de seleção de 10% (Tabela 21).

TABELA 21. Estimativas da eficiência da seleção precoce em porcentagem obtida utilizando a expressão de Hamblin e Zimmermann (1986), para o DAP (cm), considerando todas as famílias de meios-irmãos de *E. cloeziana* avaliados no experimento, Bocaiúva - MG.

Idades (meses)	42	56	67	80
29	80,2 (65,28) ^{1/}	60,3 (58,3)	58,3 (44,4)	48,4 (44,4)
42	—	76,2 (72,2)	74,2 (68,8)	66,3 (58,3)
56	—	—	90,1 (79,2)	76,2 (65,3)
67	—	—	—	80,2 (72,2)

^{1/}: fora dos parênteses estão os valores estimados considerando uma intensidade de seleção de 20% e dentro dos parênteses, 10%.

Na recombinação foi utilizado sementes remanescentes e dessa forma foi possível instalar o lote de recombinação, de um modo tal, em que as famílias selecionadas fossem novamente avaliadas. Os resultados da análise de variância estão apresentados na Tabela 22. Verifica-se novamente diferença altamente significatica ($P \leq 0,01$) entre as famílias. Observa-se também, que apesar do delineamento ter sido inteiramente ao acaso, a precisão experimental,

avaliada pelo coeficiente de variação, foi semelhante ao obtido no experimento de avaliação das famílias.

TABELA 22. Resumo da análise de variância e estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos para o DAP (cm), no lote de recombinação, Bocaiúva - MG.

FV	GL	QM
Entre famílias	49	29,82**
Entre parcelas/famílias	700	2,92
Dentro das parcelas/famílias	6617	2,17
CV_c (%)		5,81
K		9,7886
" $\hat{\sigma}_p^2$ "		0,1832
" $\hat{\sigma}_d^2$ "		2,1739
" h_d^2 " (%)		25,28
GS_d (%)		7,00
\hat{m}		9,35

A estimativa da herdabilidade para a seleção dentro das parcelas, como era esperado, foi bem inferior a observada para a seleção na média das famílias, mas mesmo assim, em magnitude suficiente para se ter sucesso com a seleção. A estimativa do ganho com a seleção dos 10% melhores indivíduos por parcela foi de 7,0% da média das plantas, estimativa essa que foi inferior a obtida com a seleção entre as famílias aos 80 meses (Tabela 20)

5 DISCUSSÃO

O volume de madeira é o caráter de maior interesse econômico em espécies florestais como o *Eucalyptus*. Como para medir esse caráter com precisão é necessário abater a árvore, sua avaliação é efetuada utilizando as características DAP e/ou altura, que possuem alta correlação positiva com o volume (Assis, Brune e Euclides, 1983; Kageyama e Vencovsky, 1983; Mori, Kageyama e Ferreira, 1988). Estimativas da correlação disponíveis em *Eucalyptus* apontam que a correlação entre o DAP e a altura é também alta e positiva (Kedharnath e VanKshasya, 1977; Borges, 1980; Assis, Brune e Euclides, 1983; Kageyama e Vencovsky, 1983; Mori, Kageyama e Ferreira, 1988; Castro, 1992). Considerando que a avaliação do DAP é menos trabalhosa e mais precisa, optou-se nesse trabalho por avaliar apenas esse caráter.

Um outro aspecto que necessita ser focado é que as condições climáticas na região onde foram conduzidos os experimentos não são favoráveis à cultura. A precipitação anual é quase sempre inferior a 1000 mm e com o agravante de se concentrar na época de verão. O déficit hídrico anual varia de 90 a 210 mm, o que é muito drástico. Além disso, nos anos de 1993 e 1994, quando as plantas já estavam com mais de 5 anos, a seca ainda foi mais pronunciada (Tabela 2). Esse fato contribuiu para que muitas, árvores já adultas, secassem completamente. Observe contudo que 50,5% das famílias, mesmo nessa condição tão adversa, foram

praticamente imunes à seca. Nesse contexto, o experimento foi propício para a seleção visando as condições de Bocaiúva, sobretudo no que se refere ao déficit hídrico.

Na avaliação de famílias, principalmente de uma planta perene, é necessário que ocorra boa precisão experimental. Nesse experimento, o coeficiente de variação variou de 4,9 a 17,7%, o que indica uma boa precisão experimental (Garcia, 1989). Valores esses, semelhantes aos encontrados com *E. camaldulensis* aos 17 meses de idade em experimentos conduzidos no nordeste de Minas Gerais e também em outras regiões do Brasil, onde foi avaliado o diâmetro de várias espécies, segundo levantamento apresentado por Castro (1992).

Um outro fato que chama atenção é que praticamente não houve alteração nas estimativas do coeficiente de variação com as idades refletindo, que pelo menos em termos de precisão experimental, a idade não terá maiores influências na seleção.

Na condução de um programa de seleção recorrente com eucalipto no Brasil, a etapa de avaliação que é a mais demorada, dura aproximadamente sete anos, idade de abate das árvores nos plantios comerciais. Considerando o método com sementes remanescentes, a etapa de recombinação exigirá, no mínimo, de 2 a 3 anos para que todas as árvores floresçam e frutifiquem, podendo ser efetuada então a seleção dentro. Assim, um ciclo de seleção recorrente com sementes remanescentes, irá demorar na melhor das hipóteses de 9 a 10 anos.

Supondo que a vida útil de um melhorista seja de aproximadamente 30 anos, este profissional seria capaz de praticar apenas três ciclos seletivos. Este fato, pode desestimular as empresas a investirem no melhoramento genético do eucalipto, reduzindo a eficiência da cultura.

Dentro desse contexto, a redução na duração do ciclo seletivo deve ser prioritária em qualquer programa de seleção recorrente e tem merecido a atenção de inúmeros pesquisadores (Foster, 1986; Gill, 1987; McKeand, 1988; Magnussen, 1991; Rehfeldt, 1992).

Quando se procura avaliar a eficácia da seleção precoce, o problema que se apresenta é a metodologia de avaliação. Nesse aspecto alguns procedimentos tem sido propostos, tais como: estudo da flutuação das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos no decorrer das idades (Huehn, Kleinschmit e Svolba, 1987; Otegbeye, 1991); estimativas das correlações genéticas nas diferentes idades (Wakeley, 1971; Lambeth, 1980; Magnussen, 1988); interação genótipo \times idade (Rezende, Bertolucci e Ramalho, 1995); estimativas da resposta correlacionada com a seleção (Riemenschneider, 1988; Borralho, Cotterill e Kanowski, 1992); estimativa do coeficiente de determinação (R^2) supondo um ajustamento linear do diâmetro à altura do peito com a idade (Wakeley, 1971; Squillace e Gansel, 1974; Moura, Melo e Silva, 1993). No presente estudo, todas essas metodologias foram empregadas para se avaliar a eficiência da seleção precoce nas condições de Bocaiúva.

No que se refere as flutuações das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos, constatou-se que as estimativas da $\hat{\sigma}_p^2$ entre famílias dentro de cada procedência aumentou ao longo das idades, a princípio, indicando que houve maior liberação da variabilidade genética com a idade. Contudo, as comparações diretas entre as estimativas de $\hat{\sigma}_p^2$ entre famílias nas diferentes idades é difícil, principalmente porque a planta cresce, e a $\hat{\sigma}_p^2$ é influenciada pela magnitude dos dados.

Um procedimento que pode atenuar esse fato é a utilização do coeficiente de variação genética (CV_g), que é a proporção dos desvios genéticos em relação a média do caráter. Foi constatado, que o CV_g foi semelhante ao decorrer das idades, indicando que a liberação da variabilidade genética entre famílias, proporcionalmente a média, foi praticamente a mesma ao longo do tempo.

Também a estimativa da herdabilidade (h^2) praticamente não se alterou com as idades, reforçando o fato de que não ocorreu modificação na liberação da variabilidade genética com a idade; sobretudo porque, como já foi mencionado, a precisão experimental foi praticamente a mesma nas cinco avaliações.

Ainda com relação a estimativa de h^2 , é necessário enfatizar que ela foi estimada tanto a nível de média como de indivíduo. Considerando que foi estimado o ganho apenas entre famílias, a primeira torna-se mais importante. Constatou-se que os valores obtidos foram altos, normalmente acima de 0,8. Segundo Griffin e Cotterill (1988), o valor da estimativa de h^2 utilizando famílias de meios-irmãos só é correta se ocorrer uma pequena taxa de endogamia, inferior a 5%. Não foi encontrada na literatura referência sobre a taxa de autofecundação em *E. cloeziana*, contudo há relatos, em outras espécies de eucalipto, que essa taxa é superior a 30% (Wilcox, 1980; Namkoong, 1966). Se esse valor for extrapolado para *E. cloeziana*, pode-se inferir que a estimativa de h^2 está superestimada e deve ser vista com ressalva. Contudo, mesmo estando inflacionado, o valor de h^2 é suficientemente alto para permitir inferir que há possibilidade de sucesso com a seleção entre as famílias avaliadas.

É oportuno enfatizar que na média de 34 experimentos conduzidos no Brasil, onde foi avaliado o diâmetro, a h^2 utilizando famílias de meios-irmãos, foi de 0,62 (Castro, 1992). Em trabalho realizado no Distrito Federal, envolvendo 110 famílias de cinco procedências de *E. cloeziana*, foi estimada a h^2 para o DAP de 0,61. Como se constata a h^2 obtida nesse trabalho é superior, o que reforça a observação do potencial de seleção do material de *E. cloeziana* avaliado.

Uma segunda alternativa para se avaliar a eficiência da seleção precoce é a estimativa da correlação do desempenho das famílias na idade juvenil e na rotação. No presente

trabalho as estimativas obtidas foram todas positivas e altas, acima de 0,85. Esses resultados são coerentes com os relatados na literatura (Kageyama e Vencovsky, 1983; Gill, 1987 e Borralho, 1991). Depreende-se assim, que há uma boa associação entre o desempenho da planta jovem e quando adulta, condição essa indispensável para o sucesso da seleção precoce.

A estimativa da correlação genética entre idades ajuda também a explicar qual a natureza de uma possível ocorrência de interação família \times idade. Nesse trabalho essa interação apesar de ser significativa, o componente da variância da interação ($\hat{\sigma}_{pa}^2$) foi no máximo 23,4% da variância genética, quando foram consideradas todas as famílias (Tabela 15). Quando se considerou as famílias dentro de cada procedência, o componente de interação família \times idade aumentou em relação a variância genética entre famílias, chegando a 79% no caso da procedência Herberton "B" (Tabela 16). Contudo, devido a alta estimativa da correlação genética, mesmo no caso em que a interação foi elevada, ela teria pouco significado em termos do resultado da seleção. Nessa condição, a interação é função apenas da diferença de manifestação genética entre as famílias nas duas idades, ou seja, no conceito de Cockerham (1963) e Vencovsky (1987), a parte simples da interação é que seria a predominante. Esse fato foi comprovado através da decomposição desse componente de interação utilizando o procedimento proposto por Cruz e Castoldi (1991), onde a parte simples da interação sempre foi mais expressiva (Tabela 16).

O ajustamento do desempenho médio das famílias ao longo das idades a uma equação linear, é outra opção que tem sido utilizada. Esse procedimento, pelo menos em princípio, é semelhante ao proposto por Eberhart e Russel (1966) e amplamente utilizado no estudo da estabilidade das cultivares. As estimativas de R^2 que medem o ajustamento dos dados a regressão linear foram sempre altas (Tabela 19) Valores de mesma magnitude foram observados

por Moura, Melo e Silva (1993) quando avaliaram nove procedências de *Eucalyptus cloeziana* no Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado - DF. Infere-se assim, que em ambos os casos, foi alta a previsibilidade do desempenho das famílias ao longo das idades. Condição essa, favorável ao sucesso da seleção precoce.

A eficiência da seleção precoce também pode ser avaliada através das estimativas da resposta correlacionada com a seleção (RC), isto é, a estimativa RC no momento da rotação pela seleção simulada em idades mais jovens. Nesse trabalho procurou-se comparar o ganho estimado com a seleção nos 80 meses com as várias estimativas da resposta correlacionada nessa mesma idade e constatou-se que os valores foram semelhantes (Tabela 20). Em termos de seleção recorrente o mais importante é a estimativa do ganho por unidade de tempo. Nessa condição, os valores obtidos para a seleção precoce foram expressivos, tanto é assim, que a seleção efetuada aos 29 meses seria 68% mais eficiente do que aquela realizada aos 80 meses. Resultados coerentes com esses foram obtidos por Riemenschneider (1988) e Borralho, Cotterill e Kanowski (1992), em trabalhos realizados com outras espécies.

Finalmente, uma outra estratégia que pode ser utilizada é identificar as melhores famílias na idade juvenil e de rotação. Através do número de famílias coincidentes nas duas condições pode-se inferir sobre a eficiência da seleção precoce. É difícil contudo, saber qual seria o nível apropriado de coincidência a ser adotado para se praticar ou não a seleção precoce. Entretanto, fica evidente que é salutar ao efetuar a seleção precoce em eucalipto, usando semente remanescentes como foi o caso desse trabalho, empregar uma intensidade de seleção mais branda. Desse modo, quando for efetuada a seleção no lote de recombinação poder-se-ia avaliar novamente o experimento, que provavelmente estaria próximo da idade de corte, utilizando uma

intensidade de seleção mais forte, eliminando no lote de recombinação as famílias com pior desempenho.

Levando em consideração o que foi mencionado anteriormente e também a ocorrência de seca, isto é, só sendo selecionadas famílias com no máximo duas plantas secas entre as sessenta avaliadas por família, seriam identificadas no lote de recombinação 20 famílias entre as cinquenta com maior diâmetro aos 80 meses. Essas 20 famílias apresentaram DAP com média de 12,83 cm. Considerando que a média geral das famílias foi de 11,18 cm, o diferencial de seleção (ds) seria de 1,65 cm. Esse valor multiplicado pela herdabilidade na média das famílias ($h^2 = 0,87$), fornece uma estimativa do ganho esperado com a seleção de 12,8%. Adicionando a esse ganho a estimativa obtida dentro das famílias que foi de 7% (Tabela 22), tem-se um ganho esperado com a seleção de 20%, que sem dúvida nenhuma, é uma resposta expressiva a seleção.

Um argumento que reforça essa estratégia é a forte intensidade de seleção que pode ser aplicada, no caso 20 em 317 famílias, que é inferior a 7%. Deve ser enfatizado, que nessa condição, o tamanho efetivo (N_e) ainda seria de aproximadamente 80 e que, segundo a literatura, é um valor suficiente para propiciar ganhos continuados com a seleção (Pereira e Vencovsky, 1988; Rawlings, 1970; Baker e Curnow, 1969).

6 CONCLUSÕES

1. As famílias avaliadas, tanto no experimento de avaliação como no lote de recombinação, apresentaram variabilidade genética para o DAP, sendo a estimativa da herdabilidade no sentido restrito ao nível de média das famílias superior a 86% nas diferentes idades avaliadas e 25,3% dentro das parcelas no lote de recombinação, indicando que essa população é promissora para a continuidade do programa de melhoramento;
2. Todas as metodologias utilizadas na avaliação da eficiência da seleção precoce foram concordantes em recomendar que essa estratégia deve ser utilizada no melhoramento do eucalipto mesmo em condições adversas de clima, como ocorre na maioria das áreas de reflorestamento do Estado de Minas Gerais;
3. Na seleção precoce é aconselhável realizar uma seleção mais branda e instalar o lote de recombinação, com sementes remanescentes, de modo que uma nova avaliação das famílias selecionadas possa ser efetuada, utilizando-se para isso, simultaneamente, os dados do experimento de avaliação em idade mais avançada e do lote de recombinação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, H.B. **Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus* L'Héritier (Myrtaceae) nas regiões norte e noroeste do Estado de Minas Gerais.** Lavras: ESAL, 1991. 105p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- ASSIS, T.F. de; BRUNE, A.; EUCLYDES, R.F. Ensaio de progênies de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. **Silvicultura**, São Paulo, v.8, n.28, p.158-159, jan./fev. 1983.
- BAKER, L.H.; CURNOW, R.N. Choice of population size and use of variation between replicated population in plant breeding selection programs. **Crop Science**, Madison, v.9, n.5, p.555-560, Sept./Oct. 1969.
- BORGES, R.C.G. **Estimativas de herdabilidade e correlação entre caracteres de crescimento em *Eucalyptus grandis* W. Hill Ex. Maiden.** Viçosa: UFV, 1980. 42p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal).
- BORRALHO, N.M.G. **Genetic improvement of *Eucalyptus globulus* Labill. ssp. globulus for pulp production.** Oxford: Wolfson College, 1991. 221p. (Tese - Doutorado em Filosofia).
- BORRALHO, N.M.G.; COTTERILL, P.P.; KANOWSKI, P.J. Genetic control of growth of *Eucalyptus globulus* in Portugal. II. Efficiencies of early selection. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.41, n.2, p.70-77, 1992.
- CASTRO, N.H.C. de. **Número de repetições e eficiência da seleção em progênies de meios irmãos de *Eucalyptus camaldulensis*.** Lavras: ESAL, 1992. 121p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)
- COCKERHAM, C.C. Estimation of genetic variance. In: HANSON, W.D.; ROBINSON, H.F. **Statistical genetics and plant breeding.** Madison: National Academy of Sciences, 1963. p.53-94.
- COMSTOCK, R.E.; ROBINSON, H.F. The components of genetics variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. **Biometrics**, Raleigh, v.4, n.1, p.254-265, Mar. 1948.

- CRUZ, O.D.; CASTOLDI, F.L. Decomposição da interação genótipos \times ambientes em parte simples e complexa. *Revista Ceres*, Viçosa, v.38, n.219, p.422-430, set./out. 1991.
- EBERHART, S.A.; RUSSEL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, Madison, v.6, n.1, p.36-40, Jan./Feb. 1966.
- FALCONER, D.S. **Introduction to quantitative genetics**. New York: The Ronald Press, 1964. 365p.
- FOSTER, G.S. Trends in genetic parameters with stand development and their influence on early selection for volume growth in loblolly pine. *Forest Science*, Bethesda, v.32, n.4, p.945-959, Dec. 1986.
- FRANKLIN, E.C. Model relating levels of genetic variance to stand development of four North America conifers. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.28, n.5-6, p.207-212, 1979.
- GARCIA, C.H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. Piracicaba: IPEF, 1989. 10p. (Circular Técnica, 171).
- GILL, J.G.S. Juvenile-mature correlations and trends in genetic variances in Siltka spruce in Britain. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.36, n.5-6, p.189-194, 1987.
- GRIFFIN, A.R.; COTTERILL, P.P. Genetic variation in growth of outcrossed, selfed and open-pollinated progenies of *Eucalyptus regnans* and some implications for breeding strategy. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.37, n.3-4, p.124-131, 1988.
- GUIMARÃES, D.P.; MOURA, V.P.G.; REZENDE, G.C. et al. **Avaliação silvicultural, dendométrica e tecnológica de espécie de *Eucalyptus***. Brasília: EMBRAPA/CPAC, 1983. P.1-73. (Boletim de Pesquisa, 20).
- HALL, N. **Botanists of the *Eucalyptus***. Melbourne, 1978. 468p.
- HALLAUER, A.R. Recurrent selection in maize. *Advance in Agronomy*, New York, p.115-179, 1992.
- HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa State University Press, 1983. 468p.
- HAMBLIN, J.; ZIMMERMANN, M.J. de O. Breeding common bean for yield in mixtures. *Plant Breeding Reviews*, v.4, p.245-272, 1986.
- HUEHN, M.; KLEINSCHMIT, J.; SVOLBA, J. Some experimental results concerning age dependency of different components of variance in testing Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) clones. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.36, n.2, p.68-71, 1987.

- KAGEYAMA, P.Y. **Variação genética em progênes de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden**. Piracicaba: ESALQ, 1980. 125p. (Tese - Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- KAGEYAMA, P.Y.; VENCOSKY, R. **Variação genética em progênes de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden**. IPEF, Piracicaba, v.24, p.9-26, ago. 1983.
- KEDHARNATH, S.; VAKSHASYA, R.H. Estimates of components of variance, heritability and correlations among some growth parameters in *Eucalyptus tereticornis*. In: WORLD CONSULATION ON FOREST TREE BREEDING, 3, Camberra, FAO, 1977. 10p.
- LA FARGE, L.T. Correlations between nursery and plantation height growth in Slash and Loblolly Pine. **Forest Science**, Bethesda, v.21, n.2, p.197-200, June 1975.
- LAMBETH, C.C. Juvenile-mature correlations in Pinaceae and implications for early selection. **Forest Science**, Bethesda, v.26, n.4, p.571-580, Dec. 1980.
- McKEAND, S.E. Optimun age for family selection for growth tests of Loblolly Pine. **Forest Science**, Bethesda, v.34, n.2, p.400-411, 1988.
- MAGNUSSEN, S. Minium age-to-age correlations in early selections. **Forest Science**, Bethesda, v.34, n.4, p.928-938, Dec. 1988.
- MARTINS, I.S. **Variabilidade genética em progênes de *Eucalyptus citriodora* Hook, em diferentes idades em condições de viveiro**. Viçosa: UFV, 1989. 73p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal).
- MENDES, C.J.; REZENDE, G.C. de; MORAES, T.S.A.; SUITER FILHO, W. Teste de progênie de *Eucalyptus* spp. - resultados preliminares. **Silvicultura**, São Paulo, v.8, n.28, p.340-345, jan./fev. 1983.
- MOHRDIEK, D. Juvenile-mature correlations in some Aspen and Poplar trials. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.28, n.2-3, p.107-111, 1979.
- MORI, E.S.; KAGEYAMA, P.Y.; FERREIRA, M. **Variação genética e interação progênes × locais em *Eucalyptus urophylla***. IPEF, Piracicaba, v.39, p.53-63, 1988.
- MOURA, V.P.G.; MELO, J.T. de; SILVA, M.A. Comportamento de procedências de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. aos nove e meio anos de idade, em Planaltina, DF., área de cerrado. IPEF, Piracicaba, v.46, p.52-62, 1993.
- NAMKOONG, G. Inbreeding effects on estimation of genetic additive variance. **Forest Science**, Bethesda, v.12, n.1, p.8-13, Mar. 1966.

- OTEGBEYE, G.O. Age trends in the genetic control of stem diameter of *Eucalyptus tereticornis* and the implication for selection. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.40, n.2, p.85-87, 1991.
- PATERNIANI, E.; MIRANDA FILHO, J.B. Melhoramento de populações In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. (ed.). **Melhoramento e produção do milho**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, p.216-274.
- PEREIRA, M.B.; VENCOVSKY, R. Limites da seleção recorrente. I. Fatores que afetam o acréscimo das frequências alélicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Rio de Janeiro, v.23, n.7, p.769-780, jul. 1988.
- PITCHER, J.A. Phenotype selection and half-sib family performance in black cherry. *Forest Science*, Washington, v.28, n.2, p.251-256, June 1982.
- RAMALHO, M.A.P. Emprego da seleção recorrente no melhoramento de essências florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA FLORESTAL, 1, Belo Horizonte, 1993. **Anais...** Belo Horizonte: SIF, v.1, p.21-37, 1993.
- RAWLINGS, J.O. Present status of research on long and shortterm recurrent selection in finite population: choice of population size. In: **MEETING OF WORKING GROUP ON QUANTITATIVE GENETICS**, 2., New Orleans, 1970.
- REHFELDT, G.E. Early selection in *Pinus ponderosa*: compromises between growth potential and growth rhythm in developing breeding strategies. *Forest Science*, Bethesda, v.38, n.3, p.661-677, Aug. 1992.
- REZENDE, G.D.S.P.; BERTOLUCCI, F.de L.G. **Uso da seleção combinada na determinação da eficiência da seleção precoce em progênies de meios irmãos de *Eucalyptus urophylla***, 1995. (no prelo).
- REZENDE, G.D.S.P.; BERTOLUCCI, F.de L.G.; RAMALHO, M.A.P. Eficiência da seleção precoce na recomendação de clones de eucalipto avaliados no norte do Espírito Santo e sul da Bahia. *Revista Cerne*, Lavras, v.1, n.1, 1995. (no prelo).
- RIEMENSCHNEIDER, D.E. Heritability, age-age correlations, and inferences regarding juvenile selection in Jack Pine. *Forest Science*, Bethesda, v.34, n.4, p.1076-1082, Dec. 1988.
- ROBINSON, J.F.; VAN BUIJTENEN, J.P. Correlation of seed weight and nurserybed traits with 5-, 10-, and 15- year volumes in a Loblolly Pine progeny test. *Forest Science*, Bethesda, v.25, n.4, p.591-596, Dec. 1979.
- SOUZA, S.M. de; RESENDE, M.D.V. de; SILVA, H.D.da; HIGA, A.R. Variabilidade genética e interação genótipo \times ambiente envolvendo procedências de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell., em diferentes regiões do Brasil. *Revista Árvore*, Viçosa, v.16, n.1, p.1-17, jan./abr. 1992.

- SQUILLACE, A.E.; GANSEL, C.R. Juvenile-mature correlations in slash pine. **Forest Science**, Bethesda, v.20, n.3, 225-229, Sep. 1974.
- SQUILLACE, A.E.; SILEN, R.R. Racial variation in ponderosa pine. **Forest Science Monograph**, Washington, v.2, p.1-27, 1962.
- TORGGLER, M.G.F. **Variação genética entre progênies dentro de procedências de *Eucalyptus saligna* Smith**. Piracicaba: ESALQ, 1987. 198p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Planta).
- TURNBULL, J.W. Variação em procedências de *Eucalyptus cloezina* F. Muell. **Silvicultura**, São Paulo, v.8, n.31, p.508-511, jul./ago. 1983.
- VENCOVSKY, R. Genética quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VEIGAS, G.P. **Melhoramento e produção do milho**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, p.137-214.
- WAKELEY, P.C. Relation of thirtieth-year to earlier dimensions of southern pines. **Forest Science**, Bethesda, v.17, n.2, p.200-209, 1971.
- WILCOX, M.D. Genetic improvement of *Eucalyptus* in New Zealand. **Forest Science Monograph**, Washington, v.10, p.343-359, 1980.
- WRICKE, G.; WEBER, W.E. **Quantitative genetics and selections in plant breeding**. Berlin: Walter de Gruyter, 1986. 406p.

APÊNDICE

TABELA 1A. Resumo das análises de variância ao nível de indivíduos, estimativas dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos e fenotípicos do DAP (cm), obtido na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. cloeziana* com 29 meses de idade, Bocaúva - MG.

FV	Ravenshoe	Cardwell	Blackdown	Helenvale	Monto	Gympie	Herberton "A"	Herberton "B"
Repetição	12,99**	38,07**	15,61**	14,08**	18,64**	8,01**	3,63	9,28**
Famílias	(50) ^{1/} 12,83**	(55) 14,40**	(35) 6,70**	(49) 17,34**	(23) 22,12**	(49) 19,09**	(24) 12,67**	(24) 8,00**
Erro	2,85	3,80	2,70	3,03	3,56	2,79	2,98	3,00
CVe (%)	12,34	16,44	15,94	17,73	16,83	13,25	15,59	16,82
Média (cm)	6,11	5,38	5,07	4,49	5,41	5,77	4,98	4,52
σ^2	2,16	2,10	1,70	1,90	2,38	1,98	1,79	1,47
K	5,02	4,85	4,14	4,78	4,29	4,76	4,94	5,17
Cv _g	0,07	0,09	0,06	0,12	0,12	0,10	0,09	0,07

onde:

^{1/} : o valor entre parênteses corresponde aos graus de liberdade;

*, ** : teste de F significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

QM

TABELA 2A. Resumo das análises de variância ao nível de indivíduos, estimativas dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos e fenotípicos do DAP (cm), obtido na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. cloeziana* com 42 meses de idade, Bocaúva - MG.

		QM							
FV		Ravenshoe	Cardwell	Blackdown	Helenvale	Monto	Gympie	Herberton "A"	Herberton "B"
Repetição	18,26**	31,11**	7,28*	11,25*	12,81*	8,03	3,27	5,78	
Famílias	(50) ^V 22,22**	(55) 30,00**	(35) 7,86**	(49) 29,96**	(23) 34,99**	(49) 31,25**	(24) 28,44**	(24) 13,48**	
Erro	4,62	5,95	3,62	5,21	6,65	4,81	4,13	4,39	
CVe (%)	11,67	14,48	12,60	15,77	15,41	12,81	12,99	13,71	
Média (cm)	8,21	7,52	7,40	6,42	7,85	7,85	6,95	6,63	
σ^2	3,75	3,77	3,08	3,34	4,74	3,98	3,26	2,68	
K	5,04	5,03	4,17	5,08	4,54	4,75	5,06	5,31	
Cv _g	0,07	0,09	0,04	0,11	0,10	0,10	0,10	0,06	

onde:

^V: o valor entre parenteses corresponde aos graus de liberdade;

*, ** : teste de F significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 3A. Resumo das análises de variância ao nível de indivíduos, estimativas dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos e fenotípicos do DAP (cm), obtido na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. cloeziana* com 56 meses de idade, Bocaúva - MG.

QM

FV	Ravenshoe	Cardwell	Blackdown	Helenvale	Monto	Gympie	Herberton "A"	Herberton "B"
Repetição	32,63**	23,11**	10,38*	14,36*	16,79*	16,38**	4,19	7,40
Famílias	(50) ¹ 31,65**	(55) 45,89**	(35) 11,19**	(49) 38,76**	(23) 46,24**	(49) 33,92**	(24) 36,46**	(24) 23,18**
Erro	6,51	7,95	5,50	6,69	8,62	6,14	5,78	5,19
CVe (%)	11,34	13,39	12,28	13,81	14,28	12,47	12,37	11,80
Média (cm)	10,05	9,42	9,33	8,29	9,71	9,53	8,64	8,36
σ^2	5,51	6,10	4,66	5,08	7,13	5,49	4,62	3,80
K	5,01	4,99	4,19	5,11	4,49	4,35	5,06	5,33
Cv _g	0,07	0,08	0,04	0,10	0,09	0,08	0,09	0,07

onde:

¹: o valor entre parenteses corresponde aos graus de liberdade;

*, **, *** : teste de F significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 4A. Resumo das análises de variância ao nível de indivíduos, estimativas dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos e fenotípicos do DAP (cm), obtido na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. cloeziana* com 67 meses de idade, Bocaúva - MG.

QM

FV	Repetição	Famílias	Erro	CVe (%)	Média (cm)	σ^2	K	Cv _g
Ravenshoe	41,23**	(50) ¹ 36,63**	7,50	11,31	10,86	6,38	4,97	0,07
Cardwell	35,01**	(55) 53,32**	9,57	13,47	10,33	6,82	4,94	0,09
Blackdown	12,99*	(35) 10,23**	5,56	11,24	10,28	5,07	4,16	0,03
Helenvale	18,57**	(49) 41,55**	7,83	13,59	9,15	5,94	5,07	0,09
Monto	18,91*	(23) 48,20**	9,85	13,96	10,71	8,12	4,41	0,09
Gympie	26,11**	(49) 35,45**	7,02	12,39	10,44	7,11	4,19	0,08
Herberton "A"	8,20	(24) 46,74**	6,52	12,18	9,34	5,49	5,05	0,10
Herberton "B"	18,74**	(24) 29,71**	5,72	11,44	9,12	4,53	5,26	0,07

onde:

¹ : o valor entre parenteses corresponde aos graus de liberdade;

*, **, *** : teste de F significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 5A. Resumo das análises de variância ao nível de indivíduos, estimativas dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos e fenotípicos do DAP (cm), obtido na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. cloeziana* com 80 meses de idade, Bocaiuva - MG.

QM

FV	n		QM							
	Ravenshoe	Cardwell	Blackdow	Helenvale	Monto	Gympie	Herberton "A"	Herberton "B"		
Repetição	31,53**	27,24**	12,42*	20,68*	12,51	21,89**	12,51*	16,25		
Famílias	(50) 36,95**	(55) 51,74**	(35) 9,17*	(49) 47,41**	(23) 54,22**	(49) 28,12**	(24) 53,32**	(24) 33,69**		
Erro	7,50	9,46	6,25	8,92	9,76	6,97	6,07	6,86		
CVe (%)	10,50	12,42	10,70	13,24	12,73	12,13	10,85	11,34		
Média (cm)	11,92	11,51	11,46	10,15	11,95	11,99	10,32	10,12		
σ^2	7,40	7,74	5,90	6,78	9,34	6,12	5,97	5,26		
K	4,78	4,63	4,16	4,94	4,22	3,30	4,85	5,21		
Cv _B	0,07	0,08	0,02	0,09	0,09	0,07	0,10	0,07		

onde:

L: o valor entre parênteses corresponde aos graus de liberdade;

*, ** : teste de F significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 6A. Resumo das análises de variância, subdividida no tempo, para algumas combinações de idades de duas a duas, do DAP (cm), obtido no experimento de avaliação de famílias de meios-irmãos de *E. cloeziana*, Bocaúva - MG.

FV	GL	Idades (meses)			
		29 - 80	42 - 80	56 - 80	67 - 80
Blocos	9	19,74**	16,32**	20,73**	30,62**
Famílias (F)	316	18,07**	21,83**	24,05**	25,74**
Erro a	2844	1,94	2,49	2,89	3,21
Idades (I)	1	56563,80**	23552,84**	6542,19**	2145,37**
Erro b	9	5,57	4,48	2,46	0,72
F × I	316	2,24**	1,18**	0,87**	0,54**
Erro c	2844	0,55	0,35	0,32	0,23
CVe (%)		8,94	6,34	5,51	4,48
Média (cm)		8,27	9,33	10,24	10,68

onde:

** : teste de F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 7A. Resumo das análises de variância subdividida no tempo, envolvendo as idades de 29 e 80 meses, do DAP (cm), obtidas no experimento de avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. cloeziana*, Bocaiúva - MG.

Procedência		Fatores de Variação						CVe (%)	Média (cm)	
		Blocos	Famílias (F)	Erro a	Idades (I)	Erro b	F × I			Erro c
Ravenshoe	GL	9	50	450	1	9	50	450		
	QM	7,83**	8,74**	1,73	8636,41**	1,35	1,54**	0,40	7,04	9,02
Cardwell	GL	9	55	495	1	9	55	495		
	QM	12,51**	12,05**	2,26	10501,13**	1,22	2,09**	0,57	8,91	8,45
Blackdown	GL	9	35	315	1	9	35	315		
	QM	4,55**	3,30**	1,61	7352,72**	2,21	0,53	0,55	8,97	8,26
Helenvale	GL	9	49	441	1	9	49	441		
	QM	4,99**	11,69**	1,91	7970,80**	2,44	1,55**	0,52	9,88	7,31
Monto	GL	9	23	207	1	9	23	207		
	QM	5,44*	15,96**	2,47	5125,01**	1,87	2,05**	0,68	9,48	8,68
Gympie	GL	9	49	441	1	9	49	441		
	QM	6,55**	10,64**	1,98	9657,49**	1,77	1,90**	0,72	9,55	8,88
Herberton "A"	GL	9	24	216	1	9	24	216		
	QM	1,93	11,43**	1,48	3568,08**	1,39	2,14**	0,38	8,04	7,65
Herberton "B"	GL	9	24	216	1	9	24	216		
	QM	3,00*	6,32**	1,56	3910,54**	1,91	1,69**	0,34	7,96	7,32