

VARIABILIDADE GENÉTICA EM PROGÊNIES DE UMA POPULAÇÃO DE  
*Eucalyptus urophylla* S. T. BLAKE DA  
ILHA FLORES - INDONÉSIA

JOSÉ ELIDNEY PINTO JÚNIOR  
Engº. Florestal

PROF. DR. PAULO YOSHIO KAGEYAMA  
Orientador

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Florestal.

P I R A C I C A B A  
Estado de São Paulo - Brasil  
Novembro - 1984

Aos meus pais, minha gratidão

À minha esposa, Marlene, meu  
oferecimento e dedicação.

## AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que contribuíram, direta ou in diretamente, para a realização deste trabalho, expresso meus agradecimentos, em especial:

- ao professor Dr. Paulo Yoshio Kageyama, pela orientação e amizade;

- ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais e ao Centro Nacional de Pesquisas de Florestas da EMBRAPA, pela oportunidade de realizar este trabalho;

- à Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara, à Aracruz Florestal S.A., à Estação Experimental de Recursos Naturais Renováveis de Anhembi, da ESALQ, e ao Centro de Pesquisa Agropecuaria dos Cerrados, da EMBRAPA, pela instalação e condução dos ensaios;

- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e à Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelas bolsas de pesquisa concedidas;

- aos docentes do Departamento de Silvicultura da ESALQ-USP, pelos ensinamentos;

- ao Engenheiro Florestal Milton K.Morita e à laboratorista Sueli Penteado, pela execução dos trabalhos de produção de mudas e análise de sementes, respectivamente;

- às funcionárias do Centro Nacional de Pesquisa de Florestas da EMBRAPA: Guiomar M.Braguinia; Maria de Jesus Westphalen e Clarice F.Andrade, pelos trabalhos de datilografia; e à Carmen L.Cassilha e Vera L.B.Eifler, pelos trabalhos de revisão das citações bibliográficas e confecção das figuras, respectivamente.

## ÍNDICE

Página

|  |    |
|--|----|
| RESUMO . . . . .   | x  |
| SUMMARY . . . . .  | xv |
| 1. INTRODUÇÃO . . . . .  | 1  |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA . . . . .   | 5  |
| 2.1. Área de ocorrência natural . . . . .  | 5  |
| 2.1.1. Distribuição de ocorrência por Ilhas. . . . .   | 7  |
| 2.1.1.1. Ilha Timor . . . . .  | 8  |
| 2.1.1.2. Ilha Flores . . . . .   | 17 |
| 2.1.1.3. Ilha Alor . . . . .   | 20 |
| 2.1.1.4. Ilha Pantar . . . . .   | 23 |
| 2.1.1.5. Ilha Lomblem . . . . .  | 24 |
| 2.1.1.6. Ilha Adonara . . . . .  | 26 |
| 2.1.1.7. Ilha Wetar . . . . .  | 28 |
| 2.1.1.8. Considerações Gerais . . . . .  | 30 |
| 2.1.2. Híbridos de <i>E. urophylla</i> e <i>E. alba</i> e re-<br>lações entre as duas espécies . . . . . | 31 |
| 2.2. Variação genética em populações de espécies flo-<br>restais . . . . .                               | 35 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS . . . . .  | 54 |
| 3.1. Material . . . . .  | 54 |
| 3.1.1. Obtenção do material em estudo . . . . .  | 54 |
| 3.1.2. Caracterização das procedências que origi-<br>naram as progênies . . . . .                        | 56 |

|   |    |
|---|----|
| 3.1.3. Especificação dos materiais e locais de<br>experimentação . . . . .  | 58 |
| 3.2. Métodos . . . . .  | 59 |
| 3.2.1. Instalação dos ensaios . . . . .   | 59 |
| 3.2.2. Coleta de dados dos ensaios . . . . .  | 61 |
| 3.2.3. Análise estatística . . . . .  | 62 |
| 3.2.3.1. Análise de variância dos testes<br>de procedências, para diferen <u>tes</u><br>locais e idades . . . . .   | 62 |
| 3.2.3.2. Análise de variância dos testes<br>de progênes para cada local e<br>idade . . . . .  | 62 |
| 3.2.3.3. Análise de variância dos testes<br>de progênes, para locais em<br>conjunto. . . . .  | 66 |
| 3.2.4. Estimação de parâmetros genéticos . . . . .  | 68 |
| 3.2.4.1. Estimação de variâncias genéti <u>cas</u> ,<br>coeficientes de herdabili <u>dade</u> e de coeficientes de varia <u>ção</u><br>genética e não genética, . . . . . | 68 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO . . . . .   | 72 |

|  |    |
|--|----|
| 4.1. Resultados da análise de variância dos testes de procedências, para os diferentes locais e idades . . . . .   | 72 |
| 4.1.1. Crescimento em altura e porcentagem de falhas de plantas das procedências, para a localidade de Anhembi-SP, aos 6 meses de idade . . . . .  | 72 |
| 4.1.2. Crescimento em altura e porcentagem de falhas de plantas das procedências, para os quatro locais, aos 12, 24 e 36 meses de idade. . . . .   | 74 |
| 4.2. Resultados de análises de variâncias, estimativas de variâncias genéticas e não genéticas e de coeficientes de variação genética e não genética, para altura e diâmetro de plantas, para cada procedência, nos diferentes locais e idades. . . . .                              | 79 |
| 4.3. Resultados de análises de variâncias individuais e conjuntas, estimativas de variâncias genéticas e não genéticas e de coeficientes de variação genética e não genética, para altura e diâmetro de plantas, considerando-se as 42 progênes, para os diferentes locais e idades. | 99 |

|   |     |
|---|-----|
| 4.3.1. Resultados das análises de variâncias individuais e conjuntas para altura de plantas, aos 12 meses de idade, para as 42 progênes da Ilha Flores.....   | 102 |
| 4.3.2. Resultados das análises de variâncias individuais e conjuntas para altura e diâmetro de plantas, aos 24 meses de idade, para as 42 progênes da Ilha Flores....   | 106 |
| 4.3.3. Resultados das análises de variâncias individuais e conjuntas para altura e diâmetro de plantas, aos 36 meses de idade, para as 42 progênes da Ilha Flores. . .  | 110 |
| 4.3.4. Resultados de estimativas de variâncias genéticas e não genéticas, de coeficientes de herdabilidade e de variação genética e não genética, para altura de plantas, nas diferentes idades e locais, para as 42 progênes da Ilha Flores. . . .                     | 114 |
| 4.3.5. Resultados de estimativas de variâncias genéticas e não genéticas, de coeficientes de herdabilidade e de coeficientes de variação genética e não genética, para diâmetro de plantas, nas diferentes idades e locais, para as 42 progênes da Ilha Flores. . . . . | 129 |



|  |     |
|--|-----|
| 4.3.6. Resultados de estimativas de variâncias genéticas e não genéticas, de coeficientes de herdabilidade e de coeficientes de variação genética e não genética, para altura e diâmetro de plantas, da análise conjunta de locais, para as 42 progênes comuns da Ilha Flores. . . . . | 134 |
| 4.3.7. Resultados de relações entre coeficientes de variação genética e experimental; de relações entre as variâncias dentro e entre progênes; e relações entre variâncias dentro e ambiental, para as características estudadas, nos diferentes locais e idades. . . . .              | 140 |
| 5. CONCLUSÕES . . . . .  | 145 |
| 6. LITERATURA CITADA . . . . .   | 148 |
| APÊNDICES . . . . .  | 160 |

VARIABILIDADE GENÉTICA EM PROGÊNIES DE UMA POPULAÇÃO DE  
*Eucalyptus urophylla* S.T. BLAKE DA  
ILHA FLORES - INDONÉSIA

JOSÉ ELIDNEY PINTO JÚNIOR.  
- Autor -

PROF. DR. PAULO YOSHIO KAGEYAMA  
- Orientador -

RESUMO

A partir de árvores amostradas em uma população natural de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake procedente da Ilha Flores, na Indonésia, foram instalados testes conjugados de procedências e progênies, em quatro locais, a saber: Aracruz (Espírito Santo), Anhembi (São Paulo), Bom Despacho (Minas Gerais), e Planaltina (Distrito Federal).

Os testes foram instalados nesses locais, no período de maio a junho de 1980, utilizando o delineamento de blocos de famílias compactas. As parcelas constituem-se as procedências e as subparcelas constituem-se as progênies, com número variável para cada procedência. As parcelas foram retangulares, constituídas de subparcelas lineares, com 10 plantas cada.

O espaçamento de plantio foi 3m x 2m, distanciando 3m entre progênies e 2m entre plantas de uma mesma progênie. Para os 9 e 61 tratamentos comuns aos 4 locais, respectivamente ao nível de procedências e progenies, utilizou-se o número de 3 repetições por local.

Foram coletados dados de crescimento em altura e de sobrevivência de plantas a um ano de idade, acrescentando-se nas idades de 2 e 3 anos avaliações de diâmetro de plantas.

O crescimento das árvores até os 3 anos de idade foi expressivo, principalmente para os locais de Aracruz-ES e Anhembi-SP, cujos "sites" são de qualidade superior aos de Bom Despacho-MG e Planaltina-DF, confirmando o potencial do *Eucalyptus urophylla* procedente da Ilha Flores-Indonésia para essas regiões.

As análises dos testes de todas as 9 procedências, realizadas para as diferentes idades e locais, praticamente não mostraram diferenças expressivas entre tratamentos, para os parâmetros de crescimento. As únicas diferenças significativas observadas em quase todos os ensaios e idades avaliadas pertencem a um grupo de 3 procedências muito próximas geograficamente, o que provavelmente indica ter havido problemas de amostragem na coleta de sementes dessas proce -

dências na origem ou, então, a variação ecotípica presente deve ser importante para a espécie.

Os parâmetros genéticos e não genéticos estimados para as características de crescimento de plantas, nos diversos locais e idades avaliadas, não mostraram uma tendência comum para as progênies de uma mesma procedência, o que poderia estar explicando a presença dessas variações entre procedências, quanto à sua estrutura genética ou, então, a amostragem insuficiente de árvores por procedência envolvida na coleta de sementes estaria interferindo nos resultados obtidos.

Com base nos resultados dos testes de procedências, as análises para as estimativas de variâncias genéticas e não genéticas e de coeficientes de variação genética e não genética consideraram as 42 progênies das 4 procedências como procedentes de uma única população, em função da suposição que tal medida minimizaria o problema de deficiência na amostragem do número de árvores, por procedência.

Os resultados dessas últimas análises, ao nível de características, idades e locais individuais, mostraram variações genéticas entre progênies, mas sem um padrão comum de variação dos parâmetros genéticos de local para local. As interações progênies por local provavelmente foram componentes importantes no padrão de diferenciação observa

da. Verificou-se, assim, maior variação genética para local de Aracruz-ES, seguido por Bom Despacho-MG, Planaltina-DF e Anhembi-SP, constatando-se maiores valores dessa variação genética para altura de plantas.

Para locais em conjunto, também foram detectadas variações genéticas entre progênies e um expressivo efeito de locais, que tendeu a decrescer com a idade. A interação de progênies por locais mostrou-se expressiva somente na idade de 2 e 3 anos, com maior magnitude para altura de plantas.

Os coeficientes de herdabilidade, no sentido restrito, mostraram maior magnitude para altura de plantas.

Os parâmetros genéticos e não genéticos obtidos tanto para as análises individuais para locais como para as análises de locais em conjunto não mostraram, também, uma mesma tendência. As interações relativamente altas de progênies por locais, detectadas em ambas as análises, devem estar exercendo grande influência nas variações observadas de local para local. Além disto, deve-se ter cautela na extrapolação destes resultados, pois os padrões de variação dos parâmetros genéticos com a idade, a julgar também pelos resultados disponíveis e que se referem ao gênero *Eucalyptus*, não são similares de espécie para espécie.

Os coeficientes de herdabilidade, no sentido restrito, ao nível de média de progênes de meios-irmãos, e os coeficientes de variação genética, obtidos para as características de crescimento nos diferentes locais, indicam boas perspectivas de ganhos genéticos através da seleção.

GENETIC VARIABILITY IN PROGENIES OF A POPULATION OF  
*Eucalyptus urophylla* S.T. BLAKE  
FROM FLORES ISLAND - INDONÉSIA

JOSE ELIDNEY PINTO JÚNIOR  
- Author -

Dr. PAULO YOSHIO KAGEYAMA  
- Adviser -

SUMMARY

Provenance and progenie combined trials with *Eucalyptus urophylla* ST Blake sampled from natural population from Flores Island, Indonesia, were planted in four locations, namely: Aracruz (Espírito Santo State-ES), Anhembi (São Paulo State-SP), Bom Despacho (Minas Gerais State-MG) and Planaltina (Brasília, Federal District-DF).

The trials were established during May and June of 1980. A compact family block design was used. The main plots representing each provenance were made up by several sub-plots where different numbers of progenies within provenance were planted in 10-plants rows. The spacing between trees was 3m x 2m.

Within location there were three replications containing nine provenances and a total of sixty one progenies in each replication.

Height growth and survival were assessed at the age of one year. The diameter was assessed at two and three years of age.

At the age of three years height growth was remarkable especially at Aracruz-ES and Anhembi-SP. This could be due to better site quality compared to Bom Despacho-MG and Planaltina-DF. This results confirms the potential of *Eucalyptus urophylla* from Flores Island, Indonesia, for these regions.

The only statistically significant provenance differences in all experiments involved a group of three provenances which are geographically very close. This indicates that not only ecotypic variation, but also sampling problems during collection might have played an important role.

Results based on four provenances and forty two common progenies, the genetic and non-genetic variance components for height growth did not show a common trend for progenies within provenances by locations and ages. These findings suggest that substantial variation existed within provenances. This variation could be due to their genetic



structure or to insufficient sampling of parent trees in each provenance.

To reduce the problem arisen from sampling, the forty two progenies from four provenances were considered as if they came from one population for the estimation of genetic and non-genetic variances and coefficients of variation.

Each trait showed genetic variation by location and age. However, there was not a common pattern of variation in genetic parameters from one location to another. Probably the progenies x locations interactions were responsible for the observed variation. Furthermore, a greater genetic variation was observed at Aracruz-ES followed by Bom Despacho-MG, Planaltina-DF and Anhembi-SP. The greatest range of genetic variation was observed for height growth.

There were genetic variations among the progenies and a considerable location effect. The latter tended to decrease with age. The narrow sense heritability was greater for height growth than diameter.

There was not a common trend in genetic and non-genetic parameters among the analyses by location and those for all locations combined. The relatively highly significant progenies x locations interactions must have been the factor responsible for the large variation among locations.

Finally, due to both, the considerably high narrow sense heritability of half-sib family means and the high coefficients of genetic variation, there is a good likelihood genetic gains through selection.

## 1. INTRODUÇÃO

Desde a sua introdução no Brasil, ocorrida no início deste século, espécies de *Eucalyptus* têm constituído o gênero predominante nos reflorestamentos. Isto se deve tanto às características de rápido crescimento e capacidade de adaptação de determinadas espécies a diversas regiões ecológicas brasileiras, como ao potencial econômico de utilização existente para a sua madeira.

Entre as espécies comumente empregadas para reflorestamentos no país, por ordem de importância econômica, destacam-se principalmente o *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden, o *Eucalyptus saligna* Smith e o *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. Usualmente, a madeira dessas espécies destinam-se às indústrias de celulose, papel, chapas duras, carvão, madeira serrada, postes e, mais recentemente, sua viabilidade como matéria-prima para a produção de metanol tem sido constatada pela pes-

quisa.

Nos últimos anos, a utilização crescente do *E. urophylla* nos reflorestamentos brasileiros se deve não só àquelas características mencionadas anteriormente para este gênero, como principalmente devido a sua relativa resistência ao fungo *Chryphonectria cubensis* (Bruner) em regiões climáticas onde o *E. grandis* e o *E. saligna* revelam alta susceptibilidade a esse patógeno.

A facilidade de cruzamentos interespecíficos deste gênero, aliada à falta de cuidados no isolamento de talhões inicialmente estabelecidos no Brasil, provocou uma hibridação desregrada em diversos graus e entre várias espécies, mostrada pela maioria das plantações existentes. Estes fatos dificultam a utilização dessas populações em programas de melhoramento genético, os quais requerem populações com determinado grau de uniformidade e de melhoramento das características genotípicas da espécie, quando se objetiva a produção de sementes melhoradas e a sua conservação genética.

O Brasil ainda importa cerca de duas e meia toneladas de sementes dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, para o cumprimento de um programa de reflorestamento da ordem de 200 mil hectares por ano, em face da insuficiente produção de sementes melhoradas das principais espécies destes gêneros.

Em função dessas características, os programas de melhoramento com eucaliptos, que vêm se desenvolvendo no Brasil, baseiam-se na reintrodução de materiais potencialmente comprovados, com base genética adequada, e introdução de novos materiais genéticos através de coleta de sementes na origem, efetuada com o auxílio de órgãos oficiais australianos, por órgãos federais e estaduais e algumas empresas do setor florestal brasileiro. Tal medida tem propiciado a segurança e condições básicas ao desenvolvimento contínuo dos programas de melhoramento, principalmente a longo prazo.

Da forma preconizada, a maioria dos programas de melhoramento genético e produção de sementes melhoradas de espécies exóticas seguem um determinado padrão, baseando nas seguintes etapas: (a) introdução e seleção de espécies; (b) ensaio de procedências dentro de espécies e (c) seleção dentro de populações base ou seleção de fenótipos superiores em populações naturais. A seleção fenotípica de indivíduos superiores nessas populações e sua utilização para a produção de sementes melhoradas, através dos pomares de sementes por mudas ou clonais, tem sido um dos métodos mais correntes do melhoramento florestal.

Os testes de progênies, a partir de sementes obtidas de polinizações livres ou controladas, estabelecidos

em locais representativos do programa a ser desenvolvido, têm sido importantes instrumentos na determinação do valor reprodutivo de indivíduos selecionados, na estimação de parâmetros genéticos, na seleção de novos indivíduos superiores, na conservação genética e como fonte produtora de sementes melhoradas, se transformados em pomares por mudas.

Dentro deste esquema geral, diversas estratégias alternativas podem ser adotadas no programa, principalmente quando se tem a intenção de reduzir o tempo necessário à produção de sementes melhoradas.

O presente estudo tem por objetivos principais:

- a. estudar o comportamento de progênies de árvores de *E. urophylla* cujas sementes foram coletadas em população natural na Ilha de Flores, Indonésia;
- b. obter informações sobre o potencial das progênies em diferentes localidades e as possíveis interações de progênies por locais;
- c. estimação de parâmetros genéticos da população estudada, para as características de crescimento; e
- d. prover uma fonte de material para a continuidade do programa de melhoramento genético da espécie.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Área de ocorrência natural

Quinhentas ou mais espécies do gênero *Eucalyptus* ocorrem na Austrália, com exceção do *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake que ocorre nas Ilhas do Sul do Arquipélago de Sonda, o *Eucalyptus alba* (Blume) Reinw. que ocorre em parte dessas ilhas, norte da Austrália e Papua - Nova Guiné (MARTIN e COSSALTER, 1975 a) e o *Eucalyptus deglupta* Blume que ocorre nas Filipinas, Papua - Nova Guiné e parte oriental do Arquipélago de Sonda (TURNBULL, 1975 e HARAHAHAP, 1979).

A área de ocorrência natural do *E. urophylla* está compreendida entre 7°30' e 10°00' de latitude Sul e entre 122°00' e 127°00' de latitude Leste, abrangendo um grupo de 7 Ilhas (Timor, Flores, Adonara, Pantar, Alor, Lomblem e Wetar), que formam a extremidade Sudeste do Arquipélago de Sonda (Província Nusa Tenggara Timur - República da Indonésia), incluindo

também a parte oriental da Ilha Timor (Província de Loro Sae). Em geral, esta espécie concentra-se às baixas e médias altitudes, embora apresente uma ampla variação altitudinal (300 a 3.000 m) dependendo do local em que ocorre (MARTIN e COSSALTER, 1975 a, b, c; JACOBS, 1976; MARTIN e COSSALTER, 1976a; BLAKE, 1977; CORBASSON e COSSALTER, 1980; DARROW e ROEDER, 1983). Na Ilha Wetar, por exemplo, ela ocorre a partir de 300 m de altitude, enquanto que na Ilha Timor ela só é observada acima de 1.000 m, com exceção feita para alguns locais do litoral norte da parte oriental de Timor (Loro Sae) (CORBASSON e COSSALTER, 1980). Muito provavelmente essa é a maior variação altitudinal coberta por uma só espécie de eucalipto (PRYOR, 1975).

Na maior parte da sua área de ocorrência, o *E. urophylla* é a única espécie do gênero ocorrendo quase sempre sozinha em todos os aspectos de topografia e variação altitudinal, com exceção para determinadas áreas das Ilhas Timor, Flores, Alor, Lomblem e Wetar, onde o *E. urophylla* ocorre associado ao *E. alba*. Segundo PRYOR (1975), esta situação é incomum nos eucaliptos, visto que, onde maior número de espécies estão presentes, variações altitudinais similares e outros aspectos correlacionados proporcionariam condições de ocupação dessas áreas por um número significativo de espécies; cerca de 10 a 12 espécies, nessas circunstâncias, seria comum ocorrerem associadas, na Austrália.

De acordo com a classificação de Thorntwaite,



o clima varia do Tropical Seco ao Montano Úmido (GOLFARI e CASER, 1977; VIEIRA e BUCSAN, 1978). A temperatura média mensal varia de 27 a 29°C e de 17 a 21°C, respectivamente, nas altitudes de 400 e 900 m, com média anual entre os valores 15 e 28°C. O padrão da precipitação pluviométrica, em geral, é do tipo estacional, com regime de verão. De acordo com DORAN (1983), na Ilha Timor, a precipitação pluviométrica anual situa-se entre 1.500-2.500 mm (2 a 4 meses ocorrendo valores inferiores a 50 mm mensais), enquanto nas outras ilhas essa variação cai para 700-1.500 mm (7 a 8 meses ocorrendo valores inferiores a 50 mm mensais). Ocorrências de geadas são pouco frequentes, somente em altitudes mais elevadas de sua área de distribuição (MARTIN e COSSALTER, 1975 c).

Os solos dessas ilhas são bastante variáveis, mais comumente dos tipos basálticos, xistosos e arenosos, mas raramente calcários (CORBASSON e COSSALTER, 1980). Aspectos mais detalhados sobre solos desses locais são fornecidos por MARTIN e COSSALTER (1976a e 1976b). De um modo geral, populações puras de *E. urophylla* ocupam "sites" mais férteis, ao passo que as de *E. alba* ocupam "sites" com fertilidade inferior e com exposição rochosa (DARROW e ROEDER, 1983).

### 2.1.1. Distribuição de ocorrência por Ilhas

Para que se possa mencionar algumas particularide

dades sobre a área de ocorrência natural, sua distribuição separadamente por ilha será fornecida adiante.

Essas informações são importantes no sentido de mostrar o potencial que a espécie apresenta em termos de variação na sua distribuição natural, bem como mostrar algumas particularidades de determinadas regiões de ocorrência da espécie.

As informações fornecidas separadamente por ilha torna possível também uma comparação entre elas, quanto às particularidades já mencionadas, facilitando as observações referentes à Ilha Flores, cujo material genético é objeto deste estudo.

#### 2.1.1.1. Ilha Timor

##### a) Província de Loró Sae (ex Timor Português)

A ocorrência da espécie nesta parte da Ilha Timor é particularmente importante devido a maior extensão geográfica das populações. Basicamente, são observados três tipos de habitat: (a) encostas íngremes situadas no litoral norte, ao sul de Dili, com altitude variando de 500 a 2.000 m, na sua maioria envolta por uma evidente zona de nevoeiro; (b) uma zona medianamente montana que se estende de Aileu à Hato Buili

co e para áreas ao leste e oeste desta linha; e (c) uma zona sub-alpina que se estende de Hato Builico (2.000 m de altitude) ao cume do Monte Tatamailau (3.000 m de altitude) (PRYOR, 1975).

No primeiro tipo de habitat, em altitudes abaixo de 1.000 m, abrangendo a região do Maciço Montanhoso de Remexio, povoamentos puros de *E. alba* colonizam todas as suas encostas, geralmente não ultrapassando 1 a 2 m de altura. Em altitudes entre 1.000 a 1.300 m, essa espécie compete acirradamente com o *E. urophylla* em solos rasos, secos e superficialmente pedregosos, chegando inclusive a eliminá-lo completamente de determinados cumes. Neste mesmo habitat, povoamentos puros de *E. urophylla* ocorrem predominantemente em altitudes superiores a 1.000 m. Sua qualidade é bem superior quando vegetam em solos férteis, profundos, bem drenados e isentos de superfícies pedregosas. Nos melhores "sites", apresentam altura média de 45 m (26 m de fuste), 96 cm de diâmetro à altura do peito (DAP) e boa forma da árvore, principalmente sobre as encostas de montanhas. Em altitudes variando de 400 a 1.000 m, o *E. urophylla* e o *E. alba* se imbricam, formando as denominadas "áreas de contacto", nas quais observa-se, embora raramente, hibridação entre as espécies, originando indivíduos intermediários que apresentam características fenotípicas extremamente variáveis. As 2 espécies, ecologicamente distintas, ocupam ge

ralmente "sites" separados, mas ocorrem associadas à média altitude, como já mencionado. A uma mesma altitude, entretanto, existe uma defasagem no florescimento dessa 2 espécies, o que explica, portanto, a raridade dos híbridos nessa áreas, pelo menos quando estes são analisados fenotipicamente (MARTIN e COSALTER, 1976 a).

Todos os locais das encostas norte da cadeia montanhosa que domina o litoral norte da ilha são colonizados pelo *E. alba*, sendo que o *E. urophylla* limita-se ao sul dessa área, nos Montes Baudoe e Ailahumo. No Maciço de Remexio, principalmente sobre solos favoráveis, e também em direção à Vila de Remexio, constata-se uma nítida melhoria na qualidade dos povoamentos de *E. urophylla*. Em determinados "sites" situados entre Remexio e o Monte Berelico ocorrem povoamentos de boa a muito boa qualidade. Entre Remexio e Aileu, em povoamento puro dessa espécie, pode-se observar tanto matas densas de boa qualidade como matas ralas de má qualidade. Situados a noroeste de Remexio, encontram-se vestígios dos mais intactos povoamentos anciões da espécie. No Maciço do Monte Lahui, é raro encontrar povoamentos de boa qualidade devido à existência de solos xistosos, friáveis e/ou de forte declividade (MARTIN e COSALTER, 1976 a).

O segundo tipo de habitat abrange a região de Ermera, Laclubar, algumas áreas da região de Remexio e parte da

região de Maubisse. A região de Ermera, situada a noroeste da Cordilheira de Ramelau e a sudoeste do Maciço de Remexio, mostra apenas vestígios de ter sido, no passado, densamente povoada pelo *E. urophylla*. Atualmente, pouco resta desses povoaamentos, devido à transformação agrícola por que passou essa região. Os raros povoaamentos existentes, restringindo-se às encostas mais abruptas, caracterizam-se pela sua associação com inúmeras espécies arbóreas nativas. Dentro da região de Remexio, ocorrem pequenos povoaamentos e de forma esparsa, ao sul de Aileu, sem muita expressão, exceto para o caso de 2 grandes florestas (Mano Mera Lolo e Rairema), em altitudes de 910 e 1.300 m, respectivamente. A região de Laclubar compõe-se de uma série de montanhas, situadas entre a Cordilheira de Ramelau e o Monte Perdido, a sudeste do Maciço de Remexio, cobertas por florestas de *E. urophylla*, entre 1.000-2.000 m de altitude. Da mesma forma que em Remexio, os povoaamentos puros e compactos de *E. urophylla* ocorrem somente acima de 1.000 m de altitude, concentrando-se nas encostas dos Montes Maubere, Laumera e Diatuto. Os povoaamentos localizados no Monte Maubere são esparsos, de qualidade inferior aos demais desta região e daquela de Remexio e se encontram degradados pelas práticas agro-pastoris. Próximo à Vila de Laclubar, também povoaamentos foram aniquilados pela ação do homem, exceto aqueles que se encontram em altitudes superiores a 1.300 m. São nas encostas dos Montes Laumera e Diatuto, acima de 1.300 m de altitude, que se observam

os melhores povoamentos, em geral com qualidade superior àqueles da região de Remexio. Os melhores "sites" apresentam árvores com altura média de 53 m (30 m de fuste), 126 cm de DAP, com boa forma. A qualidade desses povoamentos depende grandemente da qualidade do solo. Os melhores povoamentos sempre são encontrados nas encostas montanhosas, sendo que nos cumes apresentam pequena estatura e forma ruim, comportando-se de forma similar àqueles da região de Remexio. Em geral, abaixo de 1.000 m de altitude, nas encostas norte do Monte Maubere, árvores esparsas de *E. urophylla* fazem limite com uma densa e extensa população de *E. alba*, mas inexistindo "áreas de contacto" onde possa ocorrer hibridação entre essas espécies. As regiões de Maubisse e Turiscaí compõem uma área que se estende ao longo da Cordilheira de Ramelau, cujas encostas montanhosas são cobertas por florestas de *E. urophylla*. Sobre o Maciço de Turiscaí, acima de 1.300 m de altitude, os povoamentos mostram excelente qualidade, exceto para áreas onde ocorrem solos xistosos, rasos, ácidos e com presença de uma camada superficial pedregosa. Na extremidade norte deste maciço, a uma altitude de 1.200 m, ocorre uma "área de contacto" restrita entre *E. urophylla* e *E. alba*, na proporção de 80 e 20%, respectivamente, entre as espécies. Abaixo de 1.000 m de altitude, o *E. alba* coloniza todas as encostas dessa região, na forma de povoamentos puros e densos. Na Cordilheira de Ramelau, uma extensa e densa população de *E. urophylla* cobre suas encostas, a partir de

1.500 m de altitude. A leste desta Cordilheira encontram-se 2 povoaamentos separados desse maciço florestal, situados no planalto de Hato Builico, a 2.000 m de altitude, bem como 2 pequenos povoaamentos isolados, a 1.800 e 1.600 m de altitude, respectivamente, este último situado sobre as encostas do Monte Leholao. Assim como para os povoaamentos de Turiscai e demais regiões, o comportamento desses povoaamentos está intimamente ligado à natureza dos solos. O Planalto de Hato Builico, com atividades agrícolas em desenvolvimento, mostra vestígios de ter abrigado uma floresta de *E. urophylla* de grande porte e qualidade. Atualmente, sua paisagem limita-se às árvores cortadas ou mortas. Os povoaamentos aí se limitam às encostas montanhosas, mostrando qualidade regular (MARTIN e COSSALTER, 1976 a).

O terceiro tipo de habitat abrange parte da região de Maubisse, particularmente se estendendo do Planalto de Hato Builico (2.000 m de altitude) ao cume do Monte Tatamailau (3.000 m de altitude), ponto culminante da Cordilheira de Rameilau. A partir de 2.200 m de altitude, acima do Planalto de Hato Builico, o *E. urophylla* apresenta pequeno porte e forma rúmim. A cobertura florestal diminui gradativamente à medida que a altitude cresce. No limite de sua área de ocorrência, próximo ao cume do Monte Tatamailau, as árvores possuem aspecto de arbustos, com 2 a 3 m de altura (PRYOR, 1975).

Segundo classificação de Thorntwaite, o clima varia do tropical subúmido ao montano úmido (GOLFARI, CASER e MOURA, 1978). Com relação à precipitação pluviométrica e sua distribuição anual, observa-se que o segundo tipo de habitat contem "sites" mais sujeitos à seca que os outros dois (VIEIRA e BUCSAN, 1978). A temperatura média anual registra valores de 20°C, 17°C e 14°C para o primeiro, segundo e terceiro habitats, respectivamente, com possibilidades de ocorrência de geadas so mente para este último (MARTIN e COSSALTER, 1976a).

Os solos são bastante variáveis, em geral são argilosos ou xistosos, ou xisto-argilosos. Em determinados lo cais ocorrem afloramentos rochosos ou presença de uma camada pedregosa na sua superfície (MARTIN e COSSALTER, 1976a).

b) Província de Nusa Tenggara Timur (República da Indonésia).

Quando comparada com Timor (ex-Português), a área de superfície do Território Indonésio, acima de 1.000 m de altitude, é bem mais reduzida. As florestas de *E. urophylla* concentram-se, segundo descrição de MARTIN e COSSALTER (1976 b), principalmente sobre os Montes Timaoe (1.774 m), Hoemaoe (1.236 m) e Moutis (2.427 m). Entretanto, segundo VIEIRA e BUCSAN (1977 e 1978), existem inúmeros povoamentos dos quais pouco se sabe, devido à falta de levantamentos mais precisos e pelo desinteresse dos pesquisadores indonésios no gênero *Eucalyptus*.



Abaixo de 1.000 m de altitude, o *E. alba* ocorre somente no extremo norte da extensa formação florestal situada sobre o Monte Moutis e nas encostas sudeste do Monte Hoemaoe. No primeiro caso, essa espécie ocorre somente associada a espécies nativas ocupando os "sites" mais secos dessa região. No segundo caso, ela ocorre em povoamentos puros e extensos (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

"Áreas de contacto" entre o *E. urophylla* e o *E. alba*, entre altitudes de 1.000 a 1.150 m, ocorrem restritamente em Lelogama, região situada a sudeste do Monte Hoemaoe, ocasionando hibridação entre espécies. Os indivíduos dela resultantes apresentam características muito variáveis (VIEIRA e BUCSAN, 1978).

No Monte Timaoe, o *E. urophylla* ocorre sozinho cobrindo as áreas da base às encostas situadas até 1.574 m. Acima desta altitude, todas encostas e cumes são constituídos por formação rochosa, desprovida de vegetação (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

No Monte Hoemaoe, povoamentos puros de *E. urophylla* colonizam todas as encostas, entre as altitudes de 1.150 e 1.236 m. (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

No Monte Moutis, a 1.600 m de altitude, em "sites" mais úmidos e no fundo de vales, o *E. urophylla* ocorre as

sociado a inúmeras espécies nativas, na forma de matas abertas. Acima de 1.900 m de altitude, sobre solos argilosos e uniformes, uma floresta pura de *E. urophylla* cobre uma área de 37.000 ha, a mais expressiva neste território da ilha. Os melhores "sites" desta floresta mostram valores médios de 35 m para comprimento de fuste, 80 cm para DAP, apresentando boa forma. Nas altitudes entre 2.000 e 2.300 m, os povoamentos dessa espécie mostram bom vigor de crescimento em altura, mas sua forma é ruim. No cume, ocorrem povoamentos puros e densos, mas a altura não ultrapassa 6 m, com esparsas árvores dominantes da mesma espécie alcançando, em média, 20 m de altura (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

Do ponto de vista climático, acima de 1.000 m de altitude, este varia de subtropical seco, na região de Leloga (Monte Hoemano), para subtropical úmido na região de Monte Moutis, onde o inverno é chuvoso e a temperatura cai até 15°C nos dias mais frios (VIEIRA e BUCSAN, 1978). Na região do Monte Moutis, a 1.000 m. de altitude, a precipitação pluviométrica é da ordem de 1.200-1.400 mm, com estação seca de 6 meses e precipitação inferior a 60 mm mensais. A temperatura média anual é de 20°C (MARTINS e COSSALTER, 1976 b).

Os solos, na sua maioria, são argilosos, escuros e uniformes, apresentando afloramentos rochosos frequentes (VIEIRA e BUCSAN, 1978).

#### 2.1.1.2. Ilha Flores

Povoamentos naturais de *E. urophylla* ocorrem somente na extremidade leste desta ilha, a partir de Maumere (MARTIN e COSSALTER, 1976 b; VIEIRA e BUCSAN, 1978; CORBASSON e COSSALTER, 1980).

Sua ocorrência nesta ilha se faz sobre 5 regiões, ao longo de um eixo cobrindo uma distância um pouco maior que 80 km (DORAN, 1980), as quais circunvizinham os Montes Egon (1.730 m), Wukoh, Lewotobi (1.700 m), Leworahang (1.120 m) e Mandiri, a 1.500 m de altitude. (MARTIN e COSSALTER, 1976 b; CORBASSON e COSSALTER, 1980).

A maior parte das encostas montanhosas, com altitudes variando de 400 a 440 m, são formações basálticas originadas pela atividade vulcânica (MARTIN e COSSALTER, 1976 b). Ao contrário de Timor, a Ilha Flores ainda possui diversos vulcões ativos, em cujas encostas podem ser observados os povoamentos puros mais jovens de *E. urophylla* (VIEIRA e BUCSAN, 1978).

Em altitudes variando de 300 a 400 m, nos Mon

tes Lewotobi, Wukoh e Egon, ocorrem formações vegetais nativas densas e úmidas ocupando os "sites" mais úmidos. O *E. alba* ocorre também nessas altitudes, na forma de povoamentos puros ou associados a esse tipo de vegetação anterior. Entre 400 e 440 m de altitude, devido à presença de grandes blocos de rocha basáltica, os solos são cobertos de forma esparsa pelo *E. urophylla* ou pelo *E. alba* quase sempre associado a outras espécies nativas, constituindo matas muito abertas. Mesmo quando associado a espécies nativas, o *E. urophylla* é sempre dominante em altura. Nessas associações, é curioso observar seu comportamento em relação ao tipo de casca, pois apresenta casca rugosa até a altura em que o seu tronco se encontra submerso nessa vegetação nativa, e acima deste limite a casca é lisa. Na forma isolada, a árvore de *E. urophylla*, na maior parte da sua área de ocorrência, apresenta casca rugosa de 1 a 1,5 m a partir de sua base, e acima deste limite casca lisa, mas raramente possui essa característica fenotípica sob a forma de povoamento florestal (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

Nas altitudes de 450-550 m, segundo VIEIRA e BUCSAN (1978), ocorrem "áreas de contacto" entre o *E. urophylla* e *E. alba*. Entretanto, face à grande variação no tipo de casca e fruto que apresentam essas 2 espécies, a detecção fenotipicamente do híbrido é muito difícil de se realizar. Nesta mesma faixa altitudinal, ainda são observadas algumas matas abertas de *E. urophylla* ou *E. alba* associado a outras espécies nativas, como são os casos ocorrendo nos Montes Lewotobi, Wukoh

e Egon.

Os povoamentos puros de *E. urophylla* ocorrem a partir de 600 m de altitude, mas não exclusivamente, pois, em locais mais úmidos e favoráveis, são observadas associações deste com espécies nativas de outros gêneros. Em geral, o *E. urophylla* coloniza as encostas de "sites" mais secos e os cumes montanhosos, com limite altitudinal de ocorrência a 1.700 m (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

Com base na hipótese formulada por MARTIN e COSSALTER (1976 b), enfocando a dinâmica de povoamentos florestais, é possível que a floresta seca de *E. urophylla* corresponda a uma formação florestal secundária, aparecendo como resultado da destruição de uma floresta densa e úmida, composta de espécies de outros gêneros, pelas explosões vulcânicas. Neste caso, a floresta primária estaria em curso de reconstituição sobre solos mais favoráveis. É desta maneira que os autores tentam explicar a presença do *E. urophylla* emergindo do dossel desse tipo de floresta úmida, na região de Runga.

Ainda, segundo VIEIRA e BUCSAN (1978), as características fenotípicas do *E. urophylla* nessa ilha diferem bastante daquelas encontradas em Timor. A maioria das árvores mostram de 0,5 a 20,0 m de altura do tronco coberto com casca rugosa, e na parte superior a casca é lisa. Em altitudes mais elevadas, a presença de casca rugosa predomina, inclusive nos ramos mais finos das árvores. Como esquematiza figurativamen-

te MARTIN e COSSALTER (1976 b), a proporção casca rugosa: casca lisa é alterada em função de altitudes crescentes.

Com relação à ocorrência da espécie na região de Leworahang, dentro da literatura consultada, nada importante foi encontrado, exceto um mapa que mostra a extensão aproximada de povoamentos naturais que ocorrem nesta ilha, fornecido por CORBASSON e COSSALTER (1980).

Segundo classificação de Thorntwaite, o clima predominante é do tipo tropical seco, com déficit hídrico aumentando no sentido oeste-leste (DORAN, 1980). A precipitação pluviométrica média anual é de 1.135 mm, na região de menor déficit hídrico, e a média entre regiões é 1.300 mm/ano, com 4 a 5 meses de estação seca. A temperatura média mínima e máxima é de 23 e 28°C, respectivamente (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

Os tipos de solos presentes são, em geral, basálticos, ou, em locais com maior grau de desenvolvimento destes, escuros e ricos em matéria orgânica (MARTIN e COSSALTER, 1976b).

#### 2.1.1.3. Ilha Alor

Uma cadeia montanhosa percorre o sentido leste-oeste de quase toda a extensão dessa ilha. A distribuição da espécie nessa ilha ocorre distintamente em 3 regiões: uma região central é formada pelos Montes Moena (1.420 m), Laling (1.220 m), Omong (1.080 m) e Apengmona (1.320 m); uma região si

tuada a sudeste da ilha e outra circunvizinhando o Monte Potomana (1.760 m), situada na extremidade nordeste da ilha (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

Ao longo da costa norte, o *E. urophylla* não se faz presente da formação vegetal densa e úmida existente. Na costa sul, ele ocorre principalmente nas encostas sul da cadeia montanhosa referida anteriormente (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

Na região sudeste da ilha, e de forma diferente como acontece nas demais ilhas, o *E. urophylla* ocorre em altitudes mais baixas, entre 300 e 400 m. Em "sites" mais úmidos e mais baixos, o *E. urophylla* ocorre associado a espécies nativas de outros gêneros. Nesta região é que são encontradas as maiores árvores da espécie (altura média de 40 m, DAP médio de 50 cm), com excelente forma, fuste retilíneo e livre de ramos (MARTIN e COSSALTER, 1976 a). Os povoamentos mais densos são notados, com maior frequência, nas encostas mais favoráveis. Nesta mesma região e faixa altitudinal, evidencia-se uma "área de contacto" entre *E. urophylla* e *E. alba*. Maciços puros de *E. alba* circundam, em algumas áreas, povoamentos de *E. urophylla* (VIEIRA e BUCSAN, 1978).

Sobre a região central e na costa sul da ilha, o *E. urophylla* ocorre em altitudes superiores a 500 m, nas ingremes encostas montanhosas, sob forma de povoamentos abertos, devido aos solos com presença de afloramentos rochosos e devi

do ao clima seco reinante na maior parte da ilha. Nas encostas mais áridas e pedregosas, entre 500 e 700 m de altitude, em algumas áreas dessa região, o *E. alba* substitui o *E. urophylla*. Próximo aos cumes, acima de 900 m de altitude, é que o *E. urophylla* comporta-se como floresta (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

De uma maneira geral, os povoamentos de *E. urophylla* nesta ilha ocorrem de forma mais dispersa, ora circundado por espécies nativas, ora pelo *E. alba*. O *E. urophylla* ocorre nas manchas de solos melhores e bem desenvolvidos, enquanto o *E. alba* ocorre em locais cujo solo é menos desenvolvido e pedregoso (MARTIN e COSSALTER, 1976 b). As variações do *E. urophylla* quanto ao tipo de casca e frutos são tão grandes quanto aquelas presentes na Ilha Flores (VIEIRA e BUCSAN, 1978).

Segundo classificação de Thorntwaite, o clima predominante é do tipo tropical seco (VIEIRA e BUCSAN, 1978). A precipitação pluviométrica média anual é de 1.200-1.400 mm e 900-1.000 mm, respectivamente para a região do extremo oeste e costa sul, com estação seca de 6 a 7 e 7 meses (menos que 60 mm/mês), (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

Os solos são geralmente pobres, áridos e superficiais, com frequentes afloramentos rochosos (basaltos), principalmente nas encostas montanhosas. Solos mais férteis, argilosos, mais profundos e úmidos são mais comuns na região oeste da ilha (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).



## 2.1.1.4. Ilha Pantar

Os povoamentos de *E. urophylla* nesta ilha estão distribuídos praticamente em 3 distintas regiões: uma a oeste sobre os Montes Bolang (930 m) e Wili (440 m), outra ao sul sobre os Montes Siroeng (810 m) e Delaki (1.360 m) e a última a nordeste sobre o Monte Toentoeli (1.000 m). Sua extensão é pequena e apresenta grande descontinuidade. Os povoamentos são bastante esparsos e ocorrem a partir de 450 m de altitude (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

Nas encostas voltadas para o interior da ilha da cadeia montanhosa litorânea que liga a região oeste a região nordeste, os povoamentos de *E. urophylla* são mais raros de se encontrar. Alguns locais particularmente mais secos, os povoamentos mostram uma expressiva rusticidade (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

Entre 400 a 450 m de altitude dentro da região sul, ocorrem povoamentos puros e densos de *E. alba*, mostrando altura de plantas superior àquelas de *E. urophylla*. Sobre solos argilosos e secos, rochosos, com presença de uma camada de cinzas em sua superfície, o *E. alba* possui péssimo comportamento; entretanto, mostram interessantes particularidades botânicas. Nesta mesma região, a partir de 450 m de altitude, o *E. urophylla* começa a surgir, apresentando forma arbustiva muito ruim. De acordo com VIEIRA e BUCSAN (1978), as características fenotípicas, principalmente casca e frutos, são similares

àquelas encontradas na Ilha Alor. Segundo ainda esses mesmos autores, nos povoamentos de *E. urophylla* situados em áreas mais próximas das zonas da população humana, a maioria das árvores são podadas, com a finalidade de produzir madeira para usos domésticos, descaracterizando-se, assim, sua forma original.

O clima predominante, semelhante ao que ocorre na Ilha Alor, é do tipo tropical seco, mas com precipitação pluviométrica inferior àquela que ocorre em Alor. A média anual mostra valores de 600 a 800 mm e 900 a 1.000 mm para as regiões sul e sudeste, com estação seca de 8 e 7 meses (precipitação inferior a 60 mm/mês), respectivamente (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

Os solos são variáveis dentro dessas regiões, mas, na maioria das vezes, são solos arenosos com afloramentos rochosos, secos e de origem vulcânica. Determinados locais mostram solos argilosos, secos e com afloramento rochoso também (VIEIRA e BUCSAN, 1978).

#### 2.1.1.5. Ilha Lomblem

A espécie concentra sua distribuição em 3 distintas regiões: uma central sobre o Monte Baopana, outra situada na costa sul da ilha sobre o Monte Labalekang (1.640 m), a sudeste da região central, e uma outra situada na costa norte da ilha, sobre o Monte Ileape (1.450 m), a noroeste da região

central (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

Entre as altitudes de 150 e 650 m, observa-se a ocorrência de *E. alba*. Nas colinas litorâneas mais baixas, até 250 m de altitude, ele ocorre associado a espécies nativas de outros gêneros. Na costa norte, entre 650 e 750 m de altitude, observam-se "áreas de contacto" entre *E. urophylla* e *E. alba*, sendo que os povoamentos mais puros e contínuos de *E. urophylla* situam-se entre 750 e 950 m de altitude, principalmente nas encostas leste e cumes do Monte Ileape (MARTIN e COSSALTER, 1976 b; VIEIRA e BUCSAN, 1978).

Na região central, com extensão dos povoamentos semelhante àquela encontrada sobre o Monte Ileape, o *E. urophylla* distribui-se de forma dispersa, embora a qualidade dos solos seja ligeiramente superior ao daquela região, também entre 750 e 950 m de altitude (VIEIRA e BUCSAN, 1978).

Na região da costa sul, embora com extensão maior que aquela das outras 2 regiões, os povoamentos de *E. urophylla*, na mesma faixa altitudinal, ocorrem de forma mais aberta e degradada. Algumas localidades dessa região apresentam povoamentos desta espécie com notável rusticidade (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

Como apontado por VIEIRA e BUCSAN (1978), a ocorrência de vegetação viva em altitudes superiores a 1.000 m. inexistente devido à elevada temperatura do solo originada pelas atividades vulcânicas. Também, as características fenotípicas da

espécies são tão variáveis e pronunciadas como aquelas encontradas nas Ilhas Flores e Adonara, principalmente para coloração da casca e tamanho de frutos. Como descrevem esses autores, na região da costa norte (M. Ileape), o porte dos indivíduos é baixo, em geral, com má forma, principalmente devido à idade dos povoamentos de *E. urophylla* e aos fortes ventos ocorrendo em determinados períodos do ano, que ocasionam a quebra de ramos e galhos das árvores. Na região central, em determinados locais, notam-se indivíduos com algumas características do *E. alba*, embora esta espécie não esteja presente proximalmente dos povoamentos de *E. urophylla*.

Segundo classificação de Thorntwaite, o clima predominante é do tipo tropical seco (VIEIRA e BUCSAN, 1978). A precipitação pluviométrica média anual situa-se entre 500 e 1.000 mm. Na região da costa sul, a precipitação média anual atinge seu valor máximo (900-1.000 mm), apresentando uma estação seca de 6 a 7 meses e precipitação inferior a 60 mm/mês (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

Os solos são, em geral, arenosos, com baixa fertilidade e topografia com declividade acentuada (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

#### 2.1.1.6. Ilha Adonara

A distribuição do *E. urophylla* nesta ilha con-

centra-se particularmente sobre uma sã região abrangendo áreas das encostas do Mont Boleng, a 1.660 metros de altitude (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

Até a altitude de 600 m, são observados povoa-mentos de *E. alba* e áreas de exploração agrícola (MARTIN e COS-SALTER, 1976 b).

Entre 600 e 700 m de altitude surgem os primei-ros povoaamentos esparsos de *E. urophylla*, por vezes associados à espécies nativas de outro gênero (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

As florestas puras e um pouco mais compactas de *E. urophylla* aparecem a partir de 700 m de altitude, com limi-te superior de sua ocorrência a 950-1.000 m de altitude. Nes-ta ilha, não existem traços de floresta densa. Acima de 1.000 m de altitude, praticamente inexiste vegetação viva devido à ati-vidade vulcânica (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

Conforme relatam VIEIRA e BUCSAN (1978), as características fenotípicas dos indivíduos desses povoaamentos, principalmente quanto ao tipo e coloração de casca e tamanho de frutos, são tão variáveis quanto àquelas da Ilha Flores.

Quanto ao clima, seu tipo é tropical seco, com precipitação pluviométrica média anual de 750 mm, estação se-ca de 6 a 7 meses e precipitação inferior a 60 mm/mês (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

Os solos são originários de erupções vulcânicas, frequentemente com afloramentos rochosos (VIEIRA e BUCSAN, 1978).

#### 2.1.1.7. Ilha Wetar

Nesta ilha, uma cadeia montanhosa percorre o sentido leste-oeste, apresentando um relevo semelhante aquele encontrado na Ilha Alor. Basicamente, são observadas 3 diferentes regiões nas quais o *E. urophylla* está distribuído: uma região situada a nordeste da ilha, sobre o Monte Paponterie (1.410 m); uma outra região cobrindo as extremidades oeste e sudoeste da ilha, sobre os Montes Takoenoene (1.350 m) e Tenagotoe (1.500 m) e que se estende para o leste até o centro geográfico da ilha; e uma terceira região cobrindo as áreas mais centrais (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

A região cobrindo a extremidade sudoeste da ilha é povoada por florestas secas de *E. urophylla*, abertas, semelhantes às encontradas na região central e sudoeste da Ilha Alor. Os esparsos povoamentos de *E. urophylla* ocorrem a partir de 500 m de altitude. Em altitudes inferiores a essa, povoamentos de *E. alba* colonizam as encostas mais áridas. A extremidade oeste da ilha, dentro desta mesma região, apresenta clima mais úmido, proporcionando melhor qualidade para os povo

amentos de *E. urophylla* situados nas encostas montanhosas, em altitudes também superiores a 500 m (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

Na região central, situado em áreas limítrofes dessa zona úmida, em baixas altitudes, o *E. urophylla* está associado a espécies nativas de outros gêneros. Entre 400 e 500 m de altitude, nos arredores de Ilwaki, ele ocorre associado ao *E. alba* (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

Diferenças morfológicas consideráveis ocorrem entre povoamentos de *E. urophylla*. Aqueles ocorrendo na zona seca possuem crescimento e forma ruins, enquanto que aqueles ocorrendo na zona úmida são de qualidade bem superior. As características fenotípicas, principalmente com relação ao tamanho dos frutos e tipos de casca e folhas, são amplamente variáveis entre os povoamentos da zona úmida e zona seca (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

Sobre a região nordeste da ilha não existem formações referentes aos povoamentos de *E. urophylla* (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

Quanto ao clima, este varia de tropical úmido (parte oeste da ilha) a tropical seco (parte sudoeste e nordeste da ilha). A precipitação pluviométrica média anual nas áreas mais secas é da ordem de 700 a 800 mm, com estação seca de 6 a 7 meses (precipitação inferior a 60 mm/mês). Nas regiões úmidas, este valor sobe para 1.200 a 1.300 mm, com estação seca de 4 a 5 meses (MARTIN e COSSALTER, 1976 b).

Os solos apresentam as mesmas variações e características daqueles encontrados nas Ilhas Alor e Pantar (VIEIRA e BUCSAN, 1978).

#### 2.1.1.8. Considerações gerais

Embora as informações sobre as populações (localização e limites) sejam incompletas, a distribuição do *E. urophylla*, de forma resumida, apresenta as seguintes características: (a) do ponto de vista biológico, a ampla ocupação das áreas localizadas nessas ilhas, mais expressivamente na Ilha Timor onde as populações são mais extensas, resulta da existência de um conjunto de genes limitado dessa espécie. Somente 2 espécies do gênero *Eucalyptus* ocorrem nessas ilhas, sendo que o *E. urophylla* é a espécie que tem ocupado a maior parte dos "sites" existentes. Como resultado esperado, existem grandes variações fenotípicas entre as populações, em diferentes localidades. O nível de distinção entre as formas extremas, expressadas fenotipicamente por essas populações, aproxima-se daquela característica de sub-espécies em outras situações (PRYOR, 1975); (b) basicamente, admite-se a existência de 2 variedades de *E. urophylla* separadas pela altitude, apresentando características fenotípicas (tipo de casca, morfologia de folhas e frutos) e padrão de crescimento distintos (MARTIN e COSSALTER, 1975 b). A variação nessas características é do tipo clinal, em função da altitude (MARTIN e COSSALTER, 1975 a; 1975 b; 1976 a), ou seja, de forma alguma ela é interrompida ou



modificada por um limite abrupto; (c) as características fenotípicas da espécie nas Ilhas Flores, Alor, Pantar, Lomblem, Adonara e Wetar diferem bastante daquelas presentes na Ilha Timor (VIEIRA e BUCSAN, 1978), principalmente no que se refere ao tipo de casca (MARTIN e COSSALTER, 1975 b); (d) observa-se, com relação ao clima, uma seca ligeiramente crescente a partir da extremidade oeste da Ilha Flores para o leste do Arquipélago, mas excluindo-se a Ilha Timor onde a precipitação pluviométrica anual atinge os maiores valores dentre aqueles apresentados pelas outras ilhas (MARTIN e COSSALTER, 1976 a); (e) com exceção da Ilha Timor, o tipo de solo e as variações presentes são semelhantes entre as outras ilhas.

#### 2.1.2. Híbridos de *E. urophylla* e *E. alba* e relações entre as duas espécies.

Segundo Wright (1963), citado por MARTIN e COSSALTER (1975 b), os agrupamentos de híbridos naturais dentro do gênero *Eucalyptus* são bastante raros na Austrália e não são encontrados nas zonas profundamente modificadas pelo homem.

Com exceção das Ilhas Pantar e Adonara (VIEIRA e BUCSAN, 1978), "áreas de contacto" entre o *E. urophylla* e *E. alba* ocorrem à média altitude, dando origem ao híbrido interespecífico. A hibridação interespecífica ocorre sem dificuldades, desde que haja sincronização no florescimento dessas espécies, na área onde essas ocorrem (MARTIN e COSSALTER, 1975 b).

Uma descrição morfológica breve do *E. urophylla*

típico e do híbrido *E. urophylla* x *E. alba* (forma intermediária entre as espécies) será fornecida, a seguir, conforme estudos desenvolvidos por MARTIN e COSSALTER (1975 a, 1975 b), com o intuito de melhor esclarecer a relação entre as espécies. Deve-se atentar, ainda, para o fato de que as características morfológicas desses indivíduos híbridos, na sua área de ocorrência natural, além de extremamente variáveis, diferem bastante daquelas características morfológicas observadas em testes de descendências realizadas no Congo - África (MARTIN e COSSALTER, 1975 b). Segundo esses autores, ao contrário do que ocorre na área de ocorrência natural, os estudos de descendência dessas espécies mostram que as hibridações são mais frequentes, e a maior taxa de híbridos se origina de populações de *E. urophylla* localizadas à média altitude, em contacto com o *E. alba*. Concluem, ainda, que há a necessidade de conciliar os estudos de híbridos naturais e artificiais, como procedimento mais indicado, uma vez em que acreditam que o meio natural não é apropriado à seleção de híbridos interespecíficos.

O *E. urophylla*, árvore adulta típica da espécie, apresenta porte elevado, quando comparado ao *E. alba*; forte dominância apical (altura média entre 35-45 m e DAP médio de 80-100 cm); forma aceitável; a casca é parcialmente rugosa, espessa, fibrosa e de coloração marrom-roxo, e parcialmente lisa e branca (variando com a idade da planta e altitude); os ramos são geralmente retos, com disposição dicotômica regular e crescimento contínuo; as folhas são persistentes, com forma variá

vel (dependendo da idade da própria folha e do "site"). As folhas de plantas adultas possuem forma alongada e estreita, com pecíolo curto, e as de plantas jovens são mais largas e com coloração avermelhada ao longo das nervuras. Os frutos apresentam 2 formas mais comuns: em altitudes superiores a 1.000 m, a forma do receptáculo floral é do tipo campanulada ou hemisférica (sem porcentagem definida entre as 2 formas), enquanto que nas altitudes inferiores a 1.000 m, o receptáculo floral apresenta forma cônica (MARTIN e COSSALTER, 1975 a).

O híbrido interespecífico apresenta porte equivalente ou superior ao do *E. urophylla* típico; as folhas persistentes são mais largas e menos numerosas, o tronco é liso e de coloração clara, com casca semelhante ao do *E. alba*. Segundo ainda esses últimos autores, esses indivíduos são, no aspecto morfológico, muito semelhantes ao híbrido denominado "*E. platyphylla*" geração F1, produzido no Congo - África (MARTIN e COSSALTER, 1975 a).

O *E. alba*, árvore adulta típica da espécie, apresenta porte bem inferior ao do *E. urophylla* típico; ausência de dominância apical; copa volumosa e ramificada; ramos bastante torcidos e irregulares, com disposição dicotômica; a casca é lisa e branca; as folhas são mais ou menos persistentes (dependendo do "site"). As folhas de plantas juvenis são opostas, em 3 ou 4 pares, enquanto as de plantas adultas são alternadas, amplamente lanceoladas e ovaladas, com cutícula espessa e face

superior brilhante. O receptáculo floral apresenta forma cônica, pedicelo curto, opérculo hemisférico ou levemente cônico (MARTIN e COSSALTER, 1975 a).

Nos testes de descendência dessas 2 espécies, o fato de alguns híbridos revelarem características morfológicas muito distantes do *E. alba*, levando-se em consideração a convergência das características dessas 2 espécies que ocorre à média altitude, induzem os autores a lançarem hipótese sobre uma possível introgressão do *E. alba*. Com relação ao *E. urophylla*, como já mencionado, esses autores admitem a presença de 2 variedades separadas pela altitude: a variedade com casca fibrosa (Stringbark) de altitudes mais elevadas, e a variedade com casca lisa (gum) de altitudes médias, a qual ocorre principalmente na Ilha Flores (MARTIN e COSSALTER, 1975 a), e que possivelmente podem apresentar variação genética entre elas.

O *E. urophylla*, conforme resumem MARTIN e COSSALTER (1975 b), apresenta acentuado polimorfismo, sendo difícil sua descrição. Melhor definição de suas afinidades com o *E. alba* se faz necessária, a fim de melhor conhecer seu comportamento ecológico, elemento essencial para sua introdução em países tropicais e para o conhecimento de sua capacidade de gerar híbridos rústicos e produtivos.

## 2.2. Variação genética em populações de espécies florestais

Os estudos da variação genética em populações de espécies de eucalipto têm recebido pouca atenção, comparativamente àqueles realizados com espécies florestais de clima temperado (KRISHNASWAMI, VINATA RAI e SRINIVASAN, 1982). Alguns destes estudos desenvolvidos com espécies de eucaliptos investigam com detalhes a variação genética em populações de *E. camaldulensis* (Awe, 1974; Awe e Shepherd, 1975; Awe *et alii*, 1976), *E. deglupta* (Davidson, 1972), *E. globulus* (Kirkpatrick, 1975), *E. leucoxydon* (Boland, 1974), *E. nitens* (Shepherd *et alii*, 1976), *E. obliqua* (Green, 1971; Brown *et alii*, 1972 e 1976), *E. regnans* (Eldridge, 1972), *E. viminalis* (Banks, 1972; Ladiges e Ashton, 1974), citados por TURNBULL (1977).

Na literatura especializada, são muito raros os estudos da variação genética utilizando progênies de polinização livre obtidas de árvores amostradas em populações naturais (não domesticadas), tais como aqueles efetuados com *E. regnans* (ELDRIDGE, 1972), *E. nitens* (Pederick, 1976; citado por ELDRIDGE, 1977) e com outras diversas espécies de eucaliptos na Tasmânia (BARBER, 1965), *E. urophylla* (BRASIL, 1983). Ao contrário destes, aqueles sobre variação genética utilizando progênies de polinização livre, obtidas de árvores selecionadas fenotipicamente em populações melhoradas (em fase de domesticação), são mais frequentes, como aqueles realizados com *E. grandis* (VAN WYK, 1977; KAGEYAMA, 1980 e 1983; BORGES, 1979 e

1980; ASSIS, 1980), *E. tereticornis* (KEDHARNATH e VAKSHASYA, 1977) e *E. regnans* (Higgs, 1969, citado por DAVIDSON, 1972).

Para espécies de clima temperado, o padrão de variação genética em populações naturais, através da utilização de progênes de polinização livre, pode ser observado nos estudos realizados com *Pinus taeda* (LAMBETH, VAN BUIJTENEN e DUKE, 1983), *Pseudotsuga manziesii* (BIROT e CHRISTOPHE, 1983; CHRISTOPHE e BIROT, 1979), *Picea sitchensis* (BIROT e CHRISTOPHE, 1983), *Picea engelmannii* (YING e MORGENSTERN, 1977). Da mesma forma, o padrão de variação genética em populações melhoradas de clima temperado, através de progênes selecionadas fenotipicamente, pode ser observado nos estudos realizados com *Pinus ponderosa* (NAMKOONG e CONKLE, 1976; FRANKLIN, 1979), *Pinus taeda* (FRANKLIN, 1979), *Pinus virginiana* (MEIR e GOGGANS, 1977), *Pinus nigra* (ARBEZ e MILLER, 1972), *Pinus pinaster* (KREMER, 1981), *Pinus elliottii* (FRANKLIN, 1979), *Pseudotsuga manziesii* (NAMKOONG, USANIS e SILEN, 1972; FRANKLIN, 1979), *Picea excelsa* (Wallace, 1980; citado por BIROT e CHRISTOPHE, 1983).

Os estudos de variação genética em espécies florestais, conforme aponta DANIELS (1984), mostram, por ordem decrescente de magnitude, a seguinte e evidente hierarquia: (a) variação entre espécies; (b) entre raças ou procedências; (c) entre populações dentro de espécie; (d) entre progênes dentro de população e (e) entre árvores dentro de progênes.

NAMKOONG, BARNES e BURLEY (1980) citam que os estu

dos de variação genética têm sido concentrados nas espécies de polinização cruzada. Nestes estudos, a maioria das espécies tem mostrado considerável variação genética entre e dentro de populações (ELDRIDGE, 1976; WITTER e FERET, 1979; STEINER, 1979; KLEINSCHMIT, 1979; SZMIDT, 1982; REPHEDT, 1983; MCNEILL e JAIN, 1983), devido a ocorrência de elevado fluxo de pólen e sementes (BARBER, 1965; BURLEY, 1976; ELDRIDGE, 1976). Segundo KNOWLES (1984), embora os resultados de estudos de variação genética possam diferir de uma espécie para outra, eles sempre mostram a presença de significativa quantidade de variabilidade genética e que muitas populações estudadas mostram estar estruturadas em numerosas "sub-populações" ou compartimentos.

O sistema de cruzamento é um fator importante influenciando diversos aspectos da arquitetura genética de uma população, em particular a proporção de genótipos, a distribuição da variação genética e o grau de organização do genoma. Populações de espécies com polinização cruzada predominante, como aquela em que ocorre no gênero *Eucalyptus* (PRYOR, 1961), apresentam maior nível de heterozigose (LARSEN, 1947), ao passo que aquelas predominantemente endocruzadas apresentam nível reduzido de heterozigose, que é proporcional ao grau de autofertilização presente (ELDRIDGE, 1978).

A estrutura genética de uma população é expressivamente dependente de seu sistema de reprodução (EL-KASSABY, YEH e SZIKLAI, 1981), o qual pode variar em função dos agentes

polinizadores (BARBER, 1965), de seus sistemas de melhoramento e cromossômico (LUNDKVIST, 1982), das condições ambientais (WOODS, BLAKE e ALLENDORF, 1983), do gradiente de temperatura e altitude (STERN e ROCHE, 1974; PERRY, 1979). Tais aspectos tornam-se relevantes às inferências sobre a base genética de uma determinada população, quando esta é introduzida em outro habitat (PIRES, 1984).

O compreendimento e utilização da variação genética potencialmente existente em populações de espécies florestais simplesmente ainda se está iniciando (NANKOONG, BARNES e BURLEY, 1980). Atualmente, pouco se conhece sobre as mudanças na estrutura genética ocasionadas pela manipulação de populações nos programas de melhoramento florestal, comparativamente à estrutura das populações naturais (LUNDKVIST, 1982).

A existência de variabilidade genética na população é pré-requisito fundamental para a obtenção de ganhos nos programas de melhoramento de plantas (NAMKOONG, 1972; YING e MORGENSTERN, 1979; STEINER, 1979; PARK e FOWLER, 1982; GULLBERG, YAZDANI e RUDIN, 1982). Desta forma, o conhecimento da estrutura genética de populações naturais é fator preponderante para o estabelecimento de estratégias efetivas nos programas de melhoramento (PARK e FOWLER, 1982), e conhecer as prováveis causas afetando a variabilidade genética existente auxiliará grandemente na compreensão das consequências de manipulação dessa variabilidade para o aumento da produtividade florestal (STEINER, 1979).



Conforme mostrado por KLEINSCHMIT (1979), o estreitamento geográfico e genético de populações naturais, e a mudança de sua composição podem ser induzidas por: (a) catás-trofes naturais que reduzirão o número de progenitores na reimigração, restringindo conseqüentemente a sua base genética; (b) fortes fatores climáticos, edáficos ou pressão de seleção por competição podem mudar a sua composição; (c) aumento considerável da pressão de seleção pelo homem, com conseqüente estreitamento da variação genética, através da extinção de "sub-populações"; (d) transferência de "sub-populações" para ambientes diferentes em relação àquele de origem.

A estrutura genética de populações naturais, de forma colocada por LUNDKVIST (1982), é largamente influenciada pela estratégia adaptativa da espécie, a qual é continuamente aumentada pela seleção natural. Em espécies de polinização cruzada, a adaptação ótima é provavelmente resultante do balanço entre a especialização às condições prevalescentes e a manutenção de flexibilidade genética necessária para suportar as mudanças ambientais em futuras gerações. Contudo, a aptidão de uma população natural não é somente determinada pela sua variabilidade genética, mas também pela manutenção de ampla adaptação individual às mudanças ambientais (KLEINSCHMIT, 1979).

Presente nas populações tanto no estado potencial ou livre, a variabilidade genética é, assim, um pré-requisi

to para sua resposta evolucionária à seleção natural. Desta forma, a estratégia ótima de adaptação, por exemplo, a resposta evolucionária em um ambiente heterogêneo, otimizaria a aptidão da população e sua estrutura genética será determinada, tanto pelo sistema genético quanto pelo padrão de variação ambiental presente (LUNDKVIST, 1982).

Conforme explicado por LUNDKVIST (1982), as populações florestais naturais mostram tanto homeostase genética quanto genótipos especializados em seus ambientes. A diversidade genética entre indivíduos é, entretanto, necessária para assegurar à população condições de amortizar os efeitos ambientais. Desta forma, sua capacidade de suportar as variações ambientais, a nível de indivíduos (homeostase no processo evolutivo) desempenha importante e decisivo papel no processo de adaptação (LUNDKVIST, 1982). De acordo com ALLARD e BRADSHAW (1964), tal processo de homeostase em populações pode se desenvolver a nível de indivíduos ou na população como um todo, manifestando-se através de interações entre diferentes genótipos co-existentes na população. Para PERRY (1979), qualquer fator restringindo a base genética de populações, como no caso de ausência de homeostase na população como um todo, provocaria, então, o decréscimo da capacidade dessa população em absorver tais mudanças ambientais.

Populações marginais terão variabilidade genética menor de acordo com o aumento da pressão de seleção (KLEIN-

SCHMIT, 1979). A afirmação de KLEINSCHMIT (1979), com respeito à pressão de seleção como fator que pode contribuir para a redução da variabilidade genética de populações, foi discutida ainda nos trabalhos de BARBER (1965), ELDRIDGE (1972), KAHLER *et alii* (1975), WITTER e FERET (1979), YING e MORGENSTERN (1979); NAMKOONG, BARNES e BURLEY (1980); BRUNE e ZOBEL (1981); NAMKOONG e ROBERDS (1982) e KNOWLES (1984). Da mesma maneira, constata-se a indicação do tamanho efetivo da população como fator contribuindo para a redução da variabilidade genética em populações, ao consultar os estudos de BARBER (1965); BURLEY (1976); BURDON, SHELBOURNE e WILCOX (1977); WOODS BLAKE e ALLENDORF (1983). Autofertilização e acasalamento entre parentes, devido ao efeito da endogamia, também têm sido mencionados como um dos mais importantes fatores causando a redução da variabilidade genética de populações (NAMKOONG, 1966; ELDRIDGE 1977 e 1978; MITTON, LINHARD e STURGEON, 1981; KOSKI, 1982). Este último assunto foi profundamente discutido no trabalho de KAGEYAMA (1981), especificamente com espécies florestais.

A seleção diferencial de genótipos e desvios genéticos ao acaso, conforme apontados por WOODS, BLAKE e ALLENDORF (1983), são forças primárias causando a diferenciação genética entre populações (GODDARD, 1977), principalmente quando

o fluxo gênico é restrito entre essas populações.

A seleção natural pode, conseqüentemente, mudar a constituição genética, mesmo de vizinhanças mais próximas (NAMKOONG, BARNES e BURLEY, 1980) e, se ela é consistente por diversas gerações, a frequência de polinização cruzada poderá diminuir (KAHLER *et alii*, 1975), provocando a subdivisão da população, como aquela ocorrida com *E. obliqua* (BROWN, MATHESON e ELDRIDGE, 1975).

Se o processo seletivo ocorre imediatamente antecedendo a produção da geração seguinte, a redução do número de progenitores será proporcional ao número de indivíduos removidos. Se a seleção ocorre mais no início do ciclo de vida da população, a redução do número de progenitores só ocorrerá se a taxa de mortalidade não seletiva ou acidental for independente da densidade populacional. Caso esta seja dependente da densidade populacional, como sem dúvida acontece com plântulas florestais, a seleção poderá atuar no início do ciclo de vida, não afetando o número de progenitores que produzirão a geração seguinte (BARBER, 1965).

ELDRIDGE (1972), estudando a variação natural em populações de *E. regnans* atribuiu as diferenças observadas aos efeitos da seleção natural, embora tenha constatado relativo fluxo gênico entre populações vizinhas.

Conforme relata MUONA (1982), muitos trabalhos da genética clássica de populações têm-se ocupado com a mudança genética em um único locus. Entretanto, a seleção natural age sobre organismos inteiros e não sobre um único locus. Segundo ainda este autor, a seleção para ação epistática é considerada pouco comum na natureza. Interações são escalas de aptidões geradas, por exemplo, pela seleção estabilizadora que é um fenômeno bem documentado em populações naturais.

Segundo NAMKOONG (1966), a tendência de cruzamentos entre árvores vizinhas, fator alterando a estrutura genética da população devido essas serem geralmente aparentadas, é contrabalanceada pela competição e outras forças de seleção que atuam sobre as plântulas e árvores jovens, visando manter o menor grau de endogamia.

Os estudos de variação genética em populações naturais de eucaliptos, quer seja estimada através dos testes de progênies coletadas de árvores fenotipicamente amostradas ou através da análise isoenzimática de propágulos, têm mostrado ampla variabilidade genética dentro de populações para seleção (ELDRIDGE, 1977 e 1978).

Tamanho efetivo da população pode ser definido como a área na qual 95% dos cruzamentos ocorrem ou a área na qual ambos progenitores de um indivíduo ocorrem com a probabilidade de 95%. Assim, o tamanho efetivo da população é resul-

tante da proporção de genótipos que participam efetivamente na fertilização e produção de sementes, em um dado ano (BURLEY, 1976; PALMBERG e MELCHIOR, 1980).

O tamanho efetivo da(s) população(ões) deve ser relativamente grande no estabelecimento de programas de melhoramento florestal, a longo prazo (BREWBAKER, 1967), a fim de evitar a perda total ou redução da frequência de alelos de importância e que poderiam ser utilizáveis no futuro (NAMKOONG, BARNES e BURLEY, 1980), e os efeitos da endogamia.

Conforme a estrutura genética presente e de acordo com os objetivos propostos para o programa de melhoramento da espécie em estudo, NAMKOONG, BARNES e BURLEY (1980) fornecem orientação quanto à amostragem de árvores em populações naturais. Quando a estrutura genética é simples, a espécie não apresenta populações subdivididas e todos os genes estão presentes na distribuição de frequência média, uma amostragem de 100 árvores terá alta probabilidade de conter a maioria dos alelos de interesse, sendo que poucas repetições dessa amostragem serão necessárias para assegurar disponibilidade desses genes. Entretanto, se diferentes alelos ou diferentes arranjos de frequência alélica estão presentes em várias áreas de ocorrência da espécie (subdivisões da população), os pontos de amostragem devem ser aumentados em número e na sua difusão sobre os talhões naturais, que provavelmente devem ter divergido devido ao isolamento, seleção, migração limitada, pequeno tamanho

ou combinações entre esses fatores. Neste caso, conforme orientam ainda esses mesmos autores, as amostras de cada região ou área devem ser tomadas separadamente, em maior número, a fim de garantir que as amostras contenham a frequência dos alelos de interesse e úteis futuramente. Maior número de amostras ainda permitiria maior número de seleções natural e silvicultural nos futuros "sites" de plantio, visando melhor adaptação e fornecendo bases mais sólidas para melhoramento adicional da espécie. Desta forma, observa-se que a variação na amostragem, diferentes critérios de seleção ou erro não controlado poderão causar redução da variabilidade genética de populações naturais, comprometendo os futuros ganhos genéticos nos programas de melhoramento (NAMKOONG, BARNES e BURLEY, 1980).

SAMUEL e JOHNSTONE (1979) argumentam sobre a vantagem de se utilizar amostragem sistemática, ao acaso, de árvores em sua origem natural, em relação àquela onde se utiliza a seleção. Este tipo de amostragem, para programas de melhoramento, é realizada sem perda de tempo com critérios e emprego de seleção de árvores, conduzindo a um material básico de boa qualidade para subseqüentes seleções. CHRISTOPHE e BIROT (1983), em seus estudos sobre estrutura genética e ganhos obtidos de seleção baseada em multicaracterísticas de diversas populações de *Pseudotsuga manziesii*, oriundas de árvores amostradas ao acaso (amostragem sistemática) em populações nativas, têm comprovado tal vantagem, enfatizando que as

populações base para melhoramento devem apresentar boa performance média, ampla variabilidade genética, bem como correlações genéticas favoráveis entre características a serem melhoradas, a fim de tornar as futuras seleções tanto eficientes quanto possível.

Embora a seleção de árvores com fenótipos superiores seja preferível por muitos melhoristas florestais, BURLEY (1976) alerta para as vantagens da amostragem ao acaso, em populações naturais, pelo fato dessas produzirem estimativas não ajustadas e também pela razão de que fenótipos superiores presentes na área de ocorrência natural não necessariamente serão genótipos superiores na condição de espécie exótica introduzida.

VENCOVSKY (1978) enfatiza que o uso de populações de pequeno tamanho pode conduzir a seleção na direção oposta àquela pretendida pelo melhorista, devido ao fenômeno de oscilação genética, com riscos maiores ainda se o alelo desejado ocorre em baixa frequência.

A necessidade de altos ganhos, a curto prazo, implica na redução do tamanho da população, comprometendo os futuros ganhos. Em contraste às populações naturais, as populações melhoradas terão seu "pool" gênico subdividido, a fim de proporcionar alta homeostase genética, ao passo que sua variabilidade genética reduzir-se-á para permitir especialização e



alta aptidão às condições ambientais prevalecentes (LUNDKVIST, 1982). A homeostase individual é um importante fator de regulação para adaptação em condições de variações ambientais muito drásticas. NIENDSTAEDT (1975) tem discutido variações adaptativas de espécies e seu uso no manejo e melhoramento florestal, mostrando que algumas populações têm desenvolvido genótipos amplamente adaptados a diversos ambientes, enquanto outras somente conseguem se adaptar a ambientes restritos ou específicos.

Para diminuir os perigos de perda da variabilidade genética de populações e evitar opções restritas de melhoramento, NAMKOONG, BARNES e BURLEY (1980) propõem a utilização de populações múltiplas, o que permitirá alcançar mais rapidamente as metas estabelecidas, através do conhecimento técnico-científico e capacidade de inovação dos melhoristas. A utilização de subconjuntos de populações múltiplas garantiriam que, no mínimo, uma população apresentaria grosseiramente as características desejadas, a qualquer momento no futuro, se novo(s) critério(s) de seleção fosse(m) necessário(s) estabelecer. O uso de variados tipos de ambientes permitiria a exposição desses diferentes subconjuntos de populações a diferentes pressões de seleção. Nas futuras gerações, esses subconjuntos de populações podem ser subdivididos em sub-linhas não aparentadas. Dentro dessas, determinados níveis de endogamia não intencional e desvios genéticos são aceitáveis, com a segurança que futu-

ros cruzamentos dessas sub-linhas representariam efetivamente intercruzamentos completos (BURDON e NAMKOONG, 1983).

As estimativas de parâmetros genéticos representam a mais útil ferramenta nos estudos de caracteres de populações ao estabelecimento de estratégias de melhoramento florestal. O total desconhecimento sobre a resposta à seleção praticada para diferentes características, a grande responsabilidade da seleção em espécies florestais e a impossibilidade de se pensar, a curto prazo, em muitos ciclos recorrentes de seleção promoveram a alocação de significativos esforços e expansão dos estudos de determinação de parâmetros genéticos para as espécies florestais de maior importância (KAGEYAMA, 1980).

Os parâmetros genéticos de maior interesse ao melhorista e que frequentemente estão envolvidos nos estudos de progênies referem-se às variâncias genéticas e seus componentes aditivos, ao coeficiente de herdabilidade no sentido amplo e restrito, às interações genótipo x ambiente e às correlações genéticas entre características (COCKERHAM, 1963; SQUILLACE, 1967; TODA, 1972; SHELBOURNE, 1972; DAVIDSON, 1972).

Segundo Vencovsky (1969), citado por KAGEYAMA (1980), as estimativas de parâmetros genéticos se prestam para: (a) obterem-se informações sobre o tipo de ação dos genes em caracteres quantitativos; (b) orientação sobre o esquema mais

adequado de seleção a ser adotado e (c) estimativa do progresso esperado na seleção.

De acordo com FALCONER (1981) a variância genética aditiva, ou a variância dos valores reprodutivos, é o componente mais importante da variância, uma vez que ela é a principal causa da semelhança entre parentes, e, portanto, o principal determinante das propriedades genéticas observadas em populações e sua resposta à seleção. Segundo TODA (1972) e VENCovsky (1978), a fração da variância genética aditiva a ser incluída na estimativa da herdabilidade depende, portanto, do esquema utilizado para a obtenção de progênie. Quando se utiliza progênie de meios-irmãos, a variância entre progênie contém  $1/4$  da variância genética aditiva, considerando-se a não ocorrência de endogamia.

Para o conhecimento da amplitude da variação genética que pode ser explorada, torna-se necessário estimar a herdabilidade (VENCovsky, 1978 e FAULKNER, 1979), a qual permite prever os ganhos genéticos que poderão ser obtidos nos programas de melhoramento e no estabelecimento de estratégias (ELDRIDGE, 1977).

A estimativa da herdabilidade no senso restrito tem sido útil na predição de ganhos obtidos através do emprego da seleção em métodos de melhoramento, especialmente para espécies com rotações curtas (MEIR e GOGGANS, 1977).

PIRES (1984), citando Dudley e Moll (1969), relata que a escolha do método de seleção depende da resposta esperada à seleção, sendo o ganho altamente influenciado pela herdabilidade. Desta forma, a presença de uma correlação positiva entre pais e filhos é fator importante para a obtenção de sucesso na seleção (FALCONER, 1981). Entretanto, para uma mesma intensidade de seleção, o maior ganho genético não é conseguido somente para características de maior herdabilidade, mas sim para aquela que apresentar maior valor para o produto entre o coeficiente de variação e a herdabilidade (KAGEYAMA, 1980).

CHRISTOPHE e BIROT (1983) têm relatado que o conhecimento de todos os parâmetros genéticos capacitam a aplicação de índice de seleção para multicaracterísticas, combinando todas as informações sobre a performance fenotípica dos indivíduos e estrutura genética da população. Para evitar indivíduos aparentados, estes autores têm recomendado a seleção em populações diferentes, com vistas ao estabelecimento de pomares de sementes multipopulacionais.

Os parâmetros genéticos sã se aplicam a uma população, na idade observada e nas condições ambientais a que estão sujeitas (KAGEYAMA, 1980 e PIRES, 1984). Segundo Zobel (1961), citado por KAGEYAMA (1980), as herdabilidades de características importantes devem ser estimadas somente para árvores em idade de corte, servindo as estimativas obtidas em ida

des antecedentes a esta somente como indicativos preliminares. Complementarmente, deve-se ressaltar que sua aplicação verifica-se somente para populações em equilíbrio gênico adequado (NANSON, 1974).

A estimativa do erro associado aos componentes de variância é fundamentalmente importante para a visualização do grau de confiança de estimativa deste parâmetro. Conforme resalta KAGEYAMA (1980), ao citar Velo e Vencovsky (1974), o erro associado à variância genética obtido da análise de variância é inversamente proporcional aos graus de liberdade para progênies e resíduo, e ao número de repetições e de plantas por parcela.

KAGEYAMA (1980 e 1983) e PIRES (1984) revisaram profundamente os fatores influenciando a estimativa de parâmetros genéticos, apontando as principais fontes de erro que ocorrem na sua estimação, tais como a amostragem em populações para melhoramento (DAVIDSON, 1972), causas e efeitos da endogamia de acordo com a presença ou ausência de dominância e epistasia e também em função do tipo de acasalamento entre os progenitores. Adicionalmente, KAGEYAMA (1980) fornece discussões acerca de ensaios de progênies de espécies florestais, estimativas de herdabilidade para as principais características das árvores e ganhos genéticos para seleção entre e dentro de ensaios de progênies.

Os testes de progênies de polinização livre obtidas de árvores selecionadas quer em populações naturais como nas populações melhoradas têm sido comumente empregadas na estimação de parâmetros genéticos (SQUILLACE, 1967; ELDRIDGE, 1978; FAULKNER, 1979; DANIELS, 1984), principalmente para avaliar a variância genética aditiva (BURLEY, 1976), sendo um meio eficiente e adequado para avaliar a capacidade geral de combinação de árvores de eucaliptos (ELDRIDGE, 1977). Contudo, os testes de progênies não fornecem informações sobre o número de genes envolvidos e sua distribuição na população, sendo necessário o emprego de análise de isoenzimas, se tais informações são desejadas (BURLEY, 1976).

Os testes de progênies são parte integrante da grande parte dos programas de melhoramento florestal. Na prática, eles reúnem grupos de diferentes entidades genéticas (espécie, raça, famílias ou clones) na forma de experimentos estabelecidos em um ou mais ambientes. Diferenças nas características ou performance dessas famílias são, então, atribuídas às diferenças genéticas entre famílias, cujo comportamento orientará a seleção de árvores geneticamente superiores. Adicionalmente, fornecem populações de árvores das quais uma nova geração de material será obtido através do processo de seleção recorrente (DANIELS, 1984).

A estimativa da variância genética e a interação de seus componentes, através de testes de progênies adequados,

permite predizer ganhos genéticos, estratificando-os em função de "sites" ou grupos de "sites", o que facilita a tomada de decisões, em função de fatores econômicos, nos programas de melhoramento (SHELBOURNE, 1972).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Material

##### 3.1.1. Obtenção do material em estudo

O material ora estudado faz parte da colheita de sementes de *E. urophylla* realizada em agosto de 1977, pela Florestas Rio Doce S.A (CVRDSA), compreendendo particularmente as Ilhas Timor (províncias de Nusa Tenggara Timur e Loro Sae), Flores, Lomblem, Pantar, Adonara e Alor (República da Indonésia), integrante de um programa de estudos sobre melhoramento genético da espécie, desenvolvido através de convênio firmado entre Florestas Rio Doce S.A e o Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais.

Em função da quantidade de sementes coletadas



ter sido restrita às necessidades da Florestas Rio Doce S.A, para o estabelecimento de ensaios de progênies e procedências, pequena quantidade de sementes foi disponível na cessão deste material ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Como consequência, o número disponível de progênies por procedência de sementes reduziu-se a um número bem inferior àquele normalmente recomendado para os estudos de progênies, por SHIMIZU, KAGEYAMA e HIGA (1982).

Conforme Callaham (1964), citado por KEMP (1976), para amostragem em uma população homogênea, o número recomendado varia de 5 a 10 árvores, por procedência de sementes. (ELDRIDGE (1972) já recomenda um número de árvores superior a 10, na amostragem de uma população natural de eucalipto. NAMKOONG e ROBERDS (1982) têm recomendado um número mínimo de 15 árvores por população.

Portanto, duas razões fizeram com que a escolha recaísse na utilização somente do ensaio de progênies e procedências da Ilha Flores: (a) número restrito de progênies dentro de procedências das Ilhas Timor, Alor e Adonara e (b) maior importância do material de Flores em relação a sua superioridade em crescimento, quando comparada ao das outras ilhas (apêndices 1, 2 e 3).

Desta forma, o material em estudo passa a ser caracterizado no ítem seguinte.

### 3.1.2. Caracterização das procedências que originaram as progênes

As progênes de polinização livre utilizadas para a instalação dos ensaios, foram originárias de sementes coletadas de árvores em populações de *E. urophylla* da Ilha Flores, cujos dados referentes às suas procedências são fornecidos na Tabela 1.

A seleção fenotípica das árvores, cujas sementes foram coletadas pela FRDSA, baseou-se em características de crescimento (altura e diâmetro do tronco), também observando-se a forma da árvore, ramificação, inclinação e espessura dos ramos. A fim de evitar indivíduos aparentados, procurou-se guardar uma distância mínima de 100 m. entre árvores amostradas na origem, conforme preconiza KEMP (1976).

Deve-se salientar, entretanto, que a seleção de árvores em populações naturais não é tão efetiva, principalmente para características de baixa herdabilidade. Desta forma, considerar-se-á que as árvores são amostras da população natural, desconsiderando-se a seleção efetuada, para fins de estimação de parâmetros genéticos.

O número de árvores amostradas por procedência variou em função do número de árvores que apresentavam frutos no estágio ideal para a colheita de sementes viáveis. Previamente, fixou-se em 10 o número mínimo de árvores por procedên

cia. Contudo, em alguns casos, a inexistência de frutos conduziu à coleta de um menor número de árvores por procedência.

TABELA 1. Dados de procedências de *E. urophylla* da Ilha Flores dos ensaios experimentais.

| Tratamento                   | Nº total de progênies | Latitude | Longitude | Altitude (m) |
|------------------------------|-----------------------|----------|-----------|--------------|
| 1 Wukoh                      | 4                     | 8°23'S   | 122°40'E  | 800          |
| 2 Ilegele:                   | 8                     | 8°40'S   | 122°26'E  | 720 - 820    |
| 3 Londangwang                | 9                     | 8°33'S   | 122°43'E  | 850 - 940    |
| 4 Egon II                    | 4                     | 8°40'S   | 122°26'E  | 690 - 790    |
| 5 Aradetung                  | 3                     | 8°35'S   | 122°30'E  | 700 - 720    |
| 6 Saler Wukoh                | 4                     | 8°23'S   | 122°40'E  | 940          |
| 7 Lewotobi                   | 14                    | 8°33'S   | 122°46'E  | 480 - 700    |
| 8 Ilimandiri                 | 12                    | 8°18'S   | 122°58'E  | 400 - 650    |
| 9 Egon I                     | 5                     | 8°40'S   | 122°26'E  | 750 - 780    |
| Test. Salesópolis-SP (APS) * |                       | 23°32'S  | 45°51'W   | 1.100        |

\* Testemunha de Área de Produção de Sementes (APS) cuja procedência original era Timor.

### 3.1.3. Especificação dos materiais e locais de experimentação.

Em cada um dos quatro locais da experimentação, foi instalado um ensaio envolvendo progênies de árvores provenientes de população natural, sendo 61 delas comuns aos ensaios, incluindo testemunhas comerciais de sementes.

Entretanto, por razões que serão discutidas adiante, somente foram consideradas 42 progênies nas análises experimentais, comuns aos quatro ensaios.

A caracterização dos locais de experimentação é especificada na Tabela 2.

TABELA 2. Características dos locais de experimentação.

| Localidade      | Latitude ( $^{\circ}$ S) | Longitude ( $^{\circ}$ W) | Altitude (m) |
|-----------------|--------------------------|---------------------------|--------------|
| Anhembi-SP      | 22 $^{\circ}$ 40'        | 48 $^{\circ}$ 10'         | 500          |
| Aracruz-SP      | 19 $^{\circ}$ 48'        | 40 $^{\circ}$ 17'         | 50           |
| Bom Despacho-MG | 19 $^{\circ}$ 35'        | 45 $^{\circ}$ 17'         | 703          |
| Planaltina-DF   | 15 $^{\circ}$ 48'        | 47 $^{\circ}$ 43'         | 1120         |

## 3.2. Métodos

### 3.2.1. Instalação dos ensaios

As mudas foram produzidas a partir de pequenas quantidades de sementes (um grama por progênie), em um só local (Piracicaba-SP), utilizando-se método tradicional de semeadura em caixas, com posterior repicagem das plântulas para recipientes individuais (PINTO JR et alii, 1981).

Os ensaios foram instalados nos quatro locais, em maio e junho de 1980.

O delineamento utilizado para os quatro locais foi o de blocos de família compacta ("compact family blocks"). Este delineamento, sugerido por SNYDER (1966), baseia-se em uma variação do delineamento de parcelas subdivididas (blocos incompletos), onde as parcelas constituem-se as procedências e as subparcelas constituem-se as progênies, com número variável para cada procedência. As parcelas (procedências) foram retangulares, constituídas de subparcelas (progênies) lineares, com 10 plantas cada. Uma bordadura simples entre parcelas foi utilizada, constituída de plantas da mesma progênie, ou seja, em cada subparcela foram instaladas 12 plantas por

progênie, mas a medição sô foi feita nas 10 plantas centrais. Uma bordadura dupla circundando todo o ensaio foi utilizada. O espaçamento de plantio foi 3m x 2m., distanciando 3m entre progênies e 2m entre plantas de uma mesma progênie. O número de repetições foi 3 por local.

A especificação dos tratamentos nos quatro locais de experimentação é dada na Tabela 3.

TABELA 3. Número de tratamentos e sua especificação nos quatro locais de experimentação.

| Especificação dos tratamentos | L o c a i s |               |               |            |
|-------------------------------|-------------|---------------|---------------|------------|
|                               | Anhembi-SP  | Planaltina-DF | B.Despacho-MG | Aracruz-ES |
| Total de tratamentos          | 68          | 67            | 66            | 63         |
| Total de progênies            | 63          | 63            | 62            | 61         |
| Progênies comuns              | 61          | 61            | 61            | 61         |
| Progênies comuns consideradas | 42          | 42            | 42            | 42         |
| Testemunhas                   | 4           | 3             | 3             | 1          |
| Testemunha comum              | 1           | 1             | 1             | 1          |
| Nº procedências comuns        | 9           | 9             | 9             | 9          |

### 3.2.2. Coleta de dados dos ensaios

Os ensaios foram avaliados no campo, aos 12 meses de idade, coletando-se dados de crescimento em altura e de sobrevivência de plantas. Aos 24 e 36 meses de idade, além dessas duas características, acrescentou-se a medição de DAP (diâmetro à altura do peito). Para a localidade de Anhembi-SP, foram adicionalmente tomados dados de crescimento e sobrevivência de plantas aos 6 meses de idade.

A coleta de dados para as características altura e DAP foi efetuada a nível de plantas individuais, ao passo que, para a característica sobrevivência, os dados foram obtidos a nível de média de parcelas. Isso tem implicações no tipo de unidade para os dados das diferentes características: para as primeiras foram gerados dados de média de parcela, por planta; e para a segunda, obtiveram-se dados de totais por parcela.

A avaliação das características foi efetuada conforme esquemas usuais para altura e DAP, utilizando-se dendrômetro para a primeira característica e compasso florestal para a segunda.

A característica sobrevivência foi obtida pela contagem do número de plantas vivas para cada subparcela e expressa em termos porcentuais, em relação ao número total de plantas que deveria conter dentro da parcela.

### 3.2.3. Análise estatística

#### 3.2.3.1. Análise de variância dos testes de procedências, para diferentes locais e idades.

A análise de variância dos testes de procedências para as características estudadas, nos diferentes locais e idades, foi efetuada segundo esquema de blocos ao acaso, sugerido por PIMENTEL GOMES (1976), cuja estrutura é apresentada, a seguir:

| FV           | GL            | QM    | F         |
|--------------|---------------|-------|-----------|
| Repetições   | $r-1$         | $Q_1$ | $Q_1/Q_3$ |
| Procedências | $p-1$         | $Q_2$ | $Q_2/Q_3$ |
| Erro         | $(r-1)-(p-1)$ | $Q_3$ | -         |

$r$  = número de repetições;  $p$  = número de procedências; Erro = erro entre parcelas; QM = Quadrado Médio; GL = graus de liberdade.

#### 3.2.3.2. Análise de variância dos testes de progênies para cada local e idade.

De acordo com STONECYPHER (1967), se parcelas



com 10 árvores são escolhidas para o ensaio, o número de progênies deverá ser relativamente pequeno, caso o tamanho do bloco se enquadre naquele desejado. Segundo este autor, mesmo que o tamanho do bloco possa depender da homogeneidade do "site", a experiência mostra que tamanho superior a 2.000 m<sup>2</sup> é demasiadamente grande para experimentos florestais, ocasionando grande variação entre blocos. No caso do tamanho do bloco ser inferior a 2.000 m<sup>2</sup>, o número de progênies para teste seria limitado a 31. Como geralmente os testes desta natureza envolvem mais que 31 progênies e procedências, alguns autores têm sugerido o emprego de delineamentos de blocos incompletos (JEFFERS, 1959 e LANGNER, 1961).

SNYDER (1966) discute o uso de delineamentos em lâtice e em blocos de famílias compactas, sugerindo o emprego deste último para solucionar tal tipo de problema. Entretanto, STONECYPHER (1967) alerta que delineamentos de blocos incompletos foram desenvolvidos para comparações de médias e não para estimacão de parâmetros genéticos. Para a estimacão de componentes de variância, portanto, STONECYPHER (1967) sugere o emprego de delineamentos com completo confundimento de progênies propostos por Comstock e Robinson (1952) e usados por Stonecypher (1966).

Assim, procedeu-se a análise de variância individual e conjunta entre locais, segundo esquema de blocos ao acaso sugerido por DITLEVSEN (1980a e 1980b). Desta forma,

o modelo matemático utilizado passa a ser o seguinte:

$$Y_{ijk} = m + t_i + b_j + \bar{e}_{ij} + \bar{d}_{ijk}$$

onde:  $Y_{ijk}$  = observação feita no indivíduo k, do tratamento i, no bloco j;

$m$  = média geral;

$t_i$  = efeito de tratamento;

$b_j$  = efeito de bloco;

$\bar{e}_{ij}$  = erro experimental;

$\bar{d}_{ijk}$  = efeito dentro de parcelas

O esquema de análise de variância individual, em blocos ao acaso, utilizado para cada característica e local, tanto para fins de teste F como para estimativas de parâmetros genéticos, a nível de médias de parcelas, foi o seguinte:

| FV         | GL                   | QM    | E(QM)   | F         |
|------------|----------------------|-------|---|-----------|
| Repetições | $r-1$                |       |   |           |
| Progênes   | $p-1$                | $Q_1$ | $(1/\bar{k}) \sigma_d^2 + \sigma_{e_i}^2 + r\sigma_p^2$ | $Q_1/Q_2$ |
| Erro       | $(r-1)(p-1)$         | $Q_2$ | $(1/\bar{k}) \sigma_d^2 + \sigma_e^2$                   |           |
| Dentro     | $\sum_{i=1}^p (k-1)$ | $Q_3$ | $\sigma_d^2$  |           |

QM = Quadro Médio;  $E(QM)$  = Esperança do Quadrado Médio;  $r$  = número de repetições;  $p$  = número de progênies;  $k$  = número de plantas vivas por parcela;  $\hat{\sigma}_p^2$  = variância devida à progênies;  $\hat{\sigma}_e^2$  = variância devida ao erro entre parcelas, e  $\hat{\sigma}_d^2$  = variância devida às plantas dentro de parcelas.

A variância entre plantas dentro de parcelas foi obtida através da média ponderada dos quadrados médios dentro de parcelas, levando em conta o número de plantas sobreviventes (medidas) em cada parcela, ou seja,  $\hat{\sigma}_d^2 = Q_3$ . As outras variâncias foram obtidas como segue.

$$\hat{\sigma}_p^2 = \frac{Q_1 - Q_2}{r}$$

$$\hat{\sigma}_e^2 = Q_2 - \frac{Q_3}{k}$$

A característica sobrevivência de plantas teve seus dados transformados, para efeito de análise, para  $\text{arc. sen } \sqrt{x/100}$ , conforme proposto por STEEL e TORRIE (1980). Para a análise de sobrevivência de plantas, a variância do erro contém a variância dentro de parcelas, uma vez que essa característica baseia-se nos totais de parcelas, não permitindo a detecção de efeitos a nível de plantas.

O coeficiente de variação experimental foi obtido através do quadrado médio do erro experimental, sendo uti

lizado para expressar a eficiência das análises estatísticas.

### 3.2.3.3. Análise de variância conjunta para os testes de progênies, nos quatro locais

A análise conjunta para os quatro locais, envolvendo as características estudadas, foi feita segundo o esquema de blocos ao acaso, sugerido por DITLEVSEN (1980a e 1980b). O modelo matemático utilizado para as análises foi o seguinte:

$$Y_{ij sk} = m + t_i + b_j(s) + l_s + tl_{is} + \bar{e}_{ijs} + \bar{d}_{ij sk}$$

onde:

$Y_{ij sk}$  = observação do tratamento  $i$ , no bloco  $j$ , no local  $s$ , no indivíduo  $k$ ;

$m$  = média geral;

$t_i$  = efeito de tratamento;

$b_j(s)$  = efeito de bloco dentro de local;

$l_s$  = efeito de local;

$tl_{is}$  = efeito da interação tratamentos  $\times$  locais;

$\bar{e}_{ijs}$  = erro experimental;

$\bar{d}_{ij sk}$  = efeito dentro de parcelas

A análise de variância conjunta envolveu apenas os 42 tratamentos comuns aos quatro ensaios. O es-

quema de análise utilizado, ao nível de médias de parcelas, foi o seguinte:

| FV                | GL               | QM    | E(QM)  | F                     |
|-------------------|------------------|-------|--|-----------------------|
| Blocos/Locais     | $s(r-1)$         | $Q_1$ |  | $Q_1/Q_5$             |
| Locais            | $(s-1)$          | $Q_2$ |  | $Q_3 - Q_1 + Q_5/Q_4$ |
| Progênes          | $(p-1)$          | $Q_3$ | $(1/\bar{k})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_{p1}^2 + rs\sigma_p^2$ | $Q_3/Q_5$             |
| Progênes x Locais | $(p-1)(s-1)$     | $Q_4$ | $(1/\bar{k})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_{p1}^2$                | $Q_4/Q_5$             |
| Erro médio        | $\Sigma N\ell_1$ | $Q_5$ | $(1/\bar{k})\sigma_d^2 + \sigma_e^2$                                 |                       |
| Dentro            | $\Sigma N\ell_2$ | $Q_6$ | $\sigma_d^2$   |                       |

$\hat{\sigma}_p^2$  = variância entre progênes, ao nível de médias;  $\hat{\sigma}_{p1}^2$  = variância da interação progênes x locais;  $\hat{\sigma}_d^2$  = variância entre plantas dentro de parcelas;  $\bar{k}$  = número médio de plantas por parcela;  $\Sigma N\ell_1$  = Somatório dos graus de liberdade para os erros das análises individuais em blocos ao acaso;  $\Sigma N\ell_2$  = somatório dos graus de liberdade dentro de parcelas, das análises individuais;  $\sigma_e^2$  = variância devido ao erro entre parcelas.

As variâncias  $\sigma_p^2$ ;  $\sigma_{p1}^2$ ;  $\sigma_d^2$ ;  $\sigma_e^2$ ; foram estimados como segue:

$$\hat{\sigma}_p^2 = \frac{Q_3 - Q_4}{r \cdot s}$$

$$\hat{\sigma}_{p1}^2 = \frac{Q_4 - Q_5}{r}$$

$$\hat{\sigma}_e^2 = Q_5 - \frac{Q_6}{K}$$

$$\hat{\sigma}_d^2 = Q_6$$

O fato de as análises de variâncias individual e conjunta, para as 42 progênes comuns aos ensaios, incluir a penas 4 (Ilegele, Londangwang, Ilimandiri e Lewotobi) das 9 procedências testadas, constituiu-se uma séria restrição, devi do essas 42 progênes não estarem casualizadas em um único bloco. Este assunto será abordado adiante, na discussão dos resultados obtidos.

#### 3.2.4. Estimação de parâmetros genéticos

##### 3.2.4.1. Estimação de variâncias genéticas, coeficientes de herdabilidade e de coefi-cientes de variação genética e não genética

As estimativas de variâncias genéticas e não genéticas e de parâmetros afins para as características altura e DAP foram extraídas das esperanças dos quadrados mê-dios das análises de variâncias individuais ou conjuntas, em blocos ao acaso.

Os erros associados às variâncias entre progênes foram estimados a partir das análises de variâncias, segundo modelo proposto por Velo e Vencovsky (1974), citados por KAGEYAMA (1980), como segue:

$$s(\sigma_p^2) = \sqrt{\frac{2}{\bar{k}^2 r^2} \left( \frac{Q_1^2}{g_1 + 2} + \frac{Q_2^2}{g_2 + 2} \right)}$$

onde:

$s(\sigma_p^2)$  = erro associado à estimativa da variância entre progênes de meios-irmãos;

$\bar{k}$  = número médio de plantas por parcela;

$r$  = número de repetições;

$Q_1$  e  $Q_2$  = quadrados médios para progênes e para o erro experimental, respectivamente;

$g_1$  e  $g_2$  = graus de liberdade para progênes e para o erro experimental, respectivamente.

Os coeficientes de herdabilidade, coeficientes de variação genética, coeficientes de variação do erro, coeficientes de variação dentro de parcelas e coeficientes de variação fenotípica foram estimados para os quatro locais, nas idades avaliadas, para as características altura e DAP, conforme utilizados por KAGEYAMA (1983).

O coeficiente de herdabilidade, no sentido restrito, ( $h_1^2$ ), ao nível de plantas, em cada ensaio, foi obtido por:

$$h_1^2 = \frac{4\sigma_p^{2'}}{\sigma_p^{2'} + \sigma_e^2 + \sigma_d^2}$$

O coeficiente de herdabilidade ( $h_2^2$ ), ao nível de plantas, nos locais em conjunto, foi obtido por:

$$h_2^2 = \frac{4\sigma_p^2}{\sigma_p^2 + \sigma_e^2 + \sigma_d^2 + \sigma_{p1}^2}$$

Considerou-se as progênies como sendo de meios-irmãos e que a variância genética entre progênies ( $\sigma_p^2$ ) contém, nesse caso, 1/4 da variância genética aditiva (TODA, 1972; VENCOSVSKY, 1978 e FALCONER, 1981).

Os coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ), coeficientes de variação da variância do erro ( $CV_e$ ), coeficientes de variação dentro de parcelas ( $CV_d$ ) e coeficientes de variação fenotípica ( $CV_f$ ) foram estimados pelas expressões abaixo, sendo expressos em termos percentuais em relação à média ( $\bar{x}$ ) de cada característica, para cada local e locais conjuntos, conforme usados por KAGEYAMA (1983).



$$CV_g (\%) = \frac{\sigma_p}{\bar{x}} \cdot 100$$

$$CV_e (\%) = \frac{\sigma_e}{\bar{x}} \cdot 100$$

$$CV_d (\%) = \frac{\sigma_d}{\bar{x}} \cdot 100$$

$$CV_f (\%) = \frac{\sigma_f}{\bar{x}} \cdot 100$$

sendo:

$\sigma_p$  =  $\sqrt{\text{da variância devida a progênies;}}$

$\sigma_e$  =  $\sqrt{\text{da variância devida ao erro entre parcelas;}}$

$\sigma_d$  =  $\sqrt{\text{da variância dentro de parcelas;}}$

$\sigma_f$  =  $\sqrt{\text{da variância fenotípica } (\sigma_p^2 + \sigma_e^2 + \sigma_d^2)}$

na análise individual; ou  $(\sigma_p^2 + \sigma_e^2 + \sigma_d^2 + \sigma_{p1}^2)$   
na análise conjunta.

$\bar{x}$  = média geral.

Esses parâmetros genéticos, sendo todos em termos percentuais, permite uma comparação entre eles, podendo analisá-los em termos de variação com a idade. Quando agrupados em relação a locais, evidenciam a evolução tanto de herdabilidades como dos coeficientes de variação, com o desenvolver da idade das árvores (KAGEYAMA, 1983).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Resultados da análise de variância dos testes de procedências, para os diferentes locais e idades.

#### 4.1.1. Crescimento em altura e porcentagem de falhas de plantas das procedências, para a localidade de Anhembi-SP, aos 6 meses de idade.

Foi observada uma amplitude variando de 1,31 a 1,57m para altura de plantas dos diversos tratamentos, com a altura média no valor de 1,45m, não tendo sido detectadas diferenças significativas pelo teste F. A testemunha foi a que apresentou o menor valor para crescimento em altura (1,26m). Em geral, a sobrevivência de plantas foi elevada para todas as procedências (média de 98%) e os coeficientes de variação experimental para altura (6,43%) e sobrevivência (2,84%) foram baixos (Tabela 4).

Tabela 4. Resultados de crescimento e da análise de variância para altura ( $\bar{H}$ ) e porcentagem de falhas de plantas (%F) das procedências, aos 6 meses de idade, na localidade de Anhembi-SP.

| Tratamento            | Procedências   | Local: Anhembi-SP |         |
|-----------------------|----------------|-------------------|---------|
|                       |                | $\bar{H}$ (m)     | % F     |
| 1                     | Wukoh          | 1,57(1)           | 1,67    |
| 2                     | Ilegele        | 1,55(2)           | 0,42    |
| 3                     | Londangwang    | 1,45(4)           | 0,37    |
| 4                     | Egon II        | 1,31(9)           | 2,50    |
| 5                     | Aradetung      | 1,42(7)           | 1,11    |
| 6                     | Saler Wukoh    | 1,46(3)           | 3,33    |
| 7                     | Lewotobi       | 1,42(6)           | 1,43    |
| 8                     | Ilimandiri     | 1,40(8)           | 0,30    |
| 9                     | Egon I         | 1,44(5)           | 0,83    |
| Test.                 | Salesópolis-SP | 1,26              | 6,67    |
| Média de procedências |                | 1,45              | 1,33    |
| F blocos              |                | 2,87 n.s.         | 4,18**  |
| F tratº               |                | 2,01 n.s.         | 16,43** |
| Tukey (5%)            |                | -                 | 0,82    |
| Tukey (1%)            |                | -                 | 1,00    |
| CVexp (%)             |                | 6,43              | 2,84    |

Test. = testemunha (não incluída na ANAVA); F blocos = teste F para blocos; F tratº = teste F para procedências; \*\* = significativo a 1% de significância; n.s. = não significativo; ( ) = posição relativa das procedências, em termos de crescimento.

4.1.2. Crescimento em altura e porcentagem de falhas de plantas das procedências, para as quatro localidades, aos 12, 24 e 36 meses de idade.

A tabela 5 fornece os resultados de avaliação da altura e porcentagem de falhas das procedências, realizada aos 12 meses de idade, para os quatro locais, com os respectivos valores do teste F para tratamentos, teste Tukey e coeficientes de variação ( $CV_{exp}$ ), em porcentagem.

Tabela 5. Resultados de crescimento e da análise de variância para altura ( $\bar{H}$ ) e porcentagem de falhas (%F) das procedências, aos 12 meses de idade, para as quatro localidades sob teste.

| TRAT.              | LOCALIDADES  |        |              |         |               |        |               |        |
|--------------------|--------------|--------|--------------|---------|---------------|--------|---------------|--------|
|                    | ARACRUZ-ES   |        | ANHEMBI-SP   |         | B.DESPACHO-MG |        | PLANALTINA-DF |        |
|                    | $\bar{H}(m)$ | %F     | $\bar{H}(m)$ | %F      | $\bar{H}(m)$  | %F     | $\bar{H}(m)$  | %F     |
| 1                  | 4,74(8)      | 14,17  | 4,82(4)      | 1,67    | 3,78(7)       | 15,83  | 1,79(8)       | 18,83  |
| 2                  | 5,87(1)      | 0,42   | 5,25(1)      | 0,42    | 4,27(1)       | 9,17   | 2,09(2)       | 16,67  |
| 3                  | 5,46(3)      | 2,59   | 4,76(5)      | 0,37    | 3,74(8)       | 11,48  | 1,90(5)       | 3,33   |
| 4                  | 4,67(9)      | 3,33   | 4,44(9)      | 2,50    | 3,16(9)       | 13,33  | 1,79(9)       | 20,00  |
| 5                  | 5,41(4)      | 2,22   | 4,85(3)      | 1,11    | 4,00(4)       | 5,56   | 1,87(6)       | 10,00  |
| 6                  | 4,95(7)      | 4,17   | 4,48(8)      | 3,33    | 3,91(5)       | 5,83   | 1,87(7)       | 14,17  |
| 7                  | 5,75(2)      | 1,67   | 4,74(6)      | 1,43    | 4,02(3)       | 10,00  | 2,04(3)       | 12,38  |
| 8                  | 5,38(5)      | 2,12   | 4,74(7)      | 0,30    | 3,80(6)       | 9,39   | 1,99(4)       | 13,33  |
| 9                  | 5,35(6)      | 3,33   | 5,00(2)      | 0,83    | 4,12(2)       | 6,43   | 2,20(1)       | 9,17   |
| Test.              | 4,49         | 13,33  | 4,41         | 6,67    | 3,25          | 3,33   | 1,54          | 3,33   |
| Média              | 5,29         | 3,78   | 4,79         | 1,33    | 3,87          | 9,67   | 1,95          | 13,04  |
| Ftrat <sup>o</sup> | 5,43**       | 1,99ns | 1,63ns       | 16,43** | 3,53ns        | 3,01** | 4,70**        | 2,29ns |
| Fblocos            | 0,26ns       | 1,98ns | 2,67ns       | 4,18**  | 0,12ns        | 1,37ns | 2,40ns        | 3,00ns |
| Tukey(5%)          | 0,88         | -      | -            | 0,82    | -             | 2,38   | 0,35          | -      |
| Tukey(1%)          | 1,07         | -      | -            | 1,00    | -             | 2,91   | 0,43          | -      |
| CVexp(%)           | 5,88         | 6,69   | 6,94         | 2,84    | 7,56          | 2,84   | 5,73          | 42,18  |

Test.=testemunha (não incluída na ANAVA); Ftrat<sup>o</sup>=teste F para procedências; Fblocos = teste F para blocos; \*\* = significativo a 1% de significância; ns=não significativo; posição relativa das procedências para cada local de ensaio; 1=Wukoh; 2=Ilgele; 3=Londangwang; 4=Egon II; 5=Aradetung; 6=Salor Wukoh; 7=Lewotobi; 8=Ilmandiri; 9=Egon I.

Pode-se observar que, aos 12 meses de idade, por ordem decrescente de valor, o melhor crescimento em altura, a nível de médias de tratamentos, ocorre para os locais de Aracruz-ES (5,29m) e Anhembi-SP (4,79m). Bom Despacho-MG (3,87 m) situa-se próximo a média de locais e Planaltina-DF (1,95m) mostra altura média para tratamentos bem inferior (48,85%) à média entre locais. Exceto para Anhembi-SP e Bom Despacho-MG, o teste F da análise de variância detectou significativas diferenças para altura de plantas entre tratamentos. Os coeficientes de variação experimental para altura de plantas mostraram valores relativamente baixos, com amplitude de 5,73% (Planaltina-DF) à 7,56% (Bom Despacho-MG) entre locais.

As tabelas 6 e 7 fornecem resultados de avaliações da altura, diâmetro e porcentagem de falhas, realizadas aos 24 e 36 meses, respectivamente, apresentando também os valores de F para tratamentos e do teste Tukey, além dos coeficientes de variação experimental (CVexp%) respectivos.

Os resultados da análise efetuada aos 24 meses de idade, para os ensaios individualmente, ainda evidenciam o melhor crescimento em altura e DAP de plantas, a nível de médias de tratamentos, de forma decrescente, para Aracruz-ES ( $\bar{H}=10,32\text{m}$  e  $\overline{\text{DAP}}=9,20\text{cm}$ ), Anhembi-SP ( $\bar{H}=9,93\text{m}$  e  $\overline{\text{DAP}}=8,82\text{cm}$ ), Bom Despacho-MG ( $\bar{H}=6,46\text{m}$  e  $\overline{\text{DAP}}=6,43\text{cm}$ ) e Planaltina-DF ( $\bar{H}=4,49\text{m}$  e  $\text{DAP}=4,44\text{cm}$ ). Os testes F das análises de variâncias para altura e DAP de plantas, com exceção de Anhembi-SP, revela-

Tabela 6. Resultados de crescimento em altura (H) e DAP, e porcentagem média de falhas (%F) das procedências, aos 24 meses de idade, para as quatro localidades sob teste.

| TRAT.          | LOCALIDADES |         |        |            |         |        |                |         |        |               |         |        |
|----------------|-------------|---------|--------|------------|---------|--------|----------------|---------|--------|---------------|---------|--------|
|                | ARACRUZ-ES  |         |        | ANHEMBI-SP |         |        | B. DESPACHO-MG |         |        | PLANALTINA-DF |         |        |
|                | H(m)        | DAP(cm) | %F     | H(m)       | DAP(cm) | %F     | H(m)           | DAP(cm) | %F     | H(m)          | DAP(cm) | %F     |
| 1              | 9,56(7)     | 8,62    | 16,67  | 9,76(8)    | 8,46    | 5,00   | 6,37(6)        | 6,35    | 15,83  | 4,18(7)       | 4,23    | 18,33  |
| 2              | 11,56(1)    | 9,91    | 2,50   | 10,21(7)   | 9,23    | 6,25   | 7,21(1)        | 7,21    | 9,17   | 5,00(2)       | 4,86    | 16,67  |
| 3              | 10,60(4)    | 9,42    | 4,81   | 9,90(6)    | 9,03    | 3,70   | 6,27(8)        | 6,27    | 11,48  | 4,47(4)       | 4,39    | 3,33   |
| 4              | 9,29(9)     | 8,59    | 7,50   | 9,22(9)    | 8,47    | 4,17   | 5,32(9)        | 5,20    | 14,17  | 4,02(9)       | 4,15    | 20,00  |
| 5              | 10,82(3)    | 9,42    | 6,67   | 10,13(4)   | 8,90    | 7,77   | 6,65(3)        | 6,64    | 5,56   | 4,10(8)       | 4,01    | 10,00  |
| 6              | 9,34(8)     | 8,52    | 5,00   | 10,13(3)   | 8,77    | 3,33   | 6,57(5)        | 6,63    | 7,50   | 4,45(5)       | 4,40    | 15,00  |
| 7              | 10,95(2)    | 9,85    | 4,52   | 9,99(5)    | 8,78    | 4,76   | 6,64(4)        | 6,51    | 10,24  | 4,66(3)       | 4,39    | 12,62  |
| 8              | 10,50(5)    | 9,18    | 4,24   | 9,86(7)    | 8,57    | 2,72   | 6,31(7)        | 6,42    | 10,30  | 4,44(6)       | 4,39    | 13,64  |
| 9              | 10,24(6)    | 9,29    | 2,50   | 10,19(2)   | 9,21    | 10,83  | 6,85(2)        | 6,96    | 6,43   | 5,06(1)       | 5,10    | 9,17   |
| Test.          | 8,39        | 6,64    | 13,33  | 10,43      | 9,35    | 6,67   | 5,61           | 5,38    | 3,33   | 3,99          | 3,36    | 3,33   |
| Média          | 10,32       | 9,20    | 6,04   | 9,93       | 8,82    | 5,39   | 6,46           | 6,43    | 10,07  | 4,49          | 4,44    | 13,19  |
| Ftrat $\theta$ | 11,48**     | 7,87**  | 1,18ns | 0,98ns     | 1,01ns  | 0,55ns | 3,53*          | 3,69*   | 3,32*  | 3,31**        | 4,60**  | 2,45ns |
| Fblocos        | 0,50ns      | 2,67ns  | 1,99ns | 2,31ns     | 3,12ns  | 0,76ns | 0,63ns         | 1,24ns  | 1,16ns | 2,14ns        | 6,88**  | 2,79ns |
| Tukey(5%)      | 1,20        | 0,97    | -      | -          | -       | -      | 1,38           | 1,44    | 2,29   | 1,19          | 1,25    | -      |
| Tukey(1%)      | 1,47        | 1,19    | -      | -          | -       | -      | 1,69           | 1,77    | 2,80   | 1,45          | 1,53    | -      |
| CVexp(%)       | 3,88        | 3,52    | 4,78   | 5,45       | 5,73    | 4,94   | 7,43           | 7,83    | 27,06  | 7,83          | 6,19    | 40,92  |

Test. = testemunha (não incluída na ANAVA); 1 = Wukoh; 2 = Ilegele; 3 = Londangwuang; 4 = Egon II; 5 = Aradetung; 6 = Saler Wukoh; 7 = Lewotobi; 8 = Ilimandiri; 9 = Egon I; \* e \*\* = significativos a 5% e 1% de significância, respectivamente; ns = não significativo; ( ) = posição relativa das procedências para cada local de ensaio.

Tabela 7. Resultados de crescimento em altura (H) e DAP, e porcentagem média de falhas (%F), das procedências, aos 36 meses de idade, para as quatro localidades sob teste.

| TRAT.          | LOCALIDADES |         |        |            |         |        |                |         |        |               |         |        |
|----------------|-------------|---------|--------|------------|---------|--------|----------------|---------|--------|---------------|---------|--------|
|                | ARACRUZ-ES  |         |        | ANHEMBI-SP |         |        | B. DESPACHO-MG |         |        | PLANALTINA-DF |         |        |
|                | H(m)        | DAP(cm) | %F     | H(m)       | DAP(cm) | %F     | H(m)           | DAP(cm) | %F     | H(m)          | DAP(cm) | %F     |
| 1              | 13,35(9)    | 10,96   | 17,50  | 13,53(4)   | 10,45   | 6,67   | 9,22(7)        | 8,12    | 17,50  | 5,87(4)       | 5,77    | 18,33  |
| 2              | 16,04(1)    | 11,65   | 3,33   | 13,81(3)   | 10,82   | 7,50   | 10,91(1)       | 9,19    | 11,25  | 6,74(2)       | 6,81    | 16,67  |
| 3              | 14,81(5)    | 11,14   | 8,52   | 13,37(6)   | 10,85   | 5,55   | 9,17(8)        | 7,97    | 13,33  | 5,66(7)       | 5,83    | 4,44   |
| 4              | 13,45(7)    | 10,48   | 13,33  | 12,89(2)   | 10,35   | 9,17   | 7,64(9)        | 6,65    | 15,00  | 5,17(9)       | 5,74    | 20,00  |
| 5              | 15,69(2)    | 11,03   | 8,89   | 13,49(5)   | 10,77   | 12,22  | 9,68(3)        | 8,66    | 8,89   | 5,61(8)       | 5,46    | 10,00  |
| 6              | 13,39(8)    | 10,20   | 10,83  | 12,92(8)   | 10,35   | 5,00   | 9,66(4)        | 7,86    | 8,33   | 5,80(5)       | 5,99    | 15,83  |
| 7              | 15,28(3)    | 11,74   | 7,38   | 13,21(7)   | 10,51   | 6,43   | 9,61(5)        | 8,28    | 11,90  | 5,78(6)       | 5,82    | 13,10  |
| 8              | 14,61(6)    | 10,95   | 6,66   | 12,66(9)   | 10,19   | 4,24   | 9,23(6)        | 8,07    | 12,12  | 5,87(3)       | 5,94    | 13,64  |
| 9              | 14,85(4)    | 11,15   | 4,17   | 14,38(1)   | 11,53   | 10,83  | 10,08(2)       | 8,68    | 7,50   | 7,05(1)       | 7,09    | 9,17   |
| Test.          | 11,24       | 7,38    | 20,00  | 14,08      | 11,43   | 6,67   | 8,27           | 6,99    | 13,33  | 5,33          | 4,74    | 6,67   |
| Média          | 14,64       | 11,03   | 8,96   | 13,36      | 10,64   | 7,51   | 9,47           | 8,16    | 11,76  | 5,95          | 6,05    | 13,47  |
| Ftrat $\theta$ | 6,83**      | 2,13ns  | 3,17*  | 1,97ns     | 1,37ns  | 0,44ns | 3,17*          | 3,74*   | 0,74ns | 4,43*         | 3,92*   | 1,78ns |
| Fblocos        | 8,57**      | 2,43ns  | 1,85ns | 1,72ns     | 3,58ns  | 1,08ns | 0,06ns         | 0,46ns  | 1,89ns | 4,44*         | 5,39**  | 3,30ns |
| Tukey(5%)      | 1,86        | -       | 2,52   | -          | -       | -      | 2,48           | 1,97    | -      | 1,78          | 1,80    | -      |
| Tukey(1%)      | 2,27        | -       | 3,08   | -          | -       | -      | 3,03           | 2,41    | -      | 2,18          | 2,21    | -      |
| CVexp(%)       | 4,39        | 5,25    | 28,38  | 4,87       | 5,62    | 4,28   | 8,98           | 7,76    | 28,83  | 8,04          | 7,73    | 37,36  |

Test. = testemunha (não incluída na ANAVA); 1 = Wukoh; 2 = Ilegele; 3 = Londangwuang; 4 = Egon II; 5 = Aradetung; 6 = Saler Wukoh; 7 = Lewotobi; 8 = Ilimandiri; 9 = Egon I; \* e \*\* = significativos a 5% e 1% de significância, respectivamente; ns = não significativo; ( ) = posição relativa das procedências para cada local de ensaio.

ram diferenças significativas para tratamentos, a nível de 1% de significância, para Aracruz-ES e Planaltina-DF. Os coeficientes de variação para altura e DAP foram crescentes para os locais Aracruz-ES, Anhembi-SP, Bom Despacho-MG e Planaltina-DF, variando de 3,88 a 7,83% e de 3,52 a 7,83%, respectivamente, para altura e DAP de plantas, com o menor e maior valor para esses locais mencionados.

Aos 36 meses de idade, ainda se observa a mesma sequência decrescente em relação ao crescimento em altura e DAP, a nível de médias de tratamentos, com maiores valores desses parâmetros para a localidade de Aracruz-ES ( $\bar{H} = 14,64$  m e  $\overline{DAP} = 11,03$  cm), seguido por Anhembi-SP ( $\bar{H} = 13,36$  m e  $\overline{DAP} = 10,64$  cm), Bom Despacho-MG ( $\bar{H} = 9,47$  m e  $\overline{DAP} = 8,16$  cm) e Planaltina-DF ( $\bar{H} = 5,95$  m e  $\overline{DAP} = 6,05$  cm). Os coeficientes de variação experimental para cada ensaio, relativos à altura e DAP de plantas, mostraram basicamente aquela mesma variação de magnitude de um local para outro, encontrada na análise efetuada aos 24 meses de idade.

Ao serem observadas as localizações geográficas das 9 procedências estudadas (Apêndice 4), pode-se constatar que os tratamentos 2, 4 e 9 tratam-se de procedências muito próximas, o mesmo ocorrendo com os tratamentos 1 e 6, e os tratamentos 3 e 7. Desta forma, distinguem-se 5 procedências neste estudo, três delas representadas pelos tratamentos agrupados e referidos anteriormente, mais as procedências representadas pelos tratamentos 5 (Aradetung) e 8 (Ilimandiri).

A análise dos valores do teste F obtidos da análise de variância, a nível de média de tratamentos, para altura e DAP de plantas, em cada local, não revelam diferenças significativas entre os tratamentos 1 e 6 e também entre os tratamentos 3 e 7, como era de se esperar. Entretanto, eles mostram diferenças significativas (ao nível de 5 e 1% de significância) para altura e DAP de plantas, quando os tratamentos 2, 4 e 9, que tratam de procedências muito próximas, são comparados entre si. Essas diferenças estão presentes em quase todos os ensaios e idades avaliadas, com exceção feita para o local de Anhembi-SP (todas as idades) e de Bom Despacho-MG, na avaliação feita aos 12 meses de idade, e são as principais responsáveis pela significância encontrada nos testes F.

Considerando os fatos mencionados, as diferenças entre procedências para crescimento de plantas, em cada local e idade analisadas, não se tornam tão importantes. As diferenças apontadas devem ser devidas a problemas de amostragem na coleta de sementes das procedências, na área de ocorrência natural da espécie, conforme aqueles apontados por ELDRIDGE (1972 e 1976), DAVIDSON (1972) e CHRISTOPHE e BIROT (1979), ou a variação ecotípica é muito importante para a espécie, existindo provavelmente uma diferenciação entre as duas variedades separadas pela altitude, da forma relatada por PRYOR (1975) e MARTIN e COSSALTER (1975 b).



4.2. Resultados de análises de variâncias, estimativas de variâncias genéticas e não genéticas e de coeficientes de variação genética e não genética, para altura e DAP de plantas para cada procedência, nos diferentes locais e idades.

O baixo número de progênes existentes para as procedências Egon I (5 progênes), Egon II (4), Saler Wukoh (4), Wukoh (4) e Aradetung (4) fizeram com que essas fossem excluídas das análises.

Assim, os resultados consideram apenas 4 procedências, ou sejam: Ilimandiri (11 progênes), Lewotobi (14), Londangwang (9) e Ilegele (8), o que totalizam 42 progênes comuns aos quatro locais.

Individualmente para cada uma dessas 4 procedências, os resultados das estimativas de variâncias genéticas e não genéticas, de coeficientes de herdabilidade, de coeficientes de variação genética, de coeficientes de variação da variância do erro, de coeficientes de variação fenotípica e de coeficientes de variação experimental são fornecidos para altura, nas Tabelas de 8 a 11, e para DAP nas Tabelas de 12 a 15.

Os valores de estimativas de coeficientes de herdabilidade para altura e DAP, obtidos a partir de médias de progênes, para cada uma das 4 procedências em cada local, em função da idade, são apresentados nas figuras 1 a 4 e de 5 a 8, respectivamente.

Tabela 8. Estimativas de variâncias genéticas entre progênies ( $\sigma_p^2$ ), de variâncias devido ao erro entre parcelas ( $\sigma_e^2$ ), de variâncias dentro de parcelas ( $\sigma_d^2$ ), de coeficientes de herdabilidade ( $h^2$ ), de coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ), de coeficientes de variação da variância do erro ( $CV_e$ ), de coeficientes de variação dentro de parcelas ( $CV_d$ ), de coeficientes de variação fenotípica ( $CV_f$ ) para altura de progênies da procedência Lemotobi, nos diferentes locais e idades.

| LOCAL             | Idade (meses) | H (m) | % Falhas | F prog. | F blocos | $\sigma_p^2$ | $\sigma_e^2$ | $\sigma_d^2$ | $h^2$ | $CV_g(\%)$ | $CV_e(\%)$ | $CV_d(\%)$ | $CV_f(\%)$ | $CV_{exp}(\%)$ |
|-------------------|---------------|-------|----------|---------|----------|--------------|--------------|--------------|-------|------------|------------|------------|------------|----------------|
| ANHENBI (SP)      | 6             | 1,42  | 1,43     | 1,73ns  | 15,90**  | 0,0045       | 0,0078       | 0,1041       | 0,155 | 4,72       | 6,22       | 22,70      | 24,01      | 9,54           |
|                   | 12            | 4,74  | 1,43     | 1,01ns  | 6,27**   | 0,0009       | 0,1462       | 1,1088       | 0,003 | 0,66       | 8,07       | 22,21      | 23,64      | 10,73          |
|                   | 24            | 9,99  | 4,76     | 1,23ns  | 16,48**  | 0,0413       | 0,2767       | 2,4513       | 0,060 | 2,03       | 5,26       | 15,67      | 16,66      | 7,33           |
|                   | 36            | 13,21 | 6,43     | 1,77ns  | 3,58*    | 0,0826       | 0,6032       | 7,7953       | 0,039 | 2,17       | 5,88       | 21,13      | 22,04      | 9,10           |
| ARACRUZ (ES)      | 12            | 5,75  | 1,67     | 1,00ns  | 5,22*    | 0,0003       | 0,1004       | 0,9693       | 0,001 | 0,30       | 5,51       | 17,12      | 17,99      | 7,76           |
|                   | 24            | 10,95 | 4,52     | 1,77ns  | 0,63ns   | 0,0956       | 0,0746       | 2,8205       | 0,128 | 2,82       | 2,49       | 15,34      | 15,79      | 5,57           |
|                   | 36            | 15,28 | 7,38     | 1,52ns  | 2,48ns   | 0,2050       | 0,5331       | 5,9916       | 0,122 | 2,96       | 4,78       | 16,02      | 16,98      | 7,13           |
| BOM DESPA CHO(MG) | 12            | 4,01  | 10,00    | 1,50ns  | 3,66*    | 0,0389       | 0,1544       | 0,6733       | 0,179 | 4,92       | 9,80       | 20,46      | 23,21      | 11,89          |
|                   | 24            | 6,63  | 10,24    | 2,74*   | 1,57ns   | 0,2381       | 0,1957       | 1,8813       | 0,411 | 7,36       | 6,67       | 20,69      | 22,95      | 9,66           |
|                   | 36            | 9,61  | 11,90    | 2,41*   | 4,14*    | 0,4619       | 0,5297       | 3,8823       | 0,370 | 7,07       | 7,57       | 20,50      | 22,97      | 10,31          |
| PLANALTI (DF)     | 12            | 2,04  | 12,38    | 2,95**  | 5,84**   | 0,0200       | 0,0071       | 0,1929       | 0,364 | 6,93       | 4,13       | 21,53      | 22,99      | 8,60           |
|                   | 24            | 4,66  | 12,62    | 6,69**  | 5,12*    | 0,0200       | 0            | 1,4079       | 0,497 | 9,60       | 0          | 25,46      | 27,21      | 6,97           |
|                   | 36            | 5,78  | 13,10    | 8,24**  | 9,23**   | 0,3231       | 0            | 2,2658       | 0,500 | 9,83       | 0          | 26,03      | 27,83      | 6,33           |

\* = significativo a 5% de probabilidade

\*\* = significativo a 1% de probabilidade

n.s. = não significativo

F. prog. = valor de F para progênies de ANAVA individual

F. blocos = valor de F para blocos de ANAVA individual

Tabela 9. Estimativas de variâncias genéticas entre progênies ( $\sigma_p^2$ ), de variância devido ao erro entre parcelas ( $\sigma_e^2$ ), de variâncias dentro de parcelas ( $\sigma_d^2$ ), de coeficientes de herdabilidade ( $h^2$ ), de coeficientes de variação genética (CV<sub>g</sub>), de coeficientes de variação da variância do erro (CV<sub>e</sub>), de coeficientes de variação dentro de parcelas (CV<sub>d</sub>), de coeficientes de variação fenotípica (CV<sub>f</sub>) para altura de progênies da procedência Ilmandiri, nos diferentes locais e idades.

| LOCAL             | Idade (meses) | R (m) | % Falhas | F prog. | F blocos | $\sigma_p^2$ | $\sigma_e^2$ | $\sigma_d^2$ | $h^2$ | CV <sub>g</sub> (%) | CV <sub>e</sub> (%) | CV <sub>d</sub> (%) | CV <sub>f</sub> (%) | CV <sub>exp</sub> (%) |
|-------------------|---------------|-------|----------|---------|----------|--------------|--------------|--------------|-------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| ANHEMBÍ (SP)      | 6             | 1,40  | 0,30     | 2,81*   | 1,85ns   | 0,0163       | 0,0136       | 0,1239       | 0,424 | 9,12                | 8,33                | 25,05               | 28,00               | 11,74                 |
|                   | 12            | 4,74  | 0,30     | 1,47ns  | 2,25ns   | 0,0560       | 0,2258       | 0,1989       | 0,151 | 4,99                | 10,02               | 23,10               | 25,67               | 12,60                 |
|                   | 24            | 9,86  | 2,72     | 1,97ns  | 1,58ns   | 0,3208       | 0,7524       | 2,3860       | 0,371 | 5,74                | 8,80                | 15,67               | 18,86               | 10,24                 |
|                   | 36            | 12,66 | 4,24     | 1,81ns  | 2,21ns   | 0,9757       | 2,7141       | 7,8265       | 0,339 | 7,80                | 13,01               | 22,10               | 26,80               | 15,01                 |
| ARACRUZ (ES)      | 12            | 5,38  | 2,12     | 1,37ns  | 1,07ns   | 0,0460       | 0,2893       | 0,8367       | 0,157 | 3,99                | 10,00               | 17,00               | 20,12               | 11,38                 |
|                   | 24            | 10,50 | 4,24     | 4,98**  | 1,67ns   | 0,5978       | 0,1879       | 2,5014       | 0,727 | 7,36                | 4,13                | 15,06               | 17,27               | 6,39                  |
|                   | 36            | 14,61 | 6,66     | 2,36*   | 3,10ns   | 0,6803       | 0,8388       | 6,0992       | 0,357 | 5,64                | 6,27                | 16,90               | 18,89               | 8,38                  |
| BOM DESPA CHO(MG) | 12            | 3,80  | 9,39     | 3,08*   | 17,55**  | 0,0993       | 0,0646       | 0,6947       | 0,463 | 8,29                | 6,69                | 21,93               | 24,38               | 9,95                  |
|                   | 24            | 6,31  | 10,30    | 4,96**  | 6,32**   | 0,4473       | 0,1209       | 1,8774       | 0,727 | 10,56               | 5,51                | 21,71               | 24,76               | 9,19                  |
|                   | 36            | 9,22  | 12,12    | 5,60**  | 23,65**  | 1,0113       | 0,1780       | 4,1058       | 0,764 | 10,91               | 4,58                | 21,98               | 24,96               | 8,80                  |
| PLANALTI MA(DF)   | 12            | 1,99  | 13,33    | 1,90ns  | 0,10ns   | 0,0152       | 0,0345       | 0,1301       | 0,338 | 6,19                | 9,33                | 18,12               | 21,31               | 11,29                 |
|                   | 24            | 4,44  | 13,64    | 2,27ns  | 0,19ns   | 0,1232       | 0,1267       | 1,3677       | 0,305 | 7,90                | 8,02                | 26,34               | 28,64               | 12,16                 |
|                   | 36            | 5,87  | 13,64    | 2,29ns  | 2,82ns   | 0,2032       | 0,2001       | 2,2692       | 0,304 | 7,68                | 7,62                | 25,66               | 27,85               | 11,72                 |

\* = significativo a 5% de probabilidade

\*\* = significativo a 1% de probabilidade

n.s. = não significativo

F.prog. = valores de F para progênies da ANAVA individual

F.blocos = valores de F para blocos da ANAVA individual

Tabela 10. Estimativas de variâncias genéticas entre progênes ( $\sigma_p^2$ ), de variâncias devido ao erro entre parcelas ( $\sigma_e^2$ ), de variâncias dentro de parcelas ( $\sigma_d^2$ ), de coeficientes de herdabilidade ( $h^2$ ), de coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ), de coeficientes de variação da variância do erro ( $CV_e$ ), de coeficientes de variação dentro de parcelas ( $CV_d$ ), de coeficientes de variação fenotípica ( $CV_f$ ) para altura de progênes da procedência Londangwang, nos diferentes locais e idades.

| LOCAL          | Idade (meses) | $\bar{H}$ (m) | % Falhas | F prog. | F blocos | $\sigma_p^2$ | $\sigma_e^2$ | $\sigma_d^2$ | $h^2$ | $CV_g(\%)$ | $CV_e(\%)$ | $CV_d(\%)$ | $CV_f(\%)$ | $CV_{exp}(\%)$ |
|----------------|---------------|---------------|----------|---------|----------|--------------|--------------|--------------|-------|------------|------------|------------|------------|----------------|
| ANHEHBI (SP)   | 6             | 1,45          | 0,37     | 5,27**  | 1,79ns   | 0,0149       | 0            | 0,1058       | 0,494 | 8,43       | 0          | 22,46      | 23,99      | 7,08           |
|                | 12            | 4,76          | 0,37     | 3,39*   | 1,83ns   | 0,2073       | 0,1474       | 1,1273       | 0,559 | 9,56       | 8,06       | 22,30      | 25,57      | 10,72          |
|                | 24            | 9,90          | 3,70     | 1,60ns  | 0,64ns   | 0,1738       | 0,5829       | 2,7425       | 0,199 | 4,21       | 7,71       | 16,73      | 18,89      | 9,41           |
|                | 36            | 13,37         | 5,55     | 0,86    | 0,62ns   | 0            | 2,7732       | 8,6070       | 0     | 0          | 12,45      | 21,94      | 25,04      | 14,37          |
| ARACRUZ (ES)   | 12            | 5,46          | 2,59     | 4,54**  | 0,38ns   | 0,1550       | 0            | 1,2719       | 0,434 | 7,21       | 0          | 20,65      | 21,88      | 6,63           |
|                | 24            | 10,60         | 4,81     | 5,05**  | 0,03ns   | 0,4492       | 0            | 3,9643       | 0,403 | 6,29       | 0          | 18,78      | 19,81      | 5,41           |
|                | 36            | 14,81         | 8,52     | 5,72**  | 2,02ns   | 1,0133       | 0            | 7,7619       | 0,462 | 6,80       | 0          | 18,81      | 20,00      | 5,42           |
| BOM DESPA (MG) | 12            | 3,74          | 11,48    | 2,04ns  | 3,61ns   | 0,0464       | 0,0432       | 0,7949       | 0,210 | 5,76       | 5,56       | 23,84      | 25,15      | 9,80           |
|                | 24            | 6,27          | 11,48    | 1,12ns  | 1,01ns   | 0,0206       | 0,2605       | 2,0917       | 0,035 | 2,29       | 8,14       | 23,07      | 24,57      | 11,28          |
|                | 36            | 9,17          | 13,33    | 1,84ns  | 5,05*    | 0,2010       | 0,3269       | 3,3030       | 0,210 | 4,89       | 6,23       | 19,82      | 21,34      | 9,22           |
| PLANALTI (DF)  | 12            | 1,90          | 3,33     | 2,15ns  | 5,01*    | 0,0123       | 0,0147       | 0,1656       | 0,255 | 5,84       | 6,38       | 21,42      | 23,10      | 9,40           |
|                | 24            | 4,47          | 3,33     | 5,95**  | 4,81*    | 0,2277       | 0            | 1,3907       | 0,563 | 10,67      | 0          | 26,38      | 28,46      | 8,31           |
|                | 36            | 5,66          | 4,44     | 3,94**  | 9,59**   | 0,3235       | 0,0806       | 2,3775       | 0,465 | 10,05      | 5,02       | 27,34      | 29,47      | 10,16          |

\* = significativo a 5% de probabilidade

\*\* = significativo a 1% de probabilidade

n.s. = não significativo

F. prog. = valores de F para progênes da ANAVA individual

F. blocos = valores de F para blocos da ANAVA individual

Tabela 11. Estimativas de variâncias genéticas entre progênies ( $\sigma_p^2$ ), de variâncias devido ao erro entre parcelas ( $\sigma_e^2$ ), de variâncias dentro de parcelas ( $\sigma_d^2$ ), de coeficientes de herdabilidade ( $h^2$ ), de coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ), de coeficientes de variação da variância de erro ( $CV_e$ ), de coeficientes de variação dentro de parcelas ( $CV_d$ ), de coeficientes de variação fenotípica ( $CV_f$ ) para altura de progênies da procedência Ilegele, nos diferentes locais e idades.

| LOCAL           | Idade (meses) | $\bar{h}$ (m) | % Falhas | F prog. | F blocos | $\sigma_p^2$ | $\sigma_e^2$ | $\sigma_d^2$ | $h^2$ | $CV_g(\%)$ | $CV_e(\%)$ | $CV_d(\%)$ | $CV_f(\%)$ | $CV_{exp}(\%)$ |
|-----------------|---------------|---------------|----------|---------|----------|--------------|--------------|--------------|-------|------------|------------|------------|------------|----------------|
| ANHEMBÍ (SP)    | 6             | 1,55          | 0,42     | 0,96ns  | 2,47ns   | 0            | 0,0182       | 0,1039       | 0     | 0          | 8,72       | 20,84      | 22,55      | 10,95          |
|                 | 12            | 5,25          | 0,42     | 0,27ns  | 0,62ns   | 0            | 0,3744       | 0,1386       | 0     | 0          | 11,65      | 20,32      | 22,49      | 13,32          |
|                 | 24            | 10,21         | 6,25     | 3,21*   | 1,20ns   | 0,2107       | 0            | 2,7777       | 0,282 | 4,49       | 0          | 16,32      | 16,93      | 5,24           |
|                 | 36            | 13,81         | 7,50     | 1,14ns  | 3,23ns   | 0,0729       | 0,5638       | 9,1438       | 0,030 | 1,95       | 5,44       | 21,90      | 22,64      | 9,06           |
| ARACRUZ (ES)    | 12            | 5,87          | 0,42     | 3,19*   | 4,47*    | 0,0850       | 0,0364       | 0,7966       | 0,370 | 4,97       | 3,25       | 15,20      | 16,32      | 5,81           |
|                 | 24            | 11,56         | 2,50     | 2,38ns  | 11,75**  | 0,0829       | 0            | 1,7967       | 0,176 | 2,49       | 0          | 11,59      | 11,86      | 3,67           |
|                 | 36            | 16,04         | 3,33     | 1,63ns  | 9,21**   | 0,1410       | 0,1592       | 4,9279       | 0,108 | 2,34       | 2,49       | 13,84      | 14,25      | 5,11           |
| BOM DESPACHO-MG | 12            | 4,28          | 9,17     | 0,61    | 10,66**  | 0            | 0,0610       | 0,5656       | 0     | 0          | 5,77       | 17,57      | 18,49      | 8,24           |
|                 | 24            | 7,21          | 9,17     | 2,69ns  | 16,25**  | 0,0676       | 0            | 1,4201       | 0,182 | 3,61       | 0          | 16,53      | 16,92      | 4,80           |
|                 | 36            | 10,91         | 11,25    | 2,82*   | 22,97**  | 0,2398       | 0,0463       | 3,0238       | 0,290 | 4,49       | 1,97       | 15,94      | 16,68      | 5,76           |
| PLANALTI        | 12            | 2,10          | 16,67    | 0,75    | 0,71ns   | 0            | 0,0216       | 0,1597       | 0     | 0          | 7,00       | 19,03      | 20,27      | 9,77           |
|                 | 24            | 5,00          | 16,67    | 2,30ns  | 1,55ns   | 0,1230       | 0,1320       | 1,1842       | 0,342 | 7,01       | 7,27       | 21,76      | 23,99      | 10,65          |
|                 | 36            | 6,74          | 16,67    | 2,33ns  | 10,97**  | 0,2814       | 0,3656       | 2,0856       | 0,412 | 7,87       | 8,97       | 21,43      | 24,53      | 11,80          |

\* = significativo a 5% de probabilidade

\*\* = significativo a 1% de probabilidade

n.s. = não significativo

F. prog. = valores de F para progênies da ANAVA individual

F. blocos = valores de F para blocos da ANAVA individual

Tabela 12. Estimativas de variâncias genéticas entre progênes ( $\sigma_p^2$ ), de variância devido ao erro entre parcelas ( $\sigma_e^2$ ), de variâncias dentro de parcelas ( $\sigma_d^2$ ), de coeficientes de herdabilidade ( $h^2$ ), de coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ), de coeficientes de variação da variância do erro ( $CV_e$ ), de coeficientes de variação dentro de parcelas ( $CV_d$ ), de coeficientes de variação fenotípica ( $CV_f$ ) para DAP de progênes da procedência Lemotobi, nos diferentes locais e idades.

| LOCAL          | idade (meses) | DAP (cm) | F prog. | F blocos | $\sigma_p^2$ | $\sigma_e^2$ | $\sigma_d^2$ | $h^2$ | $CV_g(\%)$ | $CV_e(\%)$ | $CV_d(\%)$ | $CV_f(\%)$ | $CV_{exp}(\%)$ |
|----------------|---------------|----------|---------|----------|--------------|--------------|--------------|-------|------------|------------|------------|------------|----------------|
| ANHEMBI (SP)   | 24            | 8,78     | 0,67    | 6,53**   | 0            | 0,7941       | 4,6444       | 0     | 0          | 10,15      | 24,54      | 26,21      | 12,91          |
|                | 36            | 10,51    | 0,69    | 4,60*    | 0            | 0,6515       | 8,8736       | 0     | 0          | 7,68       | 28,34      | 29,11      | 12,08          |
| ARACRUZ (ES)   | 24            | 9,85     | 1,98ns  | 1,20ns   | 0,1492       | 0,0660       | 3,6986       | 0,152 | 3,92       | 2,61       | 19,52      | 20,08      | 6,85           |
|                | 36            | 11,74    | 2,52*   | 0,02ns   | 0,3402       | 0            | 6,6138       | 0,196 | 4,97       | 0          | 21,90      | 22,46      | 6,98           |
| PACHO-MG       | 24            | 6,51     | 1,51ns  | 3,41*    | 0,0992       | 0,2544       | 2,8224       | 0,125 | 4,84       | 7,75       | 25,81      | 27,37      | 11,71          |
|                | 36            | 8,28     | 1,39ns  | 0,43ns   | 0,1297       | 0,3320       | 5,7754       | 0,083 | 4,35       | 6,96       | 29,02      | 30,16      | 12,10          |
| PLANAL TINA-DF | 24            | 4,42     | 12,08** | 9,46**   | 0,1308       | 0            | 1,8379       | 0,266 | 8,18       | 0          | 30,67      | 31,74      | 4,26           |
|                | 36            | 5,82     | 3,34**  | 0,70ns   | 0,2638       | 0            | 3,2783       | 0,298 | 8,82       | 0          | 31,11      | 32,34      | 9,98           |

\* = significativo a 5% de probabilidade

\*\* = significativo a 1% de probabilidade

n.s. = não significativo

F. prog. = valor de F para progênes da ANAVA individual

F. blocos = valor de F para blocos da ANAVA individual

TABELA 13. Estimativas de variâncias genéticas entre progênes ( $\sigma^2_p$ ), de variâncias devido ao erro entre parcelas ( $\sigma^2_e$ ) de variâncias dentro de parcelas ( $\sigma^2_d$ ), de coeficientes de herdabilidade ( $h^2$ ), de coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ), de coeficientes de variação da variância do erro ( $CV_e$ ), de coeficientes de variação dentro de parcelas ( $CV_d$ ), de coeficientes de variação fenotípica ( $CV_f$ ) para DAP de progênes da procedência Ilimandiri, nos diferentes locais e idades.

| LOCAL           | Idade (meses) | DAP (cm) | F prog. | F blocos | $\sigma^2_p$ | $\sigma^2_e$ | $\sigma^2_d$ | $h^2$ | $CV_g(\%)$ | $CV_e(\%)$ | $CV_d(\%)$ | $CV_f(\%)$ | $CV_{exp}(\%)$ |
|-----------------|---------------|----------|---------|----------|--------------|--------------|--------------|-------|------------|------------|------------|------------|----------------|
| ANHEMBI (SP)    | 24            | 8,57     | 2,22ns  | 1,72ns   | 0,7123       | 1,2959       | 4,1032       | 0,466 | 9,85       | 13,28      | 23,64      | 28,84      | 15,47          |
|                 | 36            | 10,19    | 1,71ns  | 0,65ns   | 0,8865       | 2,7134       | 8,8492       | 0,285 | 9,24       | 16,16      | 29,19      | 34,62      | 18,95          |
| ARACRUZ (ES)    | 24            | 9,19     | 4,31**  | 0,66ns   | 0,4968       | 0,0154       | 4,1360       | 0,427 | 7,67       | 1,35       | 22,13      | 23,46      | 7,29           |
|                 | 36            | 10,94    | 2,61*   | 0,80ns   | 0,5560       | 0,2997       | 6,8025       | 0,290 | 6,82       | 5,00       | 23,84      | 25,30      | 9,30           |
| BOM DES PACH-MG | 24            | 6,41     | 6,89**  | 11,68**  | 0,6143       | 0            | 3,1625       | 0,651 | 12,23      | 0          | 27,74      | 30,32      | 8,73           |
|                 | 36            | 8,07     | 5,02**  | 11,73**  | 1,0668       | 0,0292       | 6,5405       | 0,559 | 12,80      | 2,12       | 31,69      | 34,24      | 11,05          |
| PLANAL TINA-DF  | 24            | 4,39     | 3,26*   | 0,27ns   | 0,2518       | 0,0944       | 1,9549       | 0,438 | 11,43      | 7,00       | 31,85      | 34,55      | 13,17          |
|                 | 36            | 5,94     | 2,47*   | 1,07ns   | 0,4112       | 0,3667       | 3,8961       | 0,352 | 10,79      | 10,19      | 33,23      | 36,40      | 15,42          |

\* = significativo a 5% de probabilidade

\*\* = significativo a 1% de probabilidade

n.s. = não significativo

F. prog. = valor de F para progênes da ANAVA individual

F. blocos = valor de F para blocos da ANAVA individual

Tabela 14. Estimativas de variâncias genéticas entre progênes ( $\sigma^2_p$ ), de variâncias devido ao erro entre parcelas ( $\sigma^2_e$ ), de variâncias dentro de parcelas ( $\sigma^2_d$ ), de coeficientes de herdabilidade ( $h^2$ ), de coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ), de coeficientes de variação da variância do erro ( $CV_e$ ), de coeficientes de variação dentro de parcelas ( $CV_d$ ), de coeficientes de variação fenotípica ( $CV_f$ ) para DAP de progênes da procedência Londangwuang, nos diferentes locais e idades.

| LOCAL             | Idade (meses) | DAP (cm) | F prog. | F blocos | $\sigma^2_p$ | $\sigma^2_e$ | $\sigma^2_d$ | $h^2$ | $CV_g(\%)$ | $CV_e(\%)$ | $CV_d(\%)$ | $CV_f(\%)$ | $CV_{exp}(\%)$ |
|-------------------|---------------|----------|---------|----------|--------------|--------------|--------------|-------|------------|------------|------------|------------|----------------|
| ANHEMBI (SP)      | 24            | 9,03     | 1,31ns  | 2,22ns   | 0,1321       | 0,8200       | 4,4729       | 0,097 | 4,02       | 10,03      | 23,42      | 25,79      | 12,56          |
|                   | 36            | 10,85    | 0,75    | 0,62ns   | 0            | 1,4236       | 10,1805      | 0     | 0          | 11,00      | 29,41      | 31,11      | 14,60          |
| ARACRUZ (ES)      | 24            | 9,42     | 5,75**  | 3,31ns   | 0,4285       | 0            | 5,0098       | 0,315 | 6,95       | 0          | 23,76      | 24,76      | 5,52           |
|                   | 36            | 11,14    | 4,77**  | 0,75ns   | 0,7777       | 0            | 7,6344       | 0,370 | 7,92       | 0          | 24,80      | 26,04      | 7,06           |
| BOM DES. PACHO-MG | 24            | 6,27     | 1,24ns  | 0,05ns   | 0,0429       | 0,2567       | 2,4022       | 0,063 | 3,30       | 8,08       | 24,72      | 26,21      | 11,69          |
|                   | 36            | 7,97     | 1,50ns  | 1,03ns   | 0,1583       | 0,3193       | 5,2907       | 0,110 | 4,99       | 7,09       | 28,86      | 30,13      | 12,16          |
| PLANAL TINA-MG    | 24            | 4,39     | 2,45ns  | 3,34ns   | 0,1350       | 0,0928       | 1,7184       | 0,277 | 8,37       | 6,94       | 29,86      | 31,78      | 12,02          |
|                   | 36            | 5,83     | 2,38ns  | 2,44ns   | 0,2658       | 0,2530       | 2,9874       | 0,303 | 8,84       | 8,63       | 29,65      | 32,12      | 13,02          |

\* = significativo a 5% de probabilidade

\*\* = significativo a 1% de probabilidade

n.s. = não significativo

F. prog. = valor de F para progênes da ANAVA individual

F. blocos = valor de F para blocos da ANAVA individual



Tabela 15. Estimativas de variâncias entre progênies ( $\sigma^2_p$ ), de variâncias devido ao erro entre parcelas ( $\sigma^2_e$ ) de variâncias dentro de parcelas ( $\sigma^2_d$ ), de coeficientes de herdabilidade ( $h^2$ ), de coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ), de coeficientes de variação da variância do erro ( $CV_e$ ), de coeficientes de variação dentro de parcelas ( $CV_d$ ), de coeficientes de variação fenotípica ( $CV_f$ ) para DAP de progênies da procedência Ilegele, nos diferentes locais e idades.

| LOCAIS           | Idade (meses) | DAP (cm) | F prog. | F blocos | $\sigma^2_p$ | $\sigma^2_e$ | $\sigma^2_d$ | $h^2$ | $CV_g(\%)$ | $CV_e(\%)$ | $CV_d(\%)$ | $CV_f(\%)$ | $CV_{exp}(\%)$ |
|------------------|---------------|----------|---------|----------|--------------|--------------|--------------|-------|------------|------------|------------|------------|----------------|
| ANHEMB1 (SP)     | 24            | 9,23     | 1,14ns  | 2,64ns   | 0,0322       | 0,1390       | 5,2095       | 0,024 | 1,94       | 4,04       | 24,73      | 25,13      | 9,08           |
|                  | 36            | 10,82    | 1,47ns  | 2,21ns   | 0,1878       | 0            | 11,1496      | 0,066 | 4,00       | 0          | 30,86      | 31,12      | 10,14          |
| ARACRUZ (ES)     | 24            | 9,91     | 4,51**  | 2,59ns   | 0,1786       | 0            | 3,4508       | 0,197 | 4,26       | 0          | 18,74      | 19,22      | 3,94           |
|                  | 36            | 11,65    | 3,31*   | 0,47ns   | 0,2033       | 0            | 6,2666       | 0,126 | 3,87       | 0          | 21,49      | 21,83      | 4,41           |
| BOM DES PACHO-MG | 24            | 7,21     | 0,38    | 12,27**  | 0            | 0,2443       | 2,3384       | 0     | 0          | 6,85       | 21,21      | 22,29      | 9,89           |
|                  | 36            | 9,19     | 0,70    | 7,20**   | 0            | 0,4587       | 5,0903       | 0     | 0          | 7,37       | 24,55      | 25,63      | 11,13          |
| PLANALTIMA-DF    | 24            | 4,85     | 2,29ns  | 2,32ns   | 0,1231       | 0,0566       | 1,7693       | 0,253 | 7,23       | 4,90       | 27,42      | 28,78      | 11,03          |
|                  | 36            | 6,81     | 5,04**  | 14,33**  | 0,5914       | 0            | 3,4455       | 0,586 | 11,29      | 0          | 27,26      | 29,50      | 9,72           |

\* = significativo a 5% de probabilidade

\*\* = significativo a 1% de probabilidade

n.s. = não significativo

F.prog. = valor de F para progênies da ANAVA individual

F.blocos = valor de F para blocos da ANAVA individual

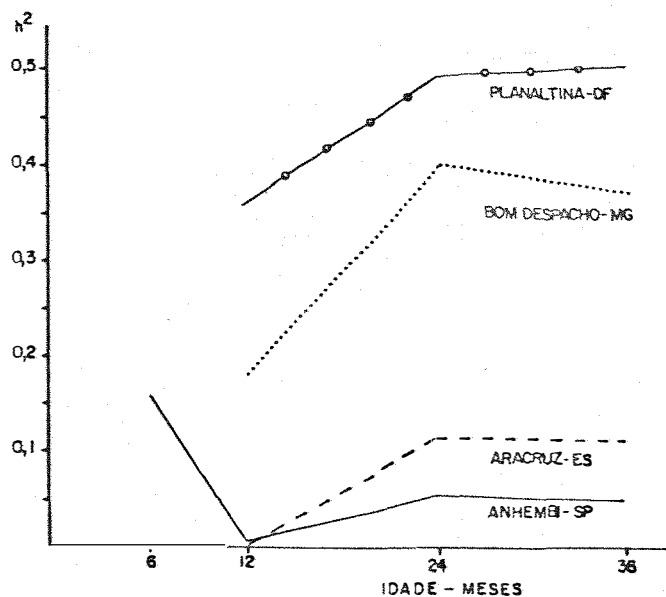


Figura 1. Valores de estimativas de coeficientes de herdabilidade para altura, a nível de média de progênie da procedência Lewotobi, em função da idade, para cada local.

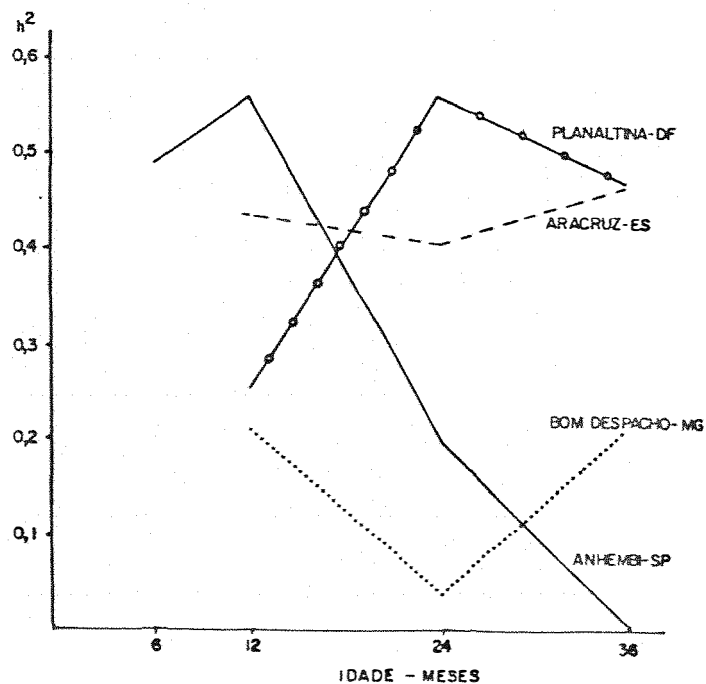


Figura 2. Valores de estimativas de coeficientes de herdabilidade para altura, a nível de média de progênie da procedência Londangwang, em função da idade, para cada local.

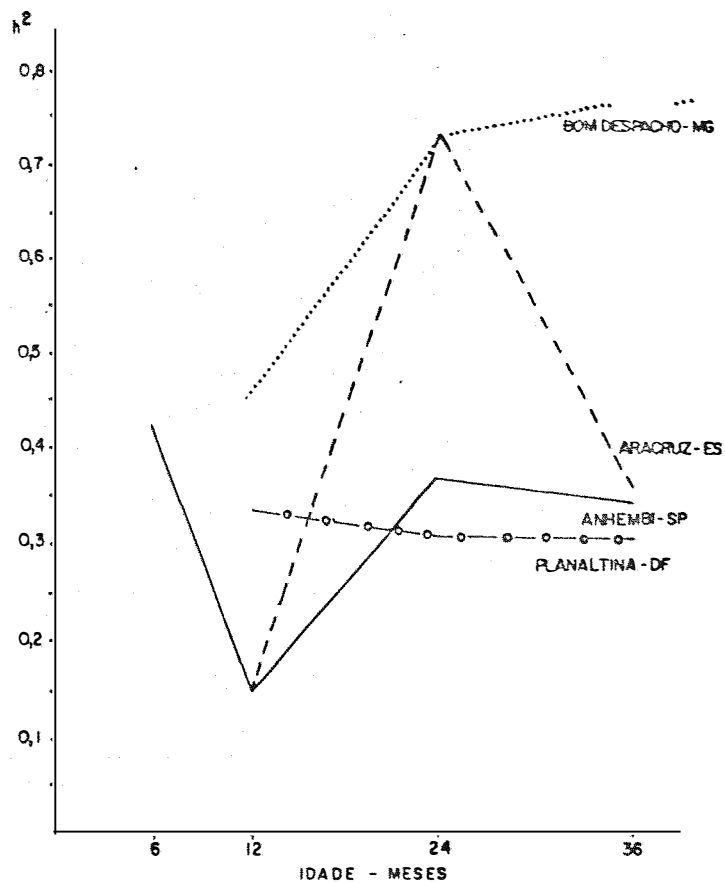


Figura 3. Valores de estimativas de coeficientes de herdabilidade para altura, a nível de média de progênie da procedência Ilimandiri, em função da idade, para cada local.

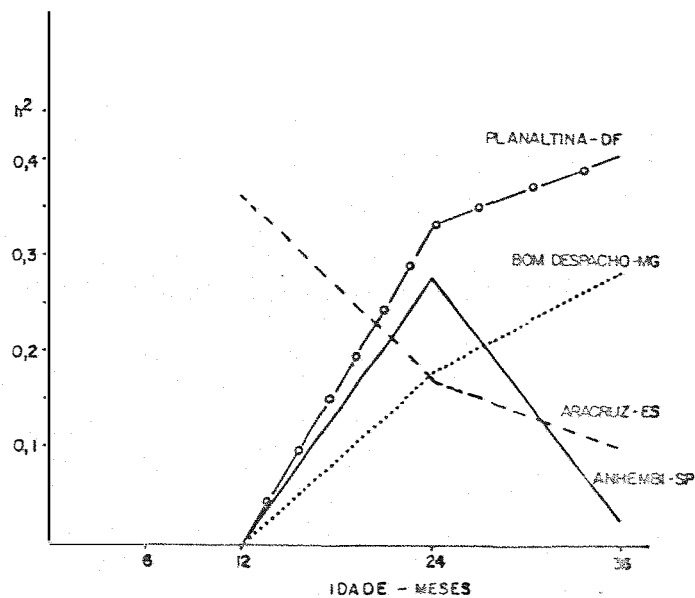


Figura 4. Valores de estimativas de coeficientes de herdabilidade para altura, a nível de média de progênie da procedência Ilegele, em função da idade, para cada local.

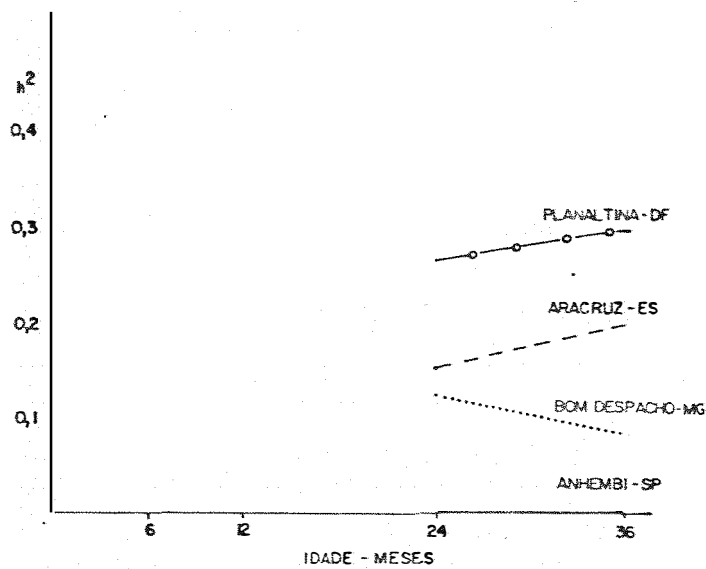


Figura 5. Valores de estimativas de coeficientes de herdabilidade para DAP, a nível de média de progênie da procedência Lewotobi, em função da idade, para cada local.

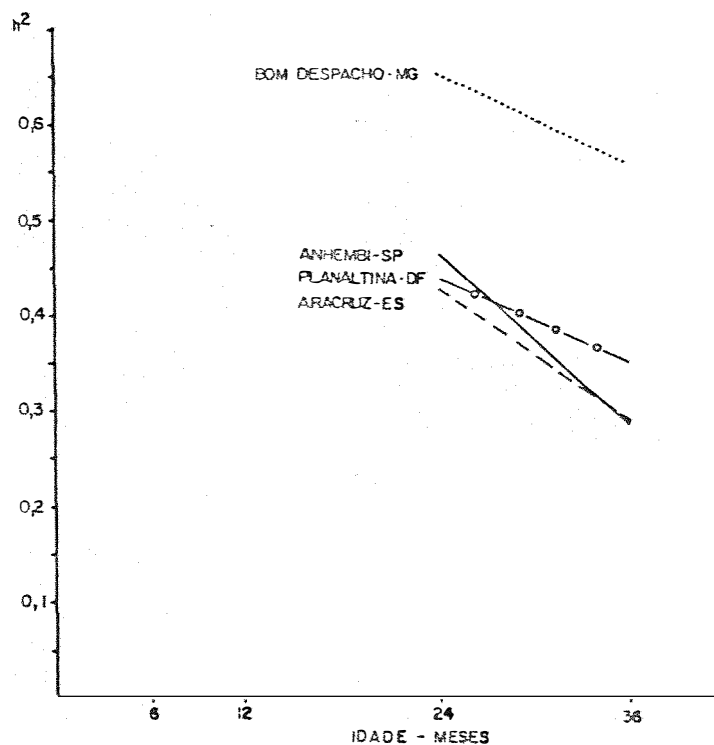


Figura 6. Valores de estimativas de coeficientes de herdabilidade para DAP, a nível de média de progênes da procedência Ilimandiri, em função da idade, para cada local.

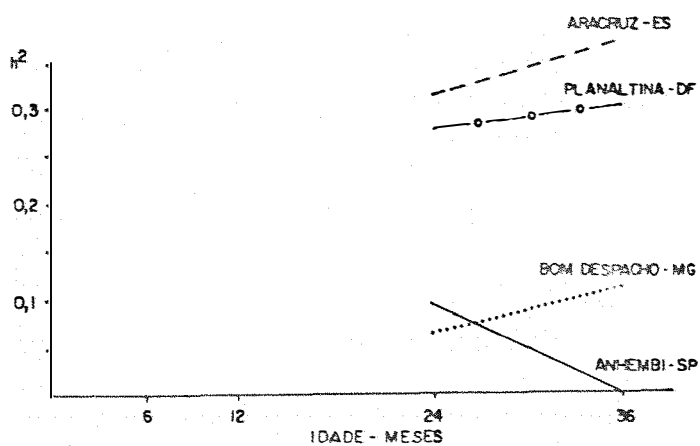


Figura 7. Valores de estimativas de coeficientes de herdabilidade para DAP, a nível de média de progênes da procedência Londangwang, em função da idade, para cada local.

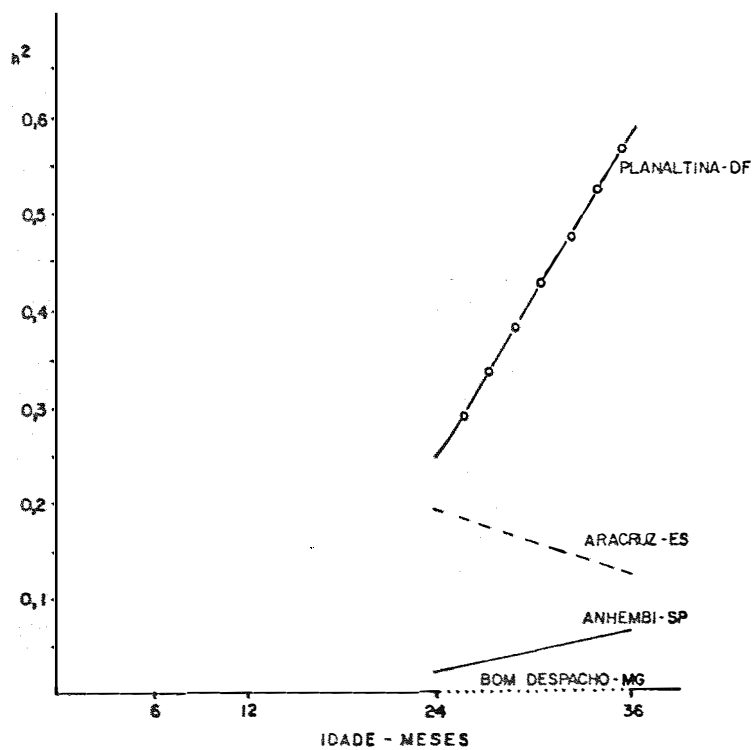


Figura 8. Valores de estimativas de coeficientes de herdabilidade para DAP, a nível de média de progênies da procedência Ilegele, em função da idade, para cada local.

De uma forma geral, para todos os locais e idades de avaliação, percebe-se uma ligeira superioridade de crescimento em altura e DAP da procedência Ilegele, em termos de média de progênies, sobre as outras 3 procedências, com pequenas variações de um local para outro. Considerando-se a altura e DAP médios entre locais, a nível de média de progênies para cada procedência isoladamente em cada local, nota-se uma ligeira superioridade das melhores procedências crescendo em Aracruz-ES e Anhembi-SP, sendo que nos locais Bom Despacho-MG e Planaltina-DF essas apresentam crescimento inferior à média entre locais. Em geral, pode-se dizer que, na média, o crescimento em altura e DAP de progênies dentro de procedências é melhor em Aracruz-ES, seguindo-se Anhembi-SP, Bom Despacho-MG e Planaltina-DF.

Para a procedência Lewotobi, a análise dos resultados das Tabelas 8 e 12 mostrou a existência de variações genéticas não significativas entre progênies; para as características altura e DAP, nas localidades de Anhembi-SP, Aracruz-ES e Bom Despacho-MG, praticamente para todas as idades em que essas foram avaliadas, com valores de F bastante próximos entre si. Somente a localidade de Planaltina-DF mostrou valor de F significativo (1%) para variações genéticas entre progênies dessa procedência, retratados pelos coeficientes de variação genética, os quais apresentaram valores de 6,93%, 9,60%

e 9,83% para as idades de 1, 2 e 3 anos, respectivamente. Em geral, considerando-se todos os quatro locais e idades de avaliação, as análises revelaram um baixo coeficiente de variação experimental ( $\% CV_{exp}$ ), com menores valores apresentados pelo ensaio de Aracruz-ES (5,57 a 7,76%) e maiores valores apresentados pelo ensaio de Bom Despacho-MG (9,19 a 12,10%).

Para a procedência Ilimandiri, os valores de F mostram significância (1%) para variações genéticas entre progênies, para as características altura e DAP (Tabelas 9 e 13), somente para os ensaios de Aracruz-ES e Bom Despacho-MG, principalmente na avaliação aos 2 e 3 anos de idade. Neste caso, os menores valores de coeficiente de variação experimental também são observados no ensaio de Aracruz-ES (6,39 a 11,38%) e os maiores são observados no ensaio de Anhembi-SP (10,24 a 18,95%).

Para a procedência Londangwang, significativas variações genéticas entre progênies, acusados pelo teste F, para altura e DAP (Tabelas 10 e 14), são ocorreram nos locais de Aracruz e Planaltina-DF (somente para altura), principalmente aos 2 e 3 anos de idade. Considerando-se os quatro locais de experimentação, baixos valores de coeficientes de variação experimental foram observados, com menores e maiores valores encontrados para o ensaio de Aracruz-ES (5,41 a 7,06%) e de Anhembi-SP (7,08 a 14,37%), respectivamente.

Para a procedência Ilegele, o teste F somente apontou variações genéticas significativas (1%) entre progêni



es para os ensaios de Aracruz-ES e Planaltina-DF, principalmente para DAP (Tabela 15), aos 2 e 3 anos de idade. Em geral, os coeficientes de variação experimental foram baixos, com menores valores encontrados para o ensaio de Aracruz-ES (3,94 a 5,81%) e maiores para o ensaio de Anhembi-SP (5,24 a 13,24%).

O mais importante foi que não se observou uma tendência clara para as diferentes procedências, em relação aos parâmetros genéticos, nos diferentes locais ensaiados. Isto poderia estar indicando a presença de variações muito substanciais entre as procedências, quanto a sua estrutura genética, de forma semelhante àquela apontada por PRYOR (1975) relativa às distintas variedades presentes ou, então, a questão da amostragem estaria influenciando nesses resultados. A coleta de um número relativamente pequeno de árvores de cada procedência pode ter sido importante fator causando essas variações.

KAGEYAMA (1983), citando Namkoong (1972), enfatiza a importância de se conhecer como varia o controle genético para diferentes características de plantas, com o decorrer da idade, visando estabelecer a idade de seleção de progênies. Assim, a evolução da herdabilidade e dos coeficientes de variação genética e não genética com a idade das árvores é discutida a seguir.

A variação de estimativas de herdabilidade com a idade, para a altura (Figuras de 1 a 4) e DAP de plantas (Figuras de 5 a 8) encontrada, não mostrou um padrão definido, quando as progênies de cada procedência foram comparadas em cada local.

Considerando-se as idades de avaliação comuns aos quatro locais, não se observou uma única tendência comum para progênies de uma mesma procedência estudada. Assim, para altura de plantas, a herdabilidade somente aumenta ou diminui, ou então inicia-se aumentando e depois diminui ou, ainda, inicia-se diminuindo e depois aumenta, com a idade das árvores. Para DAP de plantas, a herdabilidade aumenta ou diminui com a idade das árvores.

Para espécies de coníferas e folhosas de clima temperado, por vezes, também se observa um padrão não definido ou não tendencioso da herdabilidade para altura de plantas com a idade. Nos estudos de LAMBETH, VAN BUIJTENEN e DUKE (1983), com *Pinus taeda*, por exemplo, foi possível observar valores de herdabilidade para altura somente aumentando (progênies oriundas de Área de Produção de Sementes), ou diminuindo somente (teste com 17 progênies), ou ainda aumentando até os 15 anos de idade e depois diminuindo com a idade (15 progênies obtidas de árvores selecionadas em populações naturais). MEIR e GOGGANS (1977), estimando valores de herdabilidades para altura de plantas de *P. virginiana*, relatam que esta decresce do primeiro ao quinto ano de vida, aumentando do quinto para o oitavo ano de idade. Por outro lado, CHRISTOPHE e BIROT (1979) mostram herdabilidades para altura de plantas de *Pseudotsuga manziesii* (15 progênies) decrescendo de um para quatro anos de idade.

Da mesma forma, BIROT e CHRISTOPHE (1983) relatam um decréscimo das herdabilidades para alturas de plantas de *Pseudotsuga manziesii* e *Picea sitchensis* na fase juvenil, e

aumento desta entre os 8 e 12 anos de idade (iniciando-se a partir da idade adulta). Este mesmo comportamento da herdabilidade para altura de plantas foi constatado por ARBEZ e MILLER (1972), em *P. nigra*, entre as idades de 2 e 10 anos, e por KREMER (1981), em *P. pinaster*, nestas mesmas idades. YING e MORGENSTERN (1979) também observaram um decréscimo da herdabilidade para altura de plantas de *Picea engelmannii*, entre 11 e 22 anos de idade.

FRANKLIN (1979) relata que a herdabilidade, para características de crescimento de plantas, pode ser alta e, então, decrescer possivelmente a zero, no momento em que a competição entre plantas aumenta, e novamente crescer à medida que as árvores atingem sua maturidade. Sugere, ainda, que este padrão de variação da estimativa de herdabilidade para essas características está em função de diferentes genes controlando o crescimento das árvores quer em ambientes competitivos ou não.

De acordo com FAULKNER (1979), os valores de herdabilidade para características de crescimento podem variar de acordo com as condições ambientais, competição dentro da parcela e capacidade de competição entre plantas, e idade do material testado.

Para o gênero *Eucalyptus*, os estudos de herdabilidade para características de crescimento têm mostrado valores distintos com a idade das árvores. KEDHARNATH e VAKSHASYA (1977) relataram valores estimados para altura de plantas de

*E. tetraëcornis* da ordem de 0,42 para a idade de 1 ano, decrescendo para 0,17 aos 2 anos de idade e crescendo para 0,26 aos 3 anos de idade. A herdabilidade, para DAP dessas mesmas 15 progênes de polinização livre, mostrou-se constante (0,17) entre as idades de 4 e 5 anos.

BORGES (1980), em seu estudo de estimativas de herdabilidade para características de crescimento de plantas envolvendo 124 progênes de polinização livre de *E. grandis*, (África do Sul), em ensaios localizados em Aracruz-ES e São Mateus-ES, tem mostrado que a herdabilidade para altura decresce ligeiramente dos 6 (0,45) aos 18 meses de idade (0,43), aumentando entre as idades de 18 e 30 meses (0,58), em Aracruz-ES. Em São Mateus-ES, a evolução da herdabilidade para altura de plantas segue o mesmo padrão observado em Aracruz-ES, apenas variando levemente a magnitude desses valores. Para DAP de plantas, em ambos os locais, a herdabilidade aumenta da idade de 18 para 30 meses, sendo que, no local de São Mateus-ES, ela apresenta magnitude superior à herdabilidade para altura de plantas. Entretanto, comparações com este material ficariam invalidadas pelo fato dele apresentar possibilidades de ter sofrido hibridação com outras espécies, na sua origem, Rio Claro-SP.

KAGEYAMA (1983), estudando os efeitos de seleção precoce a diferentes idades em 64 progênes de polinização livre, em população base de *E. grandis*, através de ensaios estabelecidos em Anhembi, Brotas e Lençóis Paulista-SP, mostra

uma nítida tendência de decrêscimo da herdabilidade para altura de plantas, com a idade de 1 a 5 anos, comum a todos os três locais. Para DAP de plantas, os coeficientes de herdabilidade, no sentido restrito, tiveram comportamento bastante semelhante àquele observado para altura, permanecendo mais ou menos estáveis entre as idades de 2 a 5 anos, para os mesmos locais estudados.

Na hipótese de que o baixo número de progênies existentes para as procedências de Ilegele (8 progênies), Londangwang (9), Ilimandiri (11) e Lewotobi (14) pudesse estar influenciando na variação das estimativas individuais de herdabilidades encontradas para as características de crescimento, nos quatro locais, conforme sugerem DAVIDSON (1972), ELDRIDGE (1972) e NAMKOONG e ROBERDS (1982), todas as 42 progênies dessas 4 procedências, que possuíam os maiores números de árvores por procedência, foram reunidas nas análises de variância individual e conjunta entre locais, como se elas pertencessem a uma única população de *E. urophylla*.

4.3. Resultados de análises de variâncias individuais e conjuntas, estimativas de variâncias genéticas e não genéticas e de coeficientes de variação genética e não genética, para altura e DAP de plantas, considerando-se as 42 progênies, para os diferentes locais e idades.

O agrupamento das 42 progênies de 4 procedências da Ilha Flores foi feito, baseando-se na provável hipótese que elas pudessem pertencer a uma sã população natural.

Desta forma, efetuou-se uma análise de variância individual para as características de crescimento, para cada local e idade, considerando-se todas as 9 procedências testadas. Os resultados dessas análises (Tabela 5, 6 e 7), já discutidos anteriormente, não mostram diferenças flagrantes entre procedências, para os locais e idades avaliadas.

Visando confirmar a existência ou não de diferenças entre procedências que originaram as 42 progênies sob teste nos diferentes locais e em diferentes idades, efetuou-se outra análise de variância para as características altura e DAP, considerando-se apenas as procedências Lewotobi, Ilegele, Londangwang e Ilimandiri.

Os resultados dessas análises (Tabela 16), para crescimento em altura e DAP de plantas, sã mostraram diferenças significativas entre procedências para o ensaio de Aracruz-ES, apresentando valores de F significativos a 5% e a 1% nas respectivas idades de 2 e 3 anos. Os coeficientes de variação experimental, de uma forma geral, foram baixos, com menor valor ocorrendo para o ensaio de Aracruz-ES (1,76%) e maior valor ocorrendo para o ensaio de Bom Despacho-MG (10,39%), considerando todas as idades de avaliação, em cada local.

Baseando-se na proximidade entre essas 4 procedências ocorrida em sua área natural, cuja distância que sepa-

Tabela 16. Análise de variância individual para as características de crescimento, para cada local e idade, considerando-se as procedências de Ilegele (2), Londangwang (3), Lewotobi (7) e Ilimandiri (8) de *E. ukophylax* da Ilha Flores.

| IDADE (MESES)         | 24     |       |        |        |         |        |        |        |         |        |        |        | 36      |        |        |        |         |        |        |        |         |  |  |  |
|-----------------------|--------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|--|--|--|
|                       | 12     |       |        |        |         |        | 24     |        |         |        |        |        | 36      |        |        |        |         |        |        |        |         |  |  |  |
|                       | H(m)   |       | H(m)   |        | DAP(cm) |        | H(m)   |        | DAP(cm) |        | H(m)   |        | DAP(cm) |        | H(m)   |        | DAP(cm) |        |        |        |         |  |  |  |
| CARAC.                | AN     | AR    | BD     | AR     | AN      | PL     | DB     | AR     | AR      | AN     | AN     | PL     | BD      | AR     | AR     | AN     | AN      | PL     | BD     | AR     | AR      |  |  |  |
| LOC.                  | AN     | AR    | BD     | AR     | AN      | PL     | DB     | AR     | AR      | AN     | AN     | PL     | BD      | AR     | AR     | AN     | AN      | PL     | BD     | AR     | AR      |  |  |  |
| PROC.                 | AN     | AR    | BD     | AR     | AN      | PL     | DB     | AR     | AR      | AN     | AN     | PL     | BD      | AR     | AR     | AN     | AN      | PL     | BD     | AR     | AR      |  |  |  |
| 2                     | 1,55   | 5,25  | 2,09   | 4,27   | 5,87    | 10,21  | 5,00   | 7,21   | 11,56   | 9,23   | 4,86   | 7,21   | 9,91    | 13,81  | 6,74   | 10,91  | 16,04   | 10,82  | 6,81   | 9,19   | 11,65   |  |  |  |
| 3                     | 1,45   | 4,76  | 1,90   | 3,74   | 5,46    | 9,90   | 4,47   | 6,27   | 10,60   | 9,03   | 4,39   | 6,27   | 9,42    | 13,37  | 5,66   | 9,17   | 14,81   | 10,85  | 5,83   | 7,97   | 11,14   |  |  |  |
| 7                     | 1,42   | 4,74  | 2,04   | 4,02   | 5,75    | 9,99   | 4,66   | 6,64   | 10,95   | 8,78   | 4,39   | 6,51   | 9,85    | 13,21  | 5,78   | 9,61   | 15,28   | 10,51  | 5,82   | 8,28   | 11,74   |  |  |  |
| 8                     | 1,40   | 4,74  | 1,99   | 3,80   | 5,38    | 9,86   | 4,44   | 6,31   | 10,50   | 8,57   | 4,39   | 6,42   | 9,18    | 12,66  | 5,87   | 9,23   | 14,61   | 10,19  | 5,94   | 8,07   | 10,95   |  |  |  |
| Média                 | 1,45   | 4,87  | 2,01   | 3,96   | 5,62    | 9,99   | 4,64   | 6,61   | 10,90   | 8,90   | 4,51   | 6,60   | 9,59    | 13,26  | 6,01   | 9,73   | 15,16   | 10,59  | 6,10   | 8,36   | 11,37   |  |  |  |
| Fblocos               | 1,20ns | 6,89* | 2,98ns | 0,44ns | 0,06ns  | 1,00ns | 2,00ns | 0,03ns | 0,09ns  | 1,56ns | 2,52ns | 0,72ns | 0,97ns  | 2,04ns | 1,23ns | 0,18ns | 15,35** | 1,22ns | 1,37ns | 0,15ns | 0,50ns  |  |  |  |
| Ftratq.               | 1,20ns | 6,60* | 2,98ns | 1,19ns | 2,88ns  | 0,36ns | 5,71*  | 3,22ns | 6,06*   | 0,79ns | 3,92ns | 1,53ns | 7,02*   | 1,71ns | 2,17ns | 1,94ns | 14,31** | 0,85ns | 2,86ns | 1,52ns | 11,17** |  |  |  |
| CV <sub>exp</sub> (%) | 6,28   | 3,45  | 4,07   | 9,72   | 4,24    | 4,53   | 4,03   | 6,36   | 3,09    | 6,27   | 4,53   | 8,83   | 2,37    | 4,74   | 9,68   | 10,39  | 1,92    | 5,41   | 7,98   | 9,32   | 1,76    |  |  |  |

Carac=características de crescimento; Local=Local; Proc=procedências; AN=Anhemi-SP; PL=Planaltina-DF; BD=Dom Despacho-MG; AR=Arã cruz-ES; Fblocos=valores de F para blocos; Ftratq=valores de F para procedências; CV<sub>exp</sub>=coeficiente de variação experimental; \* e \*\* = significativos a 5% e a 1% de significância; H=altura média (metros); DAP=diâmetro à altura do peito (centímetros); 2=Ilegele; 3=Londangwang; 7=Lewotobi; 8=Ilimandiri.

ra as duas procedências mais extremas (Ilegele e Ilimandiri) não excedem 22 e 32 minutos, respectivamente, para latitude e longitude (Apêndice 4), e também com base na não existência de diferenças expressivas entre procedências para a maioria dos locais e idades avaliadas, considerou-se, para efeito de análise, todas as 42 progênies como pertencentes a uma única população.

Deve-se observar, no entanto, que a utilização das 61 progênies das 9 procedências comuns aos quatro locais ensaiados poderia possivelmente constituir-se em menor fonte de erro nas análises, quando comparado ao erro obtido das análises reunindo as 42 progênies das quatro procedências. Contudo, pressupondo que a análise englobando as quatro procedências como sendo única população minimizaria o problema de deficiência de amostragem, optou-se por essa alternativa, para as análises de variâncias. Por outro lado, se essas procedências não pertencerem a uma mesma população, os resultados dessa análise apresentam restrição quanto à sua interpretação.

#### 4.3.1. Resultados das análises de variâncias individuais e conjuntas para altura de plantas, aos 12 meses de idade, para as 42 progênies da Ilha Flores.

Os resultados de médias de altura e porcentagem de falhas dos ensaios nos quatro locais, para as 42 progênies e testemunha são apresentados na Tabela 17, e discutidos a seguir.



O crescimento em altura mostra-se expressivo, a nível de média de progênes, notadamente para os locais de Aracruz-ES (5,62 m) e Anhembi-SP (4,84m), seguidos pelos locais de Bom Despacho-MG (3,95 m) e Planaltina-DF (2,01 m). Para os dois primeiros locais, observa-se um rápido crescimento inicial das plantas. A magnitude de variação no crescimento verificada entre locais parece estar associada mais à variação nas características edafo-climáticas, embora diferenças latitudinais (6°52' entre Planaltina-DF e Anhembi-SP) e altitudinais (1.070 metros entre Aracruz-ES e Planaltina-DF) ocorrendo entre locais provavelmente sejam um dos determinantes do crescimento diferencial existente.

Tabela 12. Médias de progênes e testemunha dos ensaios e resultados de análises de variâncias para altura e porcentagem de falhas de plantas, aos 12 meses de idade, nos quatro locais

| Características e parâmetros | L O C A I S |            |                |               | 4 locais  |
|------------------------------|-------------|------------|----------------|---------------|-----------|
|                              | Aracruz-ES  | Anhembi-SP | B. Despacho-MG | Planaltina-DF | Conjunta  |
| <b>ALTURA(m)</b>             |             |            |                |               |           |
| Média geral                  | 5,62        | 4,84       | 3,95           | 2,01          | 4,10      |
| Testemunha                   | 4,49        | 4,41       | 3,25           | 1,54          | 3,42      |
| F. progênes                  | 1,99**      | 1,59*      | 1,51ns         | 2,12**        | 3,95**    |
| F. locais                    | -           | -          | -              | -             | 1456,73** |
| F. prog.x locais             | -           | -          | -              | -             | 0,95ns    |
| CV. exp.(%)                  | 8,76        | 11,87      | 12,97          | 9,90          | 11,41     |
| <b>FALHAS (%)</b>            |             |            |                |               |           |
| Média geral                  | 1,70        | 0,63       | 10,01          | 11,43         | 5,94      |
| Testemunha                   | 13,33       | 6,67       | 3,33           | 3,33          | 6,66      |

F. prog.=Valores de F para progênes da ANAVA individual; Fblocos=Valores de F para blocos da ANAVA individual; F.locais=Valores de F para locais da ANAVA conjunta; F.prog.x locais=Valores de F para a interação progênes x locais da ANAVA conjunta; Fblocos/locais=Valores de F para blocos dentro de locais da ANAVA conjunta; CVexp.(%)=Coeficiente de variação experimental; \* e \*\* = significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente; ns = não significativo.

A variação genética entre progênies para altura de plantas dentro de cada local foi mais expressiva em Planaltina-DF, vindo a seguir, Aracruz-ES, Anhembi-SP e Bom Despacho-MG, a julgar pelos valores de F das análises da variância. Deve-se considerar ainda que os coeficientes de variação experimentais foram bastante homogêneos e de baixa magnitude para os quatro locais, variando de 8,76% (Aracruz-ES) a 12,97% (Bom Despacho-MG).

Menores porcentagens de falhas foram observadas para o ensaio de Anhembi-SP (0,63%) e maiores valores ocorreram para o ensaio de Planaltina-DF (11,43%).

Embora mais de uma testemunha tivesse sido incluída nos experimentos de Anhembi-SP, Planaltina-DF e Bom Despacho-MG, a única testemunha contida no ensaio de Aracruz-ES e também comum aos outros ensaios foi a de Linhares-ES (F3 de Rio Claro-SP) incluída na comparação.

As variâncias genéticas entre tratamentos, para altura de plantas, foram detectadas para todos os locais, embora os valores tenham variado entre locais. Em Aracruz-ES e Planaltina-DF, foram detectadas diferenças altamente significativas ao nível de 1% de significância, em Anhembi-SP diferenças significativas ao nível de 5% de significância, e diferenças não significativas para o ensaio de Bom Despacho-MG.

Os diferentes comportamentos dos tratamentos nos diversos locais podem ser interpretados como uma expressão di

ferencial dos materiais genéticos de local para local, o que refletiria na interação de tratamentos por locais (SHELBOURNE, 1972 e VENCovsky, 1978), ou mesmo em função da variação do erro experimental entre locais (KAGEYAMA, 1980).

A avaliação do efeito de progênies, de locais e da interação entre estes dois fatores pode ser melhor entendida através dos resultados da análise conjunta para locais, os quais são apresentados na Tabela 17.

Através dos valores de F obtidos da análise de variância conjunta para locais, observou-se variações genéticas significativas entre progênies, para altura de plantas.

Na análise de variância conjunta para locais, verificou-se a mesma tendência para o coeficiente de variação experimental observada nas análises individuais, mostrando um valor de 11,41%, ligeiramente superior àqueles encontrados nessas últimas. Segundo PIMENTEL GOMES (1976), o coeficiente de variação experimental pode ser considerado baixo para os ensaios de campo, o que mostra boas precisões para as análises estatísticas.

O efeito de locais, a julgar pelo respectivo valor de F da análise de variância conjunta, foi o que apresentou a maior magnitude.

Os efeitos da interação de progênies por locais, nessa idade, não mostrou significância para altura de plantas. A interação de progênies x locais, conforme VENCOVSKY (1978), inclui os dois componentes da interação, ou seja, aquele devido à diferença na variabilidade entre progênies e aquele devido à falta de correlação entre os materiais de um local para outro. Assim, para propósitos de seleção de progênies dentro dos ensaios, o segundo componente da interação é o mais importante, enquanto que, para a estimação de variâncias genéticas, ambos devem ser extraídos para a obtenção de estimativas (KAGEYAMA, 1980).

#### 4.3.2. Resultados das análises de variâncias individuais e conjuntas para altura e DAP de plantas, aos 24 meses de idade, para as 42 progênies da Ilha Flores.

Os resultados de médias de altura, DAP e porcentagem de falhas de ensaios nos quatro locais, para as 42 progênies e testemunha são apresentados na Tabela 18, e discutidos a seguir:

Os dados de médias de crescimento em altura de plantas, aos 2 anos de idade, confirmam o comportamento observado no primeiro ano de crescimento, ressaltando o valor do material às condições testadas. Foi observado um crescimento médio, nos quatro locais, de 8,01 metros para altura de plantas,

Tabela 18. Médias de progênies e testemunha dos ensaios e resultados de análises de variâncias para altura, DAP e porcentagem de falhas de plantas, aos 24 meses de idade, nos quatro locais e conjunta entre locais.

| Características e parâmetros | L O C A I S |            |                |               | 4 locais conjunta |
|------------------------------|-------------|------------|----------------|---------------|-------------------|
|                              | Aracruz-ES  | Anhembi-SP | B. Despacho-MG | Planaltina-DF |                   |
| <b>ALTURA (m)</b>            |             |            |                |               |                   |
| Média geral                  | 10,87       | 9,98       | 6,58           | 4,63          | 8,01              |
| Testemunha                   | 8,39        | 10,43      | 5,61           | 3,99          | 7,10              |
| F. progênies                 | 4,02**      | 1,42ns     | 2,84**         | 3,84**        | 4,50**            |
| F. locais                    | -           | -          | -              | -             | 1175,86**         |
| F. prog. x locais            | -           | -          | -              | -             | 1,95**            |
| CV. exp. (%)                 | 5,79        | 9,07       | 10,43          | 9,76          | 8,54              |
| <b>DAP (cm)</b>              |             |            |                |               |                   |
| Média geral                  | 9,60        | 8,87       | 6,57           | 4,49          | 7,38              |
| Testemunha                   | 6,64        | 9,35       | 5,38           | 3,56          | 6,23              |
| F. progênies                 | 3,90**      | 1,25ns     | 1,87**         | 3,33**        | 3,18**            |
| F. locais                    | -           | -          | -              | -             | 644,31**          |
| F. prog. x locais            | -           | -          | -              | -             | 1,52**            |
| CV. exp. (%)                 | 6,37        | 13,74      | 12,63          | 10,52         | 11,28             |
| <b>FALHAS (%)</b>            |             |            |                |               |                   |
| Média geral                  | 4,02        | 4,36       | 10,30          | 11,56         | 7,56              |
| Testemunha                   | 13,33       | 6,67       | 3,33           | 3,33          | 6,66              |

F. progênies=Valores de F para progênies da ANAVA individual; Fblocos=Valores de F para blocos da ANAVA individual; F. locais=Valores de F para locais da ANAVA conjunta; F. prog. x locais=Valores de F para a interação progênies x locais da ANAVA conjunta; Fblocos/locais=Valores de F para blocos dentro de locais da ANAVA conjunta; CV. exp. (%)=Coeficiente de variação experimental; \* e \*\* = significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente; ns = não significativo.

com amplitude de 4,63 metros (Planaltina-DF) a 10,87 metros (Aracruz-ES). O incremento em altura, no segundo ano de crescimento, foi diferencial em todos os locais, mostrando que o ritmo de crescimento, em função do estágio de desenvolvimento, pode variar devido às condições locais. O maior incremento em altura foi observado no ensaio de Aracruz-ES (5,25 m), seguido pelos ensaios de Anhembi-SP (5,14 m), Bom Despacho-MG (2,63 m) e Planaltina-DF (2,62 m).

Os dados de crescimento em diâmetro de plantas, aos 2 anos de idade, seguem a mesma sequência, por ordem decrescente de valor, observada para o crescimento em altura, com maior crescimento em DAP, a nível de média de progênies, para o ensaio de Aracruz-ES (9,60 m), seguido por Anhembi-SP (8,87), Bom Despacho-MG (6,57 cm) e Planaltina-DF (4,49 cm).

Os resultados observados na evolução da porcentagem de falhas, do primeiro para o segundo ano de crescimento, em termos de médias de parcelas não mostram expressividade, apresentando uma amplitude de 4,02% (Aracruz-ES) a 11,5% (Planaltina-DF).

A variação genética entre progênies, para altura e DAP de plantas dentro de cada local, foi mais expressiva em Aracruz-ES, vindo a seguir Planaltina-DF, Bom Despacho-MG e Anhembi-SP, conforme os valores de F obtidos da análise de variância. Os coeficientes de variação experimental mantiveram-se homogêneos, com um suave decréscimo para os locais, varian

do de 5,79% (Aracruz-ES) a 10,23% (Bom Despacho-MG), para altura de plantas, e de 6,37% (Aracruz-ES) a 13,74% (Anhembi-SP), para DAP de plantas.

As variâncias genéticas entre progênies, para altura e DAP de plantas, foram detectadas para todos os locais, exceto para o local de Anhembi-SP, com maior magnitude para a característica altura.

Nas análises de variância conjunta para locais, os coeficientes de variação experimental mostraram valores baixos, 8,54% e 11,28% respectivamente para altura e DAP de plantas, comparativamente àqueles encontrados para as análises individuais. O coeficiente de variação experimental para altura, ao nível de média de progênies para os locais em conjunto, mostrou um decréscimo de seu valor, passando de 11,41% (12 meses de idade) para 8,54%, aos 24 meses de idade. Isto se deve ao decréscimo dos coeficientes de variação experimental ocorrido para os ensaios de Aracruz-ES, Anhembi-SP e Bom Despacho-MG, neste mesmo período.

Aos 24 meses de idade, as variações para a porcentagem de falhas não são expressivas tanto para locais individualizados como para o valor obtido na análise conjunta entre locais (7,56%).

São expressivos, ainda, os efeitos de locais, ao serem observados os valores de F da análise de variância conjunta, sendo que a sua magnitude para altura de plantas é bem superior àquela observada para DAP de plantas.

Os efeitos da interação de progênies por locais são expressivos tanto para a altura como para DAP de plantas, o que pode ser constatado através dos valores de F altamente significativos obtidos da análise de variância para locais em conjunto. Isso mostra que existiu um comportamento diferencial das progênies nos diferentes locais ensaiados.

#### 4.3.3. Resultados das análises de variâncias individuais e conjuntas para altura e DAP de plantas, aos 36 meses de idade, para as 42 progênies da Ilha Flores.

Os resultados de médias de altura, DAP e porcentagem de falhas dos ensaios nos quatro locais, para as 42 progênies e testemunha, são apresentados na Tabela 19, e discutidos, a seguir.

Aos 3 anos de idade, observa-se um crescimento médio para locais de 10,99 metros para altura de plantas, o que representa cerca de 37,20% de acréscimo em relação a média observada para locais, aos 2 anos de idade. Observa-se uma amplitude variando de 4,63 metros (Planaltina-DF) a 10,87 metros (Aracruz-ES), com a mesma sequência de valores decrescentes para alturas de plantas, a nível de média de progênies, entre os locais. Apresentaram maiores valores de incrementos mé-



Tabela 19. Médias de progênies e testemunha dos ensaios e resultados de análises de variâncias para altura, DAP e porcentagem de plantas, aos 36 meses de idade, nos quatro locais e conjunta entre locais.

| Características e parâmetros | L O C A I S |            |                |               | Planaltina-DF | 4 locais Conjunta |
|------------------------------|-------------|------------|----------------|---------------|---------------|-------------------|
|                              | Aracruz-ES  | Anhembi-SP | B. Despacho-MG | Planaltina-DF |               |                   |
| <b>ALTURA(m)</b>             |             |            |                |               |               |                   |
| Média geral                  | 15,15       | 13,21      | 9,66           | 5,96          | 10,99         |                   |
| Testemunha                   | 11,24       | 14,08      | 8,27           | 5,33          | 9,73          |                   |
| F. progênies                 | 3,01**      | 1,32ns     | 2,42**         | 2,86**        | 4,74**        |                   |
| F. locais                    | -           | -          | -              | -             | 983,04**      |                   |
| F. prog. x locais            | -           | -          | -              | -             | 1,49**        |                   |
| CV.exp.(%)                   | 6,73        | 12,35      | 12,16          | 12,45         | 10,80         |                   |
| <b>DAP (cm)</b>              |             |            |                |               |               |                   |
| Média geral                  | 11,38       | 10,54      | 8,33           | 6,04          | 9,07          |                   |
| Testemunha                   | 7,38        | 11,43      | 6,99           | 4,74          | 7,63          |                   |
| F. prog.                     | 3,45**      | 1,15ns     | 1,85*          | 2,99**        | 3,13**        |                   |
| F. locais                    | -           | -          | -              | -             | 396,73**      |                   |
| F. prog. x locais            | -           | -          | -              | -             | 1,46**        |                   |
| CV.exp.(%)                   | 7,15        | 14,67      | 13,63          | 13,32         | 12,32         |                   |
| <b>FALHAS (%)</b>            |             |            |                |               |               |                   |
| Média geral                  | 6,47        | 5,93       | 12,15          | 11,96         | 9,13          |                   |
| Testemunha                   | 20,00       | 6,67       | 13,33          | 6,67          | 11,67         |                   |

F. progênies=Valores de F para progênies da ANAVA individual; F. locais=Valores de F para blocos da ANAVA individual; F. locais x locais=Valores de F para locais da ANAVA conjunta; F. prog. x locais = Valores de F para a interação progênies x locais da ANAVA conjunta; F. blocos/locais=Valores de F para blocos dentro de locais da ANAVA conjunta; CV.exp.(%)=Coeficiente de variação experimental; \* e \*\* = significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente; ns = não significativo.

dios em altura de plantas, do segundo para o terceiro ano, o ensaio de Aracruz-ES (4,28 m), seguido pelos ensaios de Anhembi-SP (3,23 m), Bom Despacho-MG (3,08 m) e Planaltina-DF (1,33 m).

Para crescimento em DAP, a nível de média de progênes entre locais, observou-se um valor da ordem de 9,07 cm, aos 3 anos de idade, acusando um incremento médio da ordem de 22,90% em relação ao DAP médio observado aos 2 anos de idade. Os ensaios de Aracruz-ES (1,78 cm) e o de Bom Despacho-MG (1,76 cm) foram os que apresentaram maior incremento em DAP, a nível de média de progênes, seguidos pelos ensaios de Anhembi-SP (1,67 cm) e o de Planaltina-DF (1,55 cm).

A porcentagem média de falhas entre locais elevou-se de 7,56% a 9,13%, com amplitude variando de 5,93% (Anhembi-SP) a 12,15% (Bom Despacho-MG), aos 3 anos de idade, valor este considerado relativamente normal.

A variação genética entre progênes, para altura e DAP de plantas dentro de cada local, continuou sendo mais expressiva em Aracruz-ES, vindo a seguir Planaltina-DF, Bom Despacho-MG e Anhembi-SP, conforme indicam os valores de F obtidos da análise de variância. Os coeficientes de variação experimental sofreram um ligeiro aumento em cada local sob teste, variando de 6,73% (Aracruz-ES) a 12,45% (Planaltina-DF) para a altura de plantas, e de 7,15% (Aracruz-ES) a 14,67% (Anhembi-SP) para DAP de plantas.

As variâncias genéticas entre progênes, para altura de plantas foram observadas para todos os locais, com valores de F altamente significativos, com exceção de Anhembi-SP. Para DAP de plantas, os valores de F apontaram alta significância entre progênes para os locais de Aracruz-ES e Planaltina-DF, significativos a 5% e não significativo, respectivamente para Bom Despacho-MG e Anhembi-SP.

Os coeficientes de variação experimental, obtidos da análise de variância conjunta para locais, mostraram baixos valores para altura (10,80%) e DAP (12,32%) de plantas, aos 3 anos de idade, comparativamente àqueles encontrados nas análises individuais. Em geral, revelaram um ligeiro aumento, do segundo para o terceiro ano de crescimento, para as características estudadas.

Embora de menor magnitude que aquelas encontradas nas análises conjuntas para locais, realizadas aos 12 e 24 meses, os efeitos de locais continuaram sendo expressivos, a julgar pelos valores de F altamente significativos obtidos para altura e DAP de plantas.

O mesmo ocorreu com o efeito da interação progênes por locais, que mostrou valores altamente significativos de F obtidos da análise de variância para locais em conjunto.

As variações observadas para a porcentagem de

falhas de plantio não foram expressivas tanto para locais individualizados como para o valor da análise conjunta entre locais (9,13%), a qual pode ser considerada normal, não prejudicando os ensaios.

O efeito de locais foi bastante expressivo para as características de crescimento, mostrando alta significância para as três idades avaliadas. Houve uma nítida tendência para diminuição do efeito de locais com o decorrer da idade, para altura e diâmetro de plantas. As variações entre progênies para crescimento de plantas nos diferentes locais estão associadas tanto às diferenças edáficas quanto às climáticas entre os locais, mostrando a susceptibilidade do material genético a essas variações.

#### 4.3.4. Resultados de estimativas de variâncias genéticas e não genéticas, de coeficientes de herdabilidade e de variação genética e não genética, para altura de plantas, nas diferentes idades e locais, para as 42 progênies da Ilha Flores.

As estimativas de variâncias genéticas e não genéticas, obtidas a partir de componentes de variância das análises individuais, de coeficientes de herdabilidade e de variação genética e não genética, para altura de plantas das 42 progênies da Ilha Flores, nas diferentes idades e locais, são fornecidas na Tabela 20.

Tabela 20. Estimativas de variâncias genéticas e não genéticas, de coeficientes de herdabilidade e de coeficientes de variação genética e não genética, para altura de plantas, nas diferentes idades e locais, para as 42 progêntes da Ilha Flores.

| LOCAL | Idade (meses) | $\bar{H}$ (H) | $\sigma_p^2$ | $S(\sigma_p^2)$ | $\bar{x}$ | $\sigma_e^2$ | $\sigma_d^2$ | $h^2$ | $CV_g(\%)$ | $CV_e(\%)$ | $CV_d(\%)$ | $CV_f(\%)$ |
|-------|---------------|---------------|--------------|-----------------|-----------|--------------|--------------|-------|------------|------------|------------|------------|
| AN    | 6             | 1,44          | 0,0093       | 0,0004          | 4,41      | 0,0140       | 0,1096       | 0,28  | 6,70       | 8,22       | 22,99      | 25,32      |
|       | 12            | 4,84          | 0,0648       | 0,0041          | 6,43      | 0,2149       | 1,1422       | 0,18  | 5,26       | 9,58       | 22,08      | 24,64      |
|       | 24            | 9,98          | 0,1162       | 0,0099          | 8,51      | 0,5503       | 2,5575       | 0,14  | 3,42       | 7,43       | 16,02      | 17,99      |
|       | 36            | 13,21         | 0,2877       | 0,0309          | 10,75     | 1,7759       | 8,2305       | 0,11  | 4,06       | 10,09      | 21,72      | 24,29      |
| AR    | 12            | 5,62          | 0,0804       | 0,0038          | 4,69      | 0,1438       | 0,9655       | 0,27  | 5,04       | 6,75       | 17,48      | 19,41      |
|       | 24            | 10,87         | 0,3993       | 0,0122          | 3,06      | 0,1042       | 2,7867       | 0,45  | 5,81       | 2,96       | 15,36      | 16,69      |
|       | 36            | 15,15         | 0,6980       | 0,0251          | 3,59      | 0,3722       | 6,1800       | 0,38  | 5,51       | 4,03       | 16,41      | 17,77      |
|       | 12            | 3,95          | 0,0448       | 0,0036          | 7,99      | 0,1851       | 0,6838       | 0,20  | 5,36       | 10,89      | 20,93      | 24,20      |
| BD    | 24            | 6,58          | 0,2784       | 0,0109          | 3,91      | 0,2346       | 1,9162       | 0,46  | 8,02       | 7,36       | 21,04      | 23,69      |
|       | 36            | 9,66          | 0,6515       | 0,0291          | 4,47      | 0,9541       | 3,6532       | 0,49  | 8,35       | 10,11      | 19,79      | 23,74      |
| PL    | 12            | 2,01          | 0,0148       | 0,0007          | 5,07      | 0,0200       | 0,1645       | 0,30  | 6,05       | 7,04       | 20,18      | 22,21      |
|       | 24            | 4,63          | 0,1936       | 0,0068          | 3,54      | 0,0429       | 1,3537       | 0,49  | 9,50       | 4,47       | 25,13      | 27,24      |
|       | 36            | 5,96          | 0,3416       | 0,0140          | 4,09      | 0,2801       | 2,2600       | 0,47  | 9,81       | 8,88       | 25,22      | 28,48      |

AN = Anhembi-SP; AR = Aracruz-ES; BD = Bom Despacho-MG; PL = Planaltina-DF;  $\bar{H}$  = altura média em metros;  $\sigma_p^2$  = variância entre progêntes;  $\sigma_e^2$  = variância devido ao erro entre parcelas;  $\sigma_d^2$  = variância dentro de parcelas;  $h^2$  = coeficiente de herdabilidade no sentido restrito, ao nível de plantas;  $CV_g$  = coeficiente de variação genética;  $CV_e$  = coeficiente de variação da variância do erro;  $CV_d$  = coeficiente de variação dentro de parcelas;  $CV_f$  = coeficiente de variação fenotípica;  $S(\sigma_p^2)$  = erros associados às variâncias entre progêntes ( $\bar{x}$  = em porcentagem).

Os valores obtidos para as estimativas de herdabilidade (Tabela 20), no sentido restrito e ao nível de plantas, para altura, variaram tanto entre locais como dentro de locais. Para essa característica, as herdabilidades obtidas aos 12 meses de idade, a partir de análises de variâncias individuais, variaram de 0,18 (Anhembi-SP) a 0,30 (Planaltina-DF). Para as análises individuais realizadas nas idades de 24 e 36 meses, essas variaram de 0,14 (Anhembi-SP) a 0,49 (Planaltina-DF) e de 0,11 (Anhembi-SP) a 0,49 (Bom Despacho-MG).

As estimativas das herdabilidades individuais para cada local foram obtidas não separando a variância da interação de progênies por locais da variância devida à progênies. Portanto, conforme orientam Robinson e Cockerham (1965), citados por KAGEYAMA (1980), essas somente são válidas para os locais ensaiados.

As tendências das herdabilidades individuais para altura, estimadas para cada local, não mostraram um mesmo padrão de variação com a idade entre elas. Os três tipos de padrão de evolução da herdabilidade com a idade, verificadas neste trabalho, podem ser visualizadas na Figura 14.

Assim, por exemplo, a estimativa de herdabilidade para altura de plantas obtidas para o local de Anhembi-SP decresceu continuamente com a idade das árvores, passando do va

lor 0,28 (aos 6 meses) para 0,11, aos 36 meses de idade. Resultados semelhantes foram obtidos por KAGEYAMA (1983), com progênie (49) de polinização livre obtidas de árvores selecionadas em populações base de *E. grandis*. Este autor verificou, em seu trabalho, que a herdabilidade para altura de plantas apresentou uma nítida tendência de decréscimo com a idade, para os lo

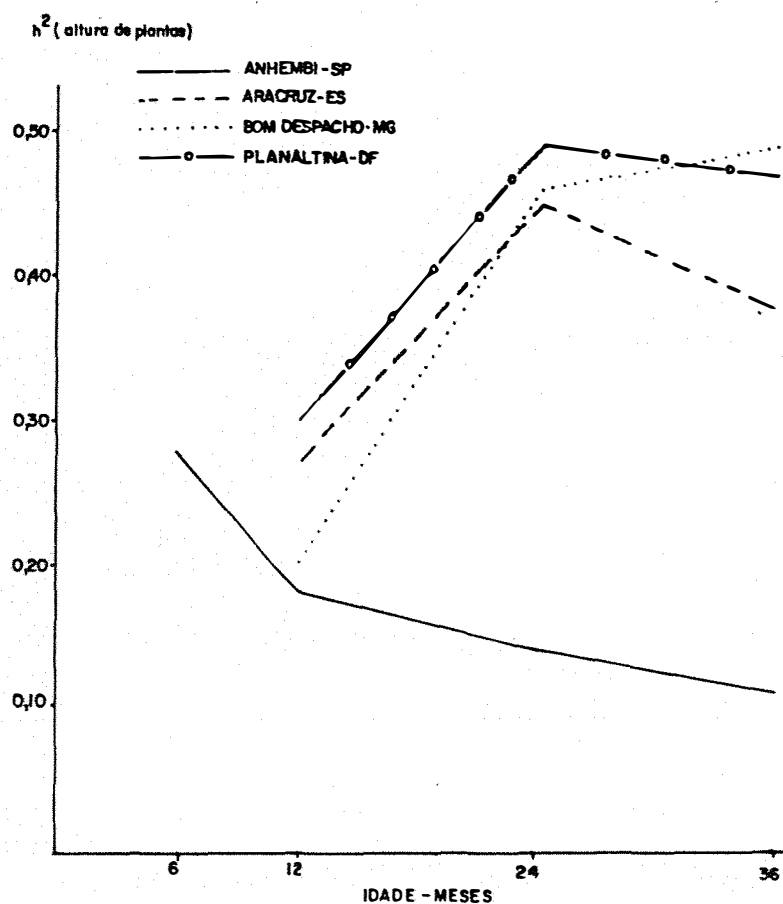


Figura 14. Evolução da herdabilidade para altura de plantas, com o decorrer da idade, para cada local.

cais de Anhembi, Brotas e Lençóis Paulista (SP), apresentando uma queda mais abrupta do primeiro para o segundo ano de crescimento e uma queda menos acentuada entre os 2 e 5 anos de idade. Para o local de Anhembi-SP, concordando com os resultados obtidos por este último autor, também se observa uma queda mais abrupta da herdabilidade para altura entre as idades de 6 a 12 meses, continuando a decrescer de forma menos acentuada entre os 12 e 36 meses de idade.

Por outro lado, a evolução da herdabilidade com a idade, para altura de plantas, verificada nos locais de Aracruz-ES, Planaltina-DF e Bom Despacho-MG, comporta-se de forma diferente daquela observada em Anhembi-SP. Para os dois primeiros locais, ela aumenta entre as idades de 12 e 24 meses, decrescendo a seguir, enquanto que, em Bom Despacho-MG, ela cresce continuamente entre os 12 e 36 meses de idade. Contudo, para esses três locais, um aumento mais acentuado da herdabilidade, para altura de plantas, verifica-se entre os 12 e 24 meses de idade, sendo que, a partir dessa última, seus acréscimos ou decréscimos mostram menor magnitude. Padrões semelhantes a esses são mais comuns para as espécies de clima temperado, e que podem ser observados nos trabalhos de LAMBETH, VAN BUIJTENEN e DUKE (1983), MEIR e GOGGANS (1977), BIROT e CHRISTOPHE (1983), já citados anteriormente.

De maneira explicada por FRANKLIN (1979) e já comentada anteriormente, a herdabilidade pode decrescer (possi



velmente até próximo de zero), no momento em que a competição entre plantas aumenta, crescendo novamente à medida que as árvores atingem a maturidade. Conforme explica ainda este autor, este padrão de variação da herdabilidade para características de crescimento também está em função da presença ou não de diferentes genes controlando o crescimento das árvores, quer em ambientes competitivos ou não.

Nas estimativas das herdabilidades, considerou-se as progêneses como sendo de meios-irmãos (TODA, 1972; VENCOSKY, 1978 e FALCONER, 1981), bem como desprezou-se as possibilidades de ocorrência de endogamia, que pode constituir-se numa fonte potencial de erro (LINDGREN, 1976).

O decréscimo do coeficiente de herdabilidade, com o decorrer da idade, poderia ser explicado tanto pela diminuição da quantidade de variação genética como pelo aumento da variação fenotípica (KAGEYAMA, 1983). A estabilização para a variância entre progêneses e uma diminuição da variância do erro, com conseqüente diminuição da variância fenotípica, podem provocar o aumento da herdabilidade (Kremer, 1981 citado por KAGEYAMA, 1983).

A análise da evolução dos diferentes tipos de coeficientes de variação, com o decorrer da idade, possibilita melhor discutir sobre o padrão de variação encontrado para a

herdabilidade, com a evolução da idade. Assim, a evolução dos coeficientes de variação genética e não genética, para altura de plantas, nos quatro locais separadamente, são fornecidos nas Figuras 15, 16, 17 e 18, para uma melhor visualização.

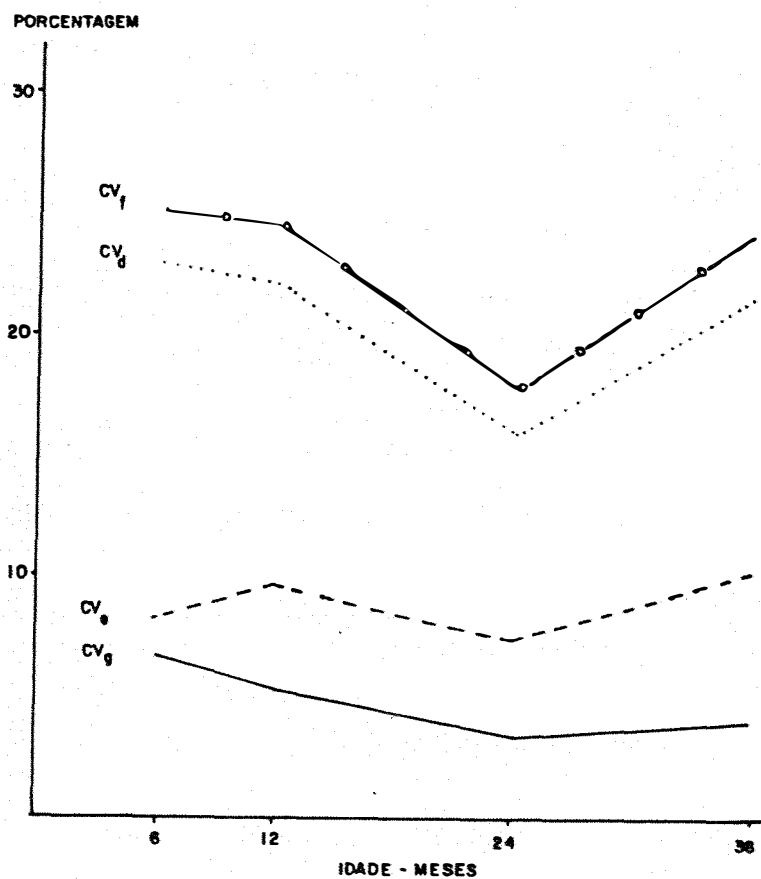


Figura 15. Evolução dos coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ), de variação da variância do erro ( $CV_e$ ), de variação dentro de parcelas ( $CV_d$ ) e de variação fenotípica ( $CV_f$ ), em função da idade, para altura de plantas, em Anhembi-SP.

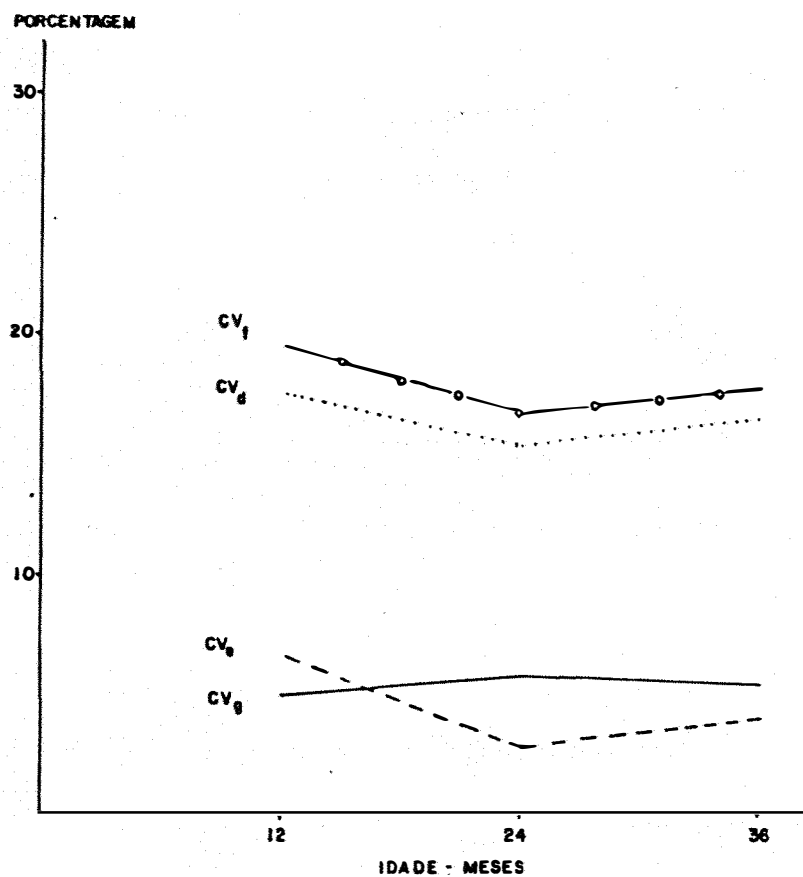


Figura 16. Evolução dos coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ), de variação da variância do erro ( $CV_e$ ), de variação dentro de parcelas ( $CV_d$ ) e de variação fenotípica ( $CV_f$ ), em função da idade, para altura de plantas, em Aracruz-ES.

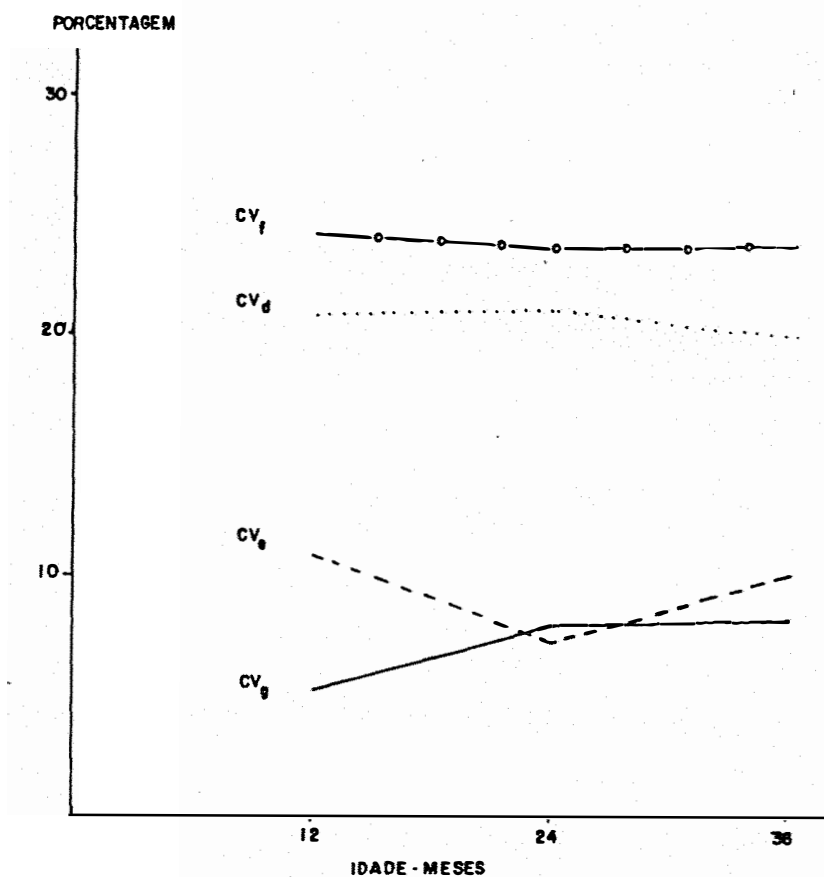


Figura 17. Evolução dos coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ), de variação da variância do erro ( $CV_e$ ), de variação dentro de parcelas ( $CV_d$ ) e de variação fenotípica ( $CV_f$ ), em função da idade, para altura de plantas, em Bom Despacho-MG.

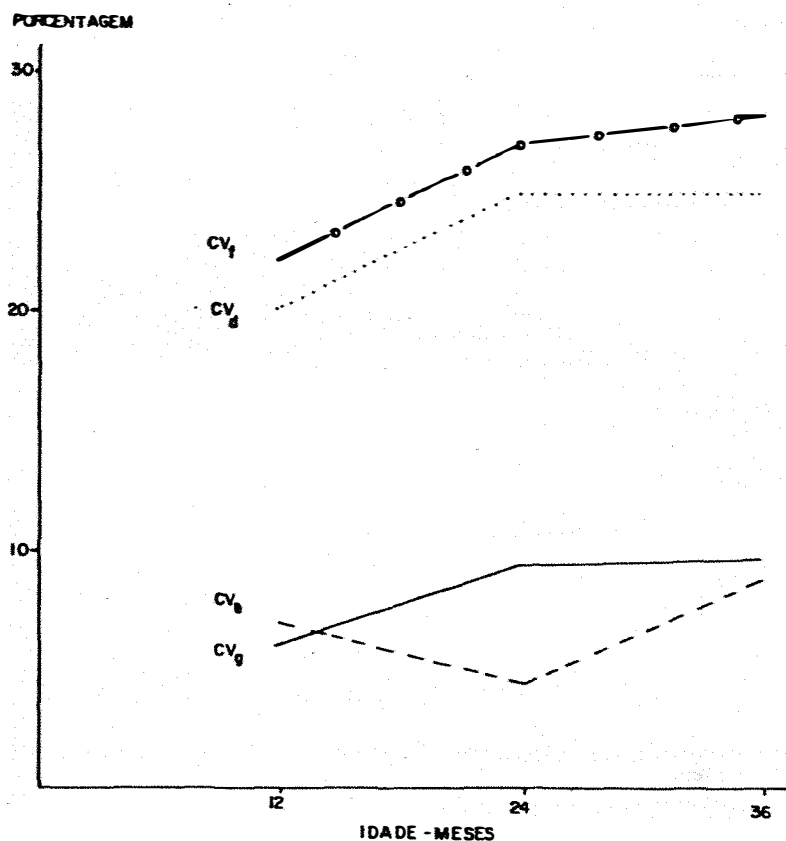


Figura 18. Evolução dos coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ), de variação da variância do erro ( $CV_e$ ), de variação dentro de parcelas ( $CV_d$ ) e de variação fenotípica ( $CV_f$ ), em função da idade, para altura de plantas, em Planaltina-DF.

O padrão do coeficiente de variação genética para altura de plantas, em função da idade, obtido para os quatro ensaios, mostra uma tendência de acompanhamento do padrão de variação da herdabilidade. Para as idades comuns na avaliação, as menores magnitudes e amplitudes de variação, para este coeficiente, foram observadas em Anhembi-SP (3,42 a 5,26%), seguido pelos ensaios de Aracruz-ES (5,04 a 5,81%), Bom Despacho-MG (5,36 a 8,35%) e Planaltina-DF (6,05 a 9,81%). Conforme enfatiza KAGEYAMA (1983), somente o fato deste coeficiente de variação genética mostrar a mesma tendência de variação do coeficiente de herdabilidade já poderia explicar o comportamento da herdabilidade decrescendo ou crescendo.

Relativo ao coeficiente de variação da variância do erro, foi verificado para todos os ensaios, um ligeiro decréscimo entre as idades de 12 e 24 meses, com posterior acréscimo entre as idades de 24 e 36 meses. Em geral, os valores para este coeficiente de variação situaram-se entre 2,96 a 8,88% para os ensaios de Aracruz-ES e Planaltina-DF, e entre 7,36 a 10,89% para os ensaios de Anhembi-SP e Bom Despacho-MG. Comparativamente aos dados obtidos por KAGEYAMA (1983), com *E. grandis* nas idades de 1 e 2 anos, os dados do coeficiente de variação da variância do erro encontrados para o *E. urophylla*, nos locais estudados, se equiparam em termos de magnitudes e diferenciais de decréscimo com as idades consideradas.

Os coeficientes de variação entre plantas dentro de parcelas, para os ensaios de Anhembi-SP e Aracruz-ES,

mostraram o mesmo comportamento observado para os coeficientes de variação da variância do erro, com maior amplitude deste o correndo no ensaio de Anhembi-SP. Para o ensaio de Bom Despacho-MG, este coeficiente aumentou e depois diminuiu ligeiramente, com a idade das plantas. Ao contrário destes, para o ensaio de Planaltina-DF, houve um aumento sensível deste coeficiente entre as idades de 12 e 24 meses.

Através de avaliação fenotípica de plantas das 42 progênes da Ilha Flores, efetuada no ensaio de Anhembi-SP, aos dois anos de idade, pode-se constatar uma variação botânica entre procedências e entre plantas de uma mesma progênie. No entanto, não foram observadas indivíduos com características típicas que levassem à suspeita de hibridação do *E. urophylla* com o *E. alba*. Conforme relata BRASIL (1983), nos ensaios com sementes comerciais de eucaliptos realizados no país, o fenômeno da hibridação tem sido utilizado para explicar a grande amplitude de variação da densidade básica da madeira encontrada. Os estudos sobre variação da densidade básica da madeira entre e dentro de procedências de *E. urophylla*, realizados por esse mesmo autor, os quais incluem as 42 progênies das 4 procedências da espécie aqui estudadas, não mostraram diferenças expressivas deste parâmetro para as citadas progênes/procedências testadas em Linhares-ES e Belo Oriente-MG. Isto posto, para efeito de análise, considerou-se ausente a ocorrência de hibridação entre as duas espécies, no material objeto deste estudo.

Os coeficientes de variação fenotípica obtidos somente mostraram uma mesma tendência ou padrão de variação para os ensaios estabelecidos em Anhembi-SP, Aracruz-ES e Bom Despacho-MG, em função da idade. Nestes locais, embora apresentando amplitude de variação diferente para cada ensaio, essa tendência seguiu baseada no decréscimo deste coeficiente entre as idades de 12 a 24 meses, com posterior aumento ou tendência de estabilização (Bom Despacho-MG), entre as idades de 24 e 36 meses. Para o ensaio de Planaltina-DF, ao contrário do que ocorreu nos outros ensaios, o coeficiente de variação fenotípica apresentou um ligeiro aumento entre os 12 e 24 meses de idade, continuando a aumentar de forma bem menos acentuada, entre os 24 e 36 meses de idade. Os menores valores de variação para este coeficiente foram observados nos ensaios de Bom Despacho-MG (23,69 a 24,20%) e de Aracruz-ES (16,69 a 19,41%), seguidos pelos ensaios de Planaltina-DF (22,21 a 28,48%) e Anhembi-SP (17,99 a 24,69%).

De forma semelhante àquela ocorrida para a herdabilidade, a variação para os coeficientes de variação, dentro de cada local, não mostrou nenhum outro aspecto que revelasse qualquer tendência comum ou que explicasse o comportamento de variação da herdabilidade, com o decorrer da idade. Para as diferenças de idade, as herdabilidades foram proporcionais aos coeficientes de variação genética, com tendência de acompanhar o seu padrão de variação, com a idade. Estes resultados de certa forma, concordam com aqueles obtidos por KAGEYAMA



(1983), com a espécie *E. grandis*, inclusive quanto ao fato do aumento do coeficiente de variação entre plantas dentro de parcelas ser a principal causa da diminuição da herdabilidade observada.

O coeficiente de variação genética para altura de plantas, exceto para local de Anhembi-SP que mostrou um decréscimo com a idade e tendência de estabilizar-se na idade de 3 anos (4,06%), mostrou um padrão crescente de variação com a idade ou tendência à constância entre as idades consideradas. No primeiro caso, situam-se os ensaios de Bom Despacho-MG e Planaltina-DF, cujos coeficientes variaram de 5,36% (na idade de 12 meses) a 9,81%, aos 36 meses de idade. No segundo caso, encontra-se o ensaio de Aracruz-ES, cujo coeficiente variou de 5,04 a 5,51%, na mesma idade. Estes resultados conferem com aqueles obtidos por KEDHARNATH e VAKSHASYA (1977), no estudo de 15 progênes de *E. tereticornis*, quanto ao aumento do coeficiente de variação genética, com a idade das plantas. Entretanto, eles diferem daqueles encontrados por KAGEYAMA (1983), que observou um decréscimo de 6,85 (aos 12 meses) a 3,00% (aos 24 meses de idade), para progênes de *E. grandis*.

Por outro lado, deve-se lembrar da grande dificuldade que surge na comparação de estimativas de parâmetros genéticos, quando os ensaios tratam de espécies distintas, principalmente no que se refere aos efeitos da variação desenvolvimental (KAGEYAMA, 1983), a qual envolve mecanismos de compensação de crescimento para as progênes de menor cresci-

mento, o que colabora para uma redução da variância genética entre progênies. Assim, para que seja possível avaliar a validade dessa teoria, que foram propostas para espécies de clima temperado, KAGEYAMA (1983) sugere que a avaliação dos ensaios, para as condições de clima tropical, teria que ser feita a intervalos de tempo mais curtos, talvez mensal ou bimensalmente.

Foi com este objetivo que as avaliações realizadas, aos 6 meses de idade, no ensaio de Anhembi-SP foram incluídas nas análises individuais. Contudo, os coeficientes de herdabilidade e de variação genética obtidos não foram aqueles previamente esperados. Supunha-se que, entre as idades de 6 e 12 meses, esses valores cresceriam com a idade das plantas. A Figura 15 mostra o comportamento destes coeficientes genéticos e não genéticos. Para o coeficiente de herdabilidade, para altura de plantas, o que se observou foi um decréscimo entre as idades de 6 e 12 meses, com tendência continuada de sua diminuição, em idades posteriores. No mínimo, para as condições locais e do material genético testado, haveria necessidade de realizar medições anteriores à idade de 6 meses, e de periodicidade mensal, conforme sugere KAGEYAMA (1983).

De uma forma geral, o que se pode deprender é que os padrões de variação dos parâmetros genéticos não apresentam uma tendência comum, podendo-se modificar com os locais de experimentação. As interações de local para local, detectadas nos ensaios, devem ter sido um componente importante para essa diferenciação. Por outro lado, pode-se inferir também

que os padrões de variação dos parâmetros genéticos com idade não devem ser similares de espécie para espécie, exigindo cautela para a extrapolação dos resultados obtidos.

4.3.5. Resultados de estimativas de variâncias genéticas e não genéticas, de coeficientes de herdabilidade e de coeficientes de variação genética e não genética, para DAP de plantas, nas diferentes idades e locais, para as 42 progênes da Ilha Flores.

As estimativas de variâncias genéticas e não genéticas, obtidas a partir de componentes de variâncias das análises individuais, de coeficientes de herdabilidade e de variação genética e não genética, para DAP de plantas, nas diferentes idades e locais, são apresentados na Tabela 21.

Baixos valores obtidos para os desvios padrões nas estimativas de variâncias entre progênes, para DAP de plantas, indicam boa precisão para as estimativas de variâncias entre progênes, principalmente para os ensaios de Aracruz-ES, Bom Despacho-MG e Planaltina-DF. Para todas as idades de avaliação deste parâmetro, nesses locais, os desvios padrões, com base na porcentagem da variância genética entre progênes, mostraram valores variando de 3,09% (Aracruz-ES) a

Tabela 21. Estimativas de variâncias genéticas e não genéticas, de coeficientes de herdabilidade e de coeficientes de variação genética e não genética, para DAP de plantas, nas diferentes idades e locais para as 42 progênies da Ilha Flores.

| Local | idade (meses) | DAP (cm) | $\sigma^2_p$ | $S(\sigma^2_p)$ | %     | $\sigma^2_e$ | $\sigma^2_d$ | $h^2$ | CV <sub>g</sub> (%) | CV <sub>e</sub> (%) | CV <sub>d</sub> (%) | CV <sub>f</sub> (%) |
|-------|---------------|----------|--------------|-----------------|-------|--------------|--------------|-------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| AN    | 24            | 8,87     | 0,1246       | 0,0162          | 13,00 | 1,0055       | 4,5683       | 0,09  | 3,98                | 11,30               | 24,10               | 26,91               |
|       | 36            | 10,54    | 0,1216       | 0,0251          | 20,61 | 1,3634       | 9,5740       | 0,04  | 3,31                | 10,08               | 29,36               | 31,55               |
| AR    | 24            | 9,60     | 0,3619       | 0,0112          | 3,09  | 0            | 4,0470       | 0,33  | 6,27                | 0                   | 20,95               | 21,87               |
|       | 36            | 11,38    | 0,5403       | 0,0181          | 3,36  | 0            | 6,8083       | 0,29  | 6,46                | 0                   | 22,93               | 23,82               |
| BD    | 24            | 6,57     | 0,2006       | 0,0115          | 5,72  | 0,3732       | 2,7292       | 0,24  | 6,82                | 9,30                | 25,14               | 27,66               |
|       | 36            | 8,33     | 0,3674       | 0,0215          | 5,85  | 0,6204       | 5,7416       | 0,22  | 7,28                | 9,46                | 28,76               | 31,14               |
| PL    | 24            | 4,49     | 0,1738       | 0,0067          | 3,87  | 0            | 1,8277       | 0,35  | 9,28                | 0                   | 30,11               | 31,58               |
|       | 36            | 6,04     | 0,4309       | 0,0176          | 4,08  | 0,2312       | 3,4009       | 0,42  | 10,87               | 7,96                | 30,53               | 33,37               |

AN-Anhembi-SP; AR-Araçuaçu-ES; BD-Bom Despacho-MG; PL-Planaltina-DF; DAP=Diâmetro médio à altura do peito, em centímetros;  $\sigma^2_p$  = variância entre progênies;  $\sigma^2_e$  = variância devido ao erro entre parcelas;  $\sigma^2_d$  = variância dentro de parcelas;  $h^2$  = coeficiente de herdabilidade no sentido restrito, a nível de plantas; CV<sub>g</sub> = coeficiente de variação genética; CV<sub>e</sub> = coeficiente de variação da variância do erro; CV<sub>d</sub> = coeficiente de variação dentro de parcelas; CV<sub>f</sub> = coeficiente de variação fenotípica; S( $\sigma^2_p$ ) = erros associados às variâncias entre progênies (% em porcentagem).

5,85% (Bom Despacho-MG). Para o ensaio de Anhembi-SP, esses variaram de 13,00% (aos 2 anos) a 20,61% (aos 3 anos de idade). FALCONER (1981) ressalta que o emprego de metodologia e critérios inadequados na avaliação de características constituem-se em importantes fontes de erro na estimativa de parâmetros genéticos.

As estimativas obtidas para o coeficiente de herdabilidade para DAP, ao nível de plantas, no sentido restrito, variaram mais entre locais do que dentro de locais. Aos 24 meses de idade, os resultados obtidos a partir de análises de variâncias individuais mostram uma variação de 0,09 (Anhembi-SP) a 0,35 (Planaltina-DF). Aos 36 meses de idade, essa amplitude estendeu-se de 0,04 (Anhembi-SP) a 0,42 (Planaltina-DF).

Exceto para o ensaio de Planaltina-DF, as estimativas dos coeficientes de herdabilidade individuais, para DAP de plantas, mostraram um decréscimo com a idade das árvores. As magnitudes dessas estimativas, com exceção do ensaio de Anhembi-SP, não foram diferentes daquelas observadas para a altura de plantas (Figura 19). BORGES (1980), estudando 124 progênies de polinização livre, obtidas através de árvores selecionadas em populações de *E. grandis*, e estabelecidas através de testes de progênies em Aracruz-ES, encontrou valores para herdabilidade para DAP de plantas variando de 0,44 (aos 18 meses) a 0,48, aos 30 meses de idade. Todavia, progênies de *E. grandis* estabelecidas em 3 localidades do Estado de São Paulo, através de estudos conduzidos por KAGEYAMA (1983), revelam um decréscimo da herdabilidade para diâmetro de plantas, com o

decorrer da idade, sendo que a magnitude dessas estimativas foram bem inferiores àquelas observadas para altura de plantas.

Os resultados de estimativas de herdabilidades para diâmetro de plantas encontrados para o ensaio de Anhembi-SP são, portanto, condizentes com os resultados reportados por KAGEYAMA (1983).

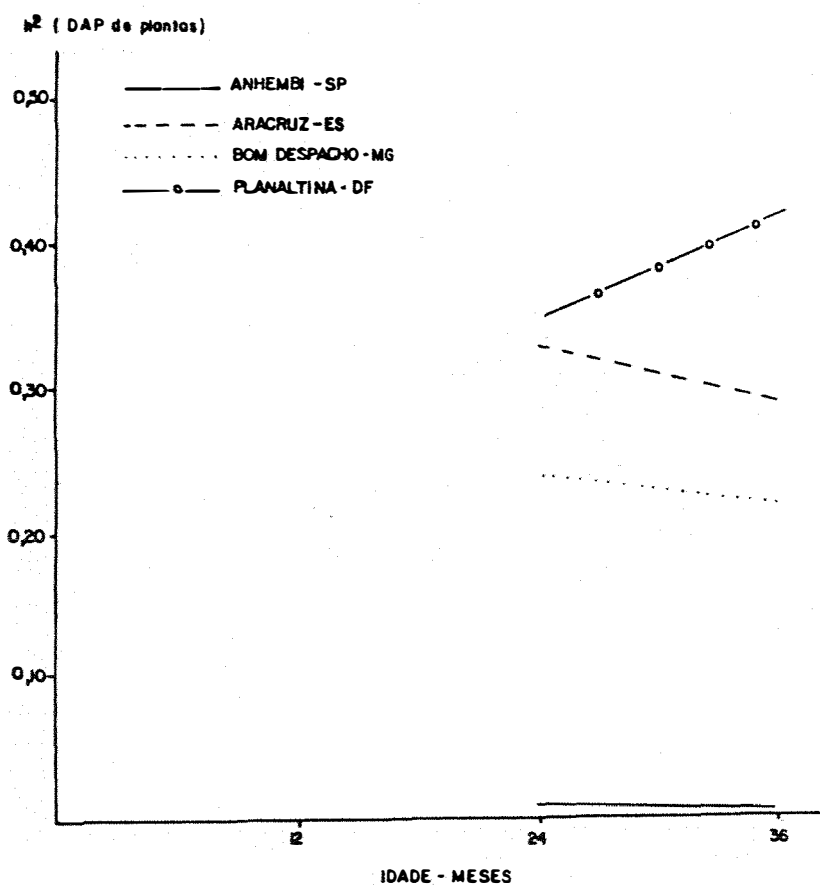


Figura 19. Evolução da herdabilidade para DAP de plantas, com o decorrer da idade, para cada local, para as 42 progênes da Ilha Flores.

Somente nos ensaios de Anhembi-SP e Planaltina-DF, é que foi verificado um mesmo sentido de variação para os coeficientes de herdabilidade e de variação genética, ou seja, são concordantes concomitantemente no acréscimo ou decréscimo de seus valores, com o decorrer da idade das árvores. Portanto, os resultados do comportamento antagônico desses dois coeficientes nos ensaios de Aracruz-ES e Bom Despacho-MG, diferem daquele padrão observado nas suas estimativas, para altura de plantas.

Entretanto, considerando-se apenas as 2 idades envolvidas nas estimativas dos coeficientes de herdabilidade para diâmetro de plantas de *E. urophylla*, restrição deve ser feita quanto à análise do padrão de variação deste coeficiente com a idade, no sentido de tentar extrapolá-lo.

Com exceção feita aos coeficientes de variação genética e de herdabilidades encontrados para o ensaio de Anhembi-SP e para os coeficientes de variação entre parcelas do ensaio de Aracruz-ES, todos os outros coeficientes de variação genética e não genética, para diâmetro de plantas, aumentaram de valor com o decorrer da idade das plantas.

Também para as estimativas de herdabilidades referentes ao diâmetro de plantas, considerou-se as progênes como sendo meios-irmãos (TODA, 1972; VENCovsky, 1978 e FALCONER, 1981), bem como desprezou-se as possibilidades de ocorrência de endogamia, que pode constituir-se importante fonte de erro (LINDGREN, 1976).

4.3.6. Resultados de estimativas de variâncias genéticas e não genéticas, de coeficientes de herdabilidade e de coeficientes de variação genética e não genética para altura e DAP de plantas da análise conjunta dos quatro locais, para as 42 progênes comuns da Ilha Flores.

As estimativas de variâncias genéticas e não genéticas, de coeficientes de herdabilidade e de coeficientes de variação genética e não genética, para altura e diâmetro de plantas, obtidas da análise conjunta para locais, nas diferentes idades, são fornecidas na Tabela 22.

Para ambas as características estudadas e analisadas, foram observadas variações genéticas significativas entre progênes. A variação entre médias de progênes, para essas características, mostram boas perspectivas para seleção entre progênes.

Os desvios padrões das variâncias genéticas entre progênes variaram de 4,10 a 4,45% para altura de plantas e de 4,67 a 4,80% para DAP de plantas, entre idades de 12 e 36 meses, o que mostra uma boa precisão de estimativas dessas características.

A interação de progênes por locais tem um reflexo importante nas estimativas de herdabilidade ao nível de lo



Tabela 22. Estimativas de variâncias genéticas e não genéticas, de coeficientes de herdabilidade e de coeficientes de variação genética e não genética, para altura e DAP de plantas, obtidas da análise conjunta dos quatro locais, para diferentes idades.

| Caractere<br>rística | Idade<br>(meses) | Média<br>geral | $\sigma^2_p$ | $\sigma^2_e$ | $\sigma^2_d$ | $\sigma^2_{pe}$ | $\sigma^2_{\ell}$ | $\sigma^2_b$ | $h^2$ | $CV_g(\%)$ | $CV_e(\%)$ | $CV_d(\%)$ | $CV_f(\%)$ |
|----------------------|------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-------------------|--------------|-------|------------|------------|------------|------------|
| Altura<br>(m)        | 12               | 4,10           | 0,0537       | 0,2187       | 0,7582       | 0               | 2,4088            | 0,0150       | 0,21  | 5,65       | 11,41      | 21,24      | 45,23      |
|                      | 24               | 8,01           | 0,1366       | 0,4683       | 2,1761       | 0,1481          | 2,5103            | 0,0119       | 0,19  | 4,61       | 8,54       | 18,42      | 42,22      |
|                      | 36               | 10,99          | 0,3218       | 1,4080       | 5,1592       | 0,2305          | 16,3643           | 0,1255       | 0,18  | 5,16       | 10,80      | 20,67      | 44,09      |
| DAP<br>(cm)          | 24               | 7,38           | 0,1257       | 0,6930       | 3,3489       | 0,1192          | 5,3645            | 0,0325       | 0,12  | 4,80       | 11,28      | 24,80      | 42,09      |
|                      | 36               | 9,07           | 0,2212       | 1,2480       | 6,4639       | 0,1918          | 5,7271            | 0,0109       | 0,11  | 5,18       | 12,32      | 28,03      | 41,03      |

$\sigma^2_p$  = variância entre progênies, ao nível de médias;  $\sigma^2_e$  = variância devido ao erro entre parcelas;  $\sigma^2_d$  = variância entre plantas dentro de parcelas;  $\sigma^2_{pe}$  = variância da interação progênies por locais;  $h^2$  = coeficiente de herdabilidade no sentido do restrito, ao nível de plantas;  $CV_g$  = coeficiente de variação genética;  $CV_e$  = coeficiente de variação da variância do erro;  $CV_d$  = coeficiente de variação dentro de parcelas;  $CV_f$  = coeficiente de variação fenotípica.

cais em conjunto. Exceto para a análise de variância conjunta, para altura de plantas, na idade de 12 meses, todos os valores da variância genética de progênes por locais, para as características altura e diâmetro de plantas, obtidas das análises conjuntas, mostraram diferenças significativas.

As herdabilidades obtidas a partir das análises conjuntas para locais (Figura 20), com valores de 0,21; 0,19 e 0,18 para alturas de plantas, respectivamente nas idades de 12, 24 e 36 meses, foram bem inferiores às médias de herdabilidades obtidas individualmente por local (0,24; 0,38 e 0,36, respectivamente, para essas idades). O mesmo ocorreu para as herdabilidades para diâmetro de plantas, cujos valores obtidos da análise conjunta (0,12 e 0,11 para as respectivas idades de 24 e 36 meses) foram bem inferiores àqueles obtidos para as médias de herdabilidades de locais individuais (0,25 e 0,24 para essas mesmas idades). Isto mostra que o componente da interação de progênes por locais foi preponderante na redução dos valores das herdabilidades, ao nível de locais em conjunto. Exceto para a herdabilidade, para altura de plantas, estimada aos 12 meses de idade, na análise conjunta, essa redução mostra uma magnitude aproximada de 50%, para ambas as características, em relação a herdabilidade observada em cada local isoladamente.

Conforme enfatiza KAGEYAMA (1980), existirá maior restrição na seleção se o componente devido à não-correlação entre os materiais for o de maior importância na interação. Se o componente devido à diferença na variabilidade genética do

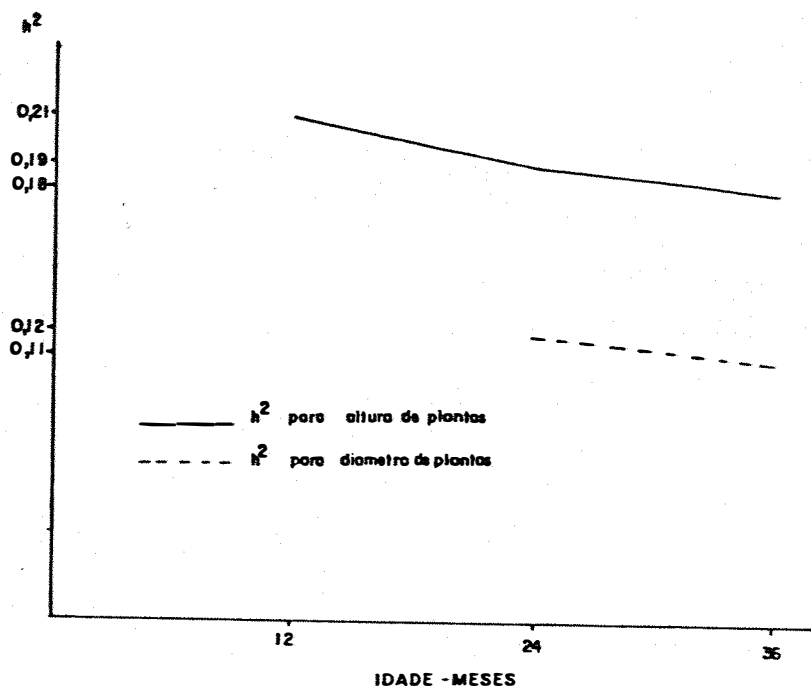


Figura 20. Evolução da herdabilidade para altura e diâmetro de plantas, com o decorrer da idade, obtida da análise conjunta de locais.

material dentro dos ambientes for o mais importante, o maior reflexo ocorrerá na diminuição da herdabilidade para locais em conjunto. Para este autor, os dois componentes certamente de vem coexistir na maioria dos casos.

Os coeficientes de variação genética para altu ra de plantas mostraram um decrêscimo de valor, passando de 5,65 a 4,61%, nas análises conjuntas de locais, efetuadas para as idades de 12 e 24 meses. Uma redução de mesma proporção, no entanto, foi observada para os coeficientes de variação da va ri â nc ia do erro (11,41 a 8,54%), de variação entre plantas den tro de parcelas (21,24 a 18,42%) e de variação fenotípica (45,23 a 42,22%). Ao contrário destas, as análises conjuntas de locais realizadas para as idades de 24 e 36 meses, para al tura e DAP de plantas, mostraram um aumento para todos os coe f ic ie nt es de variação genética e não genética ( $CV_g$ ;  $CV_e$ ;  $CV_d$  e  $CV_f$ ), com exceção feita ao coeficiente de variação fenotípica para DAP de plantas, o qual diminui neste intervalo de idade.

O aumento verificado para o coeficiente de vari a ç ã o genética, para altura de plantas, entre as idades de 24 e 36 meses, mostrou magnitude inferior àquela observada na sua redução dos 12 aos 24 meses de idade. Por outro lado, as magnitudes dos valores para os coeficientes de variação entre par celas e de variação entre plantas dentro de parcelas foram pro por cionalmente maiores para o aumento observado entre os 24 e 36 meses de idade do que para a sua redução ocorrida entre as idades de 12 e 24 meses. Estes fatos, conjuntamente, explica

riam a queda do valor da herdabilidade para altura e DAP de plantas entre as idades de 24 e 36 meses, embora tenha sido observado um aumento para todos os coeficientes de variação genética e não genética neste mesmo intervalo de idades.

Considerando as idades extremas da análise conjunta para locais, para altura de plantas, e embora tenha ocorrido um decréscimo dos coeficientes de variação genética e de variação fenotípica, o reflexo verificado foi para uma queda mais ou menos contínua do coeficiente de herdabilidade, com o decorrer da idade. Isso se explica, também, devido a uma queda mais acentuada do coeficiente de variação genética proporcionalmente em relação aquela observada para o coeficiente de variação fenotípica. Estes resultados concordam com aqueles obtidos por KAGEYAMA (1983), quanto a esses aspectos.

Igualmente como ocorreu para a herdabilidade, os coeficientes de variação para as diferenças de idades não mostram nenhum outro aspecto que revelasse qualquer tendência ou que explicasse a queda de herdabilidade com o decorrer da idade. Para as diferenças de idades, as herdabilidades variaram no mesmo sentido e proporção dos coeficientes de variação genética, exceto para o caso de estimativas de herdabilidade de DAP de plantas entre as idades de 24 e 36 meses que, embora apresentasse um pequeno decréscimo e com tendência de estabilizar-se, mostrou um aumento do coeficiente de variação genética neste mesmo período.

Da mesma forma ocorrida para as análises individuais para locais, os parâmetros genéticos e não genéticos obtidos nas análises dos locais em conjunto não revelam uma mesma tendência para os diferentes locais ensaiados. As relativamente altas interações de progênies por locais, detectadas nas análise de locais em conjunto, devem ter tido um papel preponderante nessas variações. Por esta razão, necessário se torna acautelar-se na extrapolação dos resultados obtidos da análise dos locais em conjunto, referentes aos parâmetros genéticos e não genéticos.

4.3.7. Resultados de relações entre coeficientes de variação genética e experimental; de relações entre as variâncias dentro e entre progênies; e relações entre variâncias dentro e ambiental, para as características estudadas, nas diferentes idades e locais.

A relação entre o coeficiente de variação genética e experimental é um importante indicador para as análises de perspectivas de obtenção de ganhos genéticos através da seleção (VENCOVSKY, 1978), enquanto que a relação entre variâncias constitui-se um parâmetro indicador da estrutura genética de populações, tendo em vista a influência dos níveis de cruzamentos sobre as variâncias genéticas entre progênies, dentro

de progênies e, conseqüentemente, sobre a variância fenotípica total (CROW e KIMURA, 1970; LINDGREN, 1976 e FALCONER, 1981).

FONSECA (1982) sugeriu a relação entre a variância dentro de progênies e a variância genética entre progênies, para altura de plantas, como um indicador do sistema reprodutivo, argumentando que, nas plantas alógamas, essa relação tenderia sempre para valores maiores que dez, desde que não apresente restrições na base genética das populações.

Por outro lado, PIRES (1984) realça que a relação entre a variância dentro e a variância ambiental entre parcelas, para as características de crescimento, parece proporcionar informações relativamente seguras sobre o sistema reprodutivo da população em todas as circunstâncias. Isto porque tal relação é formada por um componente genético ( $\sigma^2_{dg}/\sigma^2_e$ ), que é função do sistema reprodutivo, e um componente ambiental entre plantas ( $\sigma^2_{de}/\sigma^2_e$ ), que guarda uma proporção com a variância ambiental entre parcelas [ $\sigma^2_d/\sigma^2_e = (\sigma^2_{dg} + \sigma^2_{de})/\sigma^2_e$ ].

Pelas suas importâncias, portanto, tais relações entre coeficientes de variação genética e ambiental, e relações entre variâncias são fornecidas na Tabela 23 referentes às características de altura e diâmetro de plantas, respectivamente, para as análises individuais, em diferentes idades.

Tabela 23. Relações entre coeficientes de variação genética e ambiental ( $CV_g/CV_{exp}$ ); relações entre variância dentro e variância genética entre progênies ( $\sigma_d^2/\sigma_p^2$ ) e relações entre variância dentro e variância ambiental ( $\sigma_d^2/\sigma_e^2$ ), para altura e diâmetro de plantas, referentes às análises individuais nas diversas idades.

| Local | Idade (meses) | A L T U R A     |                         |                         | D I Â M E T R O |                         |                         |
|-------|---------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|
|       |               | $CV_g/CV_{exp}$ | $\sigma_d^2/\sigma_p^2$ | $\sigma_d^2/\sigma_e^2$ | $CV_g/CV_{exp}$ | $\sigma_d^2/\sigma_p^2$ | $\sigma_d^2/\sigma_e^2$ |
| AN    | 6             | 0,61            | 11,78                   | 7,83                    | -               | -                       | -                       |
|       | 12            | 0,44            | 17,62                   | 5,31                    | -               | -                       | -                       |
|       | 24            | 0,38            | 22,01                   | 4,65                    | 0,29            | 36,81                   | 4,56                    |
|       | 36            | 0,33            | 28,61                   | 4,63                    | 0,23            | 78,73                   | 7,02                    |
| AR    | 12            | 0,57            | 12,01                   | 6,71                    | -               | -                       | -                       |
|       | 24            | 1,00            | 6,98                    | 6,98                    | 0,98            | 11,18                   | -                       |
|       | 36            | 0,82            | 8,85                    | 16,80                   | 0,90            | 12,60                   | -                       |
| BD    | 12            | 0,41            | 15,26                   | 3,69                    | -               | -                       | -                       |
|       | 24            | 0,78            | 6,88                    | 8,17                    | 0,54            | 13,60                   | 7,31                    |
|       | 36            | 0,69            | 5,61                    | 3,83                    | 0,53            | 15,63                   | 9,25                    |
| PL    | 12            | 0,61            | 11,11                   | 8,22                    | -               | -                       | -                       |
|       | 24            | 0,97            | 6,99                    | 31,55                   | 0,88            | 10,52                   | -                       |
|       | 36            | 0,79            | 6,61                    | 8,07                    | 0,82            | 7,89                    | 14,71                   |

AN=Anhembí-SP; AR=Aracruz-ES; Bom Despacho-MG; PL=Planaltina-DF.



Com base no relato de VENCovsky (1978), de que a situação é favorável à obtenção de ganhos através de seleção, em milho, quando a relação entre os coeficientes de variação genética e experimental ( $CV_g/CV_{exp}$ ) tende para valores maiores ou iguais a um, verifica-se que este material de *E. urophylla* apresentaria melhores condições para ganhos através de seleção, aos 2 anos de idade, principalmente para os ensaios de Aracruz-ES e Planaltina-DF, onde os valores dessa relação, para altura e DAP de plantas, mostram valores próximos a um. De fato, os valores de baixa magnitude para o erro experimental e de grande magnitude para herdabilidade, associados a essa característica, confirmam essa afirmativa. Para os locais de Anhembi-SP e Bom Despacho-MG, nessa mesma idade, os valores dessa mesma relação, para altura e DAP de plantas, mostram-se bem inferiores àqueles observados para Aracruz-ES e Planaltina-DF. Entretanto, as variações observadas para essa relação, em função da idade, são mais devidas às flutuações do coeficiente de variação genética.

As relações entre a variância dentro e entre progênies ( $\sigma^2_d/\sigma^2_p$ ) apresentaram valores variáveis tanto dentro de locais como entre locais. Em geral, mostraram-se como bons indicadores para a finalidade proposta, apresentando valores superiores a três. Os dados obtidos para essa relação seguem a mesma tendência daqueles observados para plantas alôga-

mas, no caso do *E. urophylla*, como era de se esperar.

As relações entre a variância dentro e variância ambiental ( $\sigma^2_d/\sigma^2_e$ ) fornecem valores levemente diferenciados entre locais. Somente nos casos das análises realizadas aos 24 e 36 meses de idade, respectivamente, para os locais de Planaltina-DF e Aracruz-ES, considerando a altura de plantas, é que foram observados elevados valores para essa relação, devendo-se principalmente às baixas magnitudes mostradas pelas variâncias entre parcelas.

## 5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitiram as seguintes conclusões:

O padrão de crescimento de plantas observado nos ensaios experimentais, em função das características avaliadas até os 3 anos de idade, confirma o potencial do *Eucalyptus urophylla*, procedente da Ilha Flores-Indonésia, para as regiões estudadas.

Quando todas as 9 procedências são consideradas, as análises envolvendo os parâmetros de crescimento obtidos nas diferentes idades e locais de experimentação mostram diferenças somente para um grupo de 3 procedências que são muito próximas entre si, na sua origem. Tais diferenças são, provavelmente, decorrentes do sistema de amostragem de árvores utilizado na coleta de sementes dessas procedências ou, então, a variação ecotípica é muito importante para a espécie.

Os parâmetros genéticos obtidos para as características de crescimento de plantas analisadas individualmente para cada procedência não mostraram uma mesma tendência para as progênies de uma mesma procedência, indicando variações substanciais entre procedências quanto à sua estrutura genética, ou, então, novamente o sistema de amostragem de árvores utilizado na coleta de sementes dessas procedências estaria interferindo nos resultados obtidos.

Foram observadas variações genéticas entre progênies para crescimento em altura e diâmetro de plantas, nos diferentes locais e idades avaliadas, porém não se verificou uma tendência comum para os padrões de variação dos parâmetros genéticos, mostrando um comportamento diferenciado entre os locais.

As estimativas de coeficientes de herdabilidade, no sentido restrito, para altura, ao nível de plantas, variaram tanto entre locais como dentro de locais, não mostrando um padrão de variação comum entre os locais ensaiados, em função do decorrer da idade das árvores. Para diâmetro de plantas, os coeficientes de herdabilidade mostraram maior variação entre locais do que dentro de locais experimentais, apresentando uma tendência de decrescer com a idade das árvores, exceção feita ao local de Planaltina-DF.

Para altura de plantas, o padrão do coeficiente de variação genética obtido em cada um dos locais, em função da idade, mostra uma tendência de acompanhar o padrão de varia

ção do coeficiente de herdabilidade, com maiores valores ocorrendo, em ordem decrescente, para o ensaio de Planaltina-DF, Bom Despacho-MG, Aracruz-ES e Anhembi-SP.

As análises de locais em conjunto também revelaram variações genéticas entre progênies para as características de crescimento e idades estudadas. A interação de progênies por locais foi expressiva somente aos 2 e 3 anos de idade, com maior magnitude para altura de plantas. O efeito de local foi sempre expressivo, com tendência a diminuir de valor em função da idade das árvores. Da mesma forma que aquela ocorrida para as análises individuais de locais, os parâmetros genéticos e não genéticos obtidos das análises dos locais em conjunto não revelaram uma mesma tendência.

Os valores obtidos para os coeficientes de herdabilidade indicam boas perspectivas de ganhos genéticos através da seleção, para as características de crescimento estudadas.

## 6. LITERATURA CITADA

- ALLARD, R.W. e A.D. BRADSHAW, 1964. Implications of genotype environment interactions in applied plant breeding. *Crop Science*, 4,503-508.
- ARBEZ, M. e C. MILLER, 1972. Variabilitē, heritabilitē et correlations entre caractères chez de jeunes plants de Pin Larício de Calabre (*Pinus nigra* spp.) Laricio van calabrica). Consequences et problēmes des indices de sélection. IUFRO, Genetic SABRAD Joint Symposium. Tokyo.
- ASSIS, T.F. de, 1980. Estimativas de herdabilidades e correlações em progēnies jovens de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. UFV, Viçosa, 38p. (Tese de Mestrado).
- BARBER, H.N., 1965. Selection in natural populations. Heredity, 20:551-572.
- BIROT, Y. e C. CHRISTOPHE, 1983. Genetic structures and Expected Genetic Gains from multitrait selection in wild populations of Douglas Fir and Sitka spruce. Silvae Genetica, 32(5/6):141-151.
- BLAKE, S.T., 1977. Four new species of Eucalyptus: Canberra, Austrobaileya Timb. Bureau. 359p.

- BORGES, R.C.G., 1979. Estimativas de herdabilidades e correlações entre caracteres em *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. U.F.V., Viçosa. 49 p. (Tese de Mestrado).
- BORGES, R. de C.G., 1980. Estimativas de herdabilidades e correlações entre caracteres de crescimento em *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. UFV, Viçosa. 42p. (Tese de Mestrado).
- BRASIL, M.A.M., 1983. Variação da densidade básica da madeira entre e dentro de procedências de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. UNESP, Botucatu, 89 p. (Tese de Livre Docência).
- BREWBAKER, J.L., 1967. Comparison of tree improvement programs with crop breeding programs. In: Proceedings of the ninth southern conference on forest tree improvement. Knoxville, Tennessee, p.41-49.
- BROWN, A.H.D.; A.C. MATHESON e K.G.ELDRIDGE, 1975. Estimation of the mating systems of *Eucalyptus obliqua* L'Herit by using allozyme polymorphisms. Journal of Botany, 23:931-949.
- BRUNE, A. e B. ZOBEL, 1981. Genetic base populations, pools and breeding populations for eucalyptus in Brazil. Silvae Genetica, 30(4/5):146-149.
- BURDON, R.D.; C.J.A. SHELBOURNE e M.D. WILCOX, 1977. Advanced selection strategies. In: Third world consultation of forest tree breeding. Canberra, FAO. 21-26; março, 10p.
- BURDON, R.N. e G. NAMKOONG, 1983. Short note: multiple populations and sublimes. Silvae Genetica, 32 (5/6):221-224.
- BURLEY, J., 1976. Genetics systems and genetic conservation of tropical pines. In: Tropical Trees: Variation, breeding and conservation. J. Burley and B.T. Styles. Ed. Acad. Press. London, 2:85-100.
- CHRISTOPHE, C. e Y. BIROT, 1979. Genetic variation within

- and between populations of Douglas Fir. Silvae Genetica, 28(5/6):197-206
- CHRISTOPHE, C. e Y. BIROT, 1983. Genetic Structures and Expected Genetic Gains from Multitrait Selection in Wild Populations of Douglas Fir and Sitka spruce II. Practical application of index selection on several populations. Silvae Genetica, 32(5/6):173-181.
- COCKERHAM, C.C., 1963. Estimations of genetic variances. In: HANSON, W.D. e H.F. ROBINSON (Ed.). Statistical genetics and plant breeding. Nacional Acad. Sci. Nacional Res. Council. p.53-93.
- CORBASSON, M. e C. COSSALTER, 1983. Essais de provenances D' *Eucalyptus urophylla* Blake realises a partir des provenances recoltees par le Centre Technique Forestier Tropical. Silvicultura, São Paulo, 8(31):424-426.
- CROW, J.F. e M. KIMURA, 1970. An introductions to populations genetics theory. New York, Harper & Row. 591p.
- DANIELS, J.D., 1984. Role of tree improvement in intensive forest management. Forest Ecology and Management, 8(3/4): 161-165.
- DARROW, K. e K.R. ROEDER, 1983. Provenance trials of *Eucalyptus urophylla* and *E. alba* in South Africa: Seven-year Results. South African Forestry Journal, (125):20-28.
- DAVIDSON, J., 1972. Variation, association and inheritance of morphological and wood characters in an improvement programme for *Eucalyptus deglupta* Blume. Canberra, Australia National University. 263p. (Ph.D. Thesis).
- DITLEVSEN, B., 1980a. Sistemas y diseños de cruzamento controlado. In: FAO/DANIDA. Mejora genética de árboles forestales: Informe sobre el curso de capacitación sobre la mejora genética de árboles forestales. Roma, FAO/DANIDA. p. 197-212.
- DITLEVSEN, B., 1980b. Interpretación estadística de los re-



- sultados de ensayos. In: FAO/DANIDA. Mejora genética de árboles forestales: Informe sobre el curso de capacitación sobre la mejora genética de árboles forestales. Roma, FAO/DANIDA. p.118-140.
- DORAN, J.C., 1983. Recent seed collections of eucalyptus in Australia and Indonesia and availability of seed for provenance research. In: SIMPÓSIO IUFRO EM MELHORAMENTO GENÉTICO E PRODUTIVIDADE DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE RÁPIDO CRESCIMENTO, Águas de São Pedro, 1980. Anais. São Paulo, Sociedade Brasileira de Silvicultura. p.443-449.
- ELDRIDGE, K.G., 1972. Genetic variation in the growth of *Eucalyptus regnans* from altitudinal transect of mount Erica, Victoria. Department of primary Industry, Forestry and Timber Bureau. 71p. (Bulletin, 46).
- ELDRIDGE, K.G., 1976. Breeding systems, variation and genetic improvement of tropical *Eucalyptus*. In: BURLEY, J. e B.T. STYLES. Tropical trees; variation, breeding and conservation. London, Academic Press. 243p.
- ELDRIDGE, K.G., 1977. Genetic improvement of *Eucalyptus*. In: Third World consultation on forest tree breeding. Canberra, 21-26, Março. Roma, FAO. 12p.
- ELDRIDGE, K.G. 1978. Genetic improvement of *Eucalyptus*. Silvae Genetica, 27(5):205-209.
- EL-KASSABY, Y.A.; F.C. YEH e O. SZIKLAI, 1981. Estimation of the outcrossing rate of Douglas Fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco) using allozyme polymorphisms. Silvae Genetica, 30(6):182-184.
- FALCONER, D.S., 1981. Introdução à genética quantitativa. Viçosa, Imprensa Universitária. 279p.
- FAULKNER, R., 1979. The exploitation of genetic variation by selection and breeding. The ecology of even-aged forest populations. In: IUFRO proceedings of the meeting of division 1. International union of Forest Research organiza-

- tions. Edinburg, p. 99-117.
- FONSECA, S.M. da, 1982. Variações fenotípicas e genéticas em bracaatinga *Mimosa scabrella* Benth. ESALQ/USP, Piracicaba, 86p. (Tese de Mestrado).
- FRANKLIN, E.C., 1979. Model relating levels of genetic variance to stand development of North America conifers. Silvae Genetica, 28 (5/6):207-212.
- GODDARD, R.E., 1977. Genotype - environment interaction in slash pine. In: Third world consultation on forest tree breeding. Canberra, 21-26, março. Roma. FAO. 8p.
- GOLFARI, L. e R.L. CASER, 1977. Zoneamento ecológico da região Nordeste para experimentação florestal. Belo Horizonte - te, PRODEPEF. 66p. (Série Técnica, 11).
- GOLFARI, L.; R.L. CASER e V.P.G. MOURA, 1978. Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil (2ª aproximação). Belo Horizonte, PRODEPEF. 116p. (Série Técnica).
- GULLBERG, U.; R. YAZDANI e D. RUDIN, 1982. Genetic differentiation between adjacent populations of *Pinus silvestris*. Part IV: Ecological differentiation of forest trees. Silvae Fennica, 16(2):205-214.
- HARAHAP, R.M.S., 1979. Provenance trials of *Eucalyptus urophylla*. Translation and summarization of the Forest Research Institute report 296. 7p.
- JACOBS, M., 1976. Eucalyptus for planting. Rome, FAO. 398p.
- JEFFERS, J.N.R., 1959. Experimental design and analysis in forest research. Int. Union Forest Res. Organ. 172p. Stockholm: Almqvist and Wiksells.
- KAGEYAMA, P.Y., 1980. Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. ESALQ/USP, Piracicaba. 125p. (Tese de Doutorado).

- KAGEYAMA, P.Y., 1981. Endogamia em espécies florestais. Série Técnica, IPEF, Piracicaba, 2(8):1-40.
- KAGEYAMA, P.Y., 1983. Seleção precoce a diferentes idades em progênies de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. ESALQ/USP, Piracicaba. 147p. (Tese de Livre Docência).
- KAHLER, A.; M.C. CLEGG e R.W. ALLARD, 1975. Evolutionary changes in the mating system of an experimental population of barley (*Hordeum vulgare* L.). Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States, 72:943-946.
- KEDHARNATH, S. e R.K. VAKSHASYA, 1977. Estimatives of components of variance, heritability and correlations among some growth parameters in *Eucalyptus tereticornis*. In: Third world consultation on forest tree breeding. Canberra, Roma, FAO, 21-26, 5p.
- KEMP, R.H., 1976. Seed procurement for species and provenance research. In: BURLEY, J & WOOD, P.J. A manual on species and provenance research particular reference to the tropics. Oxford, Commonwealth Forestry Institute. p.32-48.
- KLEINSCHMIT, J., 1979. Limitations for restriction of genetic variation. Silvae Genetica, 28(2/3):61-67.
- KNOWLES, P., 1984. Genetic variability among and within closely spaced populations of lodgepole pine. Canadian Journal of Genetics and Cytology, 26(2):177-190.
- KOSKI, V. 1982. How to study the rate of inbreeding in populations of *Pinus silvestris* and *Picea abies*. Part I. Estimation of mating systems of forest trees. Silvae Fennica, 16(2):83-87.
- KREMER, A., 1981. Determinisme genétique de la croissance en hauteur du Pin maritime (*Pinus pinaster* Arr.). III. Evolution des composants de la variance phenotypique et genotypique. Ann. Sci. Forest, 38(3):355-375.

- KRISHNASWAMI, S.; R.S. VINATA RAI e V.M. SRINIVASAN, 1982. Genetic parameters and inter se correlation of morphophysiological attributes in seven species of *Eucalyptus*. Silvae Genetica, 31 (2/3):41-100. p.41-43.
- LAMBETH, C.C.; J.P. VAN BUIJTENEN e S.D. DUKE, 1983. Early selection is effective in 20-year-old Genetic Tests of Loblolly Pine. Silvae Genetica, 32 (5/6):210-215.
- LANGNER, W., 1961. An international provenance trial with *Larix leptolepsis*. Eighth Northeast. Forest Tree Imp. Conf. Proc. 1960:6-8.
- LARSEN, C.S., 1947. Estimation of the genotype in forest trees. Royal Veterinary and Agricultural year book. Copenhagen. p.87-128.
- LINDGREN, D., 1976. Inbreeding and coancestry. In: Joint Meeting IUFRO on Advanced Generations Breeding, Bordeaux, 14-18 June. 21p.
- LUNDKVIST, K., 1982. Genetic structures in natural and cultivated forest tree populations. Part. III. Patterns of adaptation in forest trees. Silvae Fennica, 16(2):141-149.
- MARTIN, B. e C. COSSALTER, 1975a. Les *Eucalyptus* des Iles de La Sonde. Bois et Forêts des Tropiques (163):3-25.
- MARTIN, B. e C. COSSALTER, 1975b. Les *Eucalyptus* des Iles de la Sonde. Bois et Forêts des Tropiques. (164):3-14.
- MARTIN, B. e C. COSSALTER, 1975c. Les *Eucalyptus* des Iles de la Sonde. Bois et Forêts des Tropiques. (165):3-20.
- MARTIN, B. e C. COSSALTER, 1976a. Les *Eucalyptus* des Iles de la Sonde. Bois et Forêts des Tropiques. (166):4-22.
- MARTIN, B. e C. COSSALTER, 1976b. Les *Eucalyptus* des Iles de la Sonde. Bois et Forêts des Tropiques. (167):3-24.
- MCNEILL, C.I. e S.K. JAIN, 1983. Genetic differentiation studies and phylogenetic inference in the plant genus *Limnathes* (Section *Inflexae*). Theoretical and Applied Genetics,

- 66(3/4):257-269.
- MEIR, R.J. e J.F. GOGGANS, 1977. Hereditabilite of height, diameter, and specific gravity of young Virginia Pine. Forest Science, 23(4):450-456.
- MITTON, J.B.; Y.B. LINHART; M.L. DAVIS e K.B. STURGEON, 1981. Estimation of outcrossing in Ponderosa pine (*Pinus ponderosa* Laws) from patterns of segregation of protein polymorphisms and from frequencies of Albino seedlings. Silvae Genetica, 30(4/5):117-121.
- MUONA, O., 1982. Potential causes for multilocus structure in predominantly outcrossing populations. Part II - Populations structure of forest trees. Silvae Fennica, 16(2):107-114.
- NAMKOONG, G., 1966. Imbreeding effects on estimation of genetic additive variance. Forest Science, 12:8-13.
- NAMKOONG, G., 1972. The role of quantitative genetic in forest tree breeding. IUFRO Genetics - Sabrao Joint Symposium. Tokio, A-1(I):1-7.
- NAMKOONG, G. e J.H. ROBERDS, 1982. Short term loss of neutral alleles in small - population breeding. Silvae Genetica, 31(1):1-6.
- NAMKOONG, G. e M.T. CONKLE, 1976. Time trends in genetic control of height growth in ponderosa pine. Forest Science, 22:2-12.
- NAMKOONG, G.; R.A. USANIS e R.R. SILEN, 1972. Age selected variation in genetic control of height growth in Douglas Fir. Theoretical and Applied Genetics, 42:151-159.
- NAMKOONG, G.; R.D. BARNES e J. BURLEY, 1980. A philosophy of breeding strategy for tropical forest trees. Tropical Forest Papers, Commonwealth Forestry Institute, Oxford, (16): 1-67.
- NANSON, A., 1974. Some problems of application of quantitati

ve genetic to forest tree breeding. In: Joint IUFRO Meeting Working Parties on Population and Ecological Genetics, Breeding Theory and Progeny Testing, Stockholm, 1974. Proceedings, Stockholm, IUFRO. p.1-15.

NIENSTAEDT, H., 1975. Adaptive variation: manifestations in tree species and uses in forest management and tree improvement. In: Proc. 15th Meeting of Canadian Tree Improvement Association. Chalk River, Part 2 (18-22). p.11-23.

PALMBERG, C. e G.H. MELCHIOR, 1980. La recolección y manejo de semillas forestales. In: FAO/DANIDA. Mejora genética de árboles forestales: Informe sobre el curso de capacitación sobre la mejora genética de árboles forestales. Roma, FAO/DANIDA. p.57-74.

PARK, Y.S. e D.P. FOWLER, 1982. Effects of inbreeding and genetic variances in a natural population of Tamarack (*Larix laricina* (DU ROI) K. Koch) in Eastern Canada. Silvae Genetica, 31(1):21-26.

PERRY, D.A., 1979. Variation between and within tree species. The ecology of even-aged forest plantations. In: IUFRO proceedings of the meeting of division 1. International Union of Forestry Research Organizations. Edinburgh. p.71-98.

PIMENTEL GOMES, F., 1976. Curso de estatística experimental. 6.ed. Piracicaba, Livraria Nobel. 430p.

PINTO JR., J.E.; A.J. MIGLIORINI; M.K. MORITA e M. FERREIRA, 1981. Produção de mudas para experimentação: sistema racionalizado. Circular Técnica IPEF, Piracicaba, (140):1-9.

PIRES, I.E., 1984. Variabilidade genética de uma população de algaroba, *Prosopis juliflora* (S.W.) SC. - na região de Soledade-Paraíba. ESALQ/USP, Piracicaba, 87p. (Tese de Mestrado).

PIRES, I.E. e M.A. DRUMOND, 1983. Parâmetros genéticos em florestas. Seminário apresentado à disciplina "Melhoramento

- Florestal", do curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. ESALQ/USP, Piracicaba, 38p.
- PRYOR, L.D., 1961. Inheritance, selection and breeding in *Eucalyptus*. In: WORLD EUCALYPTUS CONFERENCE, 2 th, São Paulo, 1961. Report and documents. p.297-304.
- PRYOR, L.D., 1975. *Eucalyptus*. In: FAO/UNEP. Report on a pilot study on the methodology of conservation of Forest Genetic Resources, based on the work of ROCHE, R.L. and others authors. Roma, p.79-84.
- REHFELDT, G.E., 1983. Genetic variability within Douglas Fir populations: implications for tree improvement. *Silvae Genetica*, 32(1-2):9-14.
- SAMUEL, C.J.A. e R.C.B. JOHNSTONE, 1979. A study of population variation and inheritance in Sitka spruce. I. Results of greenhouse, nursery and early forest progeny tests. *Silvae Genetica*, 28(1):26-32.
- SHELBOURNE, C.J.A., 1972. Genotype - Environment interaction: Its study and its implications in Forest Tree Improvement. In: IUFRO Genetic SABRAO JOINT Symposia. Tokyo.
- SHIMIZU, J.Y.; P.Y. KAGEYAMA e A.R. HIGA, 1982. Procedimentos e recomendações para estudos de progênies de essências florestais. Curitiba, EMBRAPA-URPFCS. 32p. (EMBRAPA-URPFCS. Documentos, 11).
- SNYDER, E.B., 1966. Lattice and compact family block designs in forest genetics. In: Joint Proceeding, Second Genetic Workshop of the Society of American Foresters and the Seventh Lake States Forest Tree Improvement Conference. St. Paul, Minnesota, US. For. Serv. (Res. Pap. NC-6) p.12-17.
- SQUILLACE, A.E. 1967. Where we stand on techniques and seed orchard culture: selection of superior trees. In: Proceeding of ninth Southern Conference on forest tree improvement. Knoxville, Tennessee. p.7-9.

- STEEL, R.G.D. e J.H. TORRIE, 1980. Principles and procedures of statistics. 2.ed. New York, Mc Graw-Hill Book Company. 633p.
- STERN, K. e L. ROCHE, 1974. Genetics and forest ecosystems. Berlin, Spring-Verlag. 330p.
- STEINER, K.C., 1979. Patterns of variation in bud-burst timing among populations in several *Pinus* species. Silvae Genetica, 28(5/6):185-194.
- STONECYPHER, R.W., 1967. Field testing and data handling in Forest Genetics Research. In: Proceedings of the Ninth Southern Conference on Forest Tree Improvement. Knoxville, Tennessee. p.15-19.
- SZMIDT, A., 1982. Genetic variation in isolated populations of stone pine (*Pinus cembra*) Part IV. Ecological differentiation of forest trees. Silvae Fennica, 16(2):196-200.
- TODA, R., 1972. Heritability problems in forest genetics. In: IUFRO Genetic Sabrao Joint Symposia, Tokyo. p.1-9.
- TURNBULL, J.W., 1975. Seed Collection of Eucalyptus. Training Course on Forest Seed Collection and Handling. FAO/DANIDA. Roma, 2:337-346.
- TURNBULL, J.W., 1977. Exploration and conservation of Eucalypt gene resources. In: Third World Consultation on Forest Tree Breeding. Canberra, Australia FAO/IUFRO FA-FTB-77 - 1/4, 13p.
- VAN WYK, G., 1977. Progress with the *Eucalyptus grandis* breeding programme in the Republic of South Africa. In: Third World Consultation on Forest Tree Breeding. Canberra, FO-FTB-77-3/13; 5p.
- VENCOVSKY, R., 1978. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. (coord.). Melhoramento de milho no Brasil. Piracicaba, Fundação Cargill. p.122-199.



- VIEIRA, F.S. e B. BUCSAN, 1977. Relatório de viagem realizada no período de maio a agosto de 1977, à República da Indonésia, com finalidade de coleta de sementes de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus alba*. 48p. (Não publicado).
- VIEIRA, F.S. e B. BUCSAN, 1978. Ocorrências naturais de *Eucalyptus urophylla* na Indonésia. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3., Manaus. Anais. São Paulo, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1979. p.359-61.
- WITTER, M.S. e P.P. FERET, 1979. Inheritance of esterase and acid phosphatase isozymes in Virginia Pine and application of the isozyme technique to a seed orchard population. Silvae Genetica, 28(5/6):173-256.
- WOODS, J.H.; G.M. BLAKE e F.W. ALLENDORF, 1983. Amount and distribution of Isozyme variation in Ponderosa pine from Eastern Montana. Silvae Genetica, 32(5/6):151-157.
- YING, C.C. e E.K. MORGENSTERN, 1979. Correlations of height growth and heritability at different ages in white spruce. Silvae Genetica, 28(5/6):181-185.

A P Ê N D I C E S

1. Resultados de avaliação de crescimento, em altura e diâmetro ( $\overline{DAP}$ ), e porcentagem de falhas de plantas de *E. urophylla*, a nível de procedências da Ilha Flores, aos 3 anos de idade.

| Procedência        | Nº progê<br>nias | Altura (m)  |       | $\overline{DAP}$ (cm) |       | %<br>falhas |
|--------------------|------------------|-------------|-------|-----------------------|-------|-------------|
|                    |                  | amplitude   | média | amplitude             | média |             |
| Egon I             | 5                | 14,09-15,28 | 14,64 | 11,03-12,13           | 11,56 | 4,00        |
| Ilegele            | 13               | 13,61-15,28 | 14,58 | 9,97-12,04            | 11,07 | 6,15        |
| Salesópolis-Brasil | 1                | -           | 14,25 | -                     | 11,38 | 10,00       |
| C.Branca-Brasil    | 2                | 14,05-14,44 | 13,76 | 11,35-11,41           | 11,05 | 13,33       |
| Ilimandiri         | 17               | 10,99-14,82 | 13,39 | 8,88-12,01            | 10,48 | 7,84        |
| Lewotobi           | 17               | 11,87-15,44 | 13,31 | 9,39-12,74            | 11,00 | 11,17       |
| Saler Wukoh        | 7                | 12,16-14,45 | 13,26 | 10,19-11,68           | 11,13 | 6,66        |
| Aradetung          | 8                | 9,69-14,98  | 13,19 | 5,82-11,35            | 10,20 | 7,50        |
| Linhares-Brasil    | 3                | 13,21-14,18 | 13,04 | 10,07-12,35           | 10,07 | 17,78       |
| Londangwang        | 16               | 11,56-14,42 | 12,99 | 9,25-12,21            | 10,64 | 7,92        |
| Ende               | 5                | 12,28-13,79 | 12,98 | 9,49-11,09            | 10,08 | 0,67        |
| Wukoh              | 8                | 11,41-13,85 | 12,95 | 9,61-11,41            | 10,53 | 15,00       |
| Camaquã-Brasil     | 1                | -           | 12,77 | -                     | 10,07 | 20,00       |
| Egon II            | 12               | 9,70 14,27  | 12,74 | 8,14-12,48            | 10,54 | 6,67        |
| Média              | -                | 9,69-15,44  | 13,42 | 5,82-12,74            | 10,70 | -           |

Fonte: IPEF - Relatório das análises dos dados da 3.<sup>a</sup> medição (3 anos) do projeto 15628

2. Resultados de avaliação de crescimento, em altura e diâmetro ( $\overline{DAP}$ ), e porcentagem de falhas de plantas de *E. urophylla*, a nível de procedências da Ilha Timor, aos 3 anos de idade.

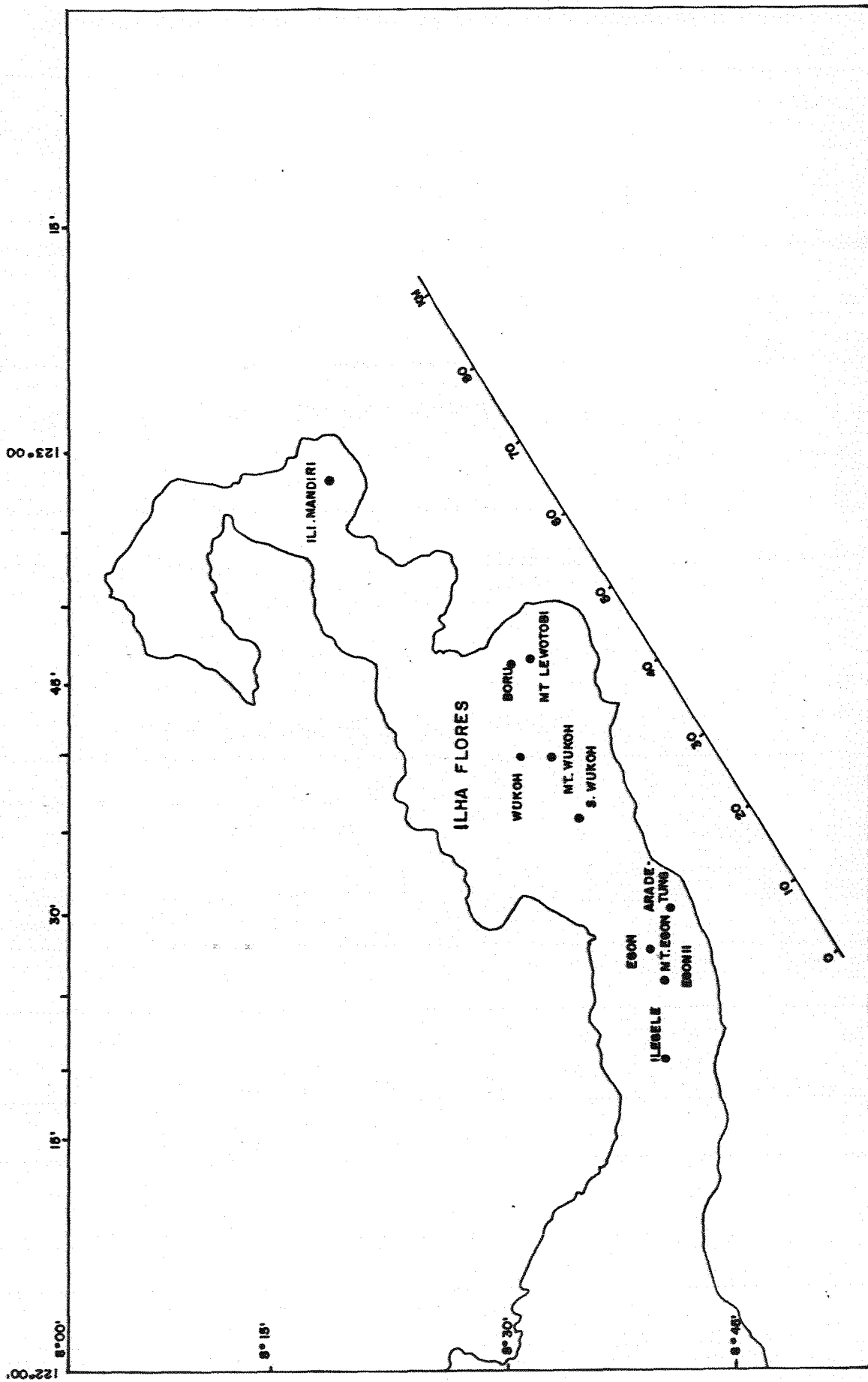
| Procedência        | Nº progê<br>nies | Altura (m)  |       | $\overline{DAP}$ (cm) |       | %<br>falhas |
|--------------------|------------------|-------------|-------|-----------------------|-------|-------------|
|                    |                  | amplitude   | média | amplitude             | média |             |
| C.Branca-Brasil    | 2                | 13,30-14,83 | 14,12 | 12,62-12,82           | 12,72 | 16,67       |
| Salesópolis-Brasil | 2                | 12,47-13,77 | 14,07 | 10,28-11,76           | 11,02 | 10,00       |
| Camaquã-Brasil     | 2                | 14,05-14,18 | 13,76 | 11,36-12,60           | 11,98 | 10,00       |
| Timor              | 1                | -           | 13,33 | -                     | 11,09 | 10,00       |
| Fatumnasi          | 8                | 12,18-13,54 | 13,12 | 9,45-11,32            | 10,32 | 9,17        |
| Timau              | 9                | 12,17-13,83 | 13,09 | 9,55-13,00            | 11,39 | 13,33       |
| Lelogama           | 9                | 11,00-14,35 | 12,92 | 9,04-12,65            | 10,97 | 7,04        |
| Kekneno            | 9                | 10,65-13,86 | 12,65 | 8,89-11,68            | 10,37 | 7,41        |
| Fatusunam          | 5                | 12,61-14,03 | 12,30 | 10,11-11,80           | 10,91 | 8,00        |
| Nautsusu           | 8                | 9,11-12,80  | 12,19 | 9,20-12,23            | 10,68 | 22,08       |
| Linhares-Brasil    | 4                | 6,69-14,57  | 12,08 | 5,65-12,06            | 9,52  | 17,50       |
| Oebaha             | 15               | 7,76-14,23  | 11,40 | 6,56-12,65            | 10,38 | 14,22       |
| Média              | -                | 6,69-14,83  | 12,92 | 5,65-13,00            | 10,95 | -           |

Fonte: IPEF - Relatório das análises dos dados da 3ª medição (3 anos) do projeto 15627

3. Resultados de avaliação de crescimento, em altura e diâmetro ( $\overline{DAP}$ ), e porcentagem de falhas de plantas de *E. urophylla*, a nível de procedências das Ilhas Alor, Lomblem, Adonara e Pantar, aos 3 anos de idade.

| Procedência        | Nº progê<br>nies | Altura (m)  |       | DAP (cm)    |       | %<br>falhas |
|--------------------|------------------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|
|                    |                  | amplitude   | média | amplitude   | média |             |
| Moimang-Alor       | 6                | 12,88-13,85 | 13,42 | 10,83-12,53 | 11,35 | 1,11        |
| Camaquã-Brasil     | 2                | 12,37-13,19 | 13,28 | 10,22-11,67 | 10,95 | 8,33        |
| C.Branca-Brasil    | 2                | 12,09-13,69 | 12,89 | 9,43-10,91  | 10,17 | 6,67        |
| Linhares-Brasil    | 3                | 12,37-13,02 | 12,70 | 8,86-10,66  | 11,12 | 11,67       |
| Woipui-Alor        | 10               | 12,02-13,61 | 12,62 | 10,37-12,33 | 9,81  | 6,67        |
| Ilegele-Lomblem    | 24               | 10,26-14,38 | 12,47 | 7,64-12,23  | 10,18 | 6,67        |
| Waikui-Alor        | 11               | 10,79-14,06 | 12,41 | 8,30-11,20  | 10,07 | 10,00       |
| Wetuna-Adonara     | 10               | 10,71-13,27 | 12,34 | 8,38-11,26  | 10,24 | 7,67        |
| Oseama-Adonara     | 12               | 10,97-14,19 | 12,29 | 8,86-11,99  | 10,27 | 8,05        |
| Raululang-Alor     | 6                | 11,69-13,09 | 12,23 | 9,25-11,50  | 10,23 | 5,56        |
| G.Palmen-Pantar    | 5                | 11,17-13,21 | 12,13 | 10,82-12,84 | 11,46 | 15,33       |
| Salesópolis-Brasil | 1                | -           | 12,00 | -           | 9,38  | 6,67        |
| Média              | -                | 10,26-14,38 | 12,57 | 7,64-12,84  | 10,43 | -           |

Fonte: IPEF - Relatório das análises dos dados da 3ª medição (3 anos) do projeto 15629



4. Figura ilustrando localização geográfica das procedências, na Ilha Flores.  
Fonte: DORAN (1983).