

RAIMUNDA JANIGUASSÚ DIACI PINHEIRO DE OLIVEIRA

VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA E CAPACIDADE DE
REGENERAÇÃO ENTRE E DENTRO DE ORIGENS DE *Eucalyptus*
grandis W. Hill ex. Maiden

UFV	BIBLIOTECA	BBT	NUMERO	RG000037496
	CLASSIFICACAO		T 634.91653 / 048v	
TITULO				
Variacao da densidade basica da madeira e				
				
94094 BBT				

Tese Apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como Parte das Exigências do Curso de Genética e Melhoramento, para a Obtenção do Grau de "Magister Scientiae".

BIBLIOTECA CENTRAL - U F V -
04.094
05.01.82

94

T
634.91653
048v
1981
ex.1

VIÇOSA - MINAS GERAIS

1981

DOAÇÃO

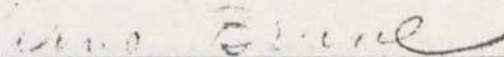
X

VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA E CAPACIDADE DE
REGENERAÇÃO ENTRE E DENTRO DE ORIGENS DE *Eucalyptus*
grandis W. Hill ex. Maiden

por

RAIMUNDA JANIGUASSÚ DIACI PINHEIRO DE OLIVEIRA

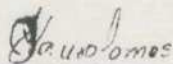
APROVADA:



Arno Brune
(Orientador)



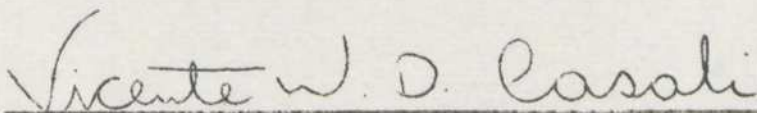
José Carlos Silva



José Mauro Gomes



Laede Maffia de Oliveira



Vicente Wagner Dias Casali

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio de Janeiro e à Universidade Federal do Rio de Janeiro, que possibilitaram a realização deste curso.

Às professoras Irma Bruna, pela orientação, e Maria da Conceição, pela assistência durante a realização deste curso.

Às professoras José Carlos Silva, José Maria de Almeida, Lucie Maria de Oliveira e Wilma Regina dos Santos, pela atenção e sugestões e esclarecimentos prestados.

Aos meus pais, Pedro e Angélica,
À minha irmã Janaguassú,
À memória de José Furtado de Oliveira.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Acre e à Universidade Federal de Viçosa, que possibilitaram a realização deste curso.

Ao professor Arno Brune, pela orientação, amizade e ensinamentos durante a realização deste curso.

Aos professores José Carlos Silva, José Mauro Gomes, Laede Maffia de Oliveira e Vicente Wagner Dias Casali, pela atenção e sugestões e esclarecimentos prestados.

Ao professor Adair José Regazzi, pela ajuda na fase inicial deste trabalho.

Ao professor Martinho de Almeida e Silva pela valiosa colaboração.

Aos colegas Artemio Ludwig e Ricardo Frederico Euclides, pela contribuição na análise de dados.

À colega Maria das Graças de Barros Rocha, à minha irmã Jaraguacema Mairi e aos acadêmicos Flávio Pereira Silva e Alfredo José Ferreira, pela colaboração prestada nos trabalhos de campo e de laboratório.

Aos meus pais e irmãos, pelo amor e incentivo.

Aos colegas Sebastião Rosado, Caio Márcio, Maria das Graças, Paulo Roberto Cecon e Joaquim Pádua, pela amizade e convívio proporcionados.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

RAIMUNDA JANIGUASSÚ DIACI PINHEIRO DE OLIVEIRA, filha de Pedro Lobato de Oliveira e Angélica Pinheiro de Oliveira, nasceu em Afuá, Estado do Pará, aos 31 dias do mês de julho de 1954.

Cursou o primeiro e segundo graus em Macapá, Território Federal do Amapá e, em dezembro de 1977, concluiu o curso de Engenharia Agrônômica na Faculdade de Ciências Agrárias do Pará.

Em Janeiro de 1978 foi admitida pela Universidade Federal do Acre, na categoria de Auxiliar de Ensino, na cadeira de Genética e Melhoramento.

Iniciou o curso de Mestrado em Genética e Melhoramento na Universidade Federal de Viçosa em março de 1980, concluindo os requisitos para o grau de "Magister Scientiae" em setembro de 1981.

CONTEÚDO

	Página
LISTA DE QUADROS	vii
EXTRATO	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1. A Espécie	5
2.2. Densidade Básica da Madeira	6
2.3. Capacidade de Regeneração da Espécie por meio da Brotação	16
2.4. Herdabilidades e Correlações	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1. Obtenção do Material Experimental	20
3.2. Características do Local de Estudo	21
3.3. Instalação e Condução do Experimento	21
3.3.1. Formação de mudas	21
3.3.2. Delineamento experimental	22
3.3.3. Coleta de dados.....	22
3.3.3.1. Coleta das amostras pelo mé- todo destrutivo	22
3.3.3.2. Determinação da densidade bá- sica da muda pelo método des- trutivo	23

	Página
3.3.3.2.1. Obtenção do volume da amostra	24
3.3.3.2.2. Obtenção da densidade básica das mudas.....	24
3.3.4. Determinação do tamanho da amostra.	24
3.3.4.1. Determinação dos números de progênies (famílias de meios-irmãos) e de plantas por progênies necessários para constituir a amostra.	24
3.4. Análises Estatísticas	26
3.4.1. Transformação de dados	26
3.4.2. Análise de variância	28
3.4.3. Análise de covariância	31
3.4.4. Herdabilidades	34
3.4.5. Correlações	35
3.4.6. "Cluster Analysis"	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1. Determinação do Tamanho da Amostra	38
4.1.1. Determinação do número de progênies (famílias de meios-irmãos) necessário para constituir a amostra	38
4.1.2. Determinação do número de plantas por progênie necessário para determinar a densidade básica das mudas.	40
4.2. Transformação de Dados	40
4.2.1. Teste de Cochran	40
4.2.2. Teste de Lilliefors	42
4.3. Estimativas dos Parâmetros Genéticos, Herdabilidades e Correlações	42
5. RESUMO E CONCLUSÕES	55
6. LITERATURA CITADA	59

progenies sorteadas para constituir a "pré-amostra"

Valores das variâncias das densidades básicas originais e das densidades transformadas no $\log(X + 0,5) + \log(X + 1)$ de caráter negativo de distribuição normal, em famílias de colônias de *Eucalyptus grandis*

LISTA DE QUADROS

QUADRO		Página
1	Variação da densidade básica da madeira de <i>Eucalyptus grandis</i> , na localidade de Aimorés (SP), em função da idade (anos).....	12
2	Variação da média da densidade básica da madeira, em função da espécie, da localidade e do espaçamento, aos cinco anos de idade, em duas localidades do Estado de São Paulo	13
3	Esquema de análise de variância e esperanças de quadrados médios para as diversas fontes de variação.....	30
4	Esquema de análise de covariância e esperanças de produtos médios para as diversas fontes de variação encontradas na análise entre progênies dentro de origem	32
5	Valores das médias das densidades básicas (g/cm ³) das dez famílias de meios - irmãos de <i>Eucalyptus grandis</i> sorteadas para constituir a "pré-amostra"	39
6	Valores referentes às estimativas das densidades básicas médias, variância, erros permissíveis e valores de n e n' das dez	

QUADRO

Página

	progênies sorteadas para constituir a "pré-amostra"	41
7	Estimativas das variâncias dos dados originais e dos dados originais transformados em \sqrt{X} , $\sqrt{X + 0,5}$ e $\log_e (X + 1)$ do caráter número de brotações por planta, em famílias de meios-irmãos de <i>Eucalyptus grandis</i> aos seis meses de idade	43
8	Valores de g referentes ao teste de Cochran para os dados originais e para estes dados transformados em \sqrt{X} , $\sqrt{X + 0,5}$ e $\log_e (X + 1)$	44
9	Resumo da análise de variância para os caracteres densidade básica da madeira e número de brotações por planta, em 69 famílias de meios-irmãos de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos seis meses de idade	45
10	Resumo da análise de variância entre progênies dentro de origem, para os caracteres densidade básica da madeira e número de brotações por planta, em famílias de meios-irmãos de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos seis meses de idade	47
11	Aplicação do teste "Cluster Analysis" entre progênies dentro de origem, ao nível de 5 % de probabilidade, às médias das densidades básicas das famílias de meios-irmãos de <i>Eucalyptus grandis</i> aos seis meses de idade	48
12	Estimativas dos componentes de variância ambiental e genotípica, das variâncias aditiva e fenotípica e estimativas das herdabilidades, baseadas nas médias de famílias de meios-irmãos, para os caracteres densidade básica da madeira e número de brotações por planta de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos seis meses de idade	50
13	Número de plantas sobreviventes e percentagens de sobrevivência nas famílias de	

QUADRO

Página

	meios-irmãos dentro de cada origem, em mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos dois meses de idade	51
14	Produtos médios entre os caracteres densidade básica da madeira e número de brotações por planta	53
15	Estimativas dos coeficientes de correlações fenotípica, genotípica e ambiental, entre os caracteres densidade básica da madeira e número de brotações por planta	54

EXTRATO

OLIVEIRA, Raimunda Janiguassú Diaci Pinheiro de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 1981. Variação da densidade básica da madeira e capacidade de regeneração entre e dentro de origens de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden. Professor Orientador: Arno Brune. Professores Conselheiros: José Carlos Silva, José Mauro Gomes e Laede Maffia de Oliveira.

Com o objetivo de estimar diferentes parâmetros genéticos em progênies de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden, foram analisados os dados de densidade básica da madeira aos 6 meses de idade e número de brotações por planta aos 8 meses de idade, de 69 progênies distribuídas em 5 origens. O número de plantas por progênie, necessária para calcular a densidade básica das mudas, foi de 35, para um erro permissível de 2,5% da média da densidade básica da madeira é para um intervalo de confiança a 95% de probabilidade para a média populacional. Não foram detectadas diferenças entre origens ao nível de 1% de probabilidade, para o caráter densidade básica da madeira, enquanto para o caráter número de brotações por planta ocorreram diferenças sig

nificativas entre origens ao nível de 1% de probabilidade. Diferenças entre progênies para uma mesma origem, ao nível de 1% de probabilidade, foram detectadas para os dois caracteres em estudo, com exceção das progênies pertencentes à origem 4, que não apresentaram diferenças significativas entre si, ao nível de 1% de probabilidade, para o caráter número de brotações por planta. Esse comportamento pode se dever ao fato de a parte amostrada, constituída por 10 matrizes, não ser representativa da população em seu local de origem, uma vez que as espécies do gênero *Eucalyptus* apresentam uma variabilidade natural muito grande para inúmeros caracteres.

As estimativas dos coeficientes de herdabilidades variaram de 0,78 a 0,92 para o caráter densidade básica da madeira e de 0,41 a 0,92 para o caráter número de brotações por planta. De uma forma geral, o controle genético é alto e pode-se esperar ganho genético através da seleção praticada dentro do ensaio.

Todas as progênies das 5 origens estudadas apresentaram estimativas dos coeficientes de correlações fenotípica e ambiental, entre os caracteres densidade básica da madeira e número de brotações por planta, não significativas ao nível de 1% de probabilidade.

Quanto à estimativa do coeficiente de correlação genotípica, entre os dois caracteres estudados, as progênies tiveram comportamentos diferentes, de acordo com a origem. Nas progênies pertencentes às origens 2, 3 e 5, essas estimativas foram de -0,0241, -0,1951 e -0,4069, respectivamente. Já para as progênies pertencentes às origens 1 e 4, as estimativas dos coeficientes de correlações foram elevadas, posi

tivas e significativas ao nível de 1% de probabilidade. As correlações indicam que a seleção de mudas para alta densidade básica da madeira não afetar^a o número de brotações por planta nas origens 2, 3 e 5, podendo aumentar este número nas origens 1 e 4.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* foi primeiramente introduzido no Brasil em 1820. Desde 1820 a 1910, período de grande expansão da cultura, foram introduzidas no país cerca de 100 espécies de eucalyptos. No entanto, a maioria das espécies introduzidas não se adaptou ao clima brasileiro e não chegou a ser cultivada. A introdução de espécies de eucalyptos para o Brasil foi feita de forma planejada e sistemática, visando à obtenção de madeira de alta qualidade e à produção de celulose. A introdução de espécies de eucalyptos para o Brasil foi feita de forma planejada e sistemática, visando à obtenção de madeira de alta qualidade e à produção de celulose.

Entre as espécies introduzidas, o *Eucalyptus grandis* W. & H. é uma das mais utilizadas no Brasil. Devido às suas características de rápido crescimento, boa adaptação ao clima brasileiro e alta produtividade, esta espécie tem sido amplamente cultivada no país. O *Eucalyptus grandis* W. & H. é uma das mais utilizadas no Brasil. Devido às suas características de rápido crescimento, boa adaptação ao clima brasileiro e alta produtividade, esta espécie tem sido amplamente cultivada no país.

Em 1910, o gênero *Eucalyptus* foi introduzido no Brasil em grande escala. Desde então, a cultura do eucalypto tem se desenvolvido rapidamente no país, tornando-se uma das principais fontes de madeira e celulose. A introdução de espécies de eucalyptos para o Brasil foi feita de forma planejada e sistemática, visando à obtenção de madeira de alta qualidade e à produção de celulose.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* foi primeiramente introduzido no Brasil em 1825. Entre 1905 e 1915, Navarro de Andrade fez as primeiras introduções em Rio Claro, São Paulo (50). Nos anos das primeiras introduções, o aspecto principal pesquisado era a competição de espécies e não as procedências, em consequência da ampla faixa de distribuição geográfica do gênero. A introdução de espécies deu resultados notáveis, porém ainda não se esgotou todo o potencial da variabilidade genética no gênero. Testes de procedências e de origens podem incrementar o melhoramento desta espécie para as condições do Brasil.

Dentre as espécies introduzidas, o *Eucalyptus grandis* W. Hill ex.Maiden é uma das mais utilizadas em nossas condições. Em função de suas características de rápido crescimento, boa forma do tronco e boa qualidade da madeira para algumas finalidades, essa espécie vem recebendo uma grande atenção nos programas de plantio em amplas áreas (41).

Até duas décadas atrás, o gênero *Eucalyptus* era considerado como matéria-prima de qualidade inferior pelos países tradicionais na produção de celulose. Hoje, com a cres-

cente demanda de madeira, coincidindo com um paulatino escasseamento dos recursos fibrosos, e o desenvolvimento de tecnologia adequada, a situação mudou bastante (6).

Entre as diversas matérias-primas que são utilizadas para a produção de celulose, a madeira contribui com cerca de 90% do total (6). Além disso, o uso de carvão-vegetal vem crescendo em importância, em razão do lançamento do Plano Siderúrgico Nacional.

Embora os eucaliptos sejam plantados em quase todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo, pouco se conhece sobre o seu potencial em programas aplicados de melhoramento (67). A utilização de sua madeira tem sido ditada em função do material disponível ou das espécies já consagradas pelo uso ou pela tradição.

A tecnologia atual é carente de informações científicas, especialmente quanto à adequação das espécies (com respectivas idades de corte, manejo etc.) para o objetivo em apreço. Da mesma forma, a literatura especializada se ressentete da falta de estudos básicos para poder correlacionar as principais características da madeira, em uso ou potencialmente indicadas do ponto de vista florestal, com a produção e qualidade do carvão (12).

Ainda assim, novas técnicas de manejo e exploração florestal, aliadas ao melhoramento genético, têm propiciado aumentos significativos na produção volumétrica de madeira por unidade de área plantada. A produção volumétrica é ainda o índice primordial na avaliação da economicidade como um todo (29).

A variação encontrada dentro do gênero *Eucalyptus*, entre e dentro de espécies, para várias características, é

muito grande (18). Como causas da variação em uma espécie têm-se as causas genéticas, ambientais e as interações genético-ambientais (1). Essa variação é de fundamental importância, uma vez que é a matéria-prima com que trabalha o melhorista (46), sendo medida e expressa em termos de variância e covariância (23).

Um aspecto de grande importância para o melhorista é o estudo das correlações e herdabilidades. A herdabilidade é um parâmetro muito importante para o melhoramento genético, para o planejamento dos programas de melhoramento e para examinar os resultados experimentais em melhoramento e genética (40). Numa seleção para determinada característica, a correlação entre caracteres fornece uma idéia bastante precisa do que pode estar ocorrendo com outros caracteres (23). O conhecimento da correlação entre dois ou mais caracteres pode ajudar na escolha do tipo de seleção mais eficiente, quando um caráter desejado é difícil de selecionar, seja por dificuldade na sua medição, identificação ou devida à sua baixa herdabilidade. Neste caso, o emprego de um caráter correlacionado com alta herdabilidade ou facilmente mensurável pode ser mais conveniente (35).

Existem poucos estudos relacionados com a densidade básica da madeira e ensaios de origens e progênies em condições de viveiro, bem como de correlações existentes entre densidade básica da madeira e número de brotações por planta.

Tendo em vista a falta de conhecimento sobre a variabilidade da densidade básica da madeira e número de brotações por planta entre origens e entre progênies de uma mesma origem, este trabalho, em mudas de viveiro de *Eucalyptus*

grandis W. Hill ex. Maiden, tem o objetivo de:

1. determinar se existe variação entre origens e dentro de famílias de meios-irmãos, para uma mesma origem, para os caracteres densidade básica da madeira aos seis meses de idade e número de brotações por planta, dois meses após o corte;
2. estimar o valor da herdabilidade baseada nas médias de famílias de meios-irmãos, para cada caráter;
3. determinar as correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais existentes entre os caracteres densidade básica da madeira e número de brotações por planta, e
4. identificar, entre as famílias de meios-irmãos, dentro de cada origem, quais as mudas superiores para posterior determinação da correlação juvenil-adulto e possível formação de pomar de produção de sementes de alta densidade básica da madeira.

superando a maioria das outras espécies em incremento volumétrico (produção de madeira), quando as condições ambientais são adequadas (36).

As folhas do eucalipto variam de 0,75 a 1,30 cm em comprimento, com média próxima a 1,0 cm. O eucalipto das Ilhas varia bastante e pode geralmente estar entre 15 e 20 cm (6).

2. REVISÃO DE LITERATURA

Os dados da literatura são apresentados estruturados das seguintes maneiras:

2.1. A Espécie

O *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden ocorre naturalmente na Austrália, em áreas de altitude entre 300 e 900 m, com uma precipitação pluviométrica variando de 1000 a 1700 mm, predominante no verão. A estação seca não ultrapassa 3 meses. As temperaturas médias das máximas do mês mais quente estão compreendidas entre 29 e 32°C e as médias das mínimas do mês mais frio, entre 5 e 6°C (39).

A sua área de ocorrência natural estende-se em forma descontínua e fragmentada, por uma longa faixa costeira, desde New Castle (New South Wales - 32°35' latitude sul) até Atherton (Queensland - 17° latitude sul). Embora estes extremos estejam situados em diferentes regiões latitudinais (New Castle em região de clima temperado e Atherton em região de clima tropical), não há diferenças climáticas marcantes entre ambos (36).

O *Eucalyptus grandis* é provavelmente a espécie de maior futuro no Brasil (37). Possui qualidades excelentes,

superando a maioria das outras espécies em incremento volumétrico (produção de madeira), quando em condições ambientais adequadas (36).

As fibras do eucalipto variam de 0,75 a 1,30 mm em comprimento, com média próxima a 1,0 mm. O diâmetro das fibras varia bastante e está geralmente entre 15 e 20 micra (6).

Os vasos da madeira são elementos estruturais bastante variados quanto ao número, forma e distribuição. O número e diâmetro dos vasos exercem influência marcante na densidade da madeira e na qualidade superficial dos papéis de impressão. As células parenquimatosas têm importância na redução da densidade básica da madeira (6).

2.2. Densidade Básica da Madeira

Atualmente, uma das melhores maneiras de se avaliar a qualidade da madeira é através de sua densidade básica, pois ela está relacionada diretamente com o rendimento em polpa e com as propriedades físico-mecânicas da madeira (3).

Do ponto de vista biológico, a madeira é uma estrutura celular complexa, e sua densidade depende dos seus componentes e das características de suas paredes. Em termos gerais, a densidade básica é função das dimensões das células, da espessura da parede celular e da interação entre o número e tipos de células existentes em uma dada espécie (24).

De acordo com BLAIR et alii (8), o aumento da densidade básica da madeira, através da seleção genética, melho-

ra o rendimento em polpa e certas propriedades de resistência. O grau de controle genético da densidade da madeira é alto, apesar de a densidade não ser uma característica isolada, mas o resultado da combinação de efeitos de percentagem de lenho tardio, espessura da parede, tamanho de células, entre outros fatores (74).

A existência ou não da variabilidade genética no material a ser melhorado é de primordial importância para o melhorista. As espécies de eucalipto apresentam variação ampla, que ocorre entre áreas geográficas, entre localidades de uma mesma área geográfica e entre indivíduos de um particular local. Caracteres internos, tais como propriedades da madeira e sua taxa de variação, são de grande interesse para indicar essas variações, que podem ser usadas na seleção. Assim, um parâmetro particularmente proveitoso tem sido a densidade básica da madeira (18).

Diferenças fenotípicas, significativas da ordem de 20-30%, têm sido encontradas e tidas como reflexo das diferenças genéticas existentes entre clones jovens de *Eucalyptus deglupta* e *E. camaldulensis* (18). Também foram encontradas diferenças fenotípicas em progênes oriundas de polinização aberta de *Eucalyptus deglupta* e *E. regnans* (18).

Um estudo da densidade básica média da madeira, de 20 árvores do sexo masculino e 20 árvores do sexo feminino, foi realizado por BANZATTO et alii (5), em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, oriundas de povoamentos naturais, que mostrou não haver diferenças significativas entre sexos, ao nível de 5% de probabilidade.

Em trabalho semelhante, AMARAL et alii (3) estudaram povoamentos naturais de *Araucaria angustifolia* e concluí-

ram que indivíduos do sexo masculino e feminino se comportam identicamente quanto à variação da densidade básica da madeira tomada da medula para a casca. Entretanto, neste mesmo povoamento, os autores verificaram alta variabilidade individual, tanto para indivíduos do sexo masculino como do sexo feminino. Alta variabilidade individual também foi encontrada por FERREIRA (26), no estudo da densidade básica média da madeira de *Eucalyptus grandis*.

Em recentes revisões sobre o efeito das condições ecológicas na densidade básica da madeira de *Eucalyptus grandis* e *E. saligna*, FERREIRA e KAGEYAMA (29) constataram que a densidade da madeira varia de árvore para árvore, dentro de uma população. Essa variação é muito mais importante do que as variações entre populações dentro de uma localidade ou entre populações em localidades diferentes.

Variações entre e dentro de três origens de *Araucaria angustifolia*, ensaiadas em Campos do Jordão, aos 3 anos de idade, foram detectadas por KAGEYAMA & JACOB (42), havendo, entre origens distintas, coeficientes de herdabilidade bastante diferentes.

Estudos da densidade básica da madeira de *Eucalyptus alba* (híbrido de Rio Claro), *E. saligna* e *E. grandis*, em função do local de plantio, foram feitos por BRASIL & FERREIRA (9). Estes autores encontraram diferenças significativas entre espécies, em função do local de plantio.

FREITAS et alii (34) mostraram que nas espécies de *Eucalyptus alba* (híbrido de Rio Claro), *E. saligna*, *E. grandis* e *E. propinqua*, aos 5 anos de idade, havia diferenças significativas para o caráter densidade básica da madeira, em função da localidade, ao nível de 5% de probabilidade. Es

te tipo de variação também foi encontrado em *Pinus caribaea* e *Pinus oocarpa* (21).

As procedências de uma dada espécie geralmente apresentam variação entre si. Nas plantações estabelecidas no sul do país, encontrou-se ampla variação entre *Pinus taeda*. BARRICHELO et alii (7) sugerem a possibilidade de estas variações serem devidas principalmente a diferentes procedências das sementes. Neste mesmo trabalho, os autores encontraram diferenças significativas, ao nível de 1% de probabilidade, entre procedências aos 5 anos de idade, para a densidade básica da madeira. Verificou-se ainda uma razoável variabilidade dentro de procedências, o que sugere a possibilidade de seleção para a densidade da madeira, dentro das mesmas. VITAL & DELLA LUCIA (69) encontraram resultados semelhantes para *Eucalyptus grandis*, na mesma idade.

PREVOST et alii (55), em estudos de procedências de *Pinus elliottii*, em Zimbábue, encontraram diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, para altura de plantas e área basal. Nos diversos locais testados, os autores encontraram uma correlação negativa "quase perfeita" entre latitude de origem das sementes com altura de plantas e área basal. Ensaio similar ao de Prevost foi feito, em *Pinus taeda*, por KRALL (45), com resultados semelhantes.

Em estudos sobre a variação entre 9 procedências de *Cupressus lusitanica* Mill., realizados em Costa Rica, por SOARES & ROSERO (61), achou-se que a fonte geográfica não foi responsável pela variação entre as seguintes características: diâmetro a 1,30 m, forma da árvore, concentricidade e galhos. O local foi responsável por 47 e 33,3% da variação em altura e diâmetro, respectivamente. A variação entre

indivíduos de uma mesma procedência foi superior a variações entre locais e entre fontes de sementes.

Estudando o comportamento de *Eucalyptus pilularis* na região de Mogi Guaçu (SP) e comparando o desenvolvimento de diferentes procedências australianas com matrizes selecionadas em Rio Claro (SP), PÁSTZOR (54) comprovou haver diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre as procedências australianas e as procedências de Rio Claro. Neste mesmo trabalho, a autora encontrou diferenças significativas, ao nível de 1% de probabilidade, entre procedências, aos 5 anos de idade, para altura total média e volume real médio com casca. Diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, foram encontradas para diâmetro, ao nível do DAP, entre procedências, a essa mesma idade.

Há uma tendência para que a densidade básica da madeira sofra um aumento, em função da idade da árvore (27). Em plantios de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, localizados em Jari, os valores da densidade básica média da madeira formada nos 3 primeiros anos foi de $0,30 \text{ g/cm}^3$, dos 4 aos 6 anos foi de $0,35 \text{ g/cm}^3$ e dos 7 aos 9 anos foi de $0,48 \text{ g/cm}^3$ (70).

A densidade básica da madeira de *Pinus elliottii* Engel. var. *elliottii*, em povoamentos de 10, 12, 13, 17, 18 e 19 anos, aumentou paralelamente ao aumento da idade do povoamento (11). Houve um aumento da densidade básica da madeira em *Eucalyptus urophylla*, *E. propinqua* e *E. saligna* e um pouco menos pronunciado em *E. grandis*, nas idades de 5 a 11 anos (29).

O aumento da densidade, em função da idade da árvore para *Eucalyptus saligna*, *E. paniculata*, *E. citriodora*, *E. ma*

culata e *E. tereticornis*, foi verificado por FOELKEL et alii (31). Essa mesma tendência foi verificada por AMARAL et alii (4) em *Pinus patula*, *P. oocarpa*, *P. kesiya*, *P. caribaea* var. *caribaea*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. elliottii* var. *densa*.

Estudando-se a variação da densidade básica média da madeira em plantações comerciais de *Eucalyptus alba*, *E. saligna* e *E. grandis*, verificou-se que houve variação na densidade básica média, em função da idade, independentemente dos espaçamentos considerados (28).

Dados referentes à variação da densidade básica média da madeira de *Eucalyptus grandis*, em função da idade, são apresentados no Quadro 1.

Estudando-se o efeito do espaçamento sobre o crescimento e a densidade básica da madeira de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii*, verificou-se que a densidade básica da madeira é influenciada pelo espaçamento, enquanto para altura aos 16 anos de idade não houve diferenças significativas, ao nível de 1% de probabilidade, para os espaçamentos considerados (49).

Em plantações comerciais de *Eucalyptus alba*, *E. saligna* e *E. grandis*, FERREIRA (28) concluiu que existe variação da densidade básica da madeira, em função do espaçamento. COLHO et alii (16) constataram esse mesmo tipo de variação em *Eucalyptus alba*, *E. saligna* e *E. propinqua*, nos espaçamentos 3,0 x 1,5 e 3,0 x 2,0 m.

O Quadro 2 fornece a variação da densidade básica da madeira, em função da espécie, da localidade e do espaçamento, aos 5 anos de idade.

ZOBEL (72), estudando a variação da densidade básic

ca da madeira e o comprimento de fibras de várias espécies de *Pinus* spp., utilizando amostras tomadas ao nível do DAP, menciona a existência de numerosos trabalhos demonstrando que em *Pinus* spp. os valores obtidos para a densidade da madeira, nesse nível, representam o valor médio da árvore. Em seu estudo, mostrou que, com algumas exceções, a densidade da madeira é menor próxima à medula.

QUADRO 1 - Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus grandis*, na localidade de Aimorés (SP), em função da idade (anos)

Idade	Espaçamento (m)	Densidade básica da madeira (g/cm ³)
11	3 x 1,5	0,479 \pm 0,007
12	3 x 1,5	0,552 \pm 0,008
13	3 x 1,5	0,569 \pm 0,008
14	3 x 1,5	0,597 \pm 0,007
16	2 x 2,0	0,559 \pm 0,007

Fonte: O Papel, 34, 1973.

Autor: Mário Ferreira.

SPURR & HSIUNG (63), em uma revisão sobre a taxa de crescimento e a densidade básica da madeira, relatam que, para árvores jovens e adultas, a densidade quase sempre aumenta da medula para a casca. Esse mesmo tipo de variação foi encontrado em *Eucalyptus grandis*, por FERREIRA & KAGEYAMA

QUADRO 2 - Variação da média da densidade básica da madeira, em função da espécie, da localidade e do espaçamento, aos cinco anos de idade, em duas localidades do Estado de São Paulo

Espécie	Localidade	Espaçamento (m)	Densidade básica da madeira (g/cm ³)
<i>E. alba</i>	Itupeva	3 x 1,5	0,526 ± 0,006
<i>E. alba</i>	Itupeva	3 x 2,0	0,545 ± 0,006
<i>E. saligna</i>	Itupeva	3 x 1,5	0,443 ± 0,006
<i>E. saligna</i>	Itupeva	3 x 2,0	0,439 ± 0,006
<i>E. grandis</i>	Itupeva	3 x 1,5	0,403 ± 0,006
<i>E. grandis</i>	Itupeva	3 x 2,0	0,411 ± 0,006
<i>E. alba</i>	Mogi Guaçu	3 x 1,5	0,550 ± 0,009
<i>E. alba</i>	Mogi Guaçu	3 x 2,0	0,560 ± 0,009
<i>E. saligna</i>	Mogi Guaçu	3 x 1,5	0,541 ± 0,009
<i>E. saligna</i>	Mogi Guaçu	3 x 2,0	0,565 ± 0,009
<i>E. grandis</i>	Mogi Guaçu	3 x 1,5	0,531 ± 0,009
<i>E. grandis</i>	Mogi Guaçu	3 x 2,0	0,506 ± 0,009

Fonte: O Papel, 34, 1973.

Autor: Mário Ferreira.

(29), e em *Eucalyptus microcorys*, por SOUSA et alii (62).

O aumento da densidade básica da madeira no sentido medula-casca foi também verificado por FERREIRA (27), em *Eucalyptus grandis* aos 11, 12, 13, 14 e 16 anos; em *Eucalyptus citriodora* aos 5, 7, 10, 11, 12 e 20 anos, essa variação

foi confirmada por GURGEL et alii (38).

Nas coníferas, tanto jovens como adultas, existe uma tendência bastante forte para que a densidade aumente na direção medula-casca (63). Em 18 árvores do sexo masculino e 18 do sexo feminino de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., AMARAL et alii (3) observaram um aumento da densidade no sentido medula-casca, ao nível do DAP. Os mesmos autores concluíram que o aumento da densidade no sentido medula-casca é bastante acentuado na madeira mais próxima à medula, diminuindo na madeira mais próxima à casca, havendo, aí, uma tendência para que a densidade básica da madeira se torne constante.

Com a finalidade de fornecer relações entre dados de densidade básica da madeira, obtidos ao nível do DAP, com a altura da árvore, AMARAL et alii (4) fizeram um estudo em Agudos, Estado de São Paulo. As espécies estudadas foram: *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, *P. caribaea* var. *caribaea*, *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. elliottii* var. *densa*, *P. elliottii* var. *elliottii*, *P. kesiya*, *P. oocarpa* e *P. patula*. Os valores médios obtidos para a densidade básica da madeira, mostraram uma tendência de a densidade diminuir com a altura da árvore. Essa tendência foi mais acentuada em *Pinus elliottii* var. *elliottii* do que nas outras espécies. Em *Pinus caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*, o aumento da densidade foi pequeno em relação à altura.

FERREIRINHA (30), em um trabalho com *Eucalyptus globulus*, concluiu que a densidade básica da madeira aumenta em direção à copa. Resultados semelhantes foram obtidos por FERREIRA (25 e 26), com *Eucalyptus alba* Reinw (híbrido

de Rio Claro), *E. saligna* Smith e *E. grandis* W. Hill ex. Maiden, com o valor da densidade crescendo linearmente, em função da altura da árvore.

Estudos das variações da densidade básica da madeira com a altura da árvore, no sentido da base do tronco para a copa, foram feitos em povoamentos comerciais de *Eucalyptus propinqua* Deane ex. Maiden, aos 5 anos de idade, por BRASILET ALII (10). Os mesmos concluíram que a densidade cresce até um ponto máximo próximo à metade da altura comercial da árvore e depois decresce em direção à copa da árvore. RUDMAN ET ALII (58), em um trabalho sobre o melhoramento das propriedades da madeira do eucalipto, concluíram que a densidade não decresce com o crescimento em altura da árvore. Em *Eucalyptus microcorys*, SOUSA ET ALII (62) concluíram que a densidade decresce da base para o topo das árvores de menor classe de altura (1,20 m), e em classes superiores a 1,20 m ela cresce até uma altura menor que a metade da árvore, após a qual decresce até o topo das árvores.

A relação entre densidade da madeira e o crescimento da árvore é de grande importância, pois ambas características são de valor econômico. Pequena correlação fenotípica positiva, entre densidade básica da madeira de *Pinus taeda* com diâmetro ($r = 0,017$) e altura ($r = 0,228$) foi encontrada por MATZIRIS & ZOBEL (47), trabalho em que somente 5,8% da variação da densidade básica da madeira foram devidos ao crescimento.

VAN BUIJTENEN (65) concluiu que, em *Pinus* spp., a taxa de crescimento não está necessariamente associada com a densidade básica da madeira.

Em *Eucalyptus grandis*, FERREIRA & KAGEYAMA (29) não

encontraram nenhuma relação entre a taxa de crescimento e a densidade básica da madeira. Resultado semelhante foi encontrado por ZOBEL (73), para *Pinus taeda*. PÁSZTOR (54), em um teste de procedências de *Eucalyptus pilularis*, procedentes da Austrália e de Rio Claro (SP), também verificou que não existia nenhum efeito da taxa de crescimento sobre a densidade básica da madeira.

Em plantações comerciais de *Eucalyptus grandis* nas idades de 11 e 16 anos, e de *E. saligna*, nas idades de 5 e 7 anos, FERREIRA (25 e 26) constatou que, em média, as árvores mais vigorosas apresentavam maior densidade. FERREIRA & KAGEYAMA (29) encontraram esse mesmo tipo de variação em populações híbridas de *Eucalyptus grandis* e *E. saligna*. Em *E. microcorys*, SOUSA et alii (62) verificaram que "as árvores com DAP inferiores a 10,0 cm apresentavam densidade menor e estatisticamente diferente das árvores com diâmetro maior que 15,0 cm".

2.3. Capacidade de Regeneração da Espécie por meio da Brotação

O uso de plantas do gênero *Eucalyptus*, para a produção de madeira visando à sua transformação em carvão vegetal, apresenta, entre outras, a vantagem de regeneração por meio da brotação das cepas. A produtividade total de uma floresta de eucalipto, após cada corte, depende diretamente da capacidade de regeneração das cepas. Dados referentes à capacidade de brotação de mudas decepadas, em condições de viveiro, não são encontrados na literatura especializada.

Vários são os fatores que influenciam a regeneração

de árvores a partir das cepas, tais como: fatores mecânicos, ecológicos e silviculturais. A altura e o tipo de corte associado ao número de brotos remanescentes podem influenciar a percentagem de cepas regeneradas e o desenvolvimento da brotação (56).

2.4. Herdabilidades e Correlações

A variação é a matéria-prima com que trabalha o melhorista. Visando subdividi-la em suas partes constituintes, mede-se melhor a variação em termos de variância. De acordo com suas causas, a variância pode ser dividida em três partes principais: uma, devida às variações produzidas pelo meio (V_e); outra, devida às diferenças na hereditariedade (V_G), e uma terceira, devida aos efeitos conjugados do meio e da hereditariedade (V_I), que não podem ser atribuídos à hereditariedade ou ao meio isoladamente (46). Os componentes genotípicos e de ambiente não podem ser estimados diretamente das observações na população mas, em certas circunstâncias, podem ser estimados em populações experimentais (23).

Pode-se ainda dividir a variância hereditária (V_G) em três partes (1, 46 e 57), que são: a variância genética aditiva (V_A), que se origina dos efeitos aditivos dos locos segregantes; a variância causada pelos desvios da dominância (V_D), devida à interação alélica dos locos segregantes, e a variância causada pelos desvios epistáticos (V_I), resultante da interação não alélica de dois ou mais locos segregantes.

Os testes de progênies instalados tanto a partir de sementes oriundas de polinização livre como de cruzamentos controlados representam uma das mais úteis ferramentas para

o melhorista florestal. A sua utilização tem sido importante para determinar o valor reprodutivo dos indivíduos selecionados, na estimativa dos parâmetros genéticos, na seleção de indivíduos superiores e como fonte de produção de sementes, através de sua transformação em pomares de sementes por mudas (43).

Os ensaios combinados de origens e progêneses podem, simultaneamente, dar informação sobre a variação geográfica e sobre diferenças genéticas entre árvores individuais (71).

A herdabilidade expressa a proporção da variância total, que é atribuída ao efeito médio dos genes, e é este que determina a semelhança entre parentes (23). Tem ainda função preditiva, expressando a confiança que se pode depositar no valor fenotípico como guia para o valor genético (23). Valores elevados de herdabilidade indicam que o controle genético é alto e que modificações no meio ambiente provocam apenas pequenas modificações nos indivíduos (60).

É importante compreender que a herdabilidade é uma propriedade da população e das circunstâncias de ambiente, às quais os indivíduos estão sujeitos. Assim, o valor da herdabilidade de um dado caráter se refere à uma população em particular, sob condições particulares, ou seja, a estimativa obtida se aplica, especificamente, à parte amostrada do germoplasma e do meio ambiente amostrado (20 e 23).

O estudo das correlações entre os caracteres é importante para conhecer que tipo de mudança o melhoramento genético de determinado caráter poderá provocar em outros caracteres (64). O uso da correlação entre os caracteres constitui um dos caminhos para ganhar tempo e economizar esforço (35).

Em estudos genéticos, é necessário distinguir duas

causas de correlação: a causa genética e a causa ambiental. A correlação genética é causada, principalmente, pela pleiotropia. Através da pleiotropia, a segregação de um gene causa variação simultânea em caracteres por ele afetados. A ligação gênica pode ser uma causa transitória de correlação (23).

Resumindo, as estimativas das variâncias genéticas, das herdabilidades e das correlações são de grande importância nas três etapas do melhoramento: reunião e criação de grupos de germoplasmas viáveis, seleção de indivíduos superiores nos grupos e utilização de indivíduos selecionados para a criação de novas variedades (20). Assim, a eficiência do melhoramento depende, em parte, do valor da herdabilidade do caráter a ser melhorado (66), de sua correlação genética com outros caracteres, da intensidade com que a seleção é exercida (13) e da variabilidade genética da população.

seguinte maneira:

- Grupo 1 - New South Wales (Austrália), incluindo 11 matrizes da série 193.1.
- Grupo 2 - Kyngho (Austrália), incluindo 19 matrizes da série 193.2.
- Grupo 3 - Torony (Austrália), incluindo 21 matrizes da série 193.3.
- Grupo 4 - Gorta Sarracoe (Austrália), incluindo 20 matrizes da série 193.4.
- Grupo 5 - Austrália, sendo procedente da África do Sul, incluindo 19 matrizes da série 193.5.

3.3. Características do local de estudo

O experimento foi instalado em abril de 1960, na área do Viveiro Experimental do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Obtenção do Material Experimental

As sementes destinadas ao presente estudo são provenientes de 69 matrizes de *Eucalyptus grandis*, obtidas de polinização livre e selecionadas fenotipicamente em 5 áreas de produção de sementes, sendo que cada área corresponde a uma origem. Essas áreas de produção de sementes localizam-se em Itabira, Minas Gerais. As 69 matrizes estão distribuídas da seguinte maneira:

Origem 1 - New South Wales (Austrália), incluindo 11 matrizes da série APS.1.

Origem 2 - Kyogle (Austrália), incluindo 10 matrizes da série APS.2.

Origem 3 - Kempsey (Austrália), incluindo 21 matrizes da série APS.3.

Origem 4 - Coff's Harbour (Austrália), incluindo 10 matrizes da série APS.4.

Origem 5 - Austrália, sendo procedente da África do Sul, incluindo 17 matrizes da série APS.7.

3.2. Características do Local de Estudo

O experimento foi instalado em abril de 1980, em área do Viveiro Experimental do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais.

As características do local de estudo são as seguintes: latitude, $20^{\circ}45'S$; longitude, $42^{\circ}51'WE$; altitude, 651m. O clima é do tipo Cwa., segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de $19^{\circ}C$, mínima absoluta de $0^{\circ}C$ e precipitação média anual de 1340 mm.

3.3. Instalação e Condução do Experimento

3.3.1. Formação de mudas

As mudas foram produzidas no Viveiro Experimental do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa. Foram utilizados sacos de polietileno, com 5,0 cm de diâmetro e 12,0 cm de altura, e substrato constituído por terra de subsolo peneirada e previamente adubada na dosagem de 2,5 g/saco da fórmula 4-14-8 de NPK. O semeio foi realizado diretamente nos sacos plásticos e trinta dias depois procedeu-se ao raleio das mudas, deixando-se apenas uma por recipiente. Sessenta dias após o semeio, foi realizado o remanejamento das mudas ("dançado"), com a finalidade de evitar a fixação do sistema radicular ao solo. Regas diárias foram feitas e todos os tratos fitossanitários foram realizados, sempre que necessário.

3.3.2. Delineamento experimental

As mudas, previamente identificadas, foram dispostas em canteiros de forma compacta e aleatória, sendo que cada canteiro era constituído de 100 plantas por progênie.

Uma vez que a área total do experimento era de $62,5 \text{ m}^2$ e, na qual, admitiu-se que a variação de ambiente é irrelevante, o experimento foi analisado como inteiramente casualizado, onde cada progênie, ou família de meios-irmãos, constituiu um tratamento e cada planta da progênie foi uma repetição, sendo que se utilizaram 35 repetições por tratamento.

3.3.3. Coleta de dados

Os dados referentes à densidade básica da madeira foram tomados aos 6 meses de idade, com o procedimento descrito nos itens 3.3.3.1 e 3.3.3.2, Dois meses após o corte das mudas, procedeu-se à contagem do número de brotações por planta.

3.3.3.1. Coleta das amostras pelo método destrutivo

Aos 6 meses, foram escolhidas as mudas que apresentaram altura em torno da média da espécie, para aquele local e idade, sendo que as mudas que apresentavam crescimentos extremos ou eram defeituosas foram eliminadas.

As plantas foram cortadas a uma altura de 2,5 cm do coleto, com um comprimento de 3,5 cm, a partir de sua extremidade inferior.

Após o corte, as amostras foram devidamente identificadas e mantidas imersas em água, até o momento da determinação da densidade básica da muda.

3.3.3.2. Determinação da densidade básica da muda pelo método destrutivo

Dentre as várias maneiras de expressar a densidade da madeira, uma das mais práticas é a densidade básica, que é a relação entre o peso seco da madeira, em gramas ou toneladas, e seu volume, respectivamente, em centímetros cúbicos ou metros cúbicos, quando em estado de completa saturação de água (24 e 32).

Existem dois métodos para a determinação da densidade básica da madeira: Método do Máximo Teor de Umidade e Método da Balança Hidrostática. Usou-se o Método da Balança Hidrostática, uma vez que o uso de qualquer um dos métodos leva ao mesmo resultado (32).

As amostras obtidas das mudas, conforme o item 3.3.3.1., foram levadas ao laboratório. Após descascadas, foram realizadas as determinações volumétricas em balança hidrostática, com leitura de 0,0001 g de precisão. As amostras foram secas em estufa, à temperatura de 105°C, até atingirem o peso constante e, em seguida, determinaram-se os pesos, utilizando-se, para isso, da mesma balança.

A densidade básica das mudas foi obtida através da seguinte seqüência, de acordo com PANSHIN & ZEEUW (53):

3.3.3.2.1. Obtenção do volume da amostra

$$V_c = \frac{P_t - P_i}{d_a},$$

em que:

V_c = volume da amostra;

P_t = peso da amostra saturada e livre de água superficial;

P_i = peso da amostra imerso em água, e

d_a = densidade da água = 1g/cm^3

3.3.3.2.2. Obtenção da densidade básica das mudas

$$D_B = \frac{P_{AS}}{V_c},$$

em que:

D_B = densidade básica da muda;

P_{AS} = peso seco da amostra, e

V_c = volume da amostra.

3.3.4. Determinação do tamanho da amostra

3.3.4.1. Determinação dos números de progênies (famílias de meios-irmãos) e de plantas por progênies necessários para constituir a amostra

Com a finalidade de se determinar a variabilidade natural existente entre e dentro de famílias de meios-irmãos; para o caráter densidade básica da madeira, foram determinados os números de famílias e de plantas por família, necessá

rios para constituir a amostra simples, ao acaso, segundo FREESE (33) e OLIVEIRA (51), através da fórmula:

$$n = \frac{t^2 s^2}{d^2},$$

sendo:

n = número de elementos da amostra necessário para o erro permissível (d) e o nível de probabilidade desejado;

t = valor da tabela de distribuição t de STUDENT, tomado com $n^* - 1$ graus de liberdade, ao nível de probabilidade desejada, onde n^* corresponde ao número de famílias de meios-irmãos sorteadas na "pré-amostra";

s^2 = variância da "pré-amostra", e

d = erro permissível.

A fórmula anteriormente mencionada é indicada para populações infinitas. Como este trabalho se refere a populações finitas, o valor de n foi corrigido conforme a fórmula seguinte (33 e 51):

$$n' = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}},$$

sendo:

N = número de elementos da população em estudo e

n' = valor de n corrigido para a população finita.

3.4. Análises Estatísticas

3.4.1. Transformação de dados

Algumas pressuposições devem ser satisfeitas, para que a aplicação dos testes de significância na análise de variância seja válida: os erros experimentais devem ser independentes e normalmente distribuídos com a média zero e a variância comum. Com a falha de qualquer das hipóteses básicas, resulta em heterogeneidade das variâncias dos erros, o que provoca grandes distorções no nível de significância dos testes; a transformação de dados visa a homogeneizar as variâncias dos erros (15).

Quando os dados estatísticos são provenientes de contagens, podem seguir uma distribuição de Poisson, em que a média e a variância são iguais. Neste caso, a transformação raiz quadrada dos dados estabiliza a variância, além de torná-la independente da média. Quando, entre os dados, ocorrem valores pequenos, inferiores a 10 e, principalmente, zeros, as transformações $\sqrt{X + 0,5}$ e $\sqrt{X + 1,0}$ estabilizam as variâncias mais efetivamente que \sqrt{X} , sendo X o valor observado (52).

O teste de Cochran é o mais indicado, quando pelo menos uma das variâncias é muito discrepante em relação às demais. Este teste foi aplicado para os dados originais do caráter número de brotações por planta e para esses dados transformados em \sqrt{X} , $\sqrt{X + 0,5}$ e $\log_e(X + 1)$, com o objetivo de testar a homogeneidade das variâncias do erro experimental (19).

O teste de Cochran é definido como:

$$g = \frac{S_{\max}^2}{\sum_{i=1}^k S_i^2},$$

sendo:

g = valor calculado e que será comparado com o valor encontrado na tabela de valores críticos para o teste de Cochran, a 5% de probabilidade;

S_{\max}^2 = valor da variância máxima calculada dentro das progênie

$\sum_{i=1}^k S_i^2$ = somatório das k variâncias calculadas dentro das progênie

O teste de Lilliefors é usado para verificar a normalidade dos erros experimentais de uma amostra de dados. Este teste foi aplicado aos dados originais e aos dados originais transformados em $\sqrt{X + 0,5}$ e $\log_e (X + 1)$, do caráter número de brotações por planta. O teste de Lilliefors é uma modificação do teste de Kolmogorov-Smirnov, ampliando a sua aplicação para os casos em que a média e a variância não são especificadas e sim estimadas através dos dados da amostra. Assim, a média e a variância são estimadas da seguinte forma (14):

$$\hat{m} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad e$$

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{m})^2}{n - 1},$$

de onde se obtém:

$$Z_i = \frac{x_i - \hat{m}}{s}$$

O teste é então estruturado analogamente ao de Kolmogorov-Smirnov, a partir dos Z_i , ao invés da variável original.

3.4.2. Análise de variância

A análise de variância foi baseada no seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = m + O_j + (P/O)_{ij} + e_{ijk},$$

em que:

Y_{ijk} = observação referente à parcela que recebeu o tratamento i , na origem j , na repetição k .

$i = 1, 2, 3, \dots, p$,

sendo:

$p = 11$ (origem 1),

$p = 10$ (origem 2),

$p = 21$ (origem 3),

$p = 10$ (origem 4), e

$p = 17$ (origem 5).

$j = 1, 2, 3, \dots, o$ ($o = 5$),

$k = 1, 2, 3, \dots, r$ ($r = 35$),

m = média geral e

O_j = efeito da origem j .

$$O_j \approx \text{NID} (0 ; \sigma_o^2)$$

$(P/O)_{ij}$ = efeito da progênie i dentro da origem j .

$$(P/O)_{ij} \approx \text{NID} (0 ; \sigma_{p/o}^2)$$

e_{ijk} = erro experimental.

$$e_{ijk} \approx \text{NID} (0 ; \sigma_e^2),$$

sendo:

NID = normal e independentemente distribuído;

σ_o^2 = componente de variância devido ao efeito de origem;

$\sigma_{p/o}^2$ = componente de variância devido ao efeito da progênie i dentro da origem j , e

σ_e^2 = componente de variância do erro experimental.

O Quadro 3 fornece o esquema de análise de variância e esperanças de quadrados médios para as diversas fontes de variação.

Os diversos componentes de variância foram estimados como segue:

$$\hat{\sigma}_e^2 = QM_1,$$

$$\hat{\sigma}_{p/o}^2 = \frac{QM_2 - QM_1}{r},$$

$$\sigma_e'^2 = QM_3 \quad e$$

QUADRO 3 - Esquema de análise de variância e esperanças de quadrados médios para as diversas fontes de variação

Causas de variação	GL	QM	E(QM)
<u>ENTRE ORIGENS</u>			
Origem	$0 - 1$	QM_5	$\sigma_e^2 + r \sigma_{p/o}^2 + Kr \sigma_0^2$
Progênie/origem	$\sum_{j=1}^0 (P/o_j - 1)$	QM_4	$\sigma_e^2 + r \sigma_{p/o}^2$
Resíduo	$(r-1) \sum_{j=1}^0 P_i/o_j$	QM_3	σ_e^2
<u>ENTRE PROGÊNIAS</u>			
<u>DENTRO DE ORIGEM</u>			
Progênies	$p - 1$	QM_2	$\sigma_e^2 + r \sigma_p^2$
Resíduo	$p(r - 1)$	QM_1	σ_e^2

$$\hat{\sigma}_{p/o}^2 = \frac{QM_4 - QM_3}{r} .$$

A variância fenotípica entre as médias das progêni es/origem foi estimada da seguinte maneira:

$$\hat{\sigma}_F^2 = \frac{QM_2}{r} ,$$

sendo:

o = número de origens;

r = número de repetições;

k = valor da constante para dados desbalanceados;

$\hat{\sigma}_{p/o}^2$ = estimador do componente de variância, devido ao efeito da progênie i dentro da origem j;

$\hat{\sigma}_e^2$ = estimador do componente de variância do erro experimental;

$\hat{\sigma}_p^2$ = estimador do componente de variância devido ao efeito da progênie i para cada origem, e

$\hat{\sigma}_{e'}^2$ = estimador do componente de variância do erro experimental.

3.4.3. Análise de covariância

Quando duas variáveis X e Y ocorrem no mesmo indivíduo, a variância da soma das duas variáveis é igual a soma das duas variâncias das variáveis individuais (X e Y), mais duas vezes a covariância (X, Y) (44), como segue:

$$V(X + Y) = V(X) + V(Y) + 2 \text{ COV}(X, Y)$$

Logo, a expressão que permite calcular a covariância

é a seguinte:

$$\text{COV}(X, Y) = \frac{V(X + Y) - V(X) - V(Y)}{2}$$

As esperanças dos produtos médios, em termos de componentes de covariância, apresentam o mesmo formato das esperanças dos quadrados médios, em termos de componentes de variância (48), bastando substituir os componentes de variância das esperanças de quadrados médios $E(QM)$ pelos respectivos componentes de covariância nas esperanças dos produtos médios.

O Quadro 4 fornece o esquema de análise de covariância e as esperanças dos produtos médios para as diversas causas de variação encontradas na análise entre progênes dentro de origem.

QUADRO 4 - Esquema de análise de covariância e esperanças de produtos médios para as diversas fontes de variação encontradas na análise entre progênes dentro de origem

CV	GL	PM	E(PM)
Progênes/origem	p-1	$PM_2 = \hat{COV}_F(X, Y)$	$COV_E(X, Y) + r COV_G(X, Y)$
Resíduo	p(r-1)	$PM_1 = \hat{COV}_E(X, Y)$	$COV_E(X, Y)$

Os estimadores das covariâncias são dados pelas seguintes fórmulas:

$$\hat{COV}_F(X, Y) = \frac{\hat{V}_F(X + Y) - \hat{V}_F(X) - \hat{V}_F(Y)}{2},$$

$$\hat{C}\hat{O}V_E(X, Y) = \frac{\hat{V}_E(X + Y) - \hat{V}_E(X) - \hat{V}_E(Y)}{2},$$

$$\hat{C}\hat{O}V_G(X, Y) = \frac{\hat{C}\hat{O}V_F(X, Y) - \hat{C}\hat{O}V_E(X, Y)}{r},$$

sendo:

$\hat{C}\hat{O}V_F(X, Y)$ = estimador da covariância fenotípica entre os caracteres X e Y;

$\hat{C}\hat{O}V_E(X, Y)$ = estimador da covariância ambiental entre os caracteres X e Y, e

$\hat{C}\hat{O}V_G(X, Y)$ = estimador da covariância genotípica entre os caracteres X e Y.

A relação entre a covariância dentro de famílias de meios-irmãos com a variância genética aditiva foi deduzida da seguinte forma (44):

$$COV(MI) = \left[\frac{1 + F}{4} \right]^2 \sigma_A^2 + \left[\frac{1 + F}{4} \right]^2 \sigma_{AA}^2 + \dots$$

em que:

F = coeficiente de endogamia dos pais;

σ_A^2 = variância genética aditiva, e

σ_{AA}^2 = variância genética epistática aditiva x aditiva.

Como F = 0 e supondo-se a ausência de epistasia, tem-se que:

$$COV(MI) = \frac{1}{4} \sigma_A^2.$$

Os componentes genéticos devido ao efeito de famílias de meios-irmãos (ou progênes) correspondem, estatisti-

vamente, à variância genética entre famílias de meios-irmãos ou à covariância dentro das famílias de meios-irmãos (68). Desta forma, tem-se:

$$\text{COV(MI)} = \sigma_p^2$$

Se a $\text{COV(MI)} = \frac{1}{4} \sigma_A^2$, então pode-se dizer que:

$$\sigma_p^2 = \frac{1}{4} \sigma_A^2,$$

de onde se conclui que:

$$\sigma_A^2 = 4 \sigma_p^2$$

3.4.4. Herdabilidades

O cálculo das herdabilidades foi baseado nas médias de famílias de meios-irmãos. A herdabilidade no sentido amplo é dada pela seguinte fórmula (23):

$$H_a = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_F^2},$$

sendo:

σ_p^2 = variância genotípica total e

σ_F^2 = componente de variância fenotípica entre as médias de famílias de meios-irmãos.

em que:

$$\hat{\sigma}_F^2 = \frac{QM_2}{r},$$

A herdabilidade no sentido restrito é definida como a razão entre a variância genética aditiva e a variância fenotípica (60). Quando a herdabilidade é calculada na base da média de famílias de meios-irmãos, onde só os efeitos gênicos aditivos estão contribuindo para a variância genotípica total, a herdabilidade no sentido restrito é igual a herdabilidade no sentido amplo.

A herdabilidade no sentido restrito foi estimada pela seguinte fórmula:

$$\hat{H} = \frac{\hat{\sigma}_A^2}{4\hat{\sigma}_F^2}$$

3.4.5. Correlações

As estimativas dos coeficientes de correlações foram obtidas através das seguintes fórmulas (44 e 48):

a - Estimador do coeficiente de correlação ambiental (r_E)

$$r_E = \frac{C\hat{O}V_E(X, Y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_e^2 \hat{\sigma}_{e'}^2}},$$

em que:

$C\hat{O}V_E(X, Y)$ = estimador da covariância ambiental entre os caracteres X e Y e

$\hat{\sigma}_e^2$ e $\hat{\sigma}_{e'}^2$ = estimadores das variâncias ambientais para os caracteres X e Y, respectivamente.

b - Estimador do coeficiente de correlação fenotípica (r_F)

$$r_F = \frac{\text{CÔV}_F(X, Y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_F^2 \hat{\sigma}_{F'}^2}},$$

em que:

$\text{CÔV}_F(X, Y)$ = estimador da covariância fenotípica entre os caracteres X e Y e

$\hat{\sigma}_F^2$ e $\hat{\sigma}_{F'}^2$ = estimadores das variâncias fenotípicas para os caracteres X e Y, respectivamente.

c - Estimador do coeficiente de correlação genotípica (r_G)

$$r_G = \frac{\text{CÔV}_G(X, Y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_G^2 \hat{\sigma}_{G'}^2}},$$

em que:

$\text{CÔV}_G(X, Y)$ = estimador da covariância genotípica entre os caracteres X e Y e

$\hat{\sigma}_G^2$ e $\hat{\sigma}_{G'}^2$ = estimadores das variâncias genotípicas para os caracteres X e Y, respectivamente.

Para testar a significância das estimativas dos coeficientes de correlações genotípica e fenotípica, foram usados os graus de liberdade de tratamento (progênies/origem), enquanto para os coeficientes de correlação ambiental foram usados os graus de liberdade do resíduo para testar a significância.

3.4.6. "Cluster Analysis"

O teste "Cluster Analysis" é usado para dividir, em grupos, as médias dos tratamentos de uma amostra, em um delineamento balanceado (59). É simples de aplicar e é frequentemente mais fácil de interpretar os resultados de uma forma não ambígua, uma vez que não há sobreposição de médias, o que é sempre desejado pelo pesquisador. Esse teste foi aplicado às médias das famílias de meios-irmãos dentro de cada origem, referentes ao caráter densidade básica da madeira, de acordo com SCOTT & KNOTT (59).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Determinação do Tamanho da Amostra

4.1.1. Determinação do número de progênies (famílias de meios-irmãos) necessário para constituir a amostra

Inicialmente, foram sorteadas dez famílias de meios-irmãos para constituir a "pré-amostra" (progênies 3, 14, 17, 20, 31, 34, 41, 53, 56 e 63). Seguindo a orientação de FERREIRA (26), foram sorteadas 31 plantas por progênie na "pré-amostra".

A variância encontradas entre as densidades básicas médias das dez famílias de meios-irmãos sorteadas foi de $s^2 = 0,00015216$ e a média geral das densidades básicas médias foi de $0,3609 \text{ g/cm}^3$. O Quadro 5 fornece as densidades básicas médias das mudas das dez famílias de meios-irmãos inicialmente sorteadas.

O valor de n foi calculado da seguinte maneira:

QUADRO 5 - Valores das médias das densidades básicas (g/cm^3) das dez famílias de meios-irmãos de *Eucalyptus grandis* sorteadas para constituir a "pré-amostra"

Famílias de meios-irmãos ou progênies	Densidade básica média da madeira (g/cm^3)
3	0,3366
14	0,3692
17	0,3526
20	0,3583
31	0,3594
34	0,3549
44	0,3832
53	0,3586
56	0,3667
63	0,3695
Média Geral	0,3609

$$n = \frac{5,1076 \times 0,00015216}{0,0000814055} \dots$$

$$n = 9,546928 \text{ ,}$$

cujo valor corrigido foi:

$$n' = \frac{9,546928}{1 + \frac{9,546928}{69}} \dots$$

$$n' = 8,386554 \text{ ,}$$

ou seja, 9 famílias de meios-irmãos.

O valor de $n' = 9$ indica que deverão ser utilizadas 9 famílias de meios-irmãos para determinar o número de plantas por progênie, necessário para calcular a densidade básica das mudas, sendo o valor de $t = 2,26$, com 9 graus de liberdade, ao nível de 5% de probabilidade, e um erro permissível (d) igual a 2,5% da densidade básica média das dez famílias de meios-irmãos sorteadas.

4.1.2. Determinação do número de plantas por progênie necessário para determinar a densidade básica das mudas

Os dados utilizados na determinação do número de plantas por família de meios-irmãos necessário para a determinação da densidade básica da muda são apresentados no Quadro 6.

Os valores de n' variaram de 8, para a progênie 20, até o valor máximo de $n' = 35$, para as progênies 14 e 56, indicando que nestas famílias a variabilidade foi maior. Assim, o valor de $n' = 35$ foi usado para as demais progênies.

4.2. Transformação de Dados

4.2.1. Teste de Cochran

O teste de Cochran aplicado aos dados originais do caráter número de brotações por planta das 69 famílias de meios-irmãos mostrou que, ao nível de 5% de probabilidade, as variâncias, provavelmente, são homogêneas.

QUADRO 6 - Valores referentes às estimativas das densidades básicas médias, variância, erros permissíveis e valores de n e n' das dez progênes sorteadas para constituir a "pré-amostra"

FMI*	MDB**	Número de mudas (viveiro)	s^2	d (2,5%MDB)	n	n'
3	0,3366	98	0,00080834	0,008415	47,51	32
14	0,3692	98	0,00108734	0,009230	34,44	35
17	0,3526	94	0,00059294	0,008815	31,76	24
20	0,3583	99	0,00016531	0,008958	8,57	8
31	0,3594	98	0,00097649	0,008985	50,34	34
34	0,3549	100	0,00045351	0,008873	23,97	20
44	0,3832	102	0,00077599	0,009580	35,18	27
53	0,3586	101	0,00038027	0,008965	19,69	17
56	0,3667	94	0,00111281	0,009168	55,10	35
63	0,3695	101	0,00050673	0,009238	24,71	20

(*) FMI = Famílias de meios-irmãos

(**) MDB = Média da densidade básica

s^2 = Variâncias calculadas dentro de cada família de meios-irmãos

d = Erro permissível igual a 2,5% da média da densidade básica

n = Número de plantas por família de meios-irmãos necessário para determinar a densidade básica das mudas

n' = Valor corrigido de n.

QUADRO 6 - Valores referentes às estimativas das densidades básicas médias, variância, erros permissíveis e valores de n e n' das dez progênes sorteadas para constituir a "pré-amostra"

FMI*	MDB**	Número de mudas (viveiro)	s^2	d (2,5%MDB)	n	n'
3	0,3366	98	0,00080834	0,008415	47,51	32
14	0,3692	98	0,00108734	0,009230	34,44	35
17	0,3526	94	0,00059294	0,008815	31,76	24
20	0,3583	99	0,00016531	0,008958	8,57	8
31	0,3594	98	0,00097649	0,008985	50,34	34
34	0,3549	100	0,00045351	0,008873	23,97	20
44	0,3832	102	0,00077599	0,009580	35,18	27
53	0,3586	101	0,00038027	0,008965	19,69	17
56	0,3667	94	0,00111281	0,009168	55,10	35
63	0,3695	101	0,00050673	0,009238	24,71	20

(*) FMI = Famílias de meios-irmãos

(**) MDB = Média da densidade básica

s^2 = Variâncias calculadas dentro de cada família de meios-irmãos

d = Erro permissível igual a 2,5% da média da densidade básica

n = Número de plantas por família de meios-irmãos necessário para determinar a densidade básica das mudas

n' = Valor corrigido de n .

Por outro lado, os dados originais transformados em \sqrt{X} , $\sqrt{X + 0,5}$ e $\log_e (X + 1)$, quando submetidos a este teste, ao nível de 5% de probabilidade, mostraram que as variâncias, provavelmente, não são homogêneas. Deste modo, as transformações, às quais foram submetidos os dados originais, não estabilizam as variâncias.

O Quadro 7 fornece as variâncias dos dados originais e dos dados transformados em \sqrt{X} , $\sqrt{X + 0,5}$ e $\log_e (X + 1)$.

O Quadro 8 fornece os valores de g calculados para o teste de Cochran, referentes aos dados originais, e os valores desses dados transformados em \sqrt{X} , $\sqrt{X + 0,5}$ e $\log_e (X + 1)$.

4.2.2. Teste de Lilliefors

O teste de Lilliefors foi aplicado aos dados originais, dados transformados em $\sqrt{X + 0,5}$ e $\log_e (X + 1)$. Os valores de D obtidos foram, respectivamente, 0,1482212, 0,2041152 e 0,2347916.

O valor de D foi comparado com o valor de d encontrado na tabela 6 de CAMPOS (14). Os resultados mostraram que tanto os dados originais como os dados transformados provavelmente não seguem uma distribuição normal. Assim sendo, não é razoável o estudo dos dados através da distribuição normal.

4.3. Estimativas dos Parâmetros Genéticos, Herdabilidade e Correlações

Na primeira fase da análise de variância, foram cal

Quadro 7 - Estimativas das variâncias dos dados originais e dos dados originais transformados em \sqrt{x} , $\sqrt{x+0,5}$ e $\log(x+1)$ de caráter aleatório de hoteações por planta, em famílias de colmeas-irruco de *Cucurbita grandis*, aos seis meses de idade

PKI*	Estimativas das variâncias dos dados originais	Estimativas das variâncias dos dados originais transformados em \sqrt{x}	Estimativas das variâncias dos dados originais transformados em $\sqrt{x+0,5}$	Estimativas das variâncias dos dados originais transformados em $\log(x+1)$
1	2,554970	0,328940	0,207030	0,039927
2	2,492440	0,305670	0,194260	0,037350
3	1,045350	0,291460	0,191160	0,035322
4	2,660910	0,541640	0,289180	0,069712
5	2,517650	0,560780	0,270070	0,060939
6	1,717450	0,265640	0,155000	0,032074
7	1,171110	0,551030	0,320350	0,070215
8	4,081399	0,814010	0,439950	0,099062
9	1,164730	0,619680	0,330570	0,073743
10	4,063910	0,561460	0,334660	0,066445
11	1,675630	0,350760	0,261850	0,047357
12	1,201040	0,370100	0,239420	0,044459
13	4,043360	0,811260	0,429920	0,090113
14	2,499760	0,706620	0,332610	0,083162
15	1,196640	0,574490	0,313480	0,068223
16	1,163030	0,129500	0,114510	0,015355
17	1,423530	0,188390	0,126910	0,029375
18	2,408400	0,382160	0,226520	0,047635
19	1,727730	0,278450	0,158430	0,032273
20	1,793200	0,650990	0,367240	0,078826
21	1,122690	0,493360	0,289270	0,059220
22	1,784860	0,202900	0,136480	0,025274
23	2,574790	0,253990	0,175550	0,030375
24	1,526050	0,166250	0,090470	0,013710
25	1,727730	0,200930	0,094560	0,012884
26	2,301510	0,239010	0,166660	0,029114
27	2,231930	0,227650	0,177670	0,034277
28	0,776410	0,055500	0,048420	0,006625
29	0,692440	0,055290	0,047430	0,007515
30	1,129420	0,090830	0,070200	0,010912
31	2,526050	0,739590	0,347120	0,073416
32	1,643700	0,188220	0,124570	0,027221
33	1,784860	0,298290	0,142910	0,025547
34	2,075630	0,630180	0,285530	0,085667
35	2,005090	0,142140	0,121990	0,016456
36	1,102530	0,053240	0,013780	0,010124
37	1,784860	0,160390	0,129110	0,043642
38	1,927730	0,475630	0,238680	0,057832
39	2,075630	0,690220	0,315930	0,052181
40	2,339590	0,431120	0,214290	0,051619
41	2,727730	0,402320	0,236470	0,048097
42	1,831940	0,127120	0,110470	0,016397
43	1,361350	0,239250	0,134540	0,029139
44	1,751260	0,603670	0,266360	0,077126
45	1,910920	0,796370	0,418270	0,094563
46	1,963030	0,819250	0,279870	0,072714
47	1,727730	0,127660	0,120330	0,040197
48	1,937810	0,529190	0,251916	0,062667
49	2,702520	0,613960	0,308530	0,073092
50	0,870570	0,031760	0,031760	0,017612
51	2,828920	0,702930	0,346310	0,053773
52	1,196320	0,431360	0,197580	0,023390
53	2,139500	0,629240	0,280190	0,073971
54	2,632200	0,637910	0,311010	0,074629
55	1,043160	0,186690	0,201510	0,046323
56	1,843700	0,453200	0,223160	0,054221
57	2,408400	0,455840	0,260940	0,055415
58	1,710330	0,270210	0,164090	0,034159
59	2,240340	0,487860	0,242210	0,049152
60	0,576540	0,050430	0,042910	0,007266
61	1,695040	0,575660	0,249510	0,067555
62	1,793200	0,520160	0,244740	0,062146
63	1,784860	0,468250	0,225120	0,054764
64	1,776410	0,326220	0,184540	0,040601
65	2,752940	0,472340	0,267430	0,067254
66	2,010320	0,357260	0,230160	0,043133
67	1,871350	0,117760	0,153050	0,028222
68	1,493160	0,106880	0,129630	0,029666
69	1,784860	0,213770	0,145910	0,027671

(*) PKI = Família de colmeas-irruco

QUADRO 8 - Valores de g referentes ao teste de Cochran para os dados originais e para estes dados transformados em \sqrt{X} , $\sqrt{X + 0,5}$ e $\log_e(X + 1)$

Natureza dos dados	Valores de g
Dados originais	0,027231 (ns)
Dados transformados em \sqrt{X}	0,030412*
Dados transformados em $\sqrt{X + 0,5}$	0,029248*
Dados transformados em $\log_e(X + 1)$	0,029980*

(ns) Não significativo ao nível de 5% de probabilidade

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade

sendo:

$$g_{0,005}(69,35) = 0,0281164$$

culadas a estimativa de variância entre origens e a estimativa da variância das progênies dentro de cada origem, para os caracteres densidade básica da madeira e número de brotações por planta. Os resultados encontrados são apresentados no Quadro 9.

Os quadrados médios foram significativos, ao nível de 1% de probabilidade, para o caráter número de brotações por planta, indicando que existem diferenças entre as 5 origens estudadas, enquanto para o caráter densidade básica da madeira, as 5 origens estudadas não apresentaram diferenças entre si, ao nível de 1% de probabilidade. Foram também detectadas diferenças entre progênies dentro de cada origem, ao nível de 1% de probabilidade, para os dois caracteres em estudo.

QUADRO 9 - Resumo da análise de variância para os caracteres densidade básica da madeira e número de brotações por planta, em 69 famílias de meios-irmãos de *Eucalyptus grandis*, aos seis meses de idade

CV	GL	Quadrados médios	
		Densidade básica da madeira	Número de brotações por planta
Origens	4	0,010269 (ns)	142,842712**
Progênes/origen	64	0,016824**	19,215914**
Resíduo	2346	0,001902	2,206407
Média		0,378850	2,925050
C.V.		11,51%	50,78%

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade
 (ns) Não significativo ao nível de 1% de probabilidade

FAHLER (22) encontrou diferenças entre origens para os caracteres altura, diâmetro e volume de plantas, em povoamentos de *Araucaria angustifolia*, aos 8 anos de idade, na província de Misiones, Argentina.

O valor do coeficiente de variação foi de 11,51%, para o caráter densidade básica da madeira, indicando boa precisão para os experimentos de campo. O mesmo não ocorreu para o caráter número de brotações por planta, cujo coeficiente de variação foi de 50,78%.

Os resultados obtidos pela análise de variância entre progênes dentro de uma mesma origem, para os caracteres densidade básica da madeira e número de brotações por plan-

ta, são apresentados no Quadro 10.

Os quadrados médios foram significativos, ao nível de 1% de probabilidade, em todas as progênes estudadas, para o caráter densidade básica da madeira. Para o caráter número de brotações por planta, à exceção das progênes pertencentes à origem 4, todas as progênes estudadas apresentaram quadrados médios significativos, ao nível de 1% de probabilidade, para todas as origens estudadas.

Esses resultados mostram que existe variação entre famílias de meios-irmãos. Resultados semelhantes de variação entre origens e dentro de origens foram encontrados em *Araucaria angustifolia*, por KAGEYAMA e JACOB (42) e por FAHLER (22).

O comportamento das progênes pertencentes à origem 4 pode ser atribuída ao fato de a parte amostrada do germoplasma não ser representativa da população em seu local de origem, uma vez que não houve pressão de seleção suficientemente forte para justificar tais resultados.

O teste "Cluster Analysis" foi aplicado às progênes dentro de cada origem, ao nível de 5% de probabilidade, para o caráter densidade básica da madeira. Os resultados encontrados são apresentados no Quadro 11. As famílias de meios-irmãos, que apresentaram as maiores médias das densidades básicas, foram: progênes 1 e 8 (origem 1); 15, 25 e 27 (origem 2); 19 e 29 (origem 3); 37 (origem 4) e 62 (origem 5), sendo, portanto, as mais indicadas para a formação de pomar de produção de sementes de alta densidade básica da madeira.

Os parâmetros genéticos foram estimados a partir da análise de variância apresentada no Quadro 10. As estimati-

QUADRO 10 - Resumo da análise de variância entre progênies dentro de origem, para os caracteres densidade básica da madeira e número de brotações por planta, em famílias de meios-irmãos de *Eucalyptus grandis*, aos seis meses de idade

CV	GL	Quadrados médios	
		Densidade básica da madeira	Número de brotações por planta
Progênies/origem 1	10	0,020278**	6,578700**
Resíduo	374	0,002352	2,480367
Progênies/origem 2	9	0,026760**	21,842533*
Resíduo	340	0,001971	2,918151
Progênies/origem 3	20	0,020501**	26,650200**
Resíduo	714	0,002346	2,016647
Progênies/origem 4	9	0,011116**	3,537778(ns)
Resíduo	340	0,000932	2,085882
Progênies/origem 5	16	0,007719**	25,502731**
Resíduo	578	0,001619	1,903707

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade

(ns) Não significativo ao nível de 1% de probabilidade

vas dos componentes de variância ambiental e genotípica, estimativas das variâncias aditiva e fenotípica e estimativas dos coeficientes de herdabilidade baseada nas médias de famílias de meios-irmãos, para os caracteres densidade básica da madei

QUADRO 11 - Aplicação do teste "Duncan Analysis" entre progênieis dentro de origem, ao nível de 5% de probabilidade, na média das densidades básicas das famílias de netos-irmãos de *Eucalyptus grandis*, aos seis meses de idade

PM*	MDB** (g/cm ³)	FMI*	MDB** (g/cm ³)	FMI*	MDB** (g/cm ³)
<u>ORIGEM 1</u>					
3	0,3478 A	30	0,3532 B	38	0,3642 A
18	0,3573 A	20	0,3645 B	54	0,3768 A
17	0,3620 A	34	0,3663 B	49	0,3774 A
2	0,3779 B	36	0,3711 B	50	0,3871 A
9	0,3810 B	41	0,3763 C	52	0,3875 A
4	0,3872 C	31	0,3790 C	51	0,3917 B
6	0,3902 C	35	0,3825 C	37	0,4061 C
5	0,3933 C	24	0,3824 C	<u>ORIGEM 5</u>	
7	0,4028 C	33	0,3830 C	60	0,3559 A
1	0,4158 D	23	0,3872 D	65	0,3590 A
8	0,4220 D	43	0,3879 D	47	0,3656 A
<u>ORIGEM 2</u>					
10	0,3147 A	40	0,3880 D	67	0,3692 A
13	0,3467 B	42	0,3888 D	64	0,3692 A
16	0,3590 B	44	0,3911 D	61	0,3718 A
26	0,3682 C	28	0,3928 D	63	0,3729 A
12	0,3744 C	45	0,3955 D	56	0,3732 A
11	0,3794 C	22	0,3958 D	66	0,3735 A
14	0,3808 C	32	0,3964 D	57	0,3744 A
27	0,3927 D	19	0,4075 E	68	0,3759 A
15	0,3940 D	29	0,4213 E	59	0,3769 A
25	0,4136 D	<u>ORIGEM 4</u>		55	0,3821 A
<u>ORIGEM 3</u>					
21	0,2984 A	39	0,3450 A	69	0,3831 A
		48	0,3621 A	58	0,3908 B
		53	0,3635 A	46	0,3949 B
				62	0,4203 C

(*) FMI = Família de netos-irmãos
 (**) MDB = Média de densidade básica
 Famílias de netos-irmãos, dentro de cada origem, seguidas da mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

ra e número de brotações por planta, são apresentados no Quadro 12.

Os valores das estimativas dos coeficientes de herdabilidades foram elevados para os caracteres densidade básica da madeira e número de brotações por planta, nas famílias de meios-irmãos estudadas dentro de cada origem, exceto para as progênes pertencentes à origem 4, cujo valor da estimativa do coeficiente de herdabilidade foi de 0,41 para o caráter número de brotações por planta. Esse valor é o reflexo de uma variabilidade genética menor, uma vez que as variâncias de ambiente foram praticamente uniformes nas 5 origens estudadas.

Os valores elevados dos coeficientes de herdabilidades indicam que, tanto para o caráter densidade básica da madeira como para o caráter número de brotações por planta o controle genético é alto, possibilitando, desta forma, ganhos genéticos elevados, através da seleção praticada dentro do ensaio.

Valores elevados da estimativa do coeficiente de herdabilidade em progênes jovens, independentes de origens, foram encontrados por DAVIDSON (17), em *Eucalyptus deglupta*, e por ALMEIDA (2), em *Eucalyptus citriodora*.

No Quadro 13, são apresentados os números de plantas sobreviventes depois do corte e a percentagem de sobrevivência por origem e por família de meios-irmãos dentro de cada origem.

A percentagem de sobrevivência foi elevada para todas as origens estudadas e para todas as progênes dentro de cada origem, exceto para a progênie 63, cuja percentagem de sobrevivência foi 17,14%, mostrando que nessa progênie o

QUADRO 12 - Estimativas dos componentes de variância ambiental e genotípica, das variâncias aditivativa e fenotípica e estimativas das herdabilidades, baseadas nos dados de frequência de melon-trinco, para os caracteres densidade básica da madeira e número de brotações por planta de *Eucalyptus grandis*, nos seis níveis de idade

Estimativas dos σ^2 fímetros genotípicos	Densidade básica da madeira	Número de brota- ções por planta
<u>ORIGEM 1</u>		
σ^2_e	0,002352	2,480367
σ^2_G	0,000512	0,117095
σ^2_A	0,002048	0,468380
σ^2_F	0,000579	0,127963
\bar{h}	0,88	0,62
<u>ORIGEM 2</u>		
σ^2_e	0,001971	2,908251
σ^2_G	0,000709	0,540697
σ^2_A	0,002832	2,162788
σ^2_F	0,000764	0,624072
\bar{h}	0,92	0,86
<u>ORIGEM 3</u>		
σ^2_e	0,002346	2,018647
σ^2_G	0,000519	0,703816
σ^2_A	0,002076	2,815264
σ^2_F	0,000586	0,761434
\bar{h}	0,88	0,92
<u>ORIGEM 4</u>		
σ^2_e	0,000932	2,085882
σ^2_G	0,000291	0,641483
σ^2_A	0,001164	0,169932
σ^2_F	0,000318	0,101079
\bar{h}	0,91	0,41
<u>ORIGEM 5</u>		
σ^2_e	0,001619	1,903707
σ^2_G	0,000174	0,614258
σ^2_A	0,000696	2,697032
σ^2_F	0,000221	0,728649
\bar{h}	0,78	0,92

QUADRO 13 - Número de plantas sobreviventes e percentagem de sobrevivência nas famílias de melon-irmãos dentro de cada origem, em mudas de *Eucalyptus grandis*, nos dois meses de idade

FMI*	Número de plantas sobreviventes	% de sobrevivência	FMI*	Número de plantas sobreviventes	% de sobrevivência
<u>ORIGEM 1</u>			<u>ORIGEM 4</u>		
37	34	91,14	53	23	65,71
3	31	88,57	38	29	82,86
9	29	82,86	43	27	77,14
1	33	94,28	49	27	77,14
2	33	94,28	54	26	74,28
8	26	74,28	51	25	71,43
7	29	82,86	50	34	97,14
5	30	85,71	52	28	80,00
4	29	82,86	37	31	86,57
18	32	91,43	39	24	65,52
6	33	94,28	TOTAL	214	76,24
TOTAL	339	88,09	<u>ORIGEM 5</u>		
<u>ORIGEM 2</u>			56	29	82,86
14	22	62,86	63	6	17,14
12	33	94,28	61	22	62,86
13	27	77,14	69	34	97,14
10	31	88,57	59	29	82,86
25	35	100,00	64	32	91,43
27	33	94,28	68	34	97,14
26	34	97,14	60	35	100,00
16	35	100,00	66	33	94,28
15	30	85,71	67	34	97,14
11	33	94,28	62	28	80,00
TOTAL	313	89,43	65	31	88,57
<u>ORIGEM 3</u>			47	33	94,28
31	23	65,71	58	33	94,28
34	23	60,00	55	30	85,71
44	17	45,57	57	31	88,57
20	29	82,86	46	23	65,71
21	31	88,57	TOTAL	497	83,53
24	35	100,00			
22	34	97,14			
36	35	100,00			
28	35	100,00			
30	35	100,00			
33	34	97,14			
35	35	100,00			
29	35	100,00			
32	34	97,14			
43	34	97,14			
19	33	94,28			
23	34	97,14			
41	32	91,43			
45	24	68,57			
40	31	88,57			
42	35	100,00			
TOTAL	656	89,25			

(*) FMI = Família de melon-irmãos

vigor é menor que nas demais progênes, devido, talvez, ao grau de endogamia ser maior nessa família do que nas demais.

Os valores dos produtos médios são apresentados no Quadro 14 e as estimativas dos coeficientes de correlações fenotípica, genotípica e ambiental, entre os caracteres densidade básica da madeira e número de brotações por planta, das diversas famílias de meios-irmãos dentro de cada origem são apresentados no Quadro 15.

As estimativas dos coeficientes de correlações fenotípica e ambiental, entre os caracteres densidade básica da madeira e número de brotações por planta, foram não significativas, ao nível de 1% de probabilidade, para todas as progênes das 5 origens estudadas.

Quanto às estimativas do coeficiente de correlação genotípica, entre os dois caracteres estudados, as progênes tiveram comportamentos diferentes, de acordo com a origem. Nas progênes pertencentes às origens 2, 3 e 5, essas estimativas foram não significativas, ao nível de 1% de probabilidade, e iguais a $-0,0241$, $-0,1951$ e $-0,4069$, respectivamente. Já para as progênes pertencentes às origens 1 e 4, as estimativas dos coeficientes de correlação genotípica foram positivas e significativas, ao nível de 1% de probabilidade. As correlações indicam que a seleção de mudas para alta densidade básica da madeira não afetará o número de brotações por planta, nas origens 2, 3 e 5, podendo aumentar esse número nas origens 1 e 4.

Trabalho semelhante realizado por ALMEIDA (2) mostrou que, em progênes jovens de *Eucalyptus citriodora*, as estimativas dos coeficientes de correlações fenotípicas, ge

QUADRO 14 - Produtos médios entre os caracteres densidade básica da madeira e número de brotações por planta

CV	GL	Produtos médios	
		Densidade básica da madeira e número de brotações por planta	
Progenies/origem 1	10		0,204111
Resíduo	374	0,5588	0,000014
Origem 2		-0,0195 (ns)	-0,0228 (ns)
Progenies/origem 2	1611 (9)		-0,014819
Resíduo	340	0,5072	0,001734
Origem 3		-0,3535 (ns)	-0,0276 (ns)
Progenies/origem 3	20		-0,119138
Resíduo	714		0,011341
Progenies/origem 4	9		0,100581
Resíduo	340		0,001806
Progenies/origem 5	16		-0,156834
Resíduo	578		-0,001535

notípica e ambiental, entre os caracteres densidade básica da madeira e número de brotações por planta, são baixas e positivas.

QUADRO 15 - Estimativas dos coeficientes de correlações fenotípica, genotípica e ambiental, entre os caracteres densidade básica da madeira e número de brotações por planta

Origem	Correlação fenotípica	Correlação genotípica	Correlação ambiental
Origem 1	0,5588 (ns)	0,7531**	0,0002 (ns)
Origem 2	-0,0194 (ns)	-0,0241 (ns)	0,0228 (ns)
Origem 3	-0,1611 (ns)	-0,1951 (ns)	0,1648**
Origem 4	0,5072 (ns)	0,8122**	0,0409 (ns)
Origem 5	-0,3535 (ns)	-0,4069 (ns)	-0,0276 (ns)

(ns) Não significativo ao nível de 1% de probabilidade
 (**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade

sendo:

$$r_{0,001}(9) = 0,735$$

$$r_{0,001}(10) = 0,708$$

$$r_{0,001}(16) = 0,590$$

$$r_{0,001}(20) = 0,537$$

$$r_{0,001}(340) = 0,1386$$

$$r_{0,001}(374) = 0,1322$$

$$r_{0,001}(578) = 0,1058$$

$$r_{0,001}(714) = 0,0946$$

cientos de herdabilidades e as correlações fenotípicas, genotípicas e ambiental entre os dois caracteres já mencionados.

Os resultados obtidos levaram às seguintes conclusões:

1) O número de famílias de meios-irmãos necessário para calcular o número de plantas por progênie e ser usado na determinação de...

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Com sementes provenientes de 69 matrizes de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden, obtidas de polinização livre e selecionadas fenotipicamente em 5 áreas de produção de sementes (cada área corresponde a uma origem distinta), pertencentes a "Florestas Rio Doce S.A.", localizadas em Itabira, Minas Gerais, instalou-se um ensaio no Setor de Silvicultura da Universidade Federal de Viçosa, no período de abril a dezembro de 1980.

As mudas, previamente identificadas, foram dispostas em canteiros, de forma compacta e aleatória, sendo que cada canteiro foi constituído de 100 plantas por progênie. Uma vez que a área total do experimento era de $62,5 \text{ m}^2$, na qual admitiu-se que a variação de ambiente é irrelevante, o experimento foi analisado como inteiramente casualizado. As 69 famílias de meios-irmãos constituíram os tratamentos e cada planta constituiu uma repetição (35 repetições por família de meios-irmãos).

Este trabalho teve como finalidade estudar a variação genética entre origens e entre famílias de meios-irmãos para uma mesma origem, para os caracteres densidade básica da madeira e número de brotações por planta; estimar os coefi-

cientos de herdabilidade e as correlações fenotípica, genotípica e ambiental entre os dois caracteres já mencionados.

Os resultados obtidos levaram às seguintes conclusões:

1) O número de famílias de meios-irmãos necessário para calcular o número de plantas por progênie a ser usado na determinação da densidade básica das mudas de *Eucalyptus grandis* aos 6 meses de idade é igual a 9 e são necessárias 35 plantas por progênie (famílias de meios-irmãos) para calcular a densidade básica das mudas, para um erro permíssivel (d) de 2,5% da média da densidade básica da muda e um intervalo de confiança para a média populacional, a 95% de probabilidade.

2) O teste de Cochran aplicado aos dados originais, para o caráter número de brotações por planta, mostrou que, ao nível de 5% de probabilidade, as variâncias, provavelmente, são homogêneas.

3) O teste de Lilliefors aplicado aos dados originais e dados originais transformados em $\sqrt{X + 0,5}$ e $\log_e(X+1)$ mostrou que não é razoável o estudo dos dados através da distribuição normal.

4) As análises de variância mostraram que não existe variação entre origens para o caráter densidade básica da madeira, ao nível de 1% de probabilidade. Já para o caráter número de brotações por planta, verificou-se que existem diferenças entre origens, ao nível de 1% de probabilidade. As progênies estudadas dentro de cada origem mostraram variação, ao nível de 1% de probabilidade, para os caracteres densidade básica da madeira e número de brotações por planta. A única exceção foi a origem 4, cujas progênies não apresen

taram diferenças significativas para o caráter número de brotações por planta. Esse comportamento pode ser atribuído ao fato de a parte amostrada do germoplasma não ser representativa da população em seu local de origem, uma vez que não houve pressão de seleção suficientemente forte para justificar tais resultados.

5) O teste "Cluster Analysis", aplicado às médias das progênies dentro de cada origem, ao nível de 5% de probabilidade, mostrou que as progênies 1 e 8 (origem 1), 15, 25 e 27 (origem 2), 19 e 29 (origem 3), 37 (origem 4) e 62 (origem 5) apresentam maiores médias de densidades básicas, sendo, portanto, as mais indicadas para a formação de pomar de produção de sementes de alta densidade básica da madeira.

6) As estimativas dos coeficientes de herdabilidades, calculados com base na média de famílias de meios-irmãos, foram de magnitude considerável, exceto para as progênies pertencentes à origem 4, cujo valor da estimativa do coeficiente de herdabilidade foi 0,41, para o caráter número de brotações por planta. Esse valor do coeficiente de herdabilidade pode ser o reflexo de uma variabilidade genética baixa, uma vez que as variâncias de ambiente foram praticamente uniformes, nas 5 origens estudadas.

Os valores elevados dos coeficientes de herdabilidades indicam que, tanto para o caráter densidade básica da madeira como para o caráter número de brotações por planta, o controle genético é alto, possibilitando, desta forma, ganhos genéticos elevados, através da seleção praticada dentro do ensaio, uma vez que a resposta à seleção é diretamente proporcional à herdabilidade e ao diferencial de seleção.

7) A percentagem de sobrevivência foi elevada para

todas as origens estudadas e para todas as famílias de meios-irmãos dentro de cada origem, exceto para a progênie 63, cuja percentagem de sobrevivência foi 17,14%, mostrando, as sim, um vigor menor que as demais progênies, devido, prova velmente, a um grau mais elevado de endogamia.

8) todas as 5 origens estudadas apresentaram estima tivas dos coeficientes de correlação fenotípica e ambien tal, entre os caracteres densidade básica da madeira e núme ro de brotações por planta, não significativos, ao nível de 1% de probabilidade.

9) Quanto à estimativa do coeficiente de correlação genotípica, entre os dois caracteres estudados, as progênies tiveram comportamentos diferentes, de acordo com a ori gem. Nas progênies pertencentes às origens 2, 3 e 5, essas estimativas foram negativas e não significativas, ao nível de 1% de probabilidade. Já, para as progênies pertencentes às origens 1 e 4, as estimativas dos coeficientes de correlações foram positivas e significativas, ao nível de 1% de probabilidade. As correlações indicam que a seleção de mudas para alta densidade básica da madeira não afetará o número de brotações por planta, nas origens 2, 3 e 5, podendo aumentar este número nas origens 1 e 4.

6. BARRIENTOS, L. E. G., & BRITO, J. O. A madeira das espécies de eucalipto com matéria-prima para a indústria de celulose e papel. BRASILIA, Brasília, (13): 9-51, 1975.

7. BARRIENTOS, L. E. G., KUBIKAWA, P. Y., BRITO, J. O., BOMER, H. J., BRITO, J. O. & FERREIRA, M. Estudos de produtividade de Eucalyptus visando o seu aproveitamento industrial. BRASILIA, Brasília, (15): 1-14, 1977.

8. BLAIR, R., COPEL, R., SPENCER, R.G. & JETT, J.B. Bulk
 rigidity and physical properties of young loblolly pine
 with high density juvenile wood. Applied Polymer Sym-
posium, 21: 193-204, 1976.

9. BRANIL, M.A.M. & FERREIRA, M. Variação da densidade bá-
 sica da madeira de *Eucalyptus citrio-dora* Hook. e *Eucalyptus*
grandis W. Hill ex. Maiden aos 5 anos de
 idade, no Estado de São Paulo. IPEF, Piraci-
 caba, (2/3).

6. LITERATURA CITADA

1. ALLARD, R.W. Princípios de melhoramento genético das plantas. São Paulo, Edgar Blücher, 1971. 381 p.
2. ALMEIDA, C.M.V.C. de, Estimativas de herdabilidades e correlações em progênies jovens de *Eucalyptus citrio-dora* Hook. Viçosa, UFV, 1981. 62 p. (Tese de M.S.).
3. AMARAL, A.C.B., FERREIRA, M. & BANDEL, G. Variação da densidade básica da madeira produzida pela *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. no sentido medula - casca, em árvores do sexo masculino e feminino. IPEF, Piracicaba, (2/3): 119-127. 1971.
4. AMARAL, A.C.B., FERREIRA, M. & COUTO, H.T.Z. Métodos de avaliação da densidade básica da madeira de populações de pinheiros tropicais. IPEF, Piracicaba, (15): 47-67. 1977.
5. BANZATTO, A.C., FERREIRA, M. & BANDEL, G. Variação da densidade básica da madeira de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. O Solo, Piracicaba, (2): 43-45. 1969.
6. BARRICHELO, L.E.G. & BRITO, J.O. A madeira das espécies de eucalipto como matéria-prima para a indústria de celulose e papel. PRODEPEF, Brasília, (13): 9-61. 1976.
7. BARRICHELO, L.E.G., KAGEYAMA, P.Y., SPELTZ, R.M., BONISH, H.J., BRITO, J.O. & FERREIRA, M. Estudos de procedências de *Pinus taeda* visando o seu aproveitamento industrial. IPEF, Piracicaba, (15): 1-14. 1977.

8. BLAIR, R., ZOBEL, B., HITCHINGS, R.G. & JETT, J.B. Pulp yield and physical properties of young loblolly pine with high density juvenile wood. Applied Polymer Symposium, 28: 435-444. 1976.
9. BRASIL, M.A.M. & FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus alba* Reinw, *E. saligna* Smith, *E. grandis* W. Hill ex. Maiden aos 5 anos de idade, em função do local e espaçamento. IPEF, Piracicaba, (2/3): 129-149. 1971.
10. BRASIL, M.A.M., VEIGA, R.A.A. & FERREIRA, M. Variação da densidade básica das secções transversais do caule da base do tronco para a copa do eucalipto. IPEF, Piracicaba, (15): 73-82. 1977.
11. BRASIL, M.A.M., VEIGA, R.A.A., COELHO, L.C.C. & MONTAGNA, R.G. A densidade básica da madeira de *Pinus_elliottii* var. *elliottii* em três regiões do Estado de São Paulo. Silvicultura, São Paulo, 2 (16): 57. 1980.
12. BRITO, J.O. & BARRICHELO, L.E.G. Correlação entre características físicas e químicas da madeira e a produção de carvão vegetal: I - Densidade e teor de lignina da madeira do eucalipto. IPEF, Piracicaba, 5 (14): 19-28. 1977. (circulação interna).
13. CALLAHAM, R.Z. & DUFFIELD, J.W. Heights of selected ponderosa pine seedling during 20 years. In: FOREST GENETICS WORKSHOP, Macon, 1962. Proceedings, Washington, USDA, 1962. p. 10-13.
14. CAMPOS, H. Estatística experimental não paramétrica. 2^o ed. Piracicaba, ESALQ, 1976. 332 p.
15. COCHRAN, W.G. Some consequences when assumptions for the analysis of variance are not satisfied. Biometrics, Ithaca, 3: 22-39. 1947.
16. COELHO, A.S.R., MELLO, H.A. & SIMÕES, J.W. Comportamento de espécies de eucalipto face ao espaçamento. IPEF, Piracicaba, (1): 29-55. 1970.

26. FERREIRA, M. Estudo da variação da densidade básica da
17. DAVIDSON, J. Variation, association and inheritance of morphological and wood characters in an improvement programme for *Eucalyptus deglupta* Blume. Canberra, Austrália, Australian National University, 1972. 263p. (Tese de Ph. D.).
18. DAVIDON, J. Natural variation in *Eucalyptus deglupta* and it's effects on choice of criteria for selection in a tree improvement programme. Papua, New Guinea, Tropical Forestry Research, 1973. 9 p. (Tropical Forestry Research Note, SR 2).
19. DEMÉTRIO, C.G.B. Transformação de dados. Efeitos sobre a análise de variância. Piracicaba, ESALQ, 1978. 113 p. (Tese de M.S.).
20. DUDLEY, J.W. & MOLL, R.H. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding. Crop Science, Madison, 9 (3): 257-262. 1969.
21. DURAND, P.Y. Variations in wood properties and pulping characteristics of some tropical pines grown in plantation. Silvicultura, São Paulo, 2 (16): 46. 1980.
22. FAHLER, J.C. Variação geográfica entre e dentro de origens de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. aos 8 anos de idade, na província de Misiones, Argentina. Curitiba, UFPR, 1981. 99 p. (Tese de M.S.)
23. FALCONER, D.S. Introducción a la genética cuantitativa. Mexico, Compãnia Editorial Continental, 1970. 430 p.
24. FERRAZ, E.S. & TOMAZELLO FILHO, M. Uso de métodos nucleares no estudo da qualidade da madeira. Silvicultura, São Paulo, 2 (14): 17-27. 1978.
25. FERREIRA, M. Estudo da variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus alba* Reinw, *Eucalyptus saligna* Smith. Piracicaba, ESALQ, 1968. 78 p. (Tese de Douto ramento).

26. FERREIRA, M. Estudo da variação da densidade básica da madeira de povoamentos de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden. Piracicaba, ESALQ, 1970. 62 p. (Tese de Livre Docência).
27. FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de povoamentos comerciais de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden nas idades de 11, 12, 13, 14 e 16 anos. IPEF, Piracicaba, (4): 85-90. 1972.
28. FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de plantações comerciais de *Eucalyptus alba* (*E. urophylla* s. t. blake), *Eucalyptus saligna* Smith e *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. O Papel, 34: 151-157. 1973.
29. FERREIRA, M. & KAGEYAMA, P.Y. Melhoramento genético da densidade da madeira do eucalipto. Silvicultura, São Paulo, 2(14): 148-152. 1978.
30. FERREIRINHA, M.P. Propriedades físicas e mecânicas das madeiras de *Eucalyptus*. In: CONFERÊNCIA MUNDIAL DO EUCALIPTO, 2^o, São Paulo, 1961. Relatório..... São Paulo, FAO, 1961. Vol. II, p. 1.113-1.122.
31. FOELKEL, C.E.B., BARRICHELO, L.E.G. & MILANEZ, A.F. Estudo comparativo das madeiras de *E. saligna*, *E. paniculata*, *E. citriodora*, *E. maculata* e *E. tireticornis* para a produção de celulose e sulfato. IPEF, Piracicaba, 10: 17-37. 1975.
32. FOELKEL, C.E.B., BRASIL, M.A.M. & BARRICHELO, L.E.G. Métodos para a determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. IPEF, Piracicaba, (2/3): 65-74. 1971
33. FREESE, F. Métodos estadísticos elementales para técnicos forestales. Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional (AID), México/Buenos Aires, 1970. 104 p.
34. FREITAS, E.R., FERREIRA, M. & BORGES, C.P. Estudo das variações botânicas em povoamentos de *E. alba* Reinw, *E. saligna* Smith, *E. grandis* Hill ex. Maiden e *E. pro-pinqua* Deane and Maiden. IPEF, Piracicaba, 4: 117-134. 1972.

43. KENNEDY, H. Progeny test and assessment of progenies. In: VAG/BRUNDA TRAINING COURSE ON FOREST TREE IMPROVEMENT. 1973. 515 p.
35. GOLDENBERG, J.B. El empleo de la correlacion en el mejoramiento genético de las plantas. Pitotecnia Latinoamericana, San José, 5: 1-8. 1968.
36. GOLFARI, L., CASER, R.L. & MOURA, P.G. Zoneamento ecológico esquemático para o reflorestamento no Brasil, 2.ª aproximação, Belo Horizonte, Centro de Pesquisa da Região do Cerrado, 1978. 66 p. (Série Técnica 11).
37. GOLFARI, L. & PINHEIRO NETO, F.A. Escolha de espécies de eucalipto potencialmente aptas para diferentes regiões no Brasil. Brasil Florestal, Brasília, 1 (3): 17-37. 1970.
38. GURGEL, J.T.A., PIZZIRANI, A.A. & CORSINI, C.A. Determinação da idade juvenil e adulta em *Eucalyptus citriodora* Hook. Curitiba, s. ed., 1973. 10 p. (mimeografado).
39. HALL, N., JOHNSTON, R.D. & CHIPPENDALE, G.M. Forest trees of Australia. Austr. Dept. of Agriculture, Canberra, 1975. 234 p.
40. HUHN, M. A new method of estimating broad sense heritability. In: IUFRO JOINT MEETING OF WORKING PARTIES ON POPULATION AND ECOLOGICAL GENETICS, BREEDING THEORY AND PROGENY TESTING, Stockholm, 1974. Proceedings.... Stockholm, Dept. of Forest Genetics, The Royal College of Forestry, 1974. p. 79-86. (S.02.04.1-3).
41. KAGEYAMA, P.Y., BALLONI, E.A. & JACOB, W.S. Teste de progênies de *Eucalyptus grandis* - Resultados preliminares. IPEF, Piracicaba, 6 (19): 43-49. 1978.
42. KAGEYAMA, P.Y. & JACOB, W.S. Variação entre e dentro de populações de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. In: IUFRO MEETING. PROBLEMAS FLORESTAIS DO GÊNERO *Araucaria*, Curitiba, 1979. Proceedings.... Curitiba, FUPEF, 1980. p. 83-86.
43. OLIVEIRA, L.S. de. Transformação de Saíca. Viçosa, UFV, 1977. 33 p.

43. KEILDING, H. Progeny test and assessment of progenies. In: FAO/DANIDA TRAINING COURSE ON FOREST TREE IMPROVEMENT, Kenya, 1977. FAO, Kenya, 1977. p. 15-25.
44. KEMPTHORNE, O. An introduction to genetics statistics. Ames, The Iowa State University Press, 1973. 545 p.
45. KRALL, J. Introduction of provenances of *Pinus taeda* in Cerro Largo, Uruguai. In: BURLEY, J. & NIKLES, D. G., eds. Tropical Provenance and Progeny Research and International Cooperation. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, V. 2., 1973. p. 146-149.
46. LUSH, J.L. Melhoramento genético dos animais domésticos. Rio de Janeiro, Centro de Publicações Técnicas da Aliança para o Progresso, 1964. 570 p.
47. MATZIRIS, D.I. & ZOBEL, B. Inheritance and correlation of juvenile characteristics in loblolly pine (*Pinus taeda*, L). Silvae Genetica, Frankfurt, 22 (1-2): 38-45. 1973.
48. MODE, G.L. & ROBINSON, H.F. Pleiotropism and the genetic variance and covariance. Biometrics, Ithaca, 15: 518-537. 1959.
49. MONTAGNA, R.G., KRONKA, F.J.N., MAINIERI, C., DIAS, R.A. & KRONKA, S.N. Estudo sobre o crescimento da madeira de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* em função do espaçamento. Silvicultura, São Paulo, 8: 33-52. 1973.
50. MOURA, V.P.G., CASER, R.L., ALBINO, J.C., GUIMARÃES, D. P., MELO, J.T. & COMASTRI, S.A. Avaliação das espécies e procedências de *Eucalyptus* em Minas Gerais Gerais e Espírito Santo - Resultados preliminares. Brasília, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1980. 104 p. (Boletim de Pesquisa n.º 1).
51. OLIVEIRA, L.M. de, Teoria de amostragem. Viçosa, UFV., 1976. 109 p.
52. OLIVEIRA, L.M. de, Transformação de dados. Viçosa, UFV, 1977. 33 p.

53. PANSHIN, A.J. & ZEEUM, C. Textbook of wood technology. 3th. ed. New York, Mac Graw - Hill Book Company, 1970. 705 p.
54. PÁSZTOR, Y.P.C. Teste de procedências de *Eucalyptus pilulares* Sm. na região de Mogi Guaçu. IPEF, Piracicaba, 8: 69-93. 1974.
55. PREVOST, M.J., BARNES, R.D. & MULLIN, L.J. *Pinus elliottii* provenance trials in Rhodesia. In: BURLEY, J. & NIKLES, D.G., eds. Tropical Provenance and Progeny Research and International Cooperation. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, V. 6, 1973. p. 153-162.
56. RESENDE, G.C., SUITER FILHO, W. & MENDES, C.J. Regeneração dos maciços florestais da Cia. Agrícola e Florestal Santa Bárbara. Viçosa, SIF, 1980. 24 p. (Boletim Técnico n. 1).
57. ROBINSON, H.F. & COCKERHAM, C.C. Estimación y significado de los parámetros genéticos. Fitotecnia Latinoamericana, San José, 2: 23-38. 1965.
58. RUDMAN, P., HIGGS, M., DAVIDSON, J. & MALAJCZUR, N. Breeding *Eucalyptus* for wood properties. In: SECOND WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, Washington, 1969. Invited Paper, Washington, 1969. 9 p. (FO - FTB - 69 - 4/7).
59. SCOTT, A.J. & KNOTT, M. A Cluster Analysis method for grouping means in the analysis of variance. Biometrics, Ithaca, 30 (3): 507-512. 1974.
60. SHEPHERD, K.R. General genetics and inheritance. In: INTERNATIONAL TRAINING COURSE IN FOREST TREE BREEDING, Canberra, 1977. Selected Reference Papers..., Canberra, Australian Development Assistance Agency, 1977. p. 43-59.
61. SOARES, A.R. & ROSERO, P. Variação entre nove procedências de *Cupressus lusitanica* Mill em Costa Rica. Turrialba, 23 (2): 222-226. 1973.

62. SOUZA, A.P., DELLA LUCIA, R.M. & RESENDE, G.C. Estudo da densidade básica da madeira de *Eucalyptus microcorys* F. Muell, cultivado na região de Dionísio, MG. Revista Árvore, Viçosa, 3 (1): 16-27. 1979.
63. SPURR, S.H. & HSIUNG, W. Growth rate and specific gravity in conifers. J. Forestry, 52 (3): 191-200. 1954.
64. STONHECYPHER, R.W. Estimates of genetics and environmental variances and covariances in a natural population of loblolly pine (Pinus taeda L.). North Carolina, North Carolina State University, 1966. 128 p. (Tese de Ph. D.).
65. VAN BUIJTENEN, J.P. Relationships between wood properties and pulp and paper properties. In: SECOND WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, Washington, 1969. Invited Papers, Washington, 1969. 13 p. (FO - FTB - 69 - 4/5).
66. VAN BUIJTENEN, J.P. Mating designs. In: IUFRO JOINT MEETING ON ADVANCED GENERATION BREEDING, Bordeaux, 1976. Proceedings, Bordeaux, 1976. p. 11-20.
67. VAN WYK, G. Early growth results in a diallel progeny test of Eucalyptus grandis W. Hill ex. Maiden. Raleigh, North Carolina State University, 1975. 135 p. (Tese de Ph. D.).
68. VIANNA, R.T. & SILVA, J.C. Correlações genéticas e capacidade geral de combinação em linhagens endogâmicas de milho (*Zea mays*, L.). Ceres, Viçosa, 25 (139): 242-265. 1978.
69. VITAL, B.R. & DELLA LUCIA, R.M. Procedência de sementes e qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden. Revista Árvore, Viçosa, 4 (2): 170-178. 1980.
70. WOESSNER, R.A. A densidade da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* até a idade de 9 anos, em Jari. Silvicultura, São Paulo, 2 (16): 38. 1980.

71. WRIGHT, J.W. A simplified design for combined provenance and progeny testing. Silvae Genetica, Frankfurt, 27 (2): 68-70. 1978.
72. ZOBEL, B. Variation in specific gravity and tracheid length for several species of Mexican pines. Silvae Genetica, Frankfurt, 14 (1): 1-36. 1965.
73. ZOBEL, B. Developing trees in the Southeastern United States wood qualities most derivable for paper. The Journal of the Technical Association of the Pulp and Paper Industry, 53 (12): 2320-2325. 1970.
74. ZOBEL, B. Genetic manipulation of wood of the southern pines including chemical characteristics. Wood Science and Technology, 5: 205-271. 1971.