

**GUSTAVO ANISIO GONÇALVES**

**RESPOSTA NA SEGUNDA ROTAÇÃO PELA SELEÇÃO  
EFETUADA NA PRIMEIRA, EM FAMÍLIAS DE MEIOS-IRMÃOS  
DE *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden.**

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 Antonio Patto Ramalho

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
1997**

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da  
Biblioteca Central da UFLA

Gonçalves, Gustavo Anísio

Resposta na segunda rotação pela seleção efetuada na primeira, em famílias de meios-irmãos de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden./ Gustavo Anísio Gonçalves. -- Lavras : UFLA, 1997.

79 p. :il.

Orientador: Magno Antonio Patto Ramalho.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Eucalyptus - Melhoramento genético. 2. Meio irmão. 3. Parâmetros genéticos. 4. Seleção. 5. Rotação. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

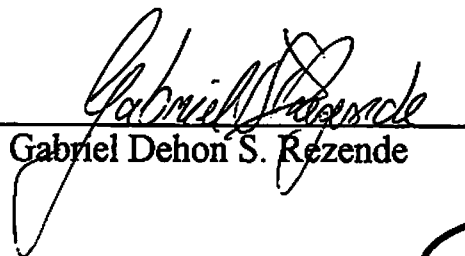
634.97342

**GUSTAVO ANISIO GONÇALVES**

**RESPOSTA NA SEGUNDA ROTAÇÃO PELA SELEÇÃO  
EFETUADA NA PRIMEIRA, EM FAMÍLIAS DE MEIOS-IRMÃOS  
DE *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden.**

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 14 de março de 1997.

  
Gabriel Dehon S. Rezende

  
Sebastião C. Silva Rosado

  
Prof. Dr. Magno Antonio Patto Ramalho

**Aos meus pais, Anisio e Wilma, que com muito carinho e amor sempre apoiaram e rezaram.**

**A Luciane por todos os dias juntos e por muito mais dias juntos.**

**As minhas irmãs e cunhados Flavia Rúbia e Francisco, Poliana e Saulo Mei.**

**Aos sobrinhos Marina, Luiza, Laura, Henrique e Saulo Neto.**

**Aos Tios André, Wanda e Célia, aos primos, ao padrinho Wilson.**

**Aos demais familiares e amigos**

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, pela vida, por todas as graças que temos alcançado.

À Universidade Federal de Lavras e Departamento de Biologia pela oportunidade concedida.

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

Ao professor Magno Antonio Patto Ramalho, pela orientação, disponibilidade e ensinamentos transmitidos durante todo a graduação e mestrado em agronomia; ao Pedro Hélio Estevan Ribeiro pela co-orientação.

Ao pesquisador Hélder Andrade juntamente com a empresa Ripasa S.A. Celulose e Papel pelos dados do experimentos cedidos.

Ao Oswaldo Marques Júnior e Angela Fátima Barbosa Abreu com a colaboração nas análises.

Aos membros da Banca Sebastião C. Silva Rosado e Gabriel Dehon S. Rezende.

Aos colegas do curso de Genética e Melhoramento de Plantas em Mestrado e Doutorado, Jaime, Haroldo, Glauber, Flávia, Hélia, João, Flavia Avelar, Juscélio pelo convívio e amizade.

Aos alunos da graduação e iniciação científica: Sandro Ricardo, Hercules, Aurélio, Paulo Sérgio, Paulo Henrique pelo esforços concedidos.

Aos professores João Bosco dos Santos, Cesar Brasil Pinto, Samuel e funcionários do departamento de Biologia; Rosilene (Leninha) e Adilson.

**MUITO OBRIGADO**

## **BIOGRAFIA**

**Gustavo Anísio Gonçalves, filho de Anísio Gonçalves e Wilma Aparecida Tamburus Gonçalves, nasceu em Orlândia, Estado de São Paulo, aos 30 de janeiro de 1970.**

**Em janeiro de 1995, graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.**

**Em março de 1995, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Genética e Melhoramento de Plantas, na Universidade Federal de Lavras - UFLA, concluindo-o em março de 1997.**

## SUMÁRIO

	Página
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>x</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>xii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>03</b>
2.1 <i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex Maiden - Origem e principais características.....	03
2.2 Fatores associados a capacidade de brotação em eucaliptos.....	04
2.3 Interação dos genótipos x ambientes.....	08
2.4 Métodos de seleção recorrente.....	10
2.5 Estimativas de parâmetros genéticos.....	12
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>15</b>
3.1 Material genético.....	15
3.2 Localização e caracterização da área experimental.....	16
3.3 Instalação e condução do experimento.....	18
3.4 Dados coletados.....	18
3.5 Análises estatísticas.....	18
3.5.1 Análises de variância para cada procedência em cada idade.....	19
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.....	23
3.6.1 Avaliação da porcentagem de sobrevivência na segunda rotação.....	26
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>28</b>
<b>5 DISCUSSÃO.....</b>	<b>46</b>
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>54</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>59</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Experimentos de melhoramento genético conduzidos no Brasil com <i>Eucalyptus grandis</i> utilizando-se famílias de meios-irmãos.....	12
2	Estimativas de herdabilidade, variância genética aditiva e coeficiente de variação experimental para as características de crescimento em famílias de meios-irmãos de <i>Eucalyptus grandis</i> .....	14
3	Localizações geográficas e número de famílias por procedência de <i>E. grandis</i> que foram avaliados no experimento da RIPASA S. A. Celulose e Papel .....	15
4	Características geográficas e dados climáticos do local do experimento da avaliação de famílias de meios-irmãos de <i>Eucalyptus grandis</i> .....	16
5	Resultado das análises físico/químicas do solo dos locais de instalação do experimento de avaliação de famílias de meios-irmãos de <i>Eucalyptus grandis</i> ...	16
6	Dados pluviométricos (chuvas) e números de dias com chuva, na fazenda Ibiti, município de Itararé (SP), no período de 1986 a 1996 .....	17
7	Esquema da análise de variância combinada, utilizada na avaliação das famílias de meios-irmãos de cada procedência em cada idade.....	21
8	Esquema da análise de variância subdividida no tempo, ao nível de média.....	22
9	Expressões para a obtenção das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos em cada idade.....	24
10	Expressões para a obtenção das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos, obtido nas análises conjuntas das idades das árvores, duas a duas.....	26
11	Resumo das análises de variância dos caracteres DAP (cm) e altura das árvores (m), ao nível de média, obtido na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de <i>E. grandis</i> , com 41 meses de idade, primeira rotação, Itararé -SP .....	29
12	Resumo das análises de variância dos caracteres DAP (cm) e altura das árvores (m), ao nível de média, obtido na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de <i>E. grandis</i> , com 59 meses de idade, primeira rotação, Itararé -SP.....	30



13	Resumo das análises de variância dos caracteres DAP (cm) e altura das árvores (m), ao nível de média, obtido na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de <i>E. grandis</i> , com 35 meses de idade, segunda rotação, Itararé-SP.....	31
14	Estimativas dos componentes de variância genética e fenotípica, do DAP (cm) e Altura (m), avaliada na primeira rotação aos 41 meses, 59 meses e na segunda rotação aos 35 meses, Itararé -SP.....	35
15	Resumo das análises de variância conjunta dos caracteres DAP (cm) e altura das árvores (m) de <i>E. grandis</i> , ao nível de média, obtido na avaliação de famílias de meios-irmãos, considerando a primeira rotação (41 meses) e segunda rotação (35 meses), Itararé -SP.....	37
16	Resumo das análises de variância conjunta dos caracteres DAP (cm) e altura das árvores (m) de <i>E. grandis</i> , ao nível de média, obtido na avaliação de famílias de meios-irmãos, considerando a primeira rotação (59 meses) e segunda rotação (35 meses), Itararé -SP.....	38
17	Estimativas dos componentes da variância obtidas a partir da análise conjunta das idades duas a duas e decomposição do componente de variância da interação famílias x idades, para os caracteres DAP (cm) e altura das árvores (m), obtidas no experimento de avaliação de famílias de meios-irmãos de <i>E. grandis</i> , Itararé - SP.....	39
18	Estimativas do ganho com a seleção e resposta correlacionada na segunda rotação (considerando 10% de seleção entre e dentro das famílias), dados obtidos na avaliação de famílias de meios-irmãos de <i>Eucalyptus grandis</i> .....	41
19	Resumo da análise de variância para o caráter sobrevivência, utilizando dados transformados arc seno $\sqrt{x}$ , na segunda rotação, obtido na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de <i>E. grandis</i> , Itararé-SP .	42
20	Estimativas das variâncias genética e fenotípica da porcentagem de sobrevivência, obtidas na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de <i>E. grandis</i> , Itararé- SP.....	45
21	Dezoito melhores famílias selecionadas em cada idade considerando o DAP, dados obtidos na avaliação de famílias de meios-irmãos de <i>E. grandis</i> .....	51

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Distribuição de freqüência das médias dos caracteres DAP (cm) e altura (m), obtida na avaliação de 177 famílias de meios-irmãos de <i>E. grandis</i> , na primeira rotação aos 59 meses (A e B) e segunda rotação aos 35 meses (C e D).....	33
2	Distribuição de freqüência da porcentagem de sobrevivência, obtida na avaliação das 177 famílias, <i>E. grandis</i> , na segunda rotação.....	43

## RESUMO

**GONÇALVES, G.A. Resposta na segunda rotação pela seleção efetuada na primeira, em famílias de meios-irmãos de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Lavras: UFLA, 1997. 76p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).\***

Com o objetivo de verificar a resposta à seleção na segunda rotação (35 meses) pela seleção efetuada na primeira rotação (41 meses e 59 meses), e obter estimativas das interações famílias x rotações, foram utilizados dados da avaliação de 177 famílias de meios-irmãos de *Eucalyptus grandis* de 10 procedências, conduzido no município de Itararé - SP no período de 1986 a 1996; o delineamento utilizado foi o de blocos de famílias compactas, com 10 repetições e seis plantas por parcela. Foram obtidos os dados de diâmetro à altura do peito (DAP), altura e sobrevivência na segunda rotação das árvores. Utilizando as esperanças dos quadrados médios foram obtidas estimativas dos componentes da variância fenotípica e genética, da herdabilidade e do ganho esperado com a seleção, e resposta correlacionada na segunda rotação pela seleção efetuada na primeira rotação (41 e 59 meses). Constatou-se que: a) a população de *Eucalyptus grandis* utilizada apresentou um bom potencial produtivo associado a grande variabilidade genética para os caracteres DAP e altura, evidenciando a possibilidade de sucesso com a seleção; b) foi constatada

---

\*Orientador: Magno Antonio Patto Ramalho. Membros da Banca: Sebastião C. Silva Rosado e Gabriel Dehon S. Rezende.

associação genética positiva e alta entre o diâmetro das árvores e sua capacidade de regeneração. A seleção na primeira rotação das árvores com maior crescimento contribuiu para uma maior regeneração das touças e, conseqüentemente, maior sobrevivência das árvores na segunda rotação; c) a estimativa da herdabilidade no sentido restrito ao nível de média das famílias foi alto, para a sobrevivência das árvores, indicando que há possibilidade de sucesso com a seleção também para esse caráter na população de *E. grandis* utilizada; d) apesar de ter sido constatada interação do tipo complexa entre famílias e rotações, especialmente quando se considerou a avaliação mais precoce na primeira rotação, 41 meses, a resposta correlacionada, tanto para o DAP como para a altura das árvores, na segunda rotação pela seleção efetuada na primeira rotação, foi superior a 70% da obtida se a seleção tivesse sido efetuada diretamente na segunda rotação.

## SUMMARY

**Response in the second rotation based on selection performed in the first one with half-sib families of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden.**

Aiming to verify the response to selection in the second rotation ( 35 months) based on selection undertaken in the first rotation (41 months and 59 months) and obtaining estimatives of the interations families x rotations, 177 half-sib families of *Eucalyptus grandis* from 10 provenances, were evoluated in the country of Itararé-SP over the period of 1986 to 1996. It was used the compact family blocks design with 10 replications and six plants per plot. Data of the breast height and survival in the second rotation were obtained. By using the expected mean squares were obtained: the following estimates there phenotypic and genetic variances, heritability, expected gain with selection, and correlated response in the second selection by the selection undertaken in the first rotation (41 and 59 month). a) The *Eucalyptus grandis* population presented a good productive potencial associated with a great genetical variability, suggesting that selection will be effective; b) Positive high genetical association was verified between the trees diameter and their regenerating capacity. The selection of trees in the first rotation with higher growth contributed to a greater regeneration and hence greater survival of trees in the second rotation; c) The narrow sense heritability estimate based on mean family level was very high for the survival of trees, denoting a possibility of success with selection; d) In spite of

having been found family x rotation interaction, mainly in the earliest evaluation at 41 months, the correlated response, both to the DBH and height of trees, in the second rotation based on selection undertaken in the first rotation, was superior to 70% if the selection would had been performed directly in the second rotation.

# 1 INTRODUÇÃO

A implantação dos povoamentos florestais pelas grandes empresas reflorestadoras, utilizando todas as tecnologias disponíveis, é uma atividade muito onerosa. Para que elas possam ser mais economicamente viáveis, é necessário que essas áreas muitas vezes sejam exploradas duas ou mais vezes, isto é, que a exploração não se restrinja apenas à primeira rotação.

No Brasil há inúmeros programas de melhoramento de algumas espécies de *Eucalyptus*, principalmente em empresas privadas. A eficiência desses programas visando ao aumento no volume de madeira por área, tem sido expressiva (Kageyama, 1983; Martins et al., 1994; Marques Júnior, 1995). Além do mais, todos os trabalhos realizados têm mostrado que ainda há variabilidade para se continuar tendo sucesso com a seleção (Patiño-valera, 1986; Pereira, 1996; Fonseca et al., 1989).

Apesar de todo esse sucesso, a ênfase dos trabalhos de seleção se concentraram apenas na primeira rotação. Porém, o sucesso do empreendimento florestal depende de grande produtividade de madeira na exploração das demais rotações também. Há na literatura informações sobre fatores que podem afetar a maior capacidade de regeneração de touças, que é responsável pela sobrevivência e melhor desempenho das árvores derivadas das brotações (Silva, 1983; Stape et al. 1993, Rosse, 1995; Andrade et al. 1996). Contudo, não foi encontrada nenhuma

referência do efeito da seleção efetuada em primeira rotação no desempenho das famílias e/ou indivíduos nas demais rotações.

O objetivo deste trabalho foram verificar o efeito da seleção em diferentes idades, em primeira rotação, sobre a sobrevivência e caracteres associados a produção de madeira em segunda rotação, utilizando dados de um experimento de avaliação de famílias de meios-irmãos de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e também o potencial das famílias utilizadas para a seleção.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden - Origem e principais características.

O *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden foi descrito em 1918, e recebeu este nome em homenagem ao escocês Walter Hill. Essa espécie, como a maioria dos *Eucalyptus*, é originária da Austrália. Nesse país apresenta-se uma ampla região de ocorrência que se estende de 16° a 33° de latitude Sul. É encontrado desde o nível do mar até 1100 m de altitude. Nessa região a temperatura média das máximas varia de 24-30°C e a média das mínimas de 3-8°C, com precipitação média de 1000 a 3500 mm anuais (Hall, 1978).

É uma árvore de crescimento exuberante podendo atingir, em condições naturais, uma média de 45 a 55 m de altura e 1 a 2 m de diâmetro, com uma densidade básica de 0,41 a 0,73 g/cm<sup>3</sup>, conforme a idade. As plântulas possuem de 4 a 5 pares de folhas alternadas, pecioladas e ovóides ou elípticas, com 4-9,5 x 2-4 cm, de coloração verde a verde acinzentado e fortemente descorada. Na fase juvenil as folhas passam a ser pecioladas e elípticas, com 5,5-8,5 cm, de coloração verde a verde acinzentado, fortemente descorada. Em seguida, na fase intermediária, as folhas são alternadas, pecioladas, elípticas a largo-lanceoladas, com 16-18 x 3-5 cm, de coloração verde-acinzentada e descorada; por último, a fase adulta com folhas lanceoladas, de 10-16 x 2-3 cm, de coloração verde-acinzentada e descorada (Hall, 1978).

Ela foi introduzida no Brasil, juntamente com outras espécies, em 1904 por Edmundo Navarro de Andrade, que trabalhava na Companhia Paulista de Estrada de Ferro. Os primeiros plantios foram realizados na região de Rio Claro, São Paulo. Entre as espécies introduzidas a *Eucalyptus grandis* destacou-se pelo seu rápido crescimento e grande adaptação. Atualmente é a espécie mais utilizada nas áreas reflorestadas do Brasil. Ao que tudo indica, o programa de melhoramento dessa e outras espécies iniciou-se em 1941, no Instituto Agrônomo de Campinas, pelo Dr. Carlos Arnaldo Krug. Nos últimos anos, inúmeros trabalhos de introdução de novas famílias e seleção foram realizados pelas empresas reflorestadoras (Carvalho, 1989; Kageyama, 1980).

## 2.2 Fatores associados a capacidade de brotação em *Eucalyptus*.

No gênero *Eucalyptus* há dois modos de regeneração: a partir de sementes ou a partir do desenvolvimento de brotos sobre touças (cepas). De acordo com a forma de regeneração o povoamento recebe denominações especiais: se por semente, de “regime de alto fuste”, e “regime talhadia” se originado de brotação (Mello, 1974).

O sucesso no regime de talhadia depende de uma série de fatores que afetam principalmente a capacidade de brotação. Esses fatores podem ser ambientais e genéticos. No que se refere aos fatores ambientais, os principais são climáticos e edáficos, embora fatores de manejo também possam afetar. Stape et al. (1993) mostraram esse fato em experimento conduzido no Estado de São Paulo com *Eucalyptus grandis*. Compararam o desenvolvimento da brotação no Parque florestal Saligna, de menor produtividade, em uma área de areia quartzosa, clima Cwa, com o Parque florestal Ibiti, que apresenta maior produtividade, em latossolo vermelho escuro,

clima Cfa, e constataram que em Ibiti o desenvolvimento das brotações foi muito superior. Explicaram esse resultado tanto pelo teor de reserva na cepa como pela maior capacidade de suporte do latossolo comparativamente à areia quartzosa.

O sucesso de manejo da brotação está associado à presença de umidade; conseqüentemente a época de corte tem grande influência. Quando 2 ou 3 meses excessivamente secos antecedem o corte, ou ocorrerem após a sua realização, haverá maior mortalidade das cepas (Wattle Resarch institute, 1972; Goes, 1977; Balloni e Silva, 1978). Segundo Shimizu (1978), nem todas as árvores apresentam brotação após a derrubada. Estima-se que cerca de 80% das árvores de *E. grandis* regeneram-se se o corte for realizado nos meses de setembro a dezembro, decrescendo rapidamente se feito após esse período. Constatou inclusive apenas 15% de regeneração na exploração realizada em junho. Fonseca et al. (1978) verificaram que os tocos cortados nos meses de julho e novembro apresentaram maior e melhor regeneração, devido à maior disponibilidade de água para as cepas, do que o corte feito em março.

Estudando, também, a relação entre o crescimento das brotações e a época de corte, Kramer e Kozlowski (1960) verificaram que os cortes feitos durante o período de baixa atividade vegetativa, geralmente ocasionam a formação de brotação mais vigorosa. Isso é atribuído ao acúmulo da reserva na planta durante o inverno, sendo este acúmulo mínimo logo após a formação de novas folhas e brotos. Com *E. grandis*, Silva (1978) constatou efeito da época de corte na capacidade de brotação de árvores com 6 a 7 anos de idade. Verificou que no corte realizado em novembro a porcentagem de brotação foi de 96%, com 6,8 brotos por touça, e o realizado em julho essa porcentagem caiu para 73%, com apenas 3,7 brotos por touça. Observou, com isso, que parece haver relação entre o potencial de regeneração das touças e a disponibilidade de água no solo nos períodos posteriores à época de corte. Acrescentou ainda que deve estar



associado às condições edáficas. Efeito da época de corte também foi constatado por Rosse (1995), utilizando 20 clones em experimento conduzido no Espírito Santo. O corte realizado em agosto apresentou maior brotação, na média dos clones, do que o realizado em janeiro ou abril.

Vale ressaltar que apesar de se conhecer o efeito da época de corte na capacidade de brotação, sob o ponto de vista de manejo florestal, a utilização dessa informação é difícil. As indústrias não interrompem suas atividades durante o ano; portanto, as florestas devem ser exploradas regularmente durante todo o período, para garantir o abastecimento contínuo de madeira às indústrias (Pereira e Brandi, 1981).

Outro fator que influencia a capacidade de brotação é a altura de corte da cepa. Quanto maior a altura da cepa, maior é o volume da madeira produzida e menor a porcentagem de falhas, segundo Bolloni e Silva (1978). Resultados semelhantes foram relatados por Pereira e Silva (1977). Em trabalhos conduzidos em São Paulo, com *Eucalyptus grandis* (Coff's Harbour), foi constatado que ao se elevar a altura de corte, um maior número de gemas foi obtida nas cepas, o que aumenta a probabilidade de emissão de brotação (Stape et al., 1993). Argumentou-se ainda que nos sites mais pobres esse procedimento é essencial para o sucesso na condução da segunda rotação, sugerindo-se que o corte deveria ser realizado a 12 cm.

A idade das árvores também afeta a capacidade de brotação. Constatou-se, que os povoamentos mais jovens possuem tendência a propiciar uma taxa maior de sobrevivência das cepas, em comparação com os povoamentos mais velhos, o que levou Paiva et al. (1983) a inferirem que, em idades mais jovens, há uma maior capacidade de regeneração. Verificou-se que nos povoamentos cortados aos 6 anos de idade, as médias de sobrevivência das cepas foram, durante o período experimental, superiores às médias de sobrevivência nos povoamentos cortados aos 8 e 10 anos de idade, para todas as unidades experimentais. Resultados semelhantes foram

encontrados por Uppin (1966), de que a capacidade de brotação de uma árvore diminui proporcionalmente ao seu envelhecimento.

Alguns trabalhos evidenciaram a existência de correlação positiva e alta entre o diâmetro da árvore e a sua capacidade de brotação (Andrade, 1961, Wick e Whitesell, 1969; Venter, 1972; Simões, 1972; Avolio e Ciancio, 1975; Pereira et al. 1980). Em trabalho conduzido com *E. grandis*, em duas localidades do Estado de São Paulo, foram estimadas correlações fenotípicas superiores a 0,9 entre o diâmetro da cepa e o desenvolvimento da brotação, com dois anos de idade e um ano após a desbrota, (Andrade et al., 1996). Contudo, a estimativa da correlação genética entre o diâmetro do clone e o número de brotações foi de -0,39 (Rosse, 1995). Em função desse resultado o autor comentou que a seleção de clones com maior diâmetro acarretará a escolha de indivíduos com menor capacidade de rebrotamento de tocos. Vale ressaltar que esse último trabalho mencionado visava o desempenho de clones para a produção de mudas e, portanto, com o objetivo diferente das pesquisas relacionadas anteriormente. Mesmo assim essa informação necessita de confirmação, sobretudo através de estimativas da correlação genética, pois ela está diretamente associada à eficiência da seleção para o volume de madeira na segunda rotação, pela seleção efetuada na primeira rotação baseada no diâmetro das árvores.

Como já mencionado, a capacidade de brotação é controlada geneticamente, isto é, há variação entre espécies, famílias e/ou indivíduos da espécie. No gênero *Eucalyptus* há espécies com alta capacidade de brotação como *E. camadulensis*, *E. citridora*, *E. grandis*, *E. microcorys* entre outros, enquanto que *E. cloeziana* e o *E. pilularis* são considerados de baixo potencial regenerativo, (Balloni et al., 1980). Também têm sido observadas diferenças a nível de comportamento de indivíduos. Silva (1978) observou uma ampla variação em *Eucalyptus grandis* em experimento visando analisar o comportamento individual das árvores para potencial de

regeneração das cepas, e verificou que 40 dias após o corte, índices superiores a 50% das touças já haviam brotado, sendo que o processo de regeneração demorou ainda cerca de 180 dias para se completar.

Estudando o comportamento da brotação de famílias de *Eucalyptus grandis*, Silva (1983), avaliou 76 de famílias de meios-irmãos, em Brotas-SP. Realizou cortes no mês de junho, árvores com 44 meses de idade e em julho do ano seguinte, com a idade de 57 meses. As herdabilidades ao nível de média de famílias, para a sobrevivência de touças, foram baixas, inferiores a 11% para as duas épocas. As herdabilidades ao nível de indivíduo, para o número de brotos, por touça foram também baixas, inferiores a 16%. Fato semelhante foi constatado para a altura das brotações. Segundo o autor, foi baixa perspectiva de sucesso com a seleção para esses caracteres na população utilizada.

Contudo, em trabalho conduzido no Espírito Santo, por Rosse (1995), onde foram avaliados 20 clones em três época de corte, obtiveram-se estimativas da herdabilidade de 75% para o número de brotos por árvore e de 80% para a altura da brotação, indicando, ao contrário do trabalho relatado anteriormente, grande possibilidade de sucesso com a seleção.

### **2.3 Interação dos genótipos x ambientes**

A interação genótipos x ambientes ocorre todas as vezes em que o comportamento das famílias e/ou indivíduos não sejam coincidentes nos diferentes ambientes. Em se tratando de *Eucalyptus*, uma espécie perene, como ambiente podem ser incluídas varias causas, tais como: idade (anos), site e também rotações. A interação genótipos x ambientes é de fundamental importância na silvicultura, e em especial na área de melhoramento florestal, sendo um fenômeno

constatadamente relatado na literatura (Carvalho, 1989; Castro, 1993; Silva, 1983; Marques Jr., 1995; Pereira, 1996; Rosse, 1995).

Nessa revisão a ênfase será direcionada para a interação genótipos x rotações. Dada a diversidade nas condições climáticas, especialmente temperatura e precipitação ao longo dos anos, espera-se que o comportamento das famílias e/ou indivíduos não seja coincidente nas diferentes rotações, isto é, ocorra interação de famílias x ambientes. No caso do Eucalyptus no Brasil não se encontram referência bibliográfica da interação famílias e/ou indivíduos x rotações. Contudo, há relatos de interação famílias x idades na primeira rotação, visando verificar, sobretudo, a viabilidade da seleção precoce. Tem sido constatado que, embora ocorra interação não é ela devida à falta de correlação genética entre as famílias nas diferentes idades, isto é, ela é de natureza simples (Rezende e Bertolucci, 1995; Marques Jr., 1995; Pereira, 1996).

Com a presença de interação, há reflexo direto no trabalho dos melhoristas, não bastando apenas constatar a sua natureza. É preciso procurar alternativas para atenuar o seu efeito, no processo seletivo. Considerando duas rotações a variância da interação genótipos x rotações ( $\sigma_{ps}^2$ ) pode ser decomposta:  $[\frac{1}{2}(\sigma_{p_1} - \sigma_{p_2})^2 + \sigma_{p_1} \sigma_{p_2} (1-r_{12})]$  (Vencovsky e Barriga, 1992; Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993), onde  $\sigma_{p_1}$  e  $\sigma_{p_2}$  representam o desvio padrão genotípico para o caráter considerado, na primeira e segunda rotações, respectivamente, e  $r_{12}$  é o coeficiente de correlação genética entre os desempenhos dos materiais genéticos nas duas rotações. O primeiro termo da equação  $[\frac{1}{2}(\sigma_{p_1} - \sigma_{p_2})^2]$  corresponde a parte simples da interação. Como se pode se constatar, ele depende apenas das diferenças das manifestações genotípicas nos dois ambientes e não tem maiores conseqüências no processo seletivo. A segunda parte é denominada complexa  $[\sigma_{p_1} \sigma_{p_2} (1-r_{12})]$  e é devida à falta de correlação genética entre o desempenho médio das famílias ou indivíduos nas duas rotações. Se essa correlação for baixa, isso

indica que a família superior no primeiro corte, provavelmente, não terá o mesmo desempenho no outro, acarretando evidentemente problemas à seleção.

Entretanto, essa decomposição da interação muita vezes superestima a parte complexa. Um procedimento alternativo foi proposto por Cruz e Castoldi (1991), para ser utilizado quando  $r_{12}$  é maior que 0,8 ou inferior a 0,2. Neste caso, a parte complexa é estimada por:  $[(1-r_{12})^3 \sigma^2_{P1} \cdot \sigma^2_{P2}]^{1/2}$  e a parte simples por  $0,5(\sigma_{P1}-\sigma_{P2})^2 + k\sigma^2_{P1} \cdot \sigma^2_{P2}$ , onde;  $k=1-r-[(1-r)^3]^{1/2}$ .

#### 2.4 Métodos de seleção recorrente

Seleção recorrente é qualquer processo cíclico de melhoramento que envolve a obtenção das famílias, sua avaliação e recombinação das melhores (Paterniani & Miranda Filho, 1987; Hallauer, 1992). A seleção recorrente pode ser intrapopulacional, quando visa ao melhoramento “per-se” da população; ou interpopulacional, quando visa ao melhoramento de uma população em função da outra (Vencovsky, 1987).

Neste trabalho o maior interesse é na seleção recorrente intrapopulacional. Ela pode ser ao nível de plantas individuais, denominada de seleção massal, ou de famílias, as quais, dependendo do tipo, fornece inúmeras opções, tais como: não endógamas, quando se utilizam famílias de meios-irmãos e irmãos germanos; ou endógamas, utilizando famílias provenientes de autofecundação, isto é,  $S_1$ ,  $S_2$  etc. (Souza Júnior, 1989; Ramalho, 1995). Revisões detalhadas sobre esses diferentes métodos podem ser encontradas em inúmeras publicações (Hallauer e Miranda Filho 1983; Paterniani e Miranda Filho, 1987; Hallauer, 1992; Souza Júnior, 1989). A Utilização de famílias de meios-irmãos tem sido o método mais utilizado na cultura do Eucalyptus, sobretudo pela facilidade de obtenção das famílias, pelo fato de não envolver polinizações



artificiais. O processo foi proposto por Lonquist (1967) e Parterniani (1967) para a cultura do milho, denominado de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos.

No caso do *Eucalyptus*, a partir de um povoamento é escolhido um certo número de árvores. Como nesse gênero a polinização é realizada por insetos, as sementes colhidas de cada planta, darão origem a indivíduos que são meios-irmãos, isto é, da mesma mãe porém de pais diferentes. Para se identificarem as famílias superiores, são realizados experimentos de avaliação dessas famílias, das quais as melhores serão recombinadas. Segundo Castro (1992), a principal diferença no procedimento utilizado para a cultura do milho e do *Eucalyptus* é com relação a condução do lote de recombinação. Esse pode ser realizado através de desbaste no próprio teste de progênies, e o lote de recombinação é denominado de pomar de sementes por mudas (PSM). Nesse caso o lote de recombinação pode ser obtido através de desbaste no próprio experimento de avaliação das famílias ou utilizando sementes remanescentes. Quando a recombinação se processa através de propagação vegetativa das melhores árvores do experimento de avaliação das famílias, o processo é denominado de Pomar de sementes clonais (PSC).

No Brasil há inúmeros relatos da utilização de famílias de meios-irmãos no melhoramento, especialmente de *Eucalyptus grandis*, alguns dos quais estão relacionados na Tabela 1. Constata-se que o número de famílias avaliadas variou de 19 a 124, utilizando-se o delineamento de látice ou blocos casualizados, com número de repetições variando de 3 a 10, e o número de plantas por parcelas de 3 a 20.

TABELA 1. Experimentos de melhoramento genético conduzidos no Brasil com *Eucalyptus grandis*, utilizando-se famílias de meios-irmãos.

Fonte	Idade (meses)	Nº de famílias	Delineamento	Nº de repetições	Nº de plantas/parcela	Nº de Locais	Espaçamento (m)
BORGES, 1980	6	124	DBC	5	3	2	3x2
KIKUTI, 1988	12	45	Látice 9x9	3	10	1	3x2
SILVA, 1983	12	76	Látice 9X9	6	10	1	3x2
ASSIS, 1980	12	82	DBC	10	3	1	5x4
ASSIS, 1980	12	82	DBC	10	3	1	5x4
ASSIS, 1980	12	82	DBC	10	3	1	5x4
SILVA, 1983	15	76	Látice 9X9	6	10	1	3x2
BORGES, 1980	18	124	DBC	5	3	2	3x2
KIKUTI, 1988	18	45	Látice 9x9	3	10	1	3x3
KAGEYAMA, 1980	24	54	Látice 8x8	3	10	5	3x2
KIKUTI, 1988	24	45	Látice 9x9	3	10	1	3x2
KIKUTI, 1988	30	45	Látice 9X9	3	10	1	3x3
CARVALHO, 1989	30	50	DBC	5	6	3	3x2
BORGES, 1980	30	124	DBC	5	3	2	3x2
MENK e KAGEYAMA, 1986	44	19	DBC	3	20	1	3x2
ASSIS, et al., 1983	48	84	DBC	10	3	1	5x4
ASSIS, et al., 1983	48	84	DBC	10	3	1	5x4
MORAES, 1987	84	54	Látice 8X8	3	10	3	3x2

DBC - Delineamento em blocos casualizados

DBI - Delineamento em blocos inteiramente casualizados

## 2.5 Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos

As estimativas dos parâmetros genéticos auxiliam os melhoristas na tomada de decisões em quase todas as etapas do programa de melhoramento. Essas estimativas podem ser obtidas utilizando os componentes de média ou de variância. Ramalho, Santos e Zimmermann (1993) dizem que se deve dar preferência ao emprego de variância, como medida estatística, no estudo da variação de um caráter em detrimento da média, uma vez que o uso desta última pode levar a conclusões errôneas, já que, neste caso, o que se obtém no final é uma soma algébrica de cada um dos locos individualmente, e se os alelos dominantes estiverem atuando em sentidos



opostos, nos vários locos, o efeito final é pequeno ou nulo. Isto não acontece quando se usa a variância, dado que os efeitos individuais de cada loco são elevados ao quadrado, não havendo possibilidade deles se anularem. A variância permite ainda que sejam estimados a herdabilidade e o ganho esperados com a seleção. Por essa razão muitas vezes ela tem sido a preferida.

Em programas de melhoramento genético, para a obtenção de estimativas de variância genotípica têm sido empregadas diversas metodologias, destacando-se o delineamento I, II, III de Comstock e Robison (1948 e 1952). É comum também o uso dos dados obtidos nos experimentos de avaliação de famílias, especialmente de meios-irmãos, para as estimativas desses parâmetros. Quando se utilizam famílias de meios-irmãos não é possível estimar a variância genética de dominância, apenas a aditiva (Falconer, 1987). Contudo, a partir dessa informação podem-se obter estimativas de diferentes tipos de herdabilidade e do ganho esperado com a seleção e fazer inferência sobre o potencial da população utilizada pelo melhorista (Ramalho, 1995).

No caso do melhoramento do *Eucalyptus grandis*, inúmeras estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos têm sido obtidas. Na Tabela 2 estão relacionadas algumas das estimativas obtidas, para os caracteres altura e diâmetro. A comparação dessas estimativas nem sempre é fácil de ser realizada, pois envolve diferentes números de famílias, locais e repetições, como comentado no item 2.4. Além do mais, os dados foram obtidos em árvores com diferentes idades. Contudo, as estimativas obtidas permitem inferir que há variabilidade suficiente para se continuar tendo sucesso com a seleção com *E. grandis*, no Brasil. Constata-se pela Tabela 2 que há variabilidade entre as famílias das populações utilizadas no Brasil, tanto em função da variância genética aditiva ( $\sigma_A^2$ ) obtida, como também da herdabilidade ( $h_m^2$ ), evidenciando o potencial do material genético utilizado para a seleção. As estimativas de  $\sigma_A^2$  variaram de 0,02 a 4,26 para o

caráter altura e de 0,01 à 10,26 para o diâmetro à altura do peito. No caso da herdabilidade ao nível de médias das famílias, as estimativas superiores a 60% para ambos os caracteres, permitem inferir que há variabilidade genética, o que pode antever sucesso com a seleção; já o coeficiente de variação médio foi de 12,7% para a altura e 11,3% para o DAP.

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

FONTE	Altura (m)			DAP (cm)		
	$\hat{\sigma}_A^2$	$\hat{h}_m^2$	CV%	$\hat{\sigma}_A^2$	$\hat{h}_m^2$	CV%
BORGES, 1980	0,04	0,37	16,7	-	-	-
KIKUTI, 1988	0,13	0,61	-	0,64	-	-
SILVA, 1983 **	0,05	0,37	13,09	-	-	-
ASSIS, 1980	0,17	0,70	12,9	3,50	0,67	20,5
ASSIS, 1980	0,64	0,66	13,7	9,10	0,64	15,6
ASSIS, 1980	0,43	0,50	13,9	10,26	0,67	16,8
SILVA, 1983 **	0,02	0,08	9,74	-	-	-
BORGES, 1980	0,62	0,52	17,9	0,75	0,53	21,4
KIKUTI, 1988	0,09	0,43	-	0,46	0,75	-
KAGEYAMA, 1980	0,39	0,50	8,1	0,22	0,39	10,8
KIKUTI, 1988	0,69	0,64	-	3,60	0,71	-
KIKUTI, 1988	0,87	0,67	3,4	0,85	0,71	4,1
CARVALHO, 1989	4,26	0,34	12,64	5,03	0,46	13,0
BORGES, 1980	2,55	0,54	16,8	2,56	0,59	20,6
MENK e KAGEYAMA, 1986	1,96	0,60	5,0	1,00	0,56	5,9
ASSIS, et al., 1983	3,95	0,87	22,0	$6,6 \times 10^{-3}$	0,86*	0,78
ASSIS, et al., 1983	0,92	0,74	18,0	0,01	0,86	0,65
MORAES, 1987	1,09	0,45	6,2	0,48	0,34	8,68

onde:  $\hat{\sigma}_A^2$  - Variância genética aditiva.

$\hat{h}_m^2$  - Herdabilidade no sentido restrito, ao nível de médias de famílias.

CV% - Coeficiente de variação experimental.

\* - Circunferência na altura do peito.

\*\* - Segunda rotação.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Para a concretização deste trabalho foram utilizados dados obtidos em um experimento de avaliação de famílias de meios-irmãos, cedidos pela empresa Ripasa S.A. Celulose e Papel.

#### 3.1 Material genético

Os materiais genéticos utilizados no experimento foram 177 famílias oriundas de polinização livre (meios-irmãos) de árvores de *Eucalyptus grandis* provenientes de 10 diferentes procedências da Austrália. A relação do número de famílias utilizadas e procedência de cada material genético, com suas respectivas localizações geográficas, é apresentada na Tabela 3.

TABELA 3. Localizações geográficas e número de famílias por procedência de *Eucalyptus grandis* avaliadas no experimento da RIPASA S.A. Celulose e Papel.

Procedências	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Número de Famílias
Atherton I QLD	17 <sup>o</sup> 18' S	145 <sup>o</sup> 25' E	1000-1200	25
Pandanus QLD	17 <sup>o</sup> 42' S	145 <sup>o</sup> 28' E	860-940	18
Ravenshoe QLD	17 <sup>o</sup> 50' S	145 <sup>o</sup> 33' E	720-800	05
Mareeba QLD	17 <sup>o</sup> 06' S	145 <sup>o</sup> 38' E	900-1140	11
Atherton II QLD	17 <sup>o</sup> 25' S	145 <sup>o</sup> 27' E	900-1000	15
Kenilworth QLD	26 <sup>o</sup> 44' S	152 <sup>o</sup> 39' E	600-700	19
Bellthorpe QLD	26 <sup>o</sup> 52' S	152 <sup>o</sup> 42' E	500	25
Wild Cattle NSW	30 <sup>o</sup> 13' S	152 <sup>o</sup> 46' E	640	19
Yabba NSW	28 <sup>o</sup> 34' S	152 <sup>o</sup> 34' E	450-600	20
Knorrit NSW	31 <sup>o</sup> 50' S	152 <sup>o</sup> 01' E	230	20
<b>Total de famílias</b>				<b>177</b>

FONTE: Ripasa S.A. Celulose e Papel



### 3.2 Localização e caracterização da área experimental.

O experimento foi conduzido no Parque Florestal Ibiti, no município de Itararé (SP). As características geográficas e dados climáticos da região são apresentados na Tabela 4. A precipitação pluviométrica e número de dias de chuva, durante a condução do experimento são mostrados na Tabela 5 e a análise química e física do solo na Tabela 6.

TABELA 4. Características geográficas e dados climáticos do local do experimento de avaliação de famílias de meios-irmãos de *Eucalyptus grandis*.

Características	
Latitude (S)	24° 09'
Longitude (W)	49° 19'
Altitude (m)	900
Precipitação média anual (mm)	1.371
Temperatura média anual (°C)	20.3
Médias das temperaturas mínimas (°C)	16.2
Médias das temperaturas máximas (°C)	23.7
Déficit hídrico (mm)	33
Umidade Relativa do ar (%)	71

FONTE: Ripasa S.A. Celulose e Papel

TABELA 5. Resultado das análises físico/química do solo no local da instalação do experimento de avaliação de famílias de meios-irmãos de *Eucalyptus grandis*.

Profundidade (cm)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	Eq.mg/100g do solo			pH	M.O. (%)	ppm	
				Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Al <sup>+++</sup>			K	P
0-20	39,00	15,67	45,33	0,20	0,00	1,50	4,70	2,61	33	1,0
20-40	36,67	13,00	50,33	0,16	0,00	1,05	4,81	1,78	30	0,7
40-60	33,67	11,00	55,33	0,13	0,00	0,76	4,92	1,40	10	0,0

FONTE: Ripasa S.A. Celulose e Papel

TABELA 6. Dados pluviométricos (chuvas) e número de dias com chuva, na fazenda Ibiti, município de Itararé (SP), no período de 1986 a 1996.

Ano	Unidade	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
1986	mm	102	337	110	65	136	5	16	160	54	76	73	279	1.413
	nº dias	7	19	13	3	12	1	2	8	5	6	10	19	105
1987	mm	186	189	35	68	258	155	24	21	68	76	92	151	1.323
	nº dias	12	18	5	8	14	7	3	4	11	12	9	13	116
1988	mm	150	135	119	81	213	59	6	0	30	117	63	159	1.132
	nº dias	15	10	10	9	14	5	1	0	4	10	5	10	93
1989	mm	223	244	120	35	39	66	206	73	100	102	68	238	1.514
	nº dias	20	14	8	9	6	10	10	6	11	7	5	11	117
1990	mm	335	111	114	81	65	28	160	89	110	84	90	49	1.316
	nº dias	15	9	9	9	6	12	6	9	9	12	9	6	108
1991	mm	118	161	224	87	47	106	18	48	109	161	63	196	1.338
	nº dias	13	11	15	8	8	8	4	5	6	11	8	16	113
1992	mm	100	205	340	100	178	18	35	47	117	135	128	53	1.456
	nº dias	10	14	21	7	11	3	7	8	12	10	8	5	116
1993	mm	332	234	128	44	101	87	47	51	188	111	87	185	1.595
	nº dias	21	18	15	4	5	5	6	5	14	11	7	13	126
1994	mm	170	93	70	68	87	71	15	0	13	105	171	274	1.137
	nº dias	12	11	8	7	9	8	2	0	2	9	9	20	97
1995	mm	374	277	74	86	29	83	66	28	168	177	30	145	1.537
	nº dias	14	13	9	3	3	5	4	2	9	11	6	11	90
1996	mm	243	274	178	85	14	69	23	56	181	175	90	201	1.589
	nº dias	14	14	16	7	3	6	4	3	9	13	10	15	114

FONTE: Posto meteorológico da Ripasa S.A. Celulose e Papel

### 3.3 Instalação e condução do experimento

As 177 famílias de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden das 10 procedências e mais uma testemunha, o clone de Aguai-SP (Champion) de procedência de Coff's Harbour, foram avaliadas no delineamento de blocos de famílias compactas (Compact Family Blocks) com 10 repetições. As parcelas constituíram-se de uma linha com seis plantas. O espaçamento adotado foi de 3,0 x 2,0 metros. A adubação no sulco de plantio foi de 120 gramas da fórmula 6-30-6 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O respectivamente. E na cobertura foram aplicados 50 gramas da fórmula 12-6-12 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O + 10 gramas de micronutrientes na meia lua três meses após o plantio. Foi utilizada bordadura dupla ao redor do experimento com mistura das famílias. O plantio foi realizado em março de 1986.

### 3.4 Dados coletados

Os dados da circunferência à altura do peito (CAP) foram coletados com a utilização de fita métrica, altura e sobrevivência das árvores nas seguintes idades das árvores: 41 meses (julho de 1988) e 59 meses (agosto de 1989) na primeira rotação; e 35 meses (setembro de 1995) na segunda rotação.

### 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:

$$DAP = \frac{CAP}{\pi}$$



### 3.5.1 Análises de variância para cada procedência em cada idade

Inicialmente foram obtidas a média e a variância fenotípica dentro de parcelas ( $\sigma_d^2$ ). As análises de variância utilizando as médias das parcelas foram efetuadas usando-se procedimentos semelhantes aos apresentados por Marques Jr. (1995). Foi efetuada uma análise de variância por procedência, para verificar se os erros nas avaliações das famílias foram semelhantes entre procedências. Adotou-se o seguinte modelo estatístico para cada uma das procedências, em cada idade:

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

sendo:

$y_{qj}$  : observação da família  $q$ , dentro do bloco  $j$ ;

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

$b_j$ : efeito do bloco  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, 10$ ), aleatório, portanto  $E(b_j) = 0$  e  $E(b_j^2) = \sigma_b^2$ ;

$f_q$ : efeito da família  $q$  ( $q = 1, 2, \dots, 177$ ), aleatório, portanto  $E(f_q) = 0$  e  $E(f_q^2) = \sigma_p^2$ ;

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

### 3.5.2 Análises de variância combinada das diferentes procedências em cada idade

Para essas análises foi adotado o seguinte modelo estatístico:

$$y_{ijq} = m + b_j + p_i + f_{q(i)} + \bar{e}_{(iq)}$$

sendo:

$y_{ijq}$  : observação na família  $q$ , dentro da procedência  $i$ , no bloco  $j$ ;

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

$b_j$  : efeito do bloco  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, 10$ ), aleatório, portanto  $\sum (b_j) = 0$  e  $\sum (b_j^2) = \sigma_b^2$ ;

$p_i$  : efeito da procedência  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, 10$ ), fixa, portanto  $\sum (p_i) = p$  e  $\sum (p_i^2) = \sum t^2$ ;

$f_{q(i)}$  : efeito da família  $q$ , dentro da procedência  $i$ , aleatório, portanto  $\sum [f_{q(i)}] = 0$  e  $\sum [f_{q(i)}^2] = \sigma_p^2$ ;

$\bar{e}_{(ijq)}$  : efeito do erro experimental médio associado dentro da família  $q$ , dentro da procedência  $i$ , no bloco  $j$ ,  $\bar{e}_{(ijq)} \sim N(0, \sigma^2)$ ,  $\sum [\bar{e}_{(ijq)}] = 0$  e  $\sum [\bar{e}_{(ijq)}^2] = \sigma_e^2$ .

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 7.

### 3.5.3 Análise de variância subdividida no tempo

Foi efetuada análise subdividida no tempo (Tabela 8) considerando as idades, duas a duas, tendo como referência sempre a idade de 35 meses na segunda rotação, sendo, portanto o par de avaliação 41 meses, primeira rotação com 35 meses, segunda rotação e 59 meses primeira rotação com 35 meses segunda rotação. As análises foram efetuadas utilizando os dados médios por parcela e empregando-se o seguinte modelo estatístico:

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

em que:

$y_{ijqw}$  : observação dentro da procedência  $i$ , na família  $q$ , na idade ou rotação  $w$ , no bloco  $j$ ;

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

$b_j$  : efeito da bloco  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, 10$ ); aleatório, portanto  $\sum (b_j) = 0$  e  $\sum (b_j^2) = \sigma_b^2$ ;

$p_i$  : efeito da procedência  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, 10$ ), fixa; portanto  $\sum (p_i) = p$  e  $\sum (p_i^2) = \sum t^2$ ;

TABELA 7. Esquema da análise de variância combinada, utilizada na avaliação das famílias de meios irmãos de cada procedência em cada idade .

FV		GL	QM	E(QM)
Blocos		r - 1		
Entre famílias		N - 1	Q <sub>1</sub>	$\frac{\sigma_d^2}{\bar{k}} + \sigma_e^2 + r \sigma_{P_w}^2$
Entre procedências		9		$\frac{\sigma_d^2}{\bar{k}} + \sigma_e^2 + r \sum t^2$
Entre famílias/procedência	Pandanus QLD	n <sub>1</sub> - 1	Q <sub>2,1</sub>	$\frac{\sigma_{d_1}^2}{\bar{k}_1} + \sigma_e^2 + r \sigma_{P_{1w}}^2$
	Ravenshoe QLD	n <sub>2</sub> - 1	Q <sub>2,2</sub>	$\frac{\sigma_{d_2}^2}{\bar{k}_2} + \sigma_e^2 + r \sigma_{P_{2w}}^2$
	Mareeba QLD	n <sub>3</sub> - 1	Q <sub>2,3</sub>	$\frac{\sigma_{d_3}^2}{\bar{k}_3} + \sigma_e^2 + r \sigma_{P_{3w}}^2$
	Atherton I QLD	n <sub>4</sub> - 1	Q <sub>2,4</sub>	$\frac{\sigma_{d_4}^2}{\bar{k}_4} + \sigma_e^2 + r \sigma_{P_{4w}}^2$
	Atherton II QLD	n <sub>5</sub> - 1	Q <sub>2,5</sub>	$\frac{\sigma_{d_5}^2}{\bar{k}_5} + \sigma_e^2 + r \sigma_{P_{5w}}^2$
	Kenilworth QLD	n <sub>6</sub> - 1	Q <sub>2,6</sub>	$\frac{\sigma_{d_6}^2}{\bar{k}_6} + \sigma_e^2 + r \sigma_{P_{6w}}^2$
	Bellthorpe QLD	n <sub>7</sub> - 1	Q <sub>2,7</sub>	$\frac{\sigma_{d_7}^2}{\bar{k}_7} + \sigma_e^2 + r \sigma_{P_{7w}}^2$
	Knorrit NSW	n <sub>8</sub> - 1	Q <sub>2,8</sub>	$\frac{\sigma_{d_8}^2}{\bar{k}_8} + \sigma_e^2 + r \sigma_{P_{8w}}^2$
	Wild Cattle NSW	n <sub>9</sub> - 1	Q <sub>2,9</sub>	$\frac{\sigma_{d_9}^2}{\bar{k}_9} + \sigma_e^2 + r \sigma_{P_{9w}}^2$
	Yabbra NSW	n <sub>10</sub> - 1	Q <sub>2,10</sub>	$\frac{\sigma_{d_{10}}^2}{\bar{k}_{10}} + \sigma_e^2 + r \sigma_{P_{10w}}^2$
Erro		(N-1)(r-1)	Q <sub>3</sub>	$\frac{\sigma_d^2}{\bar{k}} + r \sigma_e^2$

em que:

N: n<sub>1</sub> + n<sub>2</sub> + ... + n<sub>10</sub>

r: número de repetições (r = 10)

$\bar{k}$ : média harmônica do número de plantas por parcelas

TABELA 8. Esquema da análise de variância subdividida no tempo, ao nível de média.

FV	GL	QM	E(QM)
Blocos	r - 1		
Entre famílias	N - 1	Q <sub>4</sub>	$\sigma_d^2 / \bar{k} + \sigma_e^2 + 2\sigma_y^2 + 2r\sigma_p^2$
Entre procedências	9		
Entre famílias/procedência			
Pandanus QLD	n <sub>1</sub> - 1	Q <sub>5<sub>1</sub></sub>	$\sigma_{d_1}^2 / \bar{k}_1 + \sigma_e^2 + 2\sigma_y^2 + 2r\sigma_{p_1}^2$
Ravenshoe QLD	n <sub>2</sub> - 1	Q <sub>5<sub>2</sub></sub>	$\sigma_{d_2}^2 / \bar{k}_2 + \sigma_e^2 + 2\sigma_y^2 + 2r\sigma_{p_2}^2$
Mareeba QLD	n <sub>3</sub> - 1	Q <sub>5<sub>3</sub></sub>	$\sigma_{d_3}^2 / \bar{k}_3 + \sigma_e^2 + 2\sigma_y^2 + 2r\sigma_{p_3}^2$
Atherton I QLD	n <sub>4</sub> - 1	Q <sub>5<sub>4</sub></sub>	$\sigma_{d_4}^2 / \bar{k}_4 + \sigma_e^2 + 2\sigma_y^2 + 2r\sigma_{p_4}^2$
Atherton II QLD	n <sub>5</sub> - 1	Q <sub>5<sub>5</sub></sub>	$\sigma_{d_5}^2 / \bar{k}_5 + \sigma_e^2 + 2\sigma_y^2 + 2r\sigma_{p_5}^2$
Kenilworth QLD	n <sub>6</sub> - 1	Q <sub>5<sub>6</sub></sub>	$\sigma_{d_6}^2 / \bar{k}_6 + \sigma_e^2 + 2\sigma_y^2 + 2r\sigma_{p_6}^2$
Bellthorpe QLD	n <sub>7</sub> - 1	Q <sub>5<sub>7</sub></sub>	$\sigma_{d_7}^2 / \bar{k}_7 + \sigma_e^2 + 2\sigma_y^2 + 2r\sigma_{p_7}^2$
Knorrit NSW	n <sub>8</sub> - 1	Q <sub>5<sub>8</sub></sub>	$\sigma_{d_8}^2 / \bar{k}_8 + \sigma_e^2 + 2\sigma_y^2 + 2r\sigma_{p_8}^2$
Wild Cattle NSW	n <sub>9</sub> - 1	Q <sub>5<sub>9</sub></sub>	$\sigma_{d_9}^2 / \bar{k}_9 + \sigma_e^2 + 2\sigma_y^2 + 2r\sigma_{p_9}^2$
Yabbra NSW	n <sub>10</sub> - 1	Q <sub>5<sub>10</sub></sub>	$\sigma_{d_{10}}^2 / \bar{k}_{10} + \sigma_e^2 + 2\sigma_y^2 + 2r\sigma_{p_{10}}^2$
Erro a	(N-1)(r-1)		
Idades ou rotações	1		
Erro b	(r-1)		
Entre famílias x idades	(N-1)	Q <sub>6</sub>	$\sigma_d^2 / \bar{k} + \sigma_e^2 + r\sigma_{PA}^2$
Entre procedências x idades	9	Q <sub>7</sub>	
Entre famílias/ Pandanus QLD x idades	(n <sub>1</sub> -1) x 1	Q <sub>6<sub>1</sub></sub>	$\sigma_{d_1}^2 / \bar{k}_1 + \sigma_e^2 + r\sigma_{PA_1}^2$
Ravenshoe QLD x idades	(n <sub>2</sub> -1) x 1	Q <sub>6<sub>2</sub></sub>	$\sigma_{d_2}^2 / \bar{k}_2 + \sigma_e^2 + r\sigma_{PA_2}^2$
Mareeba QLD x idades	(n <sub>3</sub> -1) x 1	Q <sub>6<sub>3</sub></sub>	$\sigma_{d_3}^2 / \bar{k}_3 + \sigma_e^2 + r\sigma_{PA_3}^2$
Atherton I QLD x idades	(n <sub>4</sub> -1) x 1	Q <sub>6<sub>4</sub></sub>	$\sigma_{d_4}^2 / \bar{k}_4 + \sigma_e^2 + r\sigma_{PA_4}^2$
Atherton II QLD x idades	(n <sub>5</sub> -1) x 1	Q <sub>6<sub>5</sub></sub>	$\sigma_{d_5}^2 / \bar{k}_5 + \sigma_e^2 + r\sigma_{PA_5}^2$
Kenilworth QLD x idades	(n <sub>6</sub> -1) x 1	Q <sub>6<sub>6</sub></sub>	$\sigma_{d_6}^2 / \bar{k}_6 + \sigma_e^2 + r\sigma_{PA_6}^2$
Bellthorpe QLD x idades	(n <sub>7</sub> -1) x 1	Q <sub>6<sub>7</sub></sub>	$\sigma_{d_7}^2 / \bar{k}_7 + \sigma_e^2 + r\sigma_{PA_7}^2$
Knorrit NSW x idades	(n <sub>8</sub> -1) x 1	Q <sub>6<sub>8</sub></sub>	$\sigma_{d_8}^2 / \bar{k}_8 + \sigma_e^2 + r\sigma_{PA_8}^2$
Wild Cattle NSW x idades	(n <sub>9</sub> -1) x 1	Q <sub>6<sub>9</sub></sub>	$\sigma_{d_9}^2 / \bar{k}_9 + \sigma_e^2 + r\sigma_{PA_9}^2$
Yabbra NSW x idades	(n <sub>10</sub> -1) x 1	Q <sub>6<sub>10</sub></sub>	$\sigma_{d_{10}}^2 / \bar{k}_{10} + \sigma_e^2 + r\sigma_{PA_{10}}^2$
Erro c	(N-1)(r-1)	Q <sub>8</sub>	$\sigma_d^2 / \bar{k} + \sigma_e^2$

em que:

N: n<sub>1</sub> + n<sub>2</sub> + . . . + n<sub>10</sub>

r: número de repetições(r = 10);

 $\bar{k}_i$ : média harmônica do número de plantas por parcelas;

$f_{q(i)}$ : efeito da família q, dentro da procedência i, aleatório, portanto  $\in [f_{q(i)}] = 0$  e  $\in [f_{q(i)}^2] = \sigma_{P_i}^2$ ;

$(fb)_{qj}$ : efeito da interação da família q no bloco j, aleatório, portanto  $\in [(fb)_{qj}] = 0$  e  $\in [(fb)_{qj}^2] = \sigma_{e_a}^2$ ;

$a_w$ : efeito da idade ou rotação w (w=1, 2, 3), fixa, portanto  $\in [a_w] = a_w$  e  $\in (a_w^2) = a_w^2$ ;

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

$(pa)_{iw}$ : efeito da interação da procedência i com a idade ou rotação w, fixa, portanto  $\in [(pa)_{iw}] = 0$  e  $\in [(pa)_{iw}^2] = pa_{iw}^2$

$(fa)_{q(iw)}$ : efeito da interação da família q, dentro da procedência i, com a idade ou rotação w, aleatório, portanto  $\in [(fa)_{q(iw)}] = 0$  e  $\in [(fa)_{q(iw)}^2] = \sigma_{pa_w}^2$

$e_{(ijqw)}$ : efeito do erro experimental médio associado à família q, dentro da procedência i, na idade ou rotação w, no bloco j,  $e_{(ijqw)} \cap N(0, \sigma^2)$ ,  $\in [e_{(ijqw)}] = 0$  e  $\in [e_{(ijqw)}^2] = \sigma_e^2$ .

### 3.6 Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos

As estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos para cada idade (Tabela 9), foram obtidas a partir das esperanças dos quadrados médios das análises de variância, utilizando procedimento semelhante ao apresentado por Vencovsky (1987). Já as expressões para as estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos envolvendo todas as idades, duas a duas, são apresentadas na Tabela 10.

Foi estimada também a interação famílias x rotações para as idades da primeira rotação (41 e 59 meses) com a idade da segunda rotação (35 meses), duas a duas, para cada procedência e também envolvendo todas as famílias. O componente de interação

TABELA 9. Expressões para a obtenção das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos em cada idade.

Parâmetros	Estimativas	Expressões para as estimativas
$\hat{\sigma}_{P_w}^2$	Variância genética entre famílias de meios-irmãos para a procedência i, na idade w.	$\frac{Q_{2_i} - Q_{3_i}}{r}$
$\hat{\sigma}_{P_w}^2$	Variância genética entre famílias de meios-irmãos, independente da procedência, na idade w.	$\frac{Q_1 - Q_3}{r}$
$\hat{\sigma}_{A_w}^2$	Variância genética aditiva, na procedência i, na idade w	$4. \hat{\sigma}_{P_{iw}}^2$
$\hat{\sigma}_{A_w}^2$	Variância genética aditiva, independente da procedência, na idade w	$4. \hat{\sigma}_{P_w}^2$
$\hat{\sigma}_{F_w}^2$	Variância fenotípica entre famílias de meios-irmãos, para a procedência i, na idade w.	$Q_{2_w} / r$
$\hat{\sigma}_{F_w}^2$	Variância fenotípica entre famílias de meios-irmãos, independente da procedência, na idade w.	$Q_{1_w} / r$
$\hat{\sigma}_{e_w}^2$	Variância ambiental entre parcelas, na idade w.	$Q_3 - \hat{\sigma}_{d_w}^2$
$\hat{\sigma}_{d_w}^2$	Variância fenotípica dentro das parcelas para cada procedência i, na idade w.	$\frac{\sum_{z=1}^{n_q} \sigma_{d_{iw}}^2}{n_q r}$
$\hat{\sigma}_{d_w}^2$	Variância fenotípica média dentro das famílias de meios-irmãos independente da procedência, na idade w.	$\frac{n_1 \sigma_{d_{1w}}^2 + n_2 \sigma_{d_{2w}}^2 + \dots + n_{10} \sigma_{d_{10w}}^2}{10N}$
$h_{I_{iw}}^2$	Herdabilidade no sentido restrito, ao nível de individuo, na procedência i, na idade w.	$\frac{\sigma_{A_w}^2}{\sigma_{P_w}^2 + \sigma_{d_w}^2 + \sigma_{e_w}^2}$
$h_{I_w}^2$	Herdabilidade no sentido restrito, ao nível de individuo, na idade w.	$\frac{\sigma_{A_w}^2}{\sigma_{P_w}^2 + \sigma_{d_w}^2 + \sigma_{e_w}^2}$
$h_{M_{iw}}^2$	Herdabilidade no sentido restrito, ao nível de média, para a procedência i, na idade w.	$\hat{\sigma}_{P_{iw}}^2 / \hat{\sigma}_{F_{iw}}^2$
$h_{M_w}^2$	Herdabilidade no sentido restrito, ao nível de média de famílias, na idade w.	$\hat{\sigma}_{P_w}^2 / \hat{\sigma}_{F_w}^2$
CVg	Coefficiente de Variação Genético na idade w.	$\frac{\sqrt{\hat{\sigma}_{F_w}^2}}{\bar{x}} . 100$
GS <sub>Dw</sub>	Ganho com a seleção dentro de famílias de meios irmãos, na idade w.	$y/3/4 \frac{\sigma_{A_w}^2}{\sqrt{\sigma_d^2}}$
GS <sub>Ew</sub>	Ganho com a seleção entre famílias de meios irmãos, na idade w.	$y \hat{\sigma}_{P_w}^2 / \sqrt{\hat{\sigma}_{F_w}^2}$

em que:

COV<sub>ww</sub>: Covariância genética entre o desempenho médio das famílias de meios irmãos na primeira rotação idade w e segunda rotação w'; $\bar{k}$ : média harmônica do número de plantas por parcelas; $\bar{x}$ : média geral das famílias na idade w;

y: intensidade de seleção padronizada considerando 10% de seleção (y=1,755);

n<sub>q</sub> número de famílias por procedência;

r: número de repetições.

família x rotações ( $\hat{\sigma}_{pa_{ww'}}^2$ ) foi decomposto pela expressão apresentada por Vencovsky e Barriga (1992), ou seja:

$$\sigma_{pa_{ww'}}^2 = \frac{1}{2}(\sigma_{P_w} - \sigma_{P_{w'}})^2 + \sigma_{P_w} \sigma_{P_{w'}} (1 - r_{G_{ww'}})$$

em que:

$\hat{\sigma}_{pa_{ww'}}^2$  : variância da interação de famílias com idades, considerando as idades da primeira rotação w e segunda rotação w'.

$\sigma_{P_w}$  e  $\sigma_{P_{w'}}$  : desvio padrão genético entre famílias, na primeira rotação w e segunda rotação w'.

$r_{G_{ww'}}$  : é o coeficiente de correlação genética entre o desempenho médio de famílias nas duas rotações, obtida pela expressão:

$$r_{G_{ww'}} = \frac{COV_{ww'}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{P_w}^2 \hat{\sigma}_{P_{w'}}^2}}$$

Estimou-se a eficiência da seleção precoce nas idades de 41 meses e 59 meses e correspondência na idade de 35 meses da segunda rotação, utilizando a expressão de Hamblin e Zimmermann (1986), sendo:

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

em que:

E.S.(%) : eficiência da seleção em porcentagem;

A: número de famílias comuns nas seleções efetuadas na primeira e segunda rotações;

B: número de famílias selecionadas na primeira rotação;

C: número de famílias em comum à seleção efetuada nas duas idades unicamente devido ao acaso, obtido a partir da seguinte expressão:  $C = (0,10 B)$ .

TABELA 10. Expressões para a obtenção das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos, obtidas nas análises conjuntas das idades das árvores, duas a duas.

Parâmetros	Estimativas	Expressões para as estimativas
$COV_{ww'}$	Covariância genética entre o desempenho médio das famílias de meios-irmãos na primeira rotação idade w e segunda rotação w'.	
$\hat{\sigma}_{pa}^2$	Variância da interação famílias x rotações, independente da procedência.	$Q_6 - Q_8$
$\hat{\sigma}_{pa_i}^2$	Variância da interação entre famílias x idades, para a procedência i.	$\frac{Q_{6_i} - Q_8}{r}$
$RC_{E_{w'/w}}$	Resposta correlacionada com a seleção efetuada entre famílias na idade w e ganho na idade w'.	$y \frac{COV_{ww'}}{\sqrt{\sigma_{E_w}^2}}$
$RC_{D_{w'/w}}$	Resposta correlacionada com a seleção efetuada dentro famílias na idade w e ganho na idade w'.	$y \frac{3COV_{ww'}}{\sqrt{\sigma_{d_w}^2}}$

em que:

y : intensidade de seleção padronizada considerando 10% de seleção (y=1,755).

### 3.6.1 Avaliação da porcentagem de sobrevivência na segunda rotação

Foi estimada a porcentagem de sobrevivência, ou seja, porcentagem de cepas que rebrotaram, considerando a seguinte expressão:

$$\% \text{ de sobrevivência} = \frac{n^{\circ} \text{ arvores / parcela na avaliação efetuada aos 35 meses (2}^{\text{a}} \text{ rotação)}}{n^{\circ} \text{ de arvores / parcela avaliada os 59 meses (1}^{\text{a}} \text{ rotação)}} \times 100$$

As análises de variância foram efetuadas utilizando a transformação arcseno da raiz da porcentagem de sobrevivência, utilizando o seguinte modelo estatístico:

$$y_{ijq} = m + b_j + p_i + f_{q(i)} + e_{qij}$$

em que:

$y_{ijq}$  : observação na família q, dentro da procedência i, no bloco j;

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



$b_j$  : efeito do bloco  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, 10$ ), aleatório, portanto  $E(b_j) = 0$  e  $E(b_j^2) = \sigma_b^2$ ;

$p_i$  : efeito da procedência  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, 10$ ), fixa, portanto  $E(p_i) = p_i$  e  $E(p_i^2) = p_i^2$ ;

$f_{q(i)}$ : efeito da família  $q$ , dentro da procedência  $i$ , aleatório, portanto  $E[f_{q(i)}] = 0$  e  $E[f_{q(i)}^2] = \sigma_p^2$ ;

$e_{qij}$  : efeito do erro experimental médio das procedências  $i$  associado, na família  $q$ , no bloco

$j$ ;  $e_{(qij)} \cap N(0, \sigma^2)$ ,  $E[e_{(qij)}] = 0$  e  $E[e_{(qij)}^2] = \sigma_e^2$ .

A partir das esperanças dos quadrados médios das análises de variância e utilizando procedimento semelhante ao apresentado na Tabela 7, foram obtidos os componentes de variância genética e fenotípica.

## 4 RESULTADOS

Constata-se nas Tabelas 1A, 2A e 3A, que ocorreu pequena amplitude de variação nos quadrados médios dos erros das análises de variância de cada procedência tanto para altura quanto para o DAP. Inclusive a maior relação entre a maior e menor estimativa do QM do erro foi de 2,80, para o caráter altura, aos 59 meses. Por essa razão, como estimativa do QM do erro, nas análises de variância envolvendo todas as famílias, por época, foi utilizada a média desses QM dos erros ponderada pelo número de família de cada procedência.

Não se constatou diferença expressiva no número de plantas por parcela entre as procedências, nas idades de 41 e 59 meses (Tabelas 1A e 2A), indicando que a mortalidade das árvores na primeira rotação foi semelhante entre as procedências e, em média, aos 59 meses o número de plantas por parcela foi de  $k = 5,7$ , o que indica que a mortalidade média das árvores na primeira rotação foi de 5%. Como será comentado com mais detalhes posteriormente, a mortalidade na segunda rotação foi maior,  $k = 4,60$  (Tabela 3A), e nesse caso ocorreram diferenças mais expressivas no número de plantas por parcela entre as procedências, que variou de  $k = 3,75$  (Kenilworth QLD) a  $k = 5,24$  (Wild Cattle NSW).

Nas análises de variância envolvendo todas as procedências ocorreram diferenças significativas ( $P \leq 0,01$ ) entre as 177 famílias tanto para o DAP como para altura, nas idades de 41 (Tabela 11), 59 (Tabela 12) e 35 meses (Tabela 13) . Em todos os casos,

TABELA 11. Resumo das análises de variância dos caracteres DAP (cm) e altura das árvores (m), ao nível de média, obtido na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. grandis*, com 41 meses de idade, primeira rotação, Itararé - SP.

FV	GL	DAP (cm)	Altura (m)
QM			
Blocos	9	1,597	10,274
Entre famílias	176	13,824**	11,782**
Entre procedências	9	19,532**	34,253**
Entre famílias/procedência			
Pandanus QLD	17	13,714**	6,553**
Ravenshoe QLD	4	11,667**	9,341**
Mareeba QLD	10	9,835**	6,632**
Atherton I QLD	24	14,155**	8,021**
Atherton II QLD	14	15,262**	8,686**
Kenilworth QLD	18	25,627**	22,439**
Bellthorpe QLD	24	19,705**	20,739**
Knorrli NSW	19	12,516**	10,109**
Wild Cattle NSW	18	3,432**	2,525**
Yabbara NSW	19	4,849**	3,946**
Erro	1584	1,257	1,050
Coeficiente de variação experimental (CVe) %		9,94	7,03
Média		11,28	14,58

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

TABELA 12. Resumo das análises de variância de caracteres DAP (cm) e altura das árvores (m), ao nível de média, obtido na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. grandis*, com 59 meses de idade, primeira rotação, Itararé -SP.

FV	GL	QM	DAP (cm)	Altura (m)
Blocos	9		3,640	7,232
Entre famílias	176		19,225**	22,456**
Entre procedências	9		27,853**	75,7052**
Entre famílias/procedência	17		18,737**	13,043**
Pandanus QLD				
Ravenshoe QLD	4		17,507**	16,841**
Mareeba QLD	10		19,600**	17,358**
Atherton I QLD	24		20,283**	18,431**
Atherton II QLD	14		22,600**	17,546**
Kenilworth QLD	18		32,148**	35,078**
Bellthorpe QLD	24		23,127**	30,473**
Knorr's NSW	19		18,638**	23,759**
Wild Cattle NSW	18		4,882**	6,820**
Yabra NSW	19		8,923**	9,649**
Erro	1584		1,866	1,943
Coeficiente de variação experimental (CVe) %			10,45	7,43
Média			13,07	18,75

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

TABELA 13. Resumo das análises de variância de caracteres DAP (cm) e altura das árvores (m), ao nível de média, obtido na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. grandis*, com 35 meses de idade, segunda rotação, Itararé-SP.

FV	GL	DM	DM	DM
Blocos	9	12,437	52,967	
Entre famílias	176	10,950**	17,393	
Entre procedências	9	51,724**	142,201**	
Entre famílias/procedência	17	7,457**	7,951**	
Pandanus QLD	4	9,326**	7,094**	
Mareeba QLD	10	12,578**	11,128**	
Atherton I QLD	24	9,768**	12,479**	
Atherton II QLD	14	14,412**	13,339**	
Kenilworth QLD	18	15,353**	22,385**	
Bellthorpe QLD	24	9,149**	13,535**	
Knorril NSW	19	4,680**	6,067**	
Wild Cattle NSW	18	2,649	3,486*	
Yabbra NSW	19	5,440**	6,025**	
Erro	1584	1,668	2,005	
Coeficiente de variação experimental (CVe) %		16,77	14,02	
Média		7,70	10,10	

\* \*\* : significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente

QM

exceto para o DAP aos 35 meses entre famílias na procedência Wild Cattle NSW, também foi detectada diferença significativa entre famílias dentro de cada procedência e entre as procedências.

A precisão dos experimentos avaliada através do coeficiente de variação experimental (CVe%) diferiu de acordo com a época de avaliação. Ela foi menor, ou seja, obteve-se maior estimativa do CVe, na segunda rotação, isto é, aos 35 meses. Na primeira rotação não ocorreram diferenças expressivas nas estimativas dos CVe's nas avaliações realizadas com 41 e 59 meses. Também não se constatou diferença expressiva entre as estimativas do CVe do diâmetro e da altura, indicando que essas duas características foram avaliadas com precisão semelhante (Tabelas 11, 12 e 13) .

A diferença no desempenho de todas as famílias, pode ser melhor observada na distribuição de frequência apresentada na Figura 1. Aos 59 meses a amplitude de variação foi de 10m, ou seja, 53% da média das famílias para a altura e de 6,68 cm (51% da média) para o DAP. A média das famílias foi, em todos os casos, semelhante à do clone utilizado como testemunha. Isso indica o potencial das famílias avaliadas, haja vista que muitas famílias apresentam crescimento superior ao desse clone. Na segunda rotação, 35 meses, a amplitude de variação, em relação a média, foi de 66% para o DAP e 63,8% para a altura, valores esses superiores aos observados aos 59 meses. Vale ressaltar que, também nessa condição, o potencial das famílias avaliadas fica bem evidenciado quando se compara a média das famílias e da testemunha.

As distribuições de frequência das famílias, dentro de cada procedência, nas idades 59 meses (primeira rotação) e 35 meses (segunda rotação) para o DAP são mostrados nas Figuras 1A a 4A e para a altura nas Figuras 5A a 8A. De modo geral, a variação entre as famílias foi semelhante entre as procedências nas duas idades consideradas.

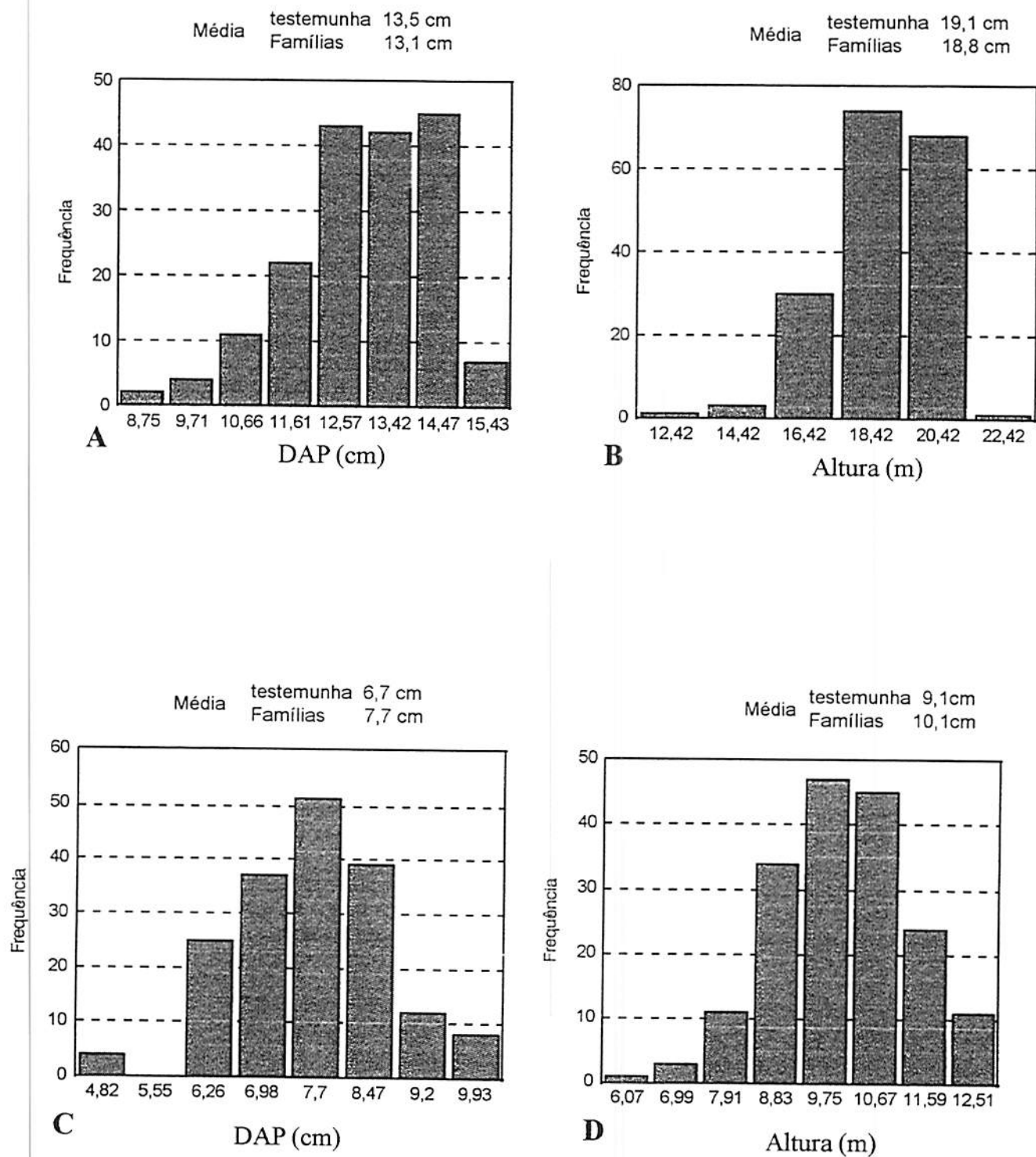


FIGURA 1. Distribuição de frequência das médias dos caracteres DAP (cm) e altura (m), obtido na avaliação de 177 famílias de meios irmãos de *E. grandis*, na primeira rotação aos 59 meses (A e B) e segunda rotação aos 35 meses (C e D).



A existência de variação entre as famílias também pode ser observada através das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos apresentados na Tabela 14. A comparação das estimativas da variância genética entre famílias de meios-irmãos  $\sigma_p^2$  nas idades de avaliação é complicada, pois o desenvolvimento das árvores é diferente. Contudo, é possível inferir que as estimativas do coeficiente de variação genético (CVg) obtidas no momento da avaliação nas idades de 41 e 59 meses na primeira rotação, foram semelhantes, porém inferiores a variação genética observada na segunda rotação, 35 meses. Veja-se que para DAP a estimativa de CVg variou de 9,94% aos 41 meses a 12,5% aos 35 meses. No caso da altura, ela foi de 7,1% aos 41 meses e 12,28% aos 35 meses. Constatase, como ocorreu com o CVg, que a herdabilidade ao nível de média das famílias ( $h_{\bar{f}}^2$ ) foi semelhante aos 41 e 59 meses e, portanto, ligeiramente inferior à observada aos 35 meses. Já as estimativas de herdabilidade ao nível de indivíduo ( $h_i^2$ ), como era esperado, foram inferiores às obtidas ao nível de média, exceto no caso da altura aos 35 meses, porém todas elas superiores a 50%.

A existência de variação entre as famílias dentro de cada procedência também pode ser constatada nas Tabelas 4A, 5A e 6A, onde estão apresentadas as estimativas da variância genética aditiva ( $\hat{\sigma}_A^2$ ) entre as famílias de meios-irmãos e a herdabilidade no sentido restrito ao nível de média das famílias ( $\hat{h}_{\bar{f}}^2$ ). De modo geral, as estimativas da herdabilidade foram semelhantes nas idades de 41 e 59 meses na primeira rotação e ligeiramente superiores às observadas aos 35 meses na segunda rotação. Contudo, exceto no caso da avaliação aos 35 meses para o DAP das famílias Wild Cattle NSW e Yabbra NSW e altura das famílias Wild Cattle NSW, as estimativas de herdabilidade foram sempre superiores a 50%.

TABELA 14. Estimativas dos componentes das variâncias genética e fenotípica, do DAP (cm) e Altura (m), avaliadas na primeira rotação aos 41 meses, 59 meses e na segunda rotação aos 35 meses, Itararé -SP.

Componentes de variância <sup>1</sup>	41 meses		59 meses		35 meses	
	DAP	Altura	DAP	Altura	DAP	Altura
Variância genética entre famílias ( $\hat{\sigma}_p^2$ )	1,257	1,073	1,736	2,051	0,928	1,539
Variância fenotípica dentro das parcelas ( $\hat{\sigma}_d^2$ )	7,012	4,507	11,137	9,285	4,794	4,405
Variância ambiental ( $\hat{\sigma}_e^2$ )	0,052	0,293	0,509	0,414	0,114	0,581
Variância genética aditiva ( $\hat{\sigma}_A^2$ )	5,027	4,293	6,956	8,205	3,712	6,155
Herdabilidade ao nível de médias ( $h_F^2$ )	0,909	0,910	0,903	0,914	0,848	0,885
Herdabilidade ao nível de indivíduos ( $h_I^2$ )	0,604	0,731	0,520	0,698	0,636	0,943
Número médio de plantas por parcelas ( $K_i$ )	5,83	5,82	5,67	5,67	4,60	4,60
Coefficiente de Variação genético (%)	9,94	7,10	10,08	7,64	12,51	12,28

ocorre interação famílias x idades. Nas Tabelas 15 e 16 são apresentados os resultados das análises da variância considerando as idades de 41 e 35 meses e 59 e 35 meses. Constatou-se que em todos os casos a interação famílias x idades foi significativa ( $P \leq 0,01$ ), quando se consideraram todas as 177 famílias. Após o desdobramento dessa interação, constatou-se que também a interação procedências x idades foi significativa ( $P \leq 0,01$ ). Contudo a maioria das interações famílias x idades, dentro de cada procedência, foram não significativas, indicando que as famílias tiveram os comportamentos coincidentes na primeira e segunda rotações.

As estimativas dos componentes da interação famílias x idades, independente das procedências, são mostradas na Tabela 17. Observa-se que o componente de interação ( $\sigma_{pa}^2$ ) em relação a covariância genética entre as idades ( $COV_{ww'}$ ), que corresponde à variância genética entre famílias ( $\sigma_p^2$ ), foi maior (superior a 45%) quando se considerou a avaliação na primeira rotação, aos 41 meses. Esse resultado é comprovado quando se observam as estimativas da correlação genética ( $r_G$ ) entre o desempenho das famílias nas duas condições. Cumpre observar que o  $r_G$  entre 41/35 meses foi inferior ao observado entre 59/35 meses. Esse fato contribuiu para que na primeira situação, para o DAP, a parte complexa da interação fosse a mais expressiva. Porém, a diferença entre as idades de avaliação na contribuição da parte complexa da interação foi praticamente inexistente quando se considerou o caráter altura.

As estimativas dos componentes da interação para as famílias dentro de cada procedência são mostradas nas Tabelas 7A e 8A para o DAP nas idades de 41 e 35 meses e 59 e 35 meses, respectivamente, e para a altura nas tabelas 9A e 10A. Como já salientado, na maioria dos casos a interação famílias x idades foi não significativa, e por essa razão a contribuição do componente de interação em relação a variância genética foi bem inferior

TABELA 15. Resumo das análises de variância conjunta dos caracteres DAP (cm) e altura das árvores (m) de *E. grandis*, ao nível de média, obtido na avaliação de famílias de meios irmãos, considerando a primeira rotação (41 meses) e segunda rotação (35 meses), Itararé -SP.

FV	GL	QM	
		DAP	Altura
Blocos	9	6,040	27,994
Entre famílias	176	19,804**	22,914**
Entre procedências	9	18,702**	100,206**
Entre famílias/procedência			
Pandanus QLD	17	18,880**	12,260**
Ravenshoe QLD	4	18,950**	15,330**
Mareeba QLD	10	19,750**	15,290**
Atherton I QLD	24	21,600**	18,070**
Atherton II QLD	14	27,820**	19,430**
Kenilworth QLD	18	37,390**	41,190**
Bellthorpe QLD	24	25,410**	31,600**
Knorrit NSW	19	14,340**	13,810**
Wild Cattle NSW	18	4,750**	4,830**
Yabbra NSW	19	9,170**	8,080**
Erro a (Famílias x Blocos)	1584	2,346	3,402
Idades	1	11.300,131**	17.765,619**
Erro b (Idades x Blocos)	9	7,994	35,246
Entre famílias x idades	176	4,970**	6,201**
Entre procedências x idades	9	50,570**	77,589**
Entre famílias/			
Pandanus QLD x idades	17	2,270	2,240
Ravenshoe QLD x idades	4	2,030	1,090
Mareeba QLD x idades	10	2,670	2,460
Atherton I QLD x idades	24	2,320*	2,430*
Atherton II QLD x idades	14	1,850	2,580
Kenilworth QLD x idades	18	3,560**	3,630**
Bellthorpe QLD x idades	24	3,440**	2,670*
Knorrit NSW x idades	19	3,840**	2,360
Wild Cattle NSW x idades	18	1,330	1,190
Yabbra NSW x idades	19	1,110	1,890
Erro c	1584	1,463	1,528

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

TABELA 16. Resumo das análises de variância conjunta dos caracteres DAP (cm) e altura das árvores (m) de *E. grandis*, ao nível de média, obtido na avaliação de famílias de meios irmãos, considerando a primeira rotação (59 meses) e segunda rotação (35 meses), Itararé -SP.

FV	GL	QM	
		DAP	Altura
Blocos	9	9,183	29,626
Entre famílias	176	26,162**	33,002**
Entre procedências	9	60,158**	151,269**
Entre famílias/procedência			
Pandanus QLD	17	23,300**	18,080**
Ravenshoe QLD	4	23,540**	20,920**
Mareeba QLD	10	27,870**	24,220**
Atherton I QLD	24	26,890**	28,020**
Atherton II QLD	14	34,650**	27,930**
Kenilworth QLD	18	43,090**	52,280**
Bellthorpe QLD	24	28,090**	39,710**
Knorrit NSW	19	18,770**	23,700**
Wild Cattle NSW	18	6,020**	8,390*
Yabbra NSW	19	13,100**	13,410**
Erro a (Famílias x Blocos)	1584	3,231	5,184
Idades	1	25.455,823**	66.101,327**
Erro b (Idades x Blocos)	9	6,894	30,572
Entre famílias x idades	176	4,014**	6,847**
Entre procedências x idades	9	19,570**	66,114**
Entre famílias/			
Pandanus QLD x idades	17	2,890*	3,190
Ravenshoe QLD x idades	4	3,280	3,000
Mareeba QLD x idades	10	4,320**	4,260*
Atherton I QLD x idades	24	3,160*	2,900
Atherton II QLD x idades	14	2,360	2,940
Kenilworth QLD x idades	18	4,400**	5,180**
Bellthorpe QLD x idades	24	4,190**	4,310**
Knorrit NSW x idades	19	4,540**	6,120**
Wild Cattle NSW x idades	18	1,510	1,920
Yabbra NSW x idades	19	1,200	2,260
Erro c	1584	1,770	1,974

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

TABELA 17. Estimativas dos componentes da variância obtidos a partir da análise conjunta das idades, duas a duas, e decomposição do componente de variância da interação famílias x idades, para os caracteres DAP (cm) e altura das árvores (m), obtidos no experimento de avaliação de famílias de meios-irmãos de *E. grandis*, Itararé - SP.

Caráter	Idade (meses)	$COV_{G_{ww}}$	$\hat{\sigma}_{pa}^2$	$\frac{\hat{\sigma}_{pa}^2}{COV_{G_{ww}}} \times 100$	Decomposição da interação		$\frac{C}{\sigma_{pa}^2} \times 100$	Correlação genética ( $r_G$ )
					Simples (S)	complexa (C)		
DAP	41/35	0,742	0,351	47,30	0,013	0,338	96,30	0,69
DAP	59/35	1,107	0,225	20,33	0,063	0,162	72,00	0,87
Altura	41/35	0,836	0,467	55,86	0,021	0,446	95,50	0,65
Altura	59/35	1,308	0,487	37,23	0,018	0,469	96,30	0,74

em que:

$COV_{G_{ww}}$  : Covariância genética entre as idades.

estimativas das correlações genéticas ( $r_G$ ) foram, na maioria das situações, próximo a unidade, evidenciando, como já salientado, que o comportamento das famílias dentro de cada procedência foi coincidente na primeira e segunda rotações. Depreende-se, então, que a interação genótipos x idades ocorreu principalmente entre as procedências.

As estimativas do ganho esperado com a seleção nas diferentes idades e da resposta correlacionada da seleção efetuada na primeira rotação, no mesmo caráter, na segunda rotação, são apresentadas na Tabela 18. Constata-se que os ganhos esperados com a seleção dentro das famílias foram maiores que o ganho entre as famílias e foram elevados. Tais resultados eram esperados em função das altas estimativas da herdabilidade observadas. Os resultados mais importantes da Tabela 18 são os ganhos esperados na segunda rotação pela seleção efetuada na primeira rotação. Os ganhos foram ligeiramente menores na seleção efetuada aos 41 meses em relação aos 59 meses, concordando com as estimativas da interação, fato já comentado anteriormente.

A análise da variância da porcentagem de sobrevivência das árvores após o corte da primeira rotação é apresentada na Tabela 19. Inicialmente deve ser enfatizado que na análise de variância dos dados não transformados o teste de não aditividade foi significativo. Após a transformação para arco seno  $\sqrt{x}$  essa condição de aditividade do modelo foi atendida. Verificou-se novamente diferença significativa ( $P \leq 0,01$ ) entre todas as fontes de variação. Na Figura 2 é apresentada a distribuição de freqüência da porcentagem média de sobrevivência das 177 famílias, dados não transformados. Comprova-se a existência de variação entre elas para a sobrevivência que variou de 33% a 96%. Chama atenção a média de sobrevivência das famílias que foi semelhante à média da testemunha. Observe-se que um número grande de famílias apresentou sobrevivência superior à da testemunha.



TABELA 18. Estimativas do ganho com a seleção e resposta correlacionada na segunda rotação (considerando 10% de seleção entre e dentro das famílias), dados obtidos na avaliação de famílias de meios-irmãos de *Eucalyptus grandis*.

Ganho esperado com a seleção										
idade da Seleção	Entre famílias				Dentro famílias				TOTAL	
	DAP		Altura		DAP		Altura		DAP	Altura
	cm	% <sup>1</sup>	m	%	cm	%	m	%	%	%
41	1,88	16,67	1,73	11,87	2,50	22,16	2,66	18,24	38,83	30,11
59	2,20	16,83	2,40	12,80	2,73	20,89	3,53	18,83	37,72	31,63
35	1,56	20,26	2,05	20,30	2,22	28,83	3,84	38,02	47,09	58,32

Resposta correlacionada na segunda rotação (35 meses)										
idade da Seleção	Entre famílias				Dentro famílias				TOTAL	
	DAP		Altura		DAP		Altura		DAP	Altura
	cm	% <sup>1</sup>	m	%	cm	%	m	%	%	%
41	1,10	14,29	1,36	13,46	1,46	18,96	2,08	20,94	33,25	34,40
59	1,40	18,18	1,53	15,15	1,74	22,60	2,26	22,38	40,78	37,53

<sup>1</sup> Ganho porcentual em relação às médias das famílias.

TABELA 19. Resumo da análise de variância para o caráter sobrevivência, utilizando dados transformados arc seno  $\sqrt{x}$ , na segunda rotação, obtidos na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. grandis*, Itararé-SP.

FV	GL	QM
		arc seno de sobrevivência
Blocos	9	390,448
Entre famílias	176	1381,820**
Entre procedências	9	2601,673**
Entre famílias/procedência		
Pandanus QLD	17	1.165,098**
Ravenshoe QLD	4	3.372,823**
Mareeba QLD	10	629,381**
Atherton I QLD	24	1.194,581**
Atherton II QLD	14	1.658,547**
Kenilworth QLD	18	2.226,575**
Bellthorpe QLD	24	1.854,326**
Knorrit NSW	19	1.442,165**
Wild Cattle NSW	18	355,812**
Yabbra NSW	19	521,893**
Erro	1584	209,937
Coeficiente de variação experimental (Cv) %		19,19
Média		75,52

\*\* : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

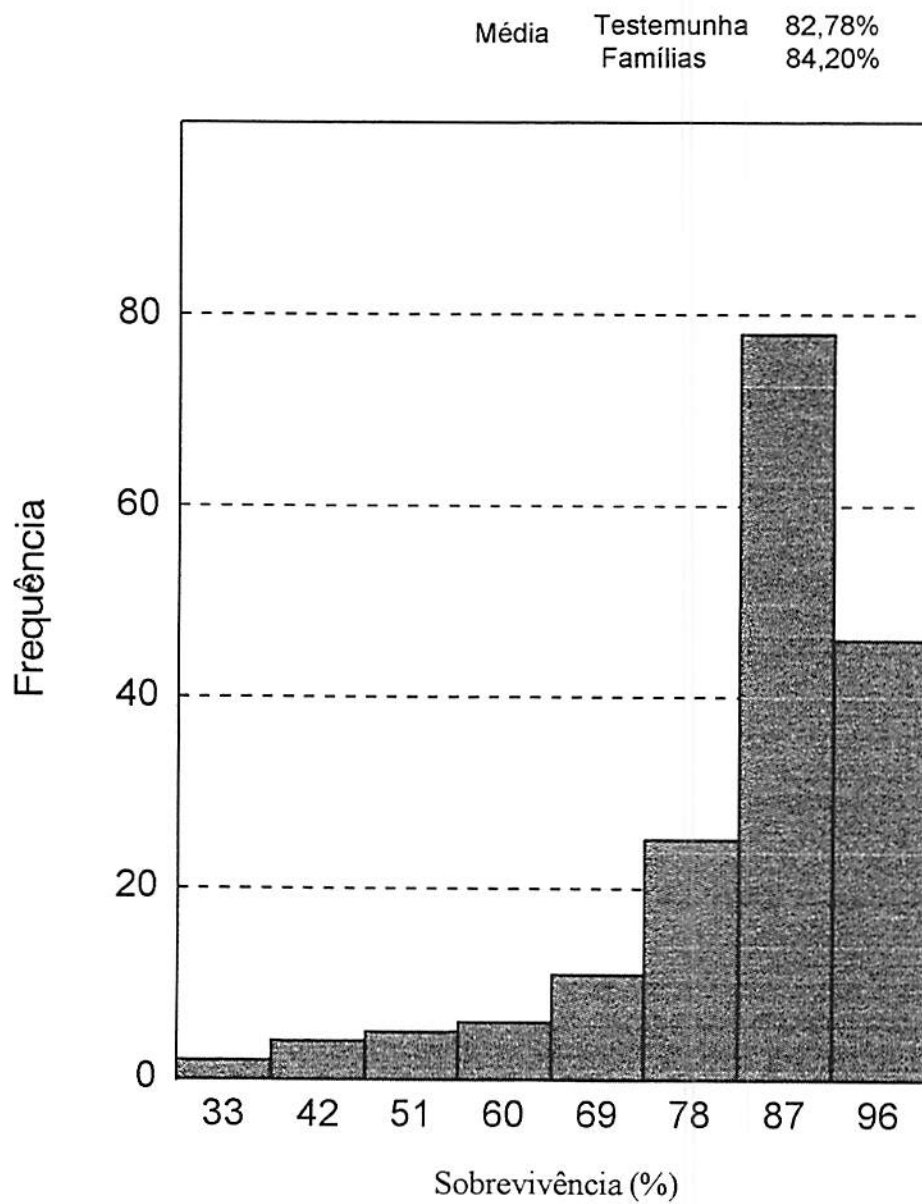


FIGURA 2. Distribuição de frequência da porcentagem de sobrevivência, obtida na avaliação das 177 famílias, *E. grandis*, na segunda rotação.

As estimativas dos componentes da variância fenotípica e genética para esse caráter são apresentadas na Tabela 20. Constata-se que a menor sobrevivência foi observada na média das famílias da procedência Kenilworth QLD (73,1%) e a maior na Wild Cattle NSW com 89,6%. A estimativa da herdabilidade, envolvendo todas as famílias, foi de 84,8% e considerando as procedências esse valor variou de 40,99% (Wild Cattle NSW) a 93,8% (Ravenshoe QLD). Esses resultados evidenciam que há variabilidade entre as famílias para a sobrevivência e possibilitam antever sucesso com a seleção.

TABELA 20. Estimativas das variâncias genética e fenotípica da porcentagem de sobrevivência, obtidas na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. grandis*, Itararé- SP.

Procedências	n <sup>o</sup> de famílias	Média de sobrevivência <sup>1</sup>	$\sigma_p^2$	$\sigma_A^2$	$h_F^2\%$
Pandanus QLD	18	86,3 ABC <sup>2</sup>	95,516	382,064	81,98
Ravenshoe QLD	5	83,7 ABC	316,289	1265,156	93,78
Mareeba QLD	11	87,9 AB	41,944	167,776	66,64
Atherton I QLD	25	84,3 ABC	98,464	393,856	82,43
Atherton II QLD	15	85,8 ABC	144,861	579,444	87,34
Kenilworth QLD	19	73,1 D	201,664	806,656	90,57
Bellthorpe QLD	25	82,3 C	164,439	657,756	88,68
Knorrit NSW	20	83,2 BC	123,223	492,892	85,44
Wild Cattle NSW	19	89,6 A	14,587	58,348	40,99
Yabbra NSW	20	86,3 AB	31,956	127,824	61,23
Todas as famílias		84,0	117,188	468,753	84,81

Em que:

<sup>1</sup> Dados médios da sobrevivência não transformados;

<sup>2</sup> Numa mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Ducan (ao nível de 5% de Probabilidade).

## 5 DISCUSSÃO

Inicialmente é preciso comentar que as estimativas da correlação fenotípica ( $r_F$ ) entre altura e diâmetro das árvores foram de 0,94\*\*; 0,93\*\* e 0,93\*\* para as idades de 41 e 59 meses na primeira rotação e 35 meses na segunda rotação, respectivamente. As estimativas da correlação entre esses dois caracteres apresentados na literatura concordam com as obtidas neste trabalho, indicando que eles apresentam associação alta e positiva (Kedharnath e Vankshasya, 1977; Van WYK, 1975; Assis, Brune e Euclides, 1983; Borges, 1980; Mori, Kageyama e Ferreira, 1988; Kageyama e Vencovscky, 1983; Shimizu et al., 1982; Assis, 1980, Castro, 1992). Do exposto nessa discussão, a ênfase será direcionada ao DAP, e evidentemente, será válida para a altura.

A eficiência de qualquer processo seletivo é dependente da precisão experimental com que as famílias são avaliadas. As estimativas do coeficiente de variação experimental (CVe%), na primeira rotação, permitem inferir que esse experimento apresentou boa precisão, segundo critérios sugeridos por Garcia (1989). As estimativas do CVe na segunda rotação foram maiores, em função, provavelmente, da redução na população de plantas devido ao não vingamento de algumas cepas. Porém, mesmo nesse caso, as estimativas do CVe foram inferiores a 20%, indicando uma precisão média na avaliação das famílias. Na literatura há alguns relatos de CVe obtidos também na avaliação de famílias de meios-irmãos de *E. grandis*, em experimentos conduzidos no Brasil, cujos valores são de magnitude semelhante aos relatados nesse experimento (Tabela 2). Vale

ressaltar que nos referidos experimentos o número de famílias foi sempre inferior ao utilizado neste trabalho, o que provavelmente possibilitaria maior precisão experimental.

Os diâmetros das árvores obtidas pelas famílias avaliadas foram em média semelhantes ao do clone utilizado como testemunha. Porém, algumas famílias apresentaram desempenho superior ao da testemunha, evidenciando o potencial de crescimento das famílias avaliadas. Entre os principais fatores que afetam o crescimento das árvores estão a fertilidade do solo e as condições climáticas. No caso deste trabalho, o experimento foi instalado em solo com baixa fertilidade, como comprovam as análises do solo apresentadas na Tabela 6. Porém, as adubações utilizadas devem ter suprido a deficiência dos principais nutrientes. No que se refere as condições climáticas, a precipitação (chuva), pelo menos aparentemente, não acarretou maiores problemas, pois a precipitação anual, no período de 1986 a 1996, foi sempre superior a 1.100 mm com mais de 90 dias com chuva (Tabela 5). No momento do abate, aos 59 meses, a média do DAP foi de 13,07 cm e altura de 18,75 m; o que indica que o crescimento das árvores foi relativamente bom. Infelizmente não foram encontrados relatos do DAP ou altura de árvores de *E. grandis* com essa idade para servir como referência.

Aliado ao potencial de crescimento já mencionado, a população utilizada, mostrou grande variabilidade, não só quando se consideraram todas as famílias, como também entre famílias dentro de procedências; isso é comprovado pelas estimativas da herdabilidade ao nível de famílias ( $h^2_{\frac{1}{2}}$ ) na primeira rotação, que foram acima de 90% e na segunda rotação de 84,8% (Tabela 14). Esses valores são superiores aos relatados na literatura (Tabela 2), em que a média de 14 estimativas, para o DAP, em primeira rotação foi de 62,4%. No caso de segunda rotação, Silva (1983) notifica uma estimativa média de  $h^2=34,4\%$  para altura das árvores das brotações com 12 e 15 meses de idade.

Essas altas estimativas da herdabilidade refletem diretamente no sucesso da seleção. Se for considerada a intensidade de seleção de 10% entre e dentro das famílias meios-irmãos aos 59 meses, o ganho esperado com a seleção será de 37,72% da média da população, para o DAP (Tabela 18). Veja-se que mesmo na seleção efetuada aos 41 meses, portanto mais precoce, o ganho total seria expressivo, ou seja, 4,38 cm, isto é, 33,24% da média populacional aos 59 meses. Esse resultado reflete também a possibilidade de sucesso na seleção mais precoce, na primeira rotação, como já foi relatado em vários estudos com o gênero *Eucalyptus* (Marques Júnior, 1995; Perreira, 1996; Riemenschneider, 1988; Borralho, Cotterill e Kanowski, 1992).

Como já salientado, o principal objetivo deste trabalho é verificar o efeito de seleção efetuada durante a primeira rotação no desempenho das árvores na segunda rotação. Esse desempenho na segunda rotação é dependente, em primeiro lugar, da capacidade de brotação das cepas e, em consequência, do número de árvores que sobrevivem de uma rotação para outra.

Neste trabalho a porcentagem média de sobrevivência na segunda rotação foi de 84% em relação as árvores existentes aos 59 meses na primeira rotação. Constatou-se, contudo, grande variação entre as famílias e entre as procedências dentro das famílias. Segundo Balloni et al. (1980), a capacidade de brotação das cepas varia entre as espécies, sendo que *E. grandis* está entre as que possuem maior capacidade de brotação, o que confirma os resultados obtidos neste trabalho.

A porcentagem média de sobrevivência das cepas obtida por Silva (1983), também em *Eucalyptus grandis*, foi de 87,1%; portanto, valor bem semelhante ao relatado neste trabalho. As estimativas de  $h^2_m$  para o caráter sobrevivência das árvores (Tabela 20) confirmam a existência de variabilidade para esse caráter. Considerando todas as 177 famílias a  $h^2_m$  foi de 84,81%, valor este bem superior ao relatado por Silva (1983) que



avaliou 76 famílias de *E. grandis*, cortadas nas idades de 44 meses e 57 meses e obteve uma  $h^2_m$  inferior a 10% na média das duas épocas de corte. A diferença nessas estimativas pode ser atribuída a alguns fatores: o primeiro deles, talvez o mais importante, seria a diferença na variabilidade genética das duas populações utilizadas, e, em segundo lugar, fatores ambientais. Há vários relatos de que a capacidade de rebrota depende da época de corte (Silva, 1978; Kramer e Kozlowski, 1960; Rosse, 1995), da idade da árvore (Paiva et al, 1983; Uppin, 1983) e do diâmetro da árvore (Andrade, 1961, Wick e Whitesell, 1969; Venter, 1972; Simões, 1972; Avolio e Ciancio, 1975; Pereira et al. 1980).

As estimativas da correlação fenotípica entre o DAP aos 41 meses e 59 meses com a porcentagem de sobrevivência foram de 0,70 e 0,77, respectivamente. Outros trabalhos confirmam essa associação positiva e alta entre o diâmetro da árvore e sua capacidade de regeneração. Em trabalho conduzido com *E. grandis*, em duas localidades do estado de São Paulo, foram estimadas correlações fenotípicas superiores a 0,9 entre o diâmetro da cepa e o desenvolvimento da brotação, com dois anos de idade e um ano após a desbrota (Andrade et al., 1996). Essa associação positiva e alta é muito favorável ao melhorista, pois ao selecionar, na primeira rotação, árvores com maior DAP, que é o principal objetivo, estarão automaticamente identificando as famílias e/ou indivíduos com maior capacidade de regeneração, condição essa, como já mencionado, fundamental para o sucesso da exploração florestal na segunda rotação.

Essa observação pode ser comprovada através da estimativa da resposta correlacionada na sobrevivência pela seleção efetuada entre média das famílias no DAP das árvores aos 59 meses. No exemplo, o ganho foi de 6,65% da média da população, valor esse que é inferior ao observado pela seleção efetuada diretamente na sobrevivência que foi de 17,50%; porém, mesmo assim, é expressivo. Falconer (1980) comenta que na resposta correlacionada a seleção só será maior que o ganho direto na seleção do caráter se

$\sqrt{h_y^2} r_{G_{xy}} > \sqrt{h_x^2}$ , sendo, neste caso,  $h_y^2$  e  $h_x^2$  as estimativas da herdabilidade do DAP e da sobrevivência, respectivamente, e  $r_{G_{(xy)}}$  é a correlação genética entre os dois caracteres. No caso, a resposta correlacionada seria maior que seleção direta se a herdabilidade do caráter sobrevivência fosse inferior a 0,54, ou seja,  $h_x^2 = (\sqrt{h_y^2} \cdot r_G)^2 = (\sqrt{0,903} \cdot 0,77)^2$ .

As estimativas da interação famílias x idades, considerando os pares de idade 41 meses (primeira rotação) e 35 meses (segunda rotação) e o par 59/35 meses, diferiram entre si. Para o DAP no primeiro caso, 41/35 correspondeu a 47,3% da estimativa da variância genética e a 20,3% no caso 59/35, respectivamente. Esse fato é agravado por ser a interação observada predominantemente do tipo complexa, isto é, não houve coincidência na classificação das famílias nas duas condições. Em princípio esse fato evidencia que a seleção precoce efetuada na primeira rotação é de menor eficiência no desempenho da segunda rotação, do que a efetuada no momento do corte (59 meses).

A presença da interação tem reflexo direto no sucesso da seleção. Veja-se (Tabela 21) que se for considerada a seleção das 18 melhores famílias, aos 41 meses, na primeira rotação, 8 delas seriam selecionadas também na segunda rotação, aos 35 meses, que corresponde a uma eficiência de seleção pela expressão de Hamblin e Zimmermann (1986) de 38,3%. Coerentemente com a estimativa da interação, na seleção efetuada aos 59 meses, haveria uma coincidência de 13 famílias entre as 18 que seriam selecionadas também na segunda rotação, ou seja uma eficiência de seleção de 69,1%. Esses resultados evidenciam que, embora a eficiência da seleção precoce na primeira rotação ser relatada em algumas oportunidades (Riemenschneider, 1988; Borralho, Cotterill e Kanowski, 1992; Marques Júnior, 1995 e Pereira, 1996), a manutenção dessa eficiência, também no sucesso da segunda rotação, pelo menos para uma intensidade de seleção baixa, como a utilizada neste trabalho, pode ser questionada.

TABELA 21. Dezoito melhores famílias selecionadas em cada idade considerando o DAP, dados obtidos na avaliação de famílias de meios-irmãos de *E. grandis*.

	41 meses		59 meses		35 meses	
	FAMÍLIA	DAP (cm)	FAMÍLIA	DAP (cm)	FAMÍLIA	DAP (cm)
1	2	13,734	2	15,907	32	10,304
2	52	13,122	91	15,293	27	10,092
3	91	13,052	103	15,292	45	9,987
4	42	12,915	27	15,228	29	9,815
5	1	12,892	52	15,220	19	9,781
6	103	12,867	76	15,098	59	9,726
7	65	12,863	42	15,078	28	9,679
8	23	12,858	65	15,052	68	9,627
9	76	12,858	105	14,935	76	9,58
10	27	12,851	23	14,928	33	9,493
11	105	12,789	67	14,863	1	9,412
12	68	12,752	99	14,827	52	9,352
13	67	12,733	1	14,812	58	9,306
14	58	12,727	38	14,774	2	9,229
15	99	12,686	29	14,747	50	9,174
16	104	12,619	32	14,737	38	9,037
17	113	12,596	58	14,700	103	9,027
18	12	12,592	68	14,697	67	9,005

Contudo, as estimativas da resposta correlacionada à seleção na segunda rotação, pela que foi efetuada na primeira rotação, mostram valores expressivos para a seleção efetuada em ambas as idades: 33,25% da média da segunda rotação (35 meses) se a seleção fosse efetuada aos 41 meses e 40,78% aos 59 meses na primeira rotação (Tabela 18). Esses valores correspondem a 70,61% e 86,60% do ganho esperado com a seleção efetuada diretamente na segunda rotação. Não foi encontrado nenhum relato na literatura sobre o efeito da seleção para o DAP na primeira rotação pertinente ao desempenho das famílias na segunda rotação.

Considerando que os povoamentos de *Eucalyptus* são geralmente explorados economicamente por duas ou até três rotações no Brasil, os resultados obtidos neste trabalho são muito favoráveis aos programas de melhoramento que estão em andamento. A seleção efetuada na primeira rotação apresentou resultados expressivos na segunda rotação. No que se refere a seleção precoce na primeira rotação, poder-se-ia utilizar o procedimento

sugerido por Pereira (1996), para *Eucalyptus camaldulensis*, utilizando sementes remanescentes ou seja “com 18 à 24 meses após a instalação do experimento; seriam identificadas as melhores famílias e logo em seguida instalado o lote de recombinação - pomar de sementes. Inclusive, nesse caso, poder-se-ia usar um arranjo tal, que possibilitasse a todos os materiais a mesma chance de ter como vizinho todas as demais famílias selecionadas. Além do mais, os dados obtidos no lote de recombinação poderiam ser analisados visando a reforçar os resultados obtidos anteriormente. Dois anos após a implantação do pomar de sementes, quando as árvores começassem a florescer, a experimento já estaria com cerca de 4 anos. Nesse momento, proceder-se-ia uma nova avaliação das famílias, com o fim de verificar se realmente aquelas identificadas aos 2 anos eram realmente as superiores. Aquelas que não confirmassem o bom desempenho seriam eliminadas no pomar. Assim, poderia ser aplicada uma intensidade de seleção mais branda, cerca de 20 a 25%, após essa segunda avaliação ficar com as 10 ou 15% superiores. Veja-se que, nesse caso, a eliminação no pomar seria pequena, sem maiores problemas na recombinação devido à ocorrência de clareiras”.

## 6 CONCLUSÕES

1. A população de *Eucalyptus grandis* utilizada apresentou um bom potencial produtivo associado a grande variabilidade genética para os caracteres DAP e altura, evidenciando a possibilidade de sucesso com a seleção.
2. Foi constatada associação genética positiva e alta entre o diâmetro das árvores e sua capacidade de regeneração. A seleção na primeira rotação das árvores com maior crescimento contribuiu para uma maior regeneração das touças e, conseqüentemente, maior sobrevivência das árvores na segunda rotação.
3. A estimativa da herdabilidade no sentido restrito ao nível de média das famílias foi alto, para a sobrevivência das árvores, indicando que há possibilidade de sucesso com a seleção também para esse caráter na população de *E. grandis* utilizada.
4. Apesar de ter sido constatada interação do tipo complexa entre famílias e rotações, especialmente quando se considerou a avaliação mais precoce na primeira rotação, 41 meses, a resposta correlacionada, tanto para o DAP como para a altura das árvores, na segunda rotação pela seleção efetuada na primeira rotação, foi superior a 70% da obtida se a seleção tivesse sido efetuada diretamente na segunda rotação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, E.N. **O eucalipto**. São Paulo. Companhia Paulista de Estrada de Ferro, 1961. 667p.
- ANDRADE, H.B.; BENEDETTI, V.; MADASCHI, J.C.; BERNARDO, V. Aumento da produtividade da segunda rotação de eucalipto em função do método de desbrota. 4<sup>a</sup> Reunião técnica sobre manejo de brotação de *Eucalyptus*. Piracicaba: IPEF/ESALQ/USP, 1996. 12p.
- AVOLIO, S.; CIANCIO, O. Osservazioni sulla rinovazione agamica di *Eucalyptus trabutti* e *Eucalyptus occidentalis*. *Annali di Institute Sperimentale per la Selvicoltura*, Arezzo, v.6, p.123-245, 1975.
- ASSIS, T.F. de. **Estimativas de herdabilidade e correlações em progênes jovens de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden**. Viçosa: UFV, 1980. 38p (Dissertação - Mestrado Genética e Melhoramento).
- ASSIS, T.F.de, BRUNE, A.; EUCLYDES, R.F. Ensaio de progênes de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. *Silvicultura*, São Paulo, v.8, n.28, p.158-159, jan./fev. 1983.
- BALLONI, E.A.; SILVA, A.P. Condução de touças de *Eucalyptus*: resultados preliminares, **Boletim informativo**. IPEF, Piracicaba, v.6, n. 16:B1/B8, jul./1978.
- BALLONI, E.A.; SIMÕES, A.P.; SILVA, A.P. Condução de touças de *Eucalyptus*. *Silvicultura*. São Paulo, v.2, p.87-89, 1980.
- 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.; 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.
- CARVALHO, P.L.P.T.de. **Interação Genótipo x Ambiente em Clones de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden**. Viçosa: UFV, 1989. p.74. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento).

- CASTRO, N.H.C.de. **Número de repetições e eficiência da seleção em progênes de meios-irmãos de *Eucalyptus canaldulensis***. Lavras: UFLA, 1992. p.121. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- COMSTOCK, R.E.; ROBINSON, H.F. The componentes of genetic variance in populations of biparental progênes and their use in estimanting the average degree of dominance. *Biometrics*, North carolina, v. 4, p. 254-266, 1948.
- CRUZ, O.D.; CASTOLDI, F.L. Decomposição da interação genótipos x ambientes em parte simples e complexa. *Revista Ceres*, Viçosa, v.38, n.219, p.422-430, set./out.1991.
- FALCONER, O.S. **Introdução a genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 1987. 279p.
- FONSECA, A.G. et al. Influência da época de corte sobre o vigor das brotações de povoamentos de *eucalyptus saligna*. Sm. SIF, Boletim Técnico Viçosa, n.1, p.26-31, 1978.
- FONSECA, A.G.da, MIRANDA FLOR, H.de, EUCLYDES, R.F.; BARROS, I.P.de. Estimativa de herdabilidade e de correlações entre características de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. *Brasil Florestal*, Brasília, n.67, p.35-39, 1989.
- GARCIA, C.H. **Tabelas para a classificação do coeficiente de variação**. Piracicaba: IPEF, 1989.10p. (Circular Técnica, 171).
- GOES, E. **Os eucaliptos: ecologia, cultura, produções e rentabilidade**. Lisboa, Portucel, 1977. .366p.
- 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**. 2 ed. Ames, Iowa State University Press, 468p.1983.
- HAMBLIN, J.; ZIMMERMANN, M.J.de O. Breending common bean for yield in mixtures. *Plant Breeding Reviews*, v.4, p.254-272, 1986.
- KAGEYAMA, P.Y. **Varição genética em progênes de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1980. 125p. (Tese - Doutorado em Genética e melhoramento de Plantas).
- KAGEYAMA, P.Y. **Seleção precoce a diferentes idades em progênes de *Eucalyptus grandis* (Hill) maiden**. Piracicaba: ESALQ, 147p. 1983. (Tese de livre - Docência).
- KAGEYAMA, P.Y.; VENCOVSKY, R. **Varição Genética em progênes de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden**. IPEF, Piracicaba, v.24, p.9-26, ago. 1983.

- KEDHARNATH, S.; VANKSHASYA, R.H. Estimates of components of variance, herdability and correlations among some growth parameters in *Eucalyptus tereticornis*. In: **WORLD CONSULATION ON FOREST TREE BREEDING**, Camberra, GAO, 1977. v.3, 10p.
- KIKUTI, P. **Parâmetros genéticos em progênes de meios-irmãos e clonais numa população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden na região de Telêmaco Borda - PR.** Piracicaba, ESALQ, 1988. 119p. (Dissertação de Mestrado).
- KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T.T. **Physiology of trees.** New York: Mc-Graw Hill, 1960. 642p.
- LONQUIST, J.H. A modification of the war-to-row procedure of the improvement of maize population. **Crop Science**, Madison, v.4 n.2, p.227-228, Mar.Apr. 1967.
- MARTINS, F.C.G.; IKEMORI, Y.K.; PENCHEL, R.M. **Melhoramento florestal de eucalipto para polpa de celulose na Aracruz.** Aracruz: Aracruz Celulose, 1994. 16p. (datilografado)
- MARQUES JR., O.G. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos e avaliação da eficiência da seleção precoce em *Eucalyptus cloeziana* F. Muell.** Lavras: UFLA, 69P. 1995,. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- MELLO, H.A. **Silvicultura e Dendrologia.** Piracicaba, ESALQ, p.8-37, 1974.
- MENK, A.L.M.; KAGEYAMA, P.Y. **Variação genética em progênes de árvores de pomar de sementes por mudas de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden na região de Biritiba Mirim-SP.** IPEF, Piracicaba, v.33, p.5-15, 1986.
- MORAES, M.L.T. de. **Variação genética da densidade básica da madeira em progênes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e suas relações com as características de crescimento.** Piracicaba, ESALQ, 1987. 115p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- MORI, E.S.; KAGEYAMA, P.Y.; FERREIRA, M. **Variação genética e interação progênie x locais em *Eucalyptus urophylla*.** IPEF, Piracicaba, v.39, p.53-63, ago., 1988.
- PAIVA, H.N.; PAULA NETO, F.; BRANDI, R.M.; VALE, A.B. **Influência das idades de corte e de desbrota e do número de brotos sobre o desenvolvimento da brotação de cepas de *Eucalyptus* spp.** **Revista Árvore**, Viçosa, v.7, n.1, p.1-10, 1983.
- PATERNIANI, E. **Selection among and within half-sibb families in a Brazilian populations of maize (*Zea mays* L.).** **Crop Science**, Madison, v. 7, n.3, p.212-216, maio/jun. 1967.
- PATERNIANI, E.; MIRANDA FILHO, J.B. **Melhoramento de populações** In: PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção do milho no Brasil.** Piracicaba, Fundação Cargill, . p. 202-256, 1987.



- PATINHO-VALERA, F. **Variação genética em progênes de *Eucalyptus saligna* Smith e sua interação com o espaçamento.** Piracicaba: ESALQ, 1986. 192p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais).
- PEREIRA, A.R.; BRANDI, M.B. **Condução da Brotação em povoamentos de eucalipto.** *Boletim Técnico SIF*, Viçosa, n.6, p.1-14, 1981.
- PEREIRA, A.R.; PAULA NETO, F.; RAMALHO, L.R. **Determinação do número ótimo de brotos em plantações de *Eucalyptus* spp.** *Boletim Técnico SIF*, Viçosa, v.4 n.10, p. 1-11, 1980.
- PEREIRA, B. A. **Avaliação da Eficiência da seleção precoce em famílias de meios-irmãos de *Eucalyptus camadulensis* Dehnh., na região do noroeste do Estado de Minas Gerais.** Lavras: UFLA, 68p. 1996. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- RAMALHO, M.A.P. **Emprego da Seleção recorrente no melhoramento de essências florestais.** In: **Workshop: Métodos de seleção.** UFV, p.1-18, Belo Horizonte, jun./1995.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.dos; ZIMMERMANN, M.J.O. **Genética quantitativa em plantas autógam; aplicações ao melhoramento do feijoeiro.** Goiânia: Editora da Universidade Federal de Goiás, 1993, 271p.
- REZENDE, G.D.S.P.; BERTOLUCCI, F.de L.G. **Uso da seleção combinada na determinação da eficiência da seleção precoce em progênes de meios-irmãos de *Eucalyptus urophylla*.** In: Congresso Florestal Brasileiro. Curitiba-PR, p.158-160, 1993.
- 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, p.45-50, 1995.
- 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.
- ROSSE, L.N. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos da capacidade de rebrotamento e do enraizamento de estacas em clones de *Eucalyptus* spp.** Lavras: UFLA, 1995, 77p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- SHIMIZU, J. **Aspectos da atividade florestal e pesquisas correlatadas na Austrália e Papua-Nova Guiné.** *Brasil Florestal*. Brasília, v.9, p.42-67, 1978.
- SHIMIZU, J.Y.; KAGEYAMA, P.Y.; HIGA, A.R. **Procedimentos e recomendações para estudos de Progênes de essências florestais.** Curitiba: EMBRAPA, Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro Sul, 1982, 33p. (Documentos, 11).

- SILVA, A.P. **Estudo do comportamento da brotação de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden a nível de progênes de polinização livre.** Piracicaba: ESALQ, 1983, p.77. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- SILVA, A.P., **Efeitos da época e alturas de cortes em *Eucalyptus grandis*.** Mogi Guaçu: Champion Papel e Celulose S.A. 1978. (não publicado).
- SIMÕES, J.W. et al. **Efeito da ferramenta de corte sobre a regeneração de eucalipto.** IPEF, Piracicaba v.4, p3-10, 1972.
- SOUZA JÚNIOR, C.L. de. **Componentes de variância genética e suas implicações no melhoramento vegetal.** Piracicaba, FEALQ, 1989.134p.
- STAPE, J.L.; MADASCHI, J.C.; BACACICCI, D.D.; OLIVEIRA, M.C.de. **Manejo de brotação de *Eucalyptus* spp: resultados técnico-operacionais**In: Instituto de pesquisas e estudos florestais. 13p., ago., 1993.. (Circular Técnica, 183).
- UPPIN, S.P. **A few facts about Eucalyptus.** *The Indian Forester.* v. 92. 1966. n.12, p.749-50.
- VAN WYK, G. **Early growth results in a diallel programy test of *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden.** Raleigh, North Carolina State University, 1975. 135p. (Tese de Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- VENCOVSKY, R. **Herança quantitativa.** In: PARTERNIANI, E.; VIÉGAS, G.P. **Melhoramento e população do milho.** Campinas: Fundação Cargill, v.1, 1987, p.137-214.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento.** Ribeirão Preto: *Revista Brasileira de genética*, 496p.1992.
- VENTER, A. **The effect of stump size on vigour of coppice growth in *Eucalyptus grandis*.** Matubatuba: Galvin & Sales, 1972, p.51-52.
- WATTLE RESEARCH INSTITUTE. **Handbook on eucalyptus growing.** Natal: 1972, p. 57-70.
- WICK, H.L.; WHITESELL, C. D. **Stump diameter affects aprout development of tropical ash.** Pacific Southwest. U.S.D.A. Forest Service, Berkely, 1969, Research Not, PSW-196, 3p.

**APÉNDICE**

TABELA 1A. Quadrado médio do erro, média geral, variância dentro de parcelas ( $\hat{\sigma}_{d_i}^2$ ) e número médio de plantas por parcelas ( $K_i$ ) dos caracteres DAP (cm) e altura das árvores (m), obtidos na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. grandis* com 41 meses de idade, Itararé- SP.

Procedências	N <sup>o</sup> de famílias	$K_i$	DAP (cm)			Altura (m)		
			QMe <sub>i</sub>	Média	$\hat{\sigma}_{d_i}^2$	QMe <sub>i</sub>	Média	$\hat{\sigma}_{d_i}^2$
Pandanus QLD	18	5,92	1,054	11,25	7,100	0,779	14,36	4,025
Ravenshoe QLD	5	5,83	1,146	11,77	6,594	0,689	14,83	3,844
Mareeba QLD	11	5,93	1,495	11,70	6,347	0,865	15,00	3,220
Atherton I QLD	25	5,79	1,210	11,27	7,471	0,878	14,64	4,337
Atherton II QLD	15	5,80	1,296	10,99	7,673	1,130	13,97	4,931
Kenilworth QLD	19	5,79	1,601	10,90	8,831	1,423	14,02	6,552
Bellthorpe QLD	25	5,70	1,682	11,53	7,456	1,574	14,97	5,114
Knorrit NSW	20	5,90	1,258	10,72	6,640	1,169	14,09	4,814
Wild Cattle NSW	19	5,85	0,921	11,46	5,692	0,796	14,85	3,512
Yabbra NSW	20	5,89	0,836	11,59	5,673	0,724	15,18	3,614

TABELA 2A. Quadrado médio do erro, média geral, variância dentro de parcelas ( $\hat{\sigma}_{d_i}^2$ ) e número médio de plantas por parcelas ( $K_i$ ) dos caracteres DAP (cm) e altura das árvores (m), obtidos na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. grandis* com 59 meses de idade, Itararé - SP.

Procedências	N <sup>o</sup> de famílias	K <sub>i</sub>	DAP (cm)			Altura (m)		
			QMe <sub>i</sub>	Média	$\hat{\sigma}_{d_i}^2$	QMe <sub>i</sub>	Média	$\hat{\sigma}_{d_i}^2$
Pandanus QLD	18	5,83	1,654	12,95	11,694	1,625	18,31	0,124
Ravenshoe QLD	5	5,68	1,724	13,60	12,089	1,609	18,87	-0,079
Mareeba QLD	11	5,89	2,521	13,67	10,936	2,179	19,35	0,633
Atherton I QLD	25	5,68	1,937	13,00	12,482	1,884	18,53	0,185
Atherton II QLD	15	5,41	1,830	12,70	11,789	1,671	17,68	-0,017
Kenilworth QLD	19	5,53	2,359	12,71	13,267	2,527	18,25	0,362
Bellthorpe QLD	25	5,47	2,252	13,51	11,526	2,704	19,42	0,937
Knorrit NSW	20	5,73	1,965	12,44	10,137	2,135	18,21	0,577
Wild Cattle NSW	19	5,80	1,381	13,19	9,457	1,704	19,15	0,305
Yabbra NSW	20	5,79	1,081	13,36	8,428	0,965	19,65	-0,251

TABELA 3A. Quadrado médio do erro, média geral, variância dentro de parcelas ( $\hat{\sigma}_{d_i}^2$ ) e número médio de plantas por parcelas ( $K_i$ ) dos caracteres DAP (cm) e altura das árvores (m), obtidos na avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. grandis* com 35 meses de idade, Itararé - SP.

Procedências	Nº de famílias	$K_i$	DAP (cm)			Altura (m)		
			QMe <sub>i</sub>	Média	$\hat{\sigma}_{d_i}^2$	QMe <sub>i</sub>	Média	$\hat{\sigma}_{d_i}^2$
Pandanus QLD	18	4,88	1,344	7,79	6,123	1,387	9,94	5,197
Ravenshoe QLD	5	4,13	1,907	8,62	8,046	1,482	11,68	7,236
Mareeba QLD	11	4,93	2,196	8,96	5,843	2,097	11,94	5,055
Atherton I QLD	25	4,58	1,471	8,21	6,340	1,823	10,89	5,025
Atherton II QLD	15	4,76	1,771	7,57	6,372	2,037	9,83	4,982
Kenilworth QLD	19	3,75	2,780	7,54	4,905	3,449	9,43	3,871
Bellthorpe QLD	25	4,43	2,170	7,84	5,160	2,880	10,63	4,744
Knorrit NSW	20	4,57	1,191	7,04	3,766	1,429	8,74	3,364
Wild Cattle NSW	19	5,24	1,025	7,11	3,631	1,319	9,43	3,257
Yabba NSW	20	4,96	1,198	7,41	4,053	1,578	10,04	3,627

TABELA 4A. Estimativas dos componentes genéticos e fenotípicos, dos caracteres DAP (cm) e altura das árvores (m), obtidos das famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. grandis* aos 41 meses de idade (primeira rotação), Itararé -SP.

Procedências	DAP (cm)		Altura (m)	
	$\hat{\sigma}_A^2$	$h_F^2$	$\hat{\sigma}_A^2$	$h_F^2$
Pandanus QLD	4,983	0,908	2,213	0,843
Ravenshoe QLD	4,164	0,892	3,328	0,891
Mareeba QLD	3,341	0,872	2,245	0,846
Atherton I QLD	5,159	0,911	2,800	0,873
Atherton II QLD	5,602	0,918	3,066	0,883
Kenilworth QLD	9,748	0,951	8,568	0,955
Bellthorpe QLD	7,379	0,936	7,888	0,951
Knorrit NSW	4,504	0,900	0,899	0,899
Wild Cattle NSW	0,870	0,634	0,602	0,596
Yabbra NSW	1,437	0,741	1,170	0,741

em que:

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

$h_F^2$  - Herdabilidade no sentido restrito ao nível de média.

TABELA 5A. Estimativas dos componentes genéticos e fenotípicos, dos caracteres DAP (cm) e altura das árvores (m), obtidos das famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. grandis* aos 59 meses de idade (primeira rotação), Itararé -SP.

Procedências	DAP (cm)		Altura (m)	
	$\hat{\sigma}_A^2$	$h_{\bar{F}}^2$	$\hat{\sigma}_A^2$	$h_{\bar{F}}^2$
Pandanus QLD	6,748	0,900	4,440	0,851
Ravenshoe QLD	6,256	0,893	5,959	0,885
Mareeba QLD	7,094	0,905	6,166	0,888
Atherton I QLD	7,367	0,908	6,895	0,895
Atherton II QLD	8,294	0,917	6,241	0,889
Kenilworth QLD	12,244	0,942	13,254	0,945
Bellthorpe QLD	8,504	0,919	11,412	0,936
Knorrit NSW	6,709	0,900	8,726	0,918
Wild Cattle NSW	1,206	0,618	1,951	0,715
Yabbra NSW	2,823	0,791	3,082	0,799

em que:

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

$h_{\bar{F}}^2$  - Herdabilidade no sentido restrito ao nível de média.



TABELA 6A. Estimativas dos componentes genéticos e fenotípicos, dos caracteres DAP (cm) e altura das árvores (m), obtidos das famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. grandis* aos 35 meses de idade (segunda rotação), Itararé -SP.

Procedências	DAP (cm)		Altura (cm)	
	$\hat{\sigma}_A^2$	$h_F^2$	$\hat{\sigma}_A^2$	$h_F^2$
Pandanus QLD	2,316	0,776	2,401	0,748
Ravenshoe QLD	3,063	0,821	2,058	0,717
Mareeba QLD	4,364	0,867	3,672	0,820
Atherton I QLD	3,240	0,829	4,212	0,840
Atherton II QLD	5,098	0,884	4,556	0,850
Kenilworth QLD	5,474	0,891	8,175	0,910
Bellthorpe QLD	2,992	0,818	4,635	0,852
Knorrit NSW	1,205	0,644	1,648	0,669
Wild Cattle NSW	0,392	0,370	0,615	0,425
Yabba NSW	1,508	0,393	1,310	0,667

em que:

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

$h_F^2$  - Herdabilidade no sentido restrito ao nível de média.

TABELA 7A. Estimativas dos componentes da variância obtidas a partir da análise conjunta das idades 41 meses (primeira rotação) e 35 meses (segunda rotação) e decomposição da interação famílias x idades, para o caráter DAP (cm), obtidos no experimento de avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. grandis*, Itararé -SP.

Procedências	$COV_{G_{ww'}}$	$\hat{\sigma}_{pa}^2$	$\frac{\hat{\sigma}_{pa}^2}{COV_{G_{ww'}}} \times 100$	Decomposição da interação		$\frac{C}{\sigma_{pa}^2} \times 100$	Correlação genética ( $r_G$ )
				Simplex	complexa		
Pandanus QLD	0,831	0,081	9,75	0,063	0,018	22,22	0,98
Ravenshoe QLD	0,846	0,057	6,74	0,010	0,047	82,46	0,95
Mareeba QLD	0,854	0,120	14,05	0,007	0,113	94,17	0,88
Atherton I QLD	0,964	0,086	8,92	0,028	0,058	67,44	0,94
Atherton II QLD	1,299	0,039	3,00	0,001	0,038	97,44	0,97
Kenilworth QLD	1,692	0,211	12,47	0,076	0,135	63,98	0,93
Bellthorpe QLD	1,099	0,198	18,02	0,122	0,076	38,38	0,94
Knorrit NSW	0,575	0,138	24,00	0,131	0,007	5,07	0,99
Wild Cattle NSW	0,171	-0,013	0,00	0,000	0,000	0,00	1,17
Yabba NSW	0,403	-0,035	0,00	0,000	0,000	0,00	1,09

em que:

$COV_{G_{ww'}}$  : Covariância genética entre as idades.

TABELA 8A. Estimativas dos componentes da variância obtidas a partir da análise conjunta das idades 59 meses (primeira rotação) e 35 meses (segunda rotação) e decomposição da interação famílias x idades, para o caráter DAP (cm), obtidos no experimento de avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. grandis*, Itararé -SP.

Procedências	$COV_{G_{ww}}$	$\hat{\sigma}_{pa}^2$	$\frac{\hat{\sigma}_{pa}^2}{COV_{G_{ww}}} \times 100$	Decomposição da interação		$\frac{C}{\sigma_{pa}^2} \times 100$	Correlação genética ( $r_G$ )
				Simples (S)	complexa (C)		
Pandanus QLD	1,02	0,112	10,98	0,112	0,000	0,00	1,03
Ravenshoe QLD	1,013	0,152	15,00	0,071	0,081	53,29	0,92
Mareeba QLD	1,180	0,253	21,44	0,042	0,211	83,40	0,85
Atherton I QLD	1,190	0,137	11,51	0,105	0,032	23,36	0,97
Atherton II QLD	1,615	0,059	3,65	0,048	0,011	18,65	0,99
Kenilworth QLD	1,935	0,263	13,59	0,164	0,099	37,64	0,95
Bellthorpe QLD	1,195	0,241	20,17	0,178	0,063	26,14	0,95
Knorrit NSW	0,712	0,277	38,90	0,277	0,000	0,00	1,00
Wild Cattle NSW	0,226	-0,026	0,00	0,000	0,000	0,00	1,31
Yabba NSW	0,592	-0,051	0,00	0,000	0,000	0,00	1,15

Em que:

$COV_{G_{ww}}$  : Covariância genética entre as idades.

TABELA 9A. Estimativas dos componentes da variância obtidas a partir da análise conjunta das idades 41 meses (primeira rotação) e 35 meses (segunda rotação) e decomposição da interação famílias x idades, para o caráter altura das árvores (m), obtidos no experimento de avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. grandis*, Itararé -SP.

Procedências	COV <sub>G<sub>ww</sub>'</sub>	$\hat{\sigma}_{pa}^2$	$\frac{\hat{\sigma}_{pa}^2}{COV_{G_{ww}'}} \times 100$	Decomposição da interação		$\frac{C}{\sigma_{pa}^2} \times 100$	Correlação genética (r <sub>G</sub> )
				Simple (S)	complexa (C)		
Pandanus QLD	0,501	0,071	14,17	0,000	0,071	100	0,87
Ravenshoe QLD	0,712	-0,044	0,00	0,000	0,000	0,00	1,01
Mareeba QLD	0,642	0,095	14,80	0,022	0,073	76,84	0,90
Atherton I QLD	0,782	0,090	11,51	0,017	0,073	81,11	0,92
Atherton II QLD	0,843	0,105	12,46	0,018	0,087	82,86	0,91
Kenilworth QLD	1,878	0,210	11,18	0,001	0,209	99,52	0,90
Bellthorpe QLD	1,447	0,114	7,88	0,054	0,060	52,63	0,96
Knorrit NSW	0,573	0,083	14,49	0,049	0,034	40,96	0,95
Wild Cattle NSW	0,182	-0,034	0,00	0,000	0,000	0,00	1,22
Yabbra NSW	0,310	0,039	12,58	0,005	0,034	87,18	0,90

Em que:

COV<sub>G<sub>ww</sub>'</sub> : Covariância genética entre as idades.

TABELA 10A. Estimativas dos componentes da variância obtidas a partir da análise conjunta das idades 59 meses (primeira rotação) e 35 meses (segunda rotação) e decomposição da interação famílias x idades, para o caráter altura das árvores (m), obtidos no experimento de avaliação de famílias de meios-irmãos de diferentes procedências de *E. grandis*, Itararé -SP.

Procedências	COV <sub>G<sub>ww'</sub></sub>	$\hat{\sigma}_{pa}^2$	$\frac{\hat{\sigma}_{pa}^2}{COV_{G_{ww'}}} \times 100$	Decomposição da interação		$\frac{C}{\sigma_{pa}^2} \times 100$	Correlação genética (r <sub>G</sub> )
				Simples (S)	complexa (C)		
Pandanus QLD	0,745	0,113	15,17	0,040	0,073	64,60	0,91
Ravenshoe QLD	0,896	0,128	14,29	0,128	0,000	0,00	1,03
Mareeba QLD	0,998	0,228	22,85	0,041	0,188	82,46	0,84
Atherton I QLD	1,256	0,097	7,72	0,034	0,063	64,95	0,95
Atherton II QLD	1,250	0,097	7,76	0,017	0,080	82,47	0,94
Kenilworth QLD	2,355	0,326	13,84	0,077	0,249	76,38	0,90
Bellthorpe QLD	1,770	0,238	13,45	0,188	0,050	21,01	0,97
Knorrit NSW	0,879	0,420	47,78	0,350	0,070	16,67	0,93
Wild Cattle NSW	0,324	-0,005	0,00	0,000	0,000	0,00	1,17
Yabbra NSW	0,558	0,030	5,38	0,030	0,000	0,00	1,11

Em que:

COV<sub>G<sub>ww'</sub></sub> : Covariância genética entre as idades.

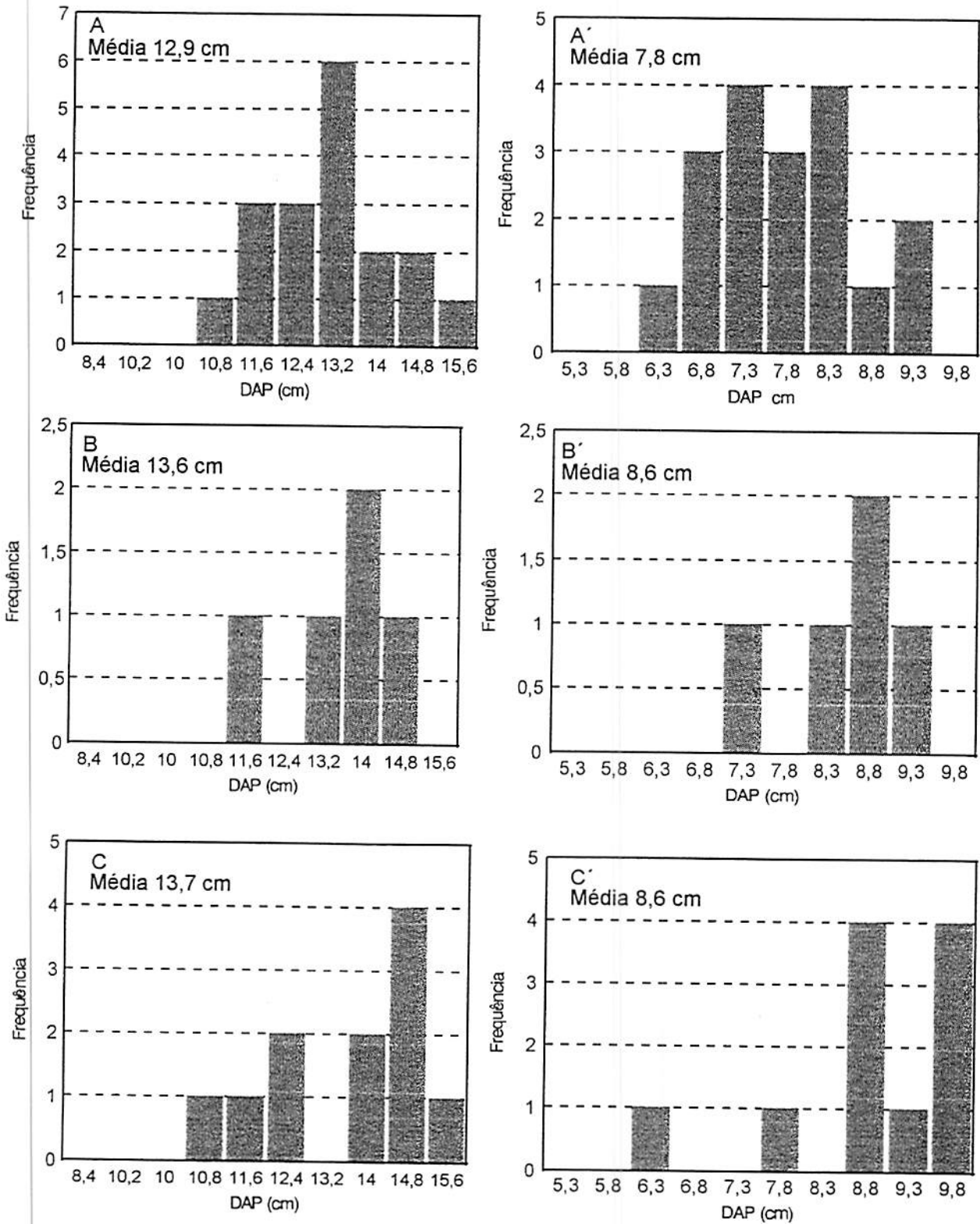


FIGURA 1A. Distribuição de frequência das médias do DAP (cm) das famílias de meios irmãos das procedências Pandanus QLD (A), Ravenshoe QLD (B) e Mareeba QLD (C) aos 59 meses (A, B, e C) e 35 meses na segunda rotação (A', B' e C').

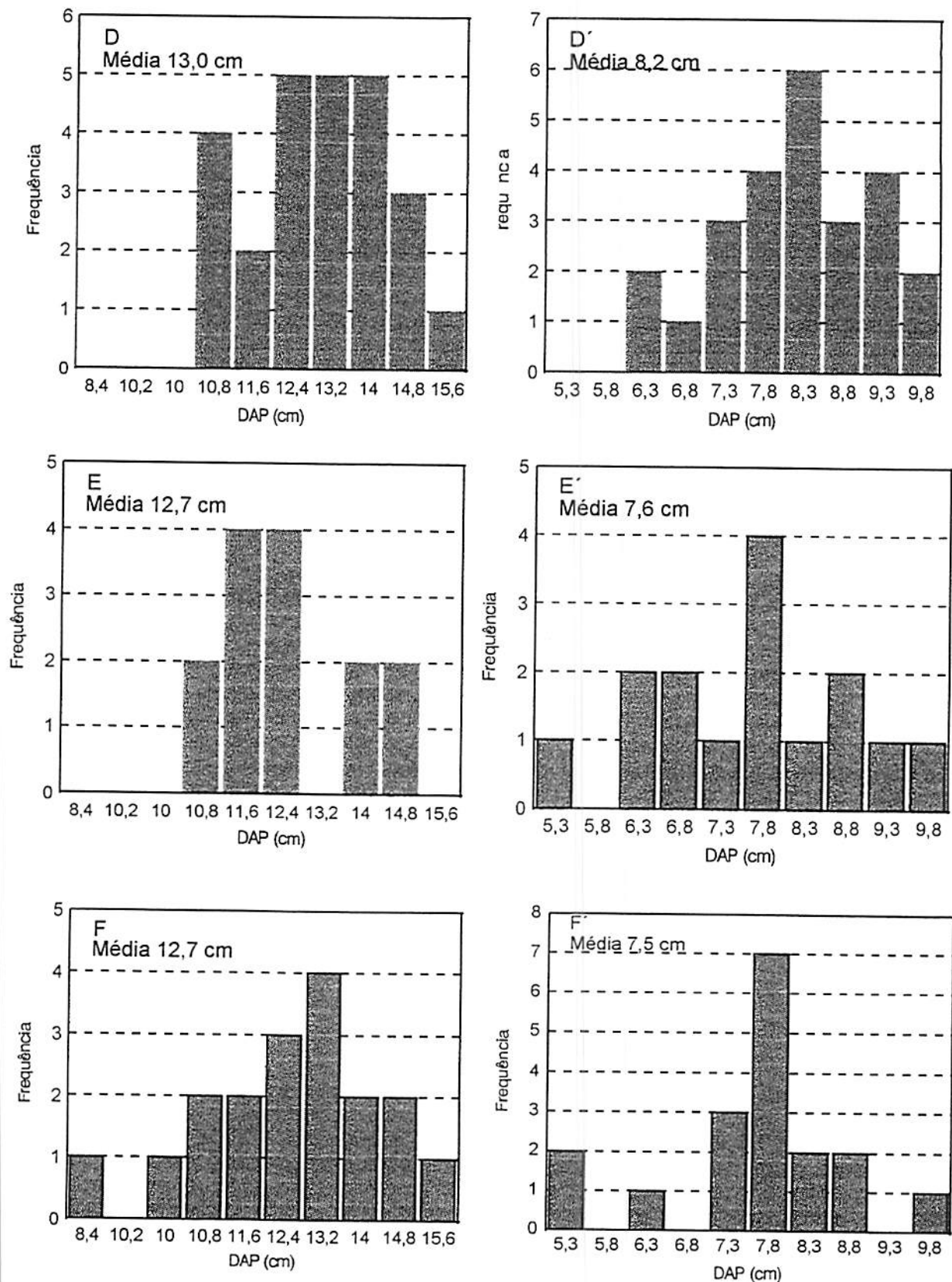


FIGURA 2A. Distribuição de frequência das médias dos DAP(cm) das famílias de meios irmãos das procedências Atherton I QLD (D), Atherton II QLD (E) e Kenilworth QLD (F) aos 59 meses (D, E, e F) e 35 meses na segunda rotação (D', E' e F').

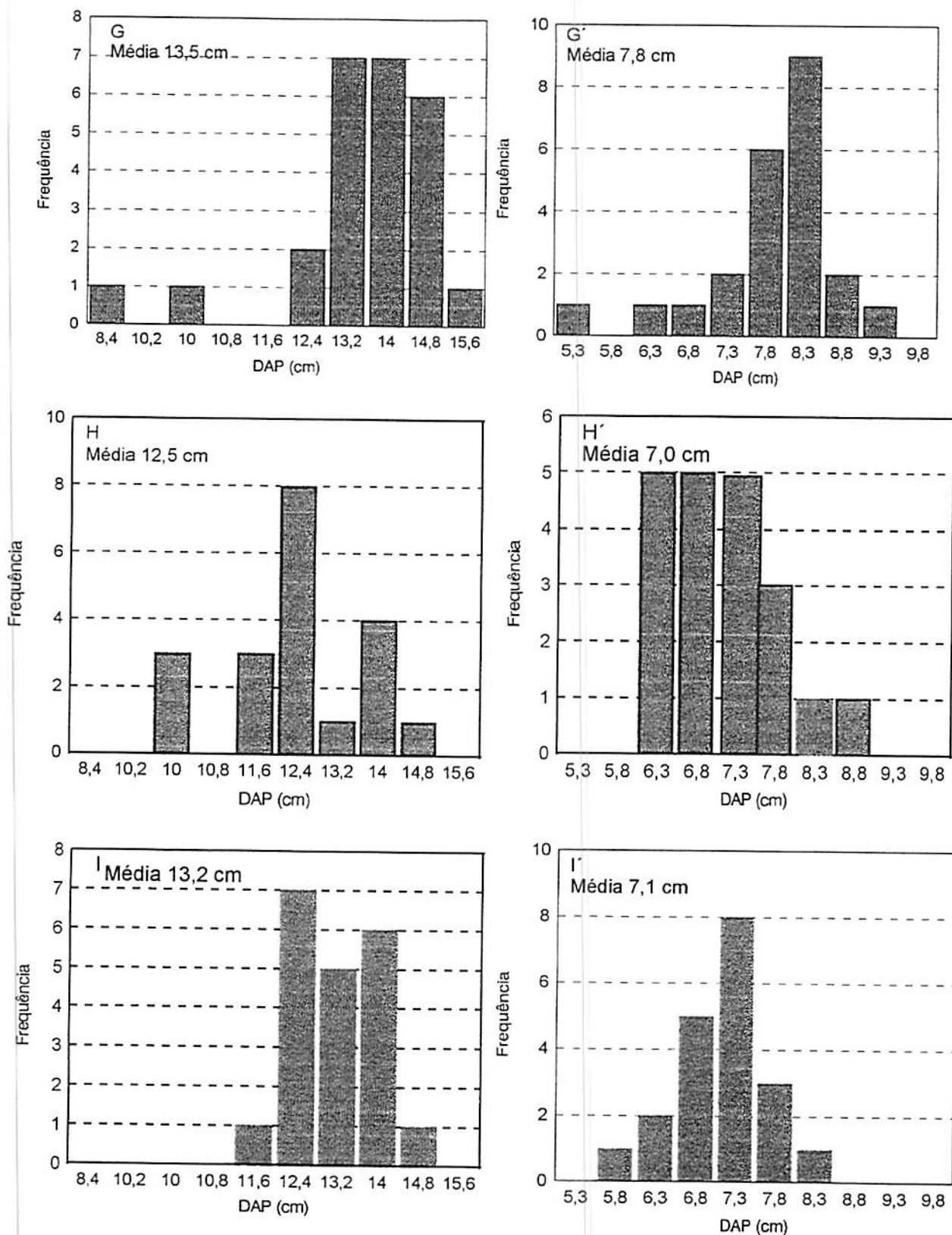


FIGURA 3A. Distribuição de frequência das médias do DAP (cm) das famílias de meios irmãos das procedências Bellthorpe QLD (G), Knorrit NSW (H) e Wild Cattle NSW (I) aos 59 meses (G, H e I) e 35 meses na segunda rotação (G', H' e I').



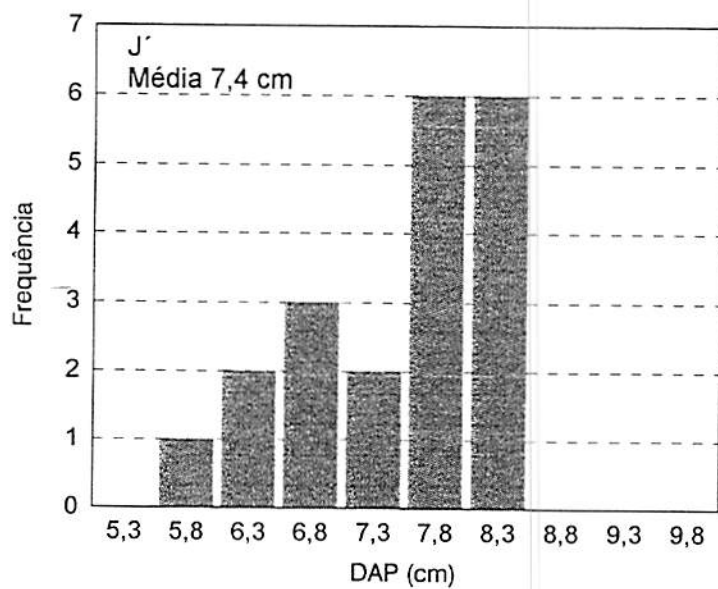
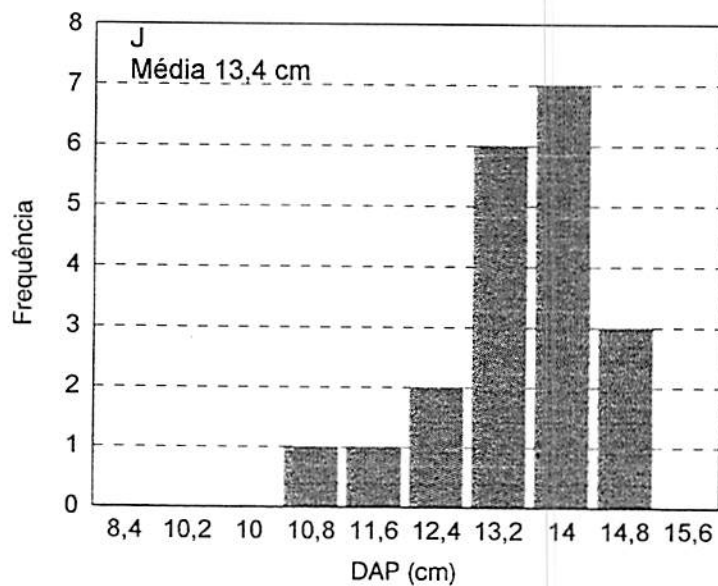
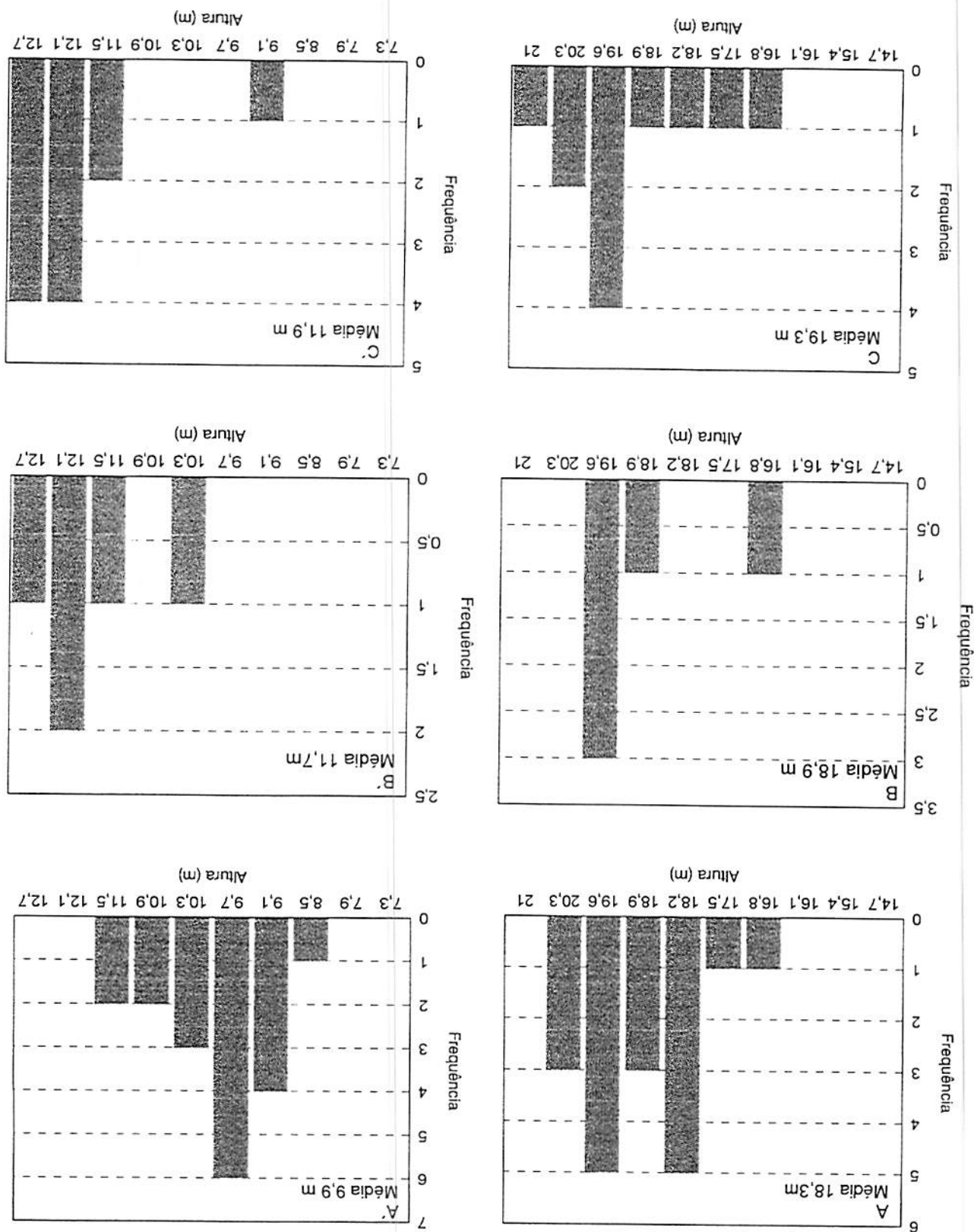


FIGURA 4A. Distribuição de freqüência das médias do DAP (cm) das famílias de meios irmãos da procedência Yabba NSW (J) aos 59 meses (J) e 35 meses na segunda rotação (J').

FIGURA 5A. Distribuição de frequência de médias dos altura (m) das famílias de meios irmãos das procedências Pandanus QLD.(A), Ravenshoe QLD (B) e Mareeba QLD (C) aos 59 meses (A, B, e C) e 35 meses na segunda rotação (A', B' e C').



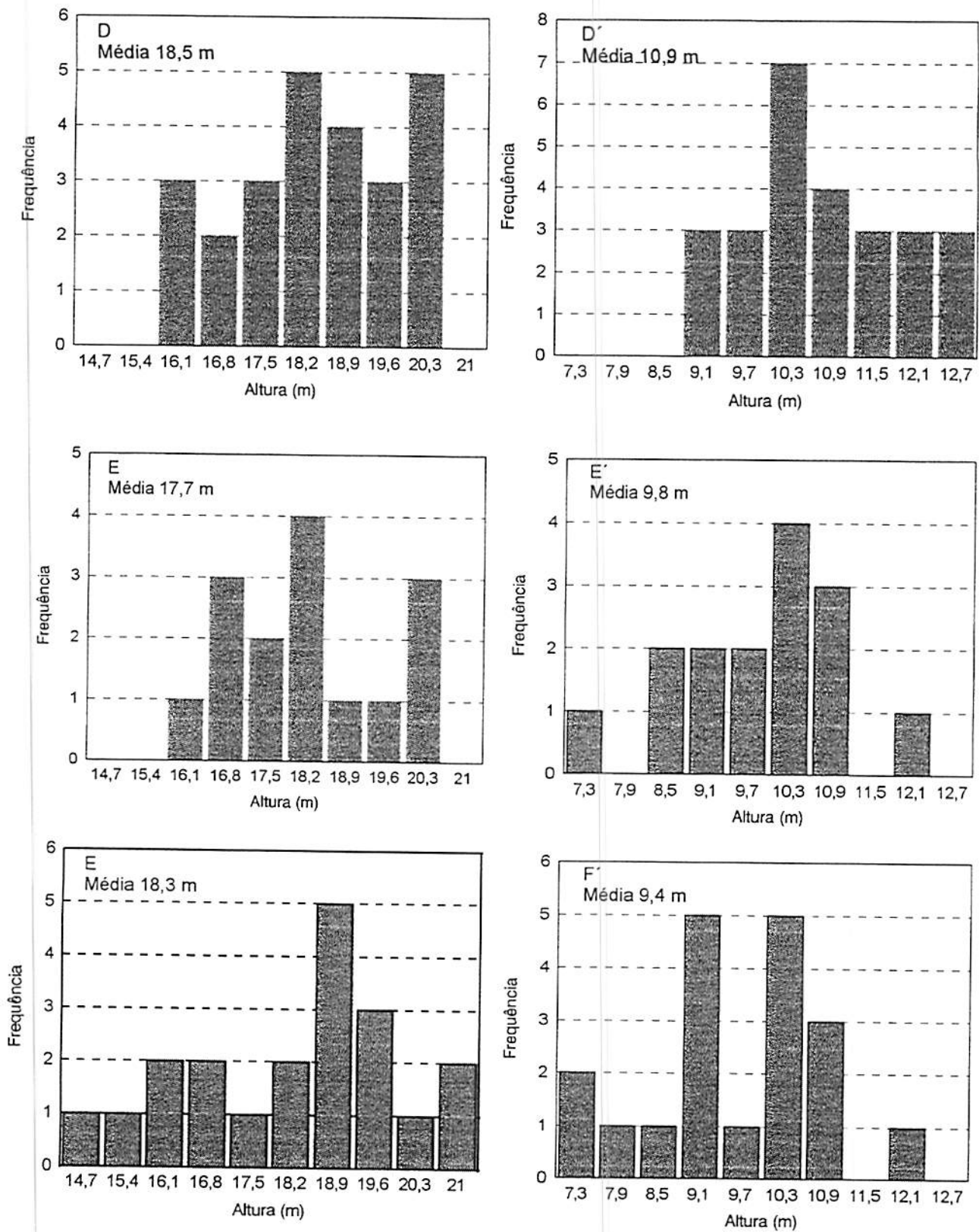


FIGURA 6A. Distribuição de frequência das médias dos altura (m) das famílias de meios irmãos das procedências Atherton I QLD (D), Atherton II QLD (E) e Kenilworth QLD (F) aos 59 meses (D, E, e F) e 35 meses na segunda rotação (D', E' e F').

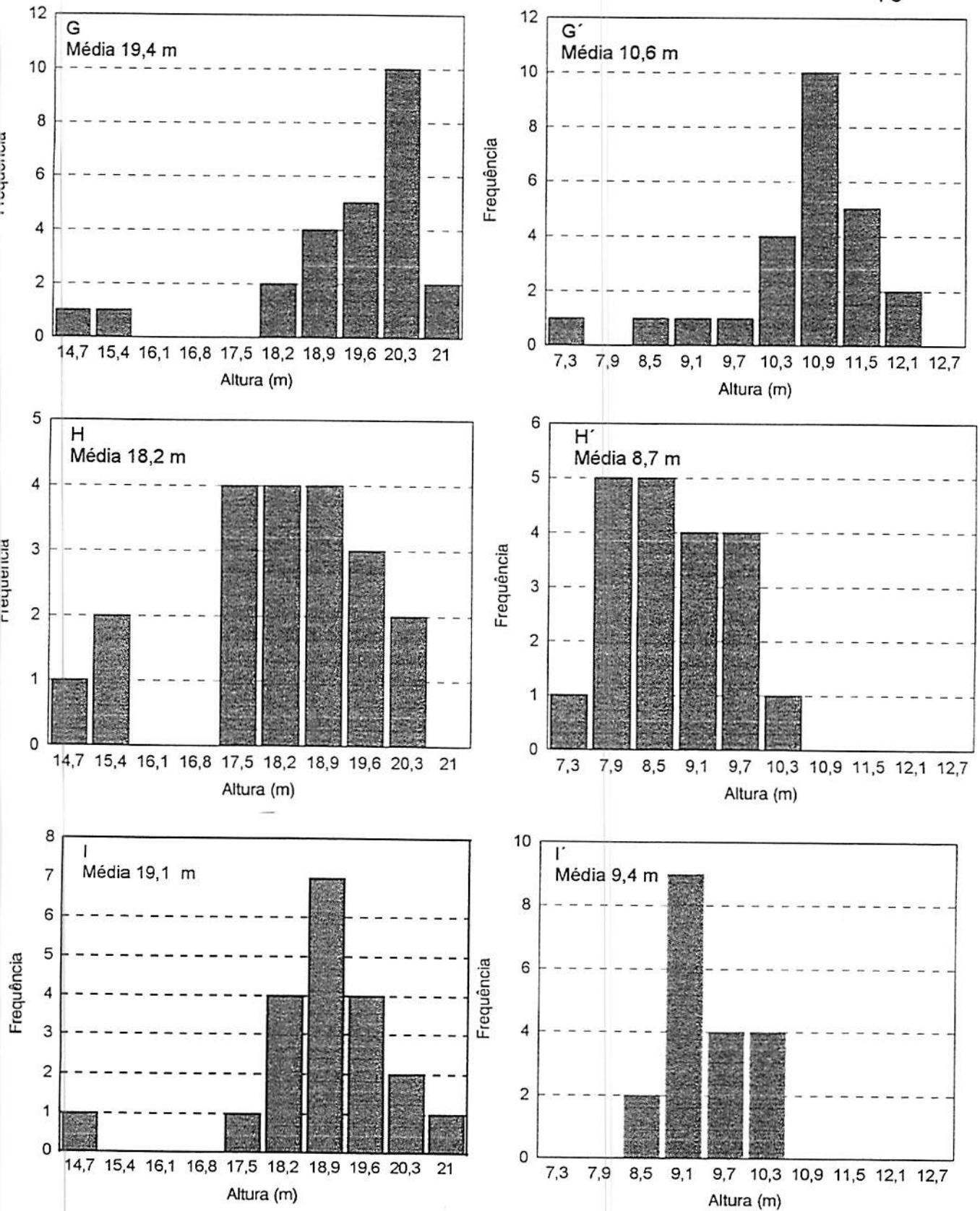


FIGURA 7A. Distribuição de frequência das médias da altura da árvore (m) das famílias de meios irmãos das procedências Bellthorpe QLD (G), Knorrit NSW (H) e Wild Cattle NSW (I) aos 59 meses (G, H e I) e 35 meses na segunda rotação (G', H' e I').

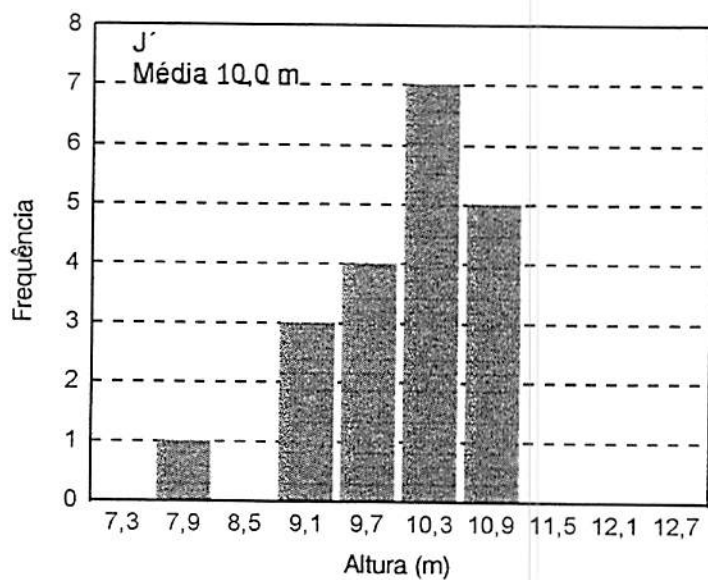
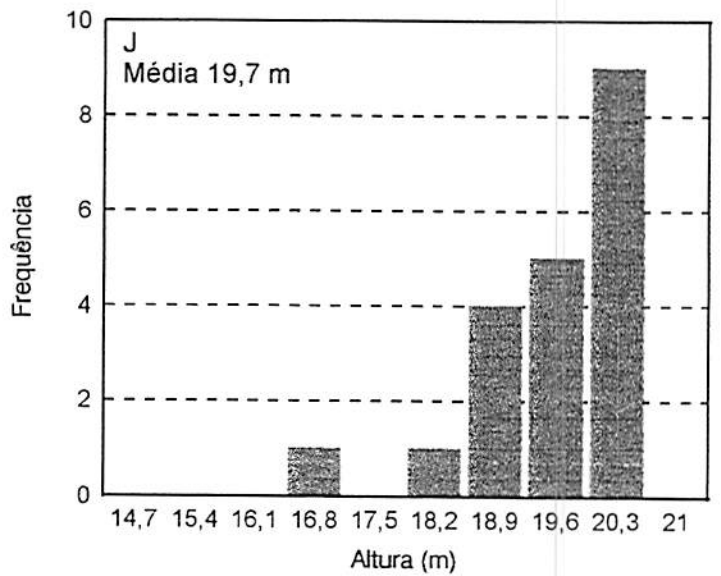


FIGURA 8A. Distribuição de frequência das médias das alturas das árvores (m) das famílias de meios irmãos da procedência Yabbra NSW (J) aos 59 meses (J) e 35 meses na segunda rotação (J').