

**VARIAÇÃO GENÉTICA DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA
EM PROGÊNIES DE *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden E SUAS
RELAÇÕES COM AS CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO.**

MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. PAULO YOSHIO KAGEYAMA

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Maio - 1987

Aos meus pais,

Mario e Lourdes,

pelo exemplo,

DEDICO.

A minha esposa Selma,

filha Marcela e

sogra Diolinda,

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

. Ao Prof. Dr. PAULO YOSHIO KAGEYAMA, pela orientação e amizade;

. Ao Prof. Dr. LUIZ ERNESTO GEORGE BARRICHELO e ao Prof. Dr. ROLAND VENCovsky, pelas sugestões;

. Ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF, pela ajuda fornecida, em especial ao Técnico de Computação JAIR AUGUSTO DIEHL, pela elaboração de programas de computação, para a realização das análises de variância em látice;

. Às laboratoristas do Setor de Sementes do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ, em especial a ALBA VALÉRIA MASETTO, pela sua colaboração na determinação da densidade básica da madeira;

. Aos colegas do curso pela amizade, troca de informações e sugestões, em especial ao FERNANDO PATIÑO-VALERA, EDSON SEIZO MORI, ISMAEL ELEOTÉRIO PIRES e JOÃO ANTONIO DA COSTA ANDRADE;

. A MARCO EUSTÁQUIO DE SÁ, SALATIER BUZETTI, FLO RISVALDO POLIZELI, MARIA DE LOURDES T.M. POLIZELI ALINE POLIZELI e JOSÉ CAMBUIM, pelo apoio e amizade.

. A CAPES-PICD pela bolsa de estudos concedida;

. Às funcionárias da biblioteca do IPEF, em especial a MARIALICE METZEKER POGGIANI, pelo apoio concedido;

. A Champion Papel e Celulose S.A. e a Duratex S.A., pelo fornecimento de suas equipes de campo no corte das árvores dos testes de progênies em Brotas-SP e Lençóis Paulista-SP, respectivamente;

. A minha esposa SELMA MARIA B. DE MORAES pela colaboração na coleta dos dados e incentivo constante;

. Enfim a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

| | Página |
|--|--------|
| RESUMO | ix |
| SUMMARY | xii |
| 1. INTRODUÇÃO | 01 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 03 |
| 2.1. O <i>Eucalyptus grandis</i> e a importância da densidade básica da madeira | 03 |
| 2.2. Parâmetros genéticos para densidade bási ca da madeira | 05 |
| 2.2.1. Ensaios de progênies e parâmetros genéticos | 05 |
| 2.2.2. A densidade básica da madeira e a herdabilidade | 07 |
| 2.2.3. Correlações genéticas e fenotípicas entre a densidade básica da madei ra e as características crescimen to | 09 |
| 2.3. Melhoramento e a densidade básica da ma deira | 18 |
| 2.3.1. Ganhos na seleção obtidos pela den sidade básica da madeira | 18 |
| 2.3.2. Efeitos da interação genótipo x am biente sobre a densidade básica da madeira | 21 |
| 2.3.3. A densidade básica da madeira e as estratêgias de melhoramento | 28 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 32 |
| 3.1. Material | 32 |
| 3.2. Métodos | 33 |
| 3.2.1. Instalação dos ensaios | 33 |

| | |
|--|----|
| 3.2.2. Coleta de dados | 35 |
| 3.2.3. Análise estatística e estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos | 36 |
| 3.2.3.1. Análise de variância individual para cada uma das características, em cada local..... | 36 |
| 3.2.3.2. Estimação de variâncias genéticas e fenotípicas ... | 39 |
| 3.2.3.3. Estimação dos coeficientes de herdabilidade e de variação genética, variação dentro de progênies e variação fenotípica | 40 |
| 3.2.3.4. Estimação dos progressos genéticos na seleção | 41 |
| 3.2.3.5. Análise de variância conjunta para cada uma das características, envolvendo os três locais de ensaio | 42 |
| 3.2.3.6. Cálculo do coeficiente de correlação e da variância da interação progênies x locais para os pares de locais em cada uma das características | 45 |
| 3.2.3.7. Estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos nas análises conjuntas | 47 |
| 3.2.3.8. Análise de covariância entre pares de características para cada local | 49 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 3.2.3.9. | Estimação de correlações genéticas e fenotípicas entre pares de características | 50 |
| 3.2.3.10. | Estimação da resposta correlacionada na seleção | 51 |
| 4. | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 53 |
| 4.1. | Resultados das análises de variância individuais e conjuntas para as características de crescimento e densidade básica da madeira, aos sete anos de idade | 53 |
| 4.2. | Estimação de variâncias genéticas e fenotípicas e seus respectivos coeficientes de variação e de herdabilidade, para as características de crescimento e densidade básica da madeira ao nível de análises individuais e conjuntas, aos sete anos de idade | 63 |
| 4.3. | Estimativa de ganhos genéticos com seleção entre e dentro de progênies para as características altura, dap, volume cilíndrico e densidade básica da madeira, nos três locais de ensaios aos sete anos de idade | 72 |
| 4.4. | Estimativas da resposta correlacionada e de coeficientes de correlações genéticas e fenotípicas entre pares de características nos três locais de ensaios, aos sete anos de idade | 78 |

| | Página |
|----------------------------------|--------|
| 5. CONCLUSÕES | 89 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 92 |
| APÊNDICES | 107 |

VARIAÇÃO GENÉTICA DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA EM
PROGÊNIES DE *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden E
SUAS RELAÇÕES COM AS CARACTERÍSTICAS DE
CRESCIMENTO

Autor: Mário Luiz Teixeira de Moraes

Orientador: Prof. Dr. Paulo Yoshio Kageyama

RESUMO

A variação genética da densidade básica da madeira e das características de crescimento: altura, dap e volume cilíndrico foi estudada em progênies de polinização livre de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden de árvores selecionadas fenotipicamente em uma população-base instalada em Mogi-Guaçu e Salto.

Os testes de progênies foram instalados em três locais: Anhembi, Brotas e Lençóis Paulista, em novembro de 1976. O delineamento utilizado foi o látice triplo 8 x 8. Os 64 tratamentos foram constituídos por progênies de árvores selecionadas da população-base, progênies de outras populações, testemunha comercial e amostra da população-base sem seleção.

O desenvolvimento das progênies nos três lo

cais, aos sete anos, foi satisfatório, sendo que em Anhembi se obteve as melhores médias para as características de crescimento e em Lençóis Paulista a densidade básica da madeira apresentou a maior média. Em todos os locais a densidade básica da madeira apresentou considerável variação genética, enquanto que para as características de crescimento essas variações foram menos expressivas.

A importância da interação progênies x locais foi determinada nas análises conjuntas, envolvendo os locais estudados. A densidade básica da madeira foi a característica que teve a menor influência dessa interação, como mostrou o coeficiente de variação da interação progênies x locais. Dentre as características de crescimento a altura foi a menos influenciada pelo ambiente.

A interação progênies x locais reduziu os valores de herdabilidade e daí os ganhos na seleção. Essa redução foi maior para o volume cilíndrico, seguindo-se o dap e a altura. A densidade básica da madeira apresentou a menor redução.

Ao nível de locais os maiores valores da herdabilidade e do ganho na seleção para todas as características, foram obtidos em Lençóis Paulista, seguindo-se Brotas e Anhembi. Isto foi devido ao fato de que em Lençóis Paulista os efeitos do ambiente sobre as progênies foram menores, como ficou evidenciado pelo maior valor da relação entre o coeficiente de variação genética e da varia

ção fenotípica encontrada nesse local.

As características de crescimento apresentaram altas correlações genéticas e fenotípicas entre si, mas destas com a densidade as correlações foram inexpressivas.

As estimativas das respostas correlacionadas evidenciaram que a seleção para a altura proporcionou maiores ganhos indiretos para o dap e o volume cilíndrico, que a seleção direta para essas características. A seleção para a densidade básica da madeira seria mais prejudicial às características de crescimento do que a seleção para essas características seria para com a densidade básica da madeira.

Algumas estratégias de melhoramento foram propostas, tal como a seleção para a altura entre e dentro de progênies, transformando o teste de progênies em um Pomar de Sementes por Mudas. Paralelamente a isso, as melhores árvores e progênies para a densidade básica da madeira seriam selecionadas e propagadas vegetativamente, para a formação de um Pomar de Sementes Clonal. Outra alternativa seria a seleção para a altura entre progênies e para a densidade básica da madeira dentro dessas progênies, para a sua transformação em um Pomar de Sementes por Mudas ou a formação de um Pomar de Sementes Clonal.

GENETIC VARIATION OF WOOD DENSITY IN PROGENIES OF
Eucalyptus grandis Hill ex Maiden AND ITS
RELATIONSHIPS WITH GROWTH CHARACTERISTICS

Author: Mario Luiz Teixeira de Moraes
Adviser: Prof. Dr. Paulo Yoshio Kageyama

SUMMARY

Genetic variation of wood density and other growth characteristics such as height, d.b.h. (diameter breast height) and cylindrical volume has been reported in open polinated progeny trials of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, from phenotypically selected trees within a base population settled in Mogi-Guaçu - Sp and Salto - SP.

Progeny tests were established in three sites: Anhembi, Brotas and Lençóis Paulista, in november, 1976. An 8x8 triple lattice design was used. The 64 treatments consisted of progenies of selected trees from the base population, progenies of other populations, comercial controls and base population without selection.

The development of the progenies in all three sites at seven years was satisfactory so that the best averages for growth characteristics were obtained in Anhembi, and wood density presented highest average in Lençóis Paulista. Wood density presented significant genetic variation in

all sites, while for growth characteristics these variations showed to be less significant.

The importance of progeny x site interaction was determined in joint analyses involving the studied localities. Wood density was the characteristic which suffered the least influence of this interaction, as shown by progeny x site interaction variation coefficient. Among growth characteristics height was the least influenced by environments.

The progeny x site interaction reduced the heritability values, and, therefore, affected selection gains. This reduction was wider for cylindrical volume followed by d.b.h. and height. Wood density presented the slightest reduction.

Concerning sites, major values of inheritance and selection gain were obtained in Lençóis Paulista followed by Brotas and Anhembi, for all characteristics. The reason for this is the fact that in Lençóis Paulista the environmental effects on progenies were of a lesser degree as demonstrated by a larger value of the relation between the genetic coefficient of variation and phenotypic coefficient of variation, found in that site.

Growth characteristics presented high phenotypic and genotypic correlations, although concerning to density these correlations were negligible.

The correlated response results showed that indirect selection for height provided higher gains for d.b.h. and cylindrical volume than direct selection for a these characteristics. Selection for wood density would cause more

damage to growth characteristics than the selection of such characteristics causes for wood density.

Some improvement strategies have been proposed such as the selection of height among and within progenies, thus converting the progenies test into a Seeding Seed Orchard; similarly, best trees and progenies for wood density would be selected and propagated vegetatively for the formation of a Clonal Seed Orchard. Another alternative would be the selection for height between progenies and for wood density within such progenies, to establish Clonal or Seedling Seed Orchard.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* é um dos mais utilizados em reflorestamento para a produção de madeira diversas para finalidades, em função de seu rápido e qualida- crescimento de da madeira.

O eucalipto foi introduzido no Brasil por Ed- mundo Navarro de Andrade, que trouxe uma coleção de espécies e variedades provenientes da Austrália, no início deste sécu- lo. Este material foi instalado no Horto de Rio Claro, sen- do multiplicado e distribuído para várias regiões do país e do exterior.

Dentre estas espécies está o *E. grandis* que é uma das mais utilizadas em vista de sua adaptação a diferen- tes condições ecológicas, o que possibilita resultados signifi- cativos de rendimento volumétrico nos vários locais.

A maior parte dos plantios desta espécie é rea- lizada a partir de sementes cujas qualidades genéticas e fi- siológicas nem sempre são as melhores, resultando no compro- metimento quantitativo e qualitativo dos mesmos.

Desta forma, diversas procedências e progê- nies vem sendo estudadas procurando-se o conhecimento da es- trutura genética destas populações, o que possibilita a obten

ção de material adequado ao desenvolvimento de programas de melhoramento florestal no país, objetivando a produção de sementes geneticamente melhoradas para o suprimento do mercado.

A densidade básica da madeira, uma das principais características usadas na avaliação da qualidade da madeira, é um caráter que pode ser favorecido pela produção de sementes melhoradas, porque é uma característica passível de melhoramento, por apresentar considerável valor da herdabilidade e alta variabilidade entre indivíduos.

O presente trabalho teve por finalidade: (a) determinar o valor genotípico de árvores superiores de *E. grandis*, selecionadas em uma população-base de origem australiana, em três municípios do Estado de São Paulo: Anhembi, Brotas e Lençóis Paulista; (b) determinar a variabilidade genética entre progênies para a densidade básica da madeira e características de crescimento: altura, dap e volume cilíndrico, tanto ao nível de locais individuais como em conjunto; (c) estudar a associação entre a densidade básica da madeira e as características de crescimento das árvores; (d) fornecer subsídio para uma continuidade do programa de melhoramento genético desta espécie; (e) estimar os efeitos da interação genótipo x ambiente sobre a densidade básica da madeira e as características de crescimento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O EUCALYPTUS GRANDIS E A IMPORTÂNCIA DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA

O gênero *Eucalyptus* é originalmente australiano, pois lá ocorrem cerca de 600 espécies e variedades, aparecendo também em Timor e algumas ilhas adjacentes como Flores, Alor, Solor e Wetar (PRYOR, 1976).

Segundo GOLFARI et alii (1978) a área de ocorrência natural do *E. grandis*. na Austrália, estende-se de forma descontínua e fragmentada por uma longa faixa costeira, desde Newcastle - N.S.W., latitude 32°51', até Atherton - Qld, latitude 17°. Embora existam diferenças de latitude entre estas duas localidades, sendo a primeira temperada e a segunda tropical, não existem diferenças climáticas apreciáveis entre ambas, pois no setor meridional os povoamentos estão situados quase ao nível do mar e no setor setentrional estão entre 600 e 1.250 m de altitude.

A procedência mais utilizada de acordo com KAGEYAMA et alii (1979) foi a de Coff's Harbour, que proporcionou a implantação de extensas áreas nos anos 69 e 70, nas regiões de Mogi-Guaçú e Salto no Estado de São Paulo, sendo que estas populações vem sendo utilizadas como bases para programas de

melhoramento, através de seleção intrapopulacional.

O *E. grandis* possui uma madeira leve e fácil de ser trabalhada, sendo que na Austrália e República Sul Africana é usada como madeira de construção, quando oriunda de plantações de ciclo longo, e para caixotaria, quando de ciclos curtos. A madeira obtida de árvore com crescimento rápido tem problemas de empenamento, contrações e rachaduras quando desdobradas. As plantações convenientemente manejadas podem produzir madeira excelente para serraria e laminação. É também a principal fonte de matéria prima para celulose e papel no Estado de São Paulo (FERREIRA, 1979).

Dentre as características que determinam a qualidade da madeira do *E. grandis*, destaca-se a densidade básica que é definida como sendo a relação entre o peso da amostra absolutamente seca e o seu volume verde, sendo obtida em g.cm^3 ou t. m^3 . Essa característica é o mais simples e útil índice para avaliação da qualidade da madeira, estando altamente correlacionada com a produção de polpa e com as propriedades mecânicas da madeira (MITCHEL, 1964).

A densidade básica da madeira é uma característica complexa, resultante da combinação de diversos fatores, tais como: dimensões das fibras, particularmente espessura da parede, volume dos vasos e parênquimas, proporção entre madeira primaveril e outonal e arranjo dos elementos anatómicos (FOELKEL et alii, 1971).

A obtenção de uma maior densidade básica da ma

deira promove um aumento nos rendimentos bruto e depurado, teor de rejeitos e na resistência ao rasgo, enquanto que uma menor densidade diminui as resistências à tração e ao arrebitamento (FOELKEL & BARRICHELO, 1975).

2.2. PARÂMETROS GENÉTICOS PARA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA

2.2.1. ENSAIOS DE PROGÊNIES E PARÂMETROS GENÉTICOS

a) Ensaios de progênies

Os ensaios de progênies instalados tanto a partir de sementes de polinização livre como de cruzamentos controlados representam uma das mais úteis ferramentas para o melhorista florestal. A sua utilização tem sido importante para a determinação do valor reprodutivo dos indivíduos selecionados, para a estimativa de parâmetros genéticos, para a seleção através de sua transformação em Pomares de Sementes por Mudas (KEIDING, 1974). MATHESON & RAYMOND (1984a) fazem inferências sobre testes de progênies usados para se determinar o valor dos pais em programas de melhoramento e aqueles que são utilizados para se fazer inferências sobre as progênies.

COTTERILL & JAMES (1984), analisando a posição dos testes de progênies de *Pinus radiata* em relação ao número de descendentes testados (o qual determina a intensida

de e subsequente seleção entre família) e o tamanho de parcelas (o qual determina a precisão da avaliação de cada família) usados em delineamentos de campo, fizeram uma recomendação geral na qual 10 a 20 indivíduos por família e 1 ou 2 indivíduos por parcela seriam suficientes para avaliar cada família.

Segundo KAGEYAMA (1980), os testes de progênies de polinização aberta são os que vêm sendo utilizados com maior frequência em espécies florestais. Isto é devido à facilidade de instalação em relação aos ensaios de progênies que exigem polinização controlada.

b) Parâmetros genéticos

Devido ao total desconhecimento da resposta a seleção praticada sobre as várias características de uma árvore, a grande responsabilidade da seleção e a dificuldade de se utilizar a mesma a curto prazo em essências florestais fazem com que vários estudos sejam dispendidos na determinação de parâmetros genéticos para as espécies florestais de maior importância (KAGEYAMA, 1980).

O desdobramento da variação total e a estimativa dos seus componentes, obtidos em um teste de progênie, possibilitam ao melhorista o conhecimento da estrutura genética do material em estudo, a contribuição genética na variação total de cada característica, bem como o progresso na seleção em determinado método de melhoramento (FONSECA, 1979).

Estimativas de parâmetros genéticos, tais como herdabilidade e correlações genéticas, são necessárias para uma eficiente seleção de árvores, particularmente em gerações avançadas (DEAN et alii, 1983). Por estas estimativas também é possível conhecer a estrutura genética da população, o que é importante na determinação do seu potencial para fins de seleção e melhoramento (KAGEYAMA et alii, 1978)

Dentre os parâmetros genéticos a variância genética aditiva é o componente mais importante, pois é a principal causa da semelhança entre parentes; logo ela é o principal indicador das propriedades genéticas observadas em uma população e sua resposta à seleção (FALCONER, 1981).

2.2.2. A DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA E A HERDABILIDADE

ALLARD (1971) coloca que a herdabilidade é o quociente entre as variâncias genotípica e fenotípica e que é por meio dela que se pode medir a eficiência esperada da seleção, no aproveitamento da variabilidade genética. O coeficiente de herdabilidade pode ser no sentido amplo e restrito. A herdabilidade no sentido amplo expressa a proporção de variância genética em relação à variância fenotípica total observada. Tal coeficiente só tem significado no melhoramento florestal quando se está testando material propagado vegetativamente (FONSECA, 1979). A herdabilidade no sentido restrito tem a finalidade de orientar o geneticista ou melhorista so-

bre a quantidade relativa da variância genética que é utilizável no melhoramento (VENCovsky, 1969).

ASSIS et alii (1983) colocam que os valores da herdabilidade são importantes por estimar o grau de confiabilidade da expressão fenotípica como um indicador do valor genético de certa característica. A eficiência de determinado método de melhoramento, tal como a seleção massal, depende em parte do valor da herdabilidade do caráter a ser melhorado, além de sua correlação genética com outros caracteres, da intensidade de seleção e da variabilidade genética da população.

SMITH (1967) fornece dados sobre herdabilidade no sentido amplo e restrito das principais características responsáveis pela qualidade da madeira, mostrando que as mesmas possuem altos valores, o que evidencia o forte controle genético sobre elas.

KAGEYAMA et alii (1983) estudaram a variação genética para a densidade da madeira em progênies de *E. grandis* aos 3,5 anos, em três locais, encontrando altos coeficientes de herdabilidade, o que revela um forte controle genético para o caráter.

DEAN et alii (1983) determinaram vários parâmetros genéticos em progênies de *Pinus radiata* em dois locais da Austrália e constataram que a densidade básica apresenta uma herdabilidade maior que as características de crescimento, altura, diâmetro, volume e forma.

ONUKEI et alii (1986) determinaram a densidade básica da madeira no dap e a 50% da altura comercial em progênies de *E. grandis*, encontrando os maiores valores de herdabilidade na altura superior, o que confere a mesma um maior controle genético.

Resultados sobre valores de herdabilidade encontrados por vários autores em coníferas e folhosas, para as características de crescimento e densidade básica da madeira, são apresentados nas Tabelas de 1 a 4.

As estimativas de herdabilidade mostram-se, no geral, altas para a densidade básica da madeira e de média a baixa para as características de crescimento. Convém lembrar, no entanto, como é ressaltado por ZOBEL (1961), a importância de se saber qual o tipo de herdabilidade, como a mesma foi estimada e em qual idade pois a herdabilidade não é uma propriedade do caráter unicamente, mas da população e dos fatores ambientais a que estão sujeitos os indivíduos dessa população (FALCONER, 1981).

2.2.3. CORRELAÇÕES GENÉTICAS E FENOTÍPICAS ENTRE A DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA E AS CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO

A maioria das características de importância econômica é complexa quanto à sua herança e podem envolver diversos fatores relacionados; portanto, o grau de correlação ge-

Tabela 01. Estimativas de herdabilidade h^2 (no sentido restrito ao nível da planta individual) para altura das árvores de algumas essências florestais.

TABELA 01 - Estimativas de herdabilidade h^2 (no sentido restrito ao nível de planta individual) para altura das árvores de algumas essências florestais

| ESPECIES | IDADE (anos) | h^2 | MÉTODOS | AUTORES |
|--------------------------------------|--------------|------------------------|--------------|-----------------------------|
| <i>Cryptomeria japonica</i> | 20,0-30,0 | 0,25-0,38 ^a | Sakai | Sakai & Mukaide (1967)* |
| <i>C. arizonica</i> | 2,0 | 0,32 | Pol.livre | Goggans & Meier (1973)* |
| <i>Pinus glauca</i> | 11,0 | 0,10 | Pol.livre | Holst & Teich (1969)* Holst |
| <i>P. glauca</i> | 11,0 | 0,06-0,12 | Pais x Prog | & Teich (1969)* Hanover & |
| <i>P. monticola</i> | 2,0 | 0,36 | Testadores | Barnes (1969)* Squillace et |
| <i>P. monticola</i> | 4,0 | 0,07 | Dialélico | alii (1967)* Steinhoff & |
| <i>P. monticola</i> | 9,0-16,0 | 0,28 | Pais x Prog | Hoff (1971)* Steinhoff & |
| <i>P. monticola</i> | 13,0-16,0 | 0,43 | Pais x Prog | Hoff (1971)* POLGE & ILLY |
| <i>P. pinaster</i> | 4,0 | 0,43 | Pol.livre | (1968) GRAHAM et alii |
| <i>P. ponderosa</i> | 7,0 | 0,30-0,68 | Pol.livre | (1985) DEAN et alii (1983) |
| <i>P. radiata</i> | 4,5-6,0 | 0,16 | Pol.livre | MATHESON & RAYMOND (1984b) |
| <i>P. radiata</i> | 8,0-11,0 | 0,23 | Pol.livre | COTTERILL & ZED (1980) |
| <i>P. radiata</i> | 10,0-11,0 | 0,29 | Pol.livre | Kriebel et alii (1972)* |
| <i>P. strobus</i> | 3,0 | 0,18 | Dialélico | Kriebel et alii (1972)* |
| <i>P. strobus</i> | 3,0 | 0,28 | Pol.livre | PORTERFIELD et alii (1975) |
| <i>P. taeda</i> | - | 0,26 | Pol.livre | SHELBOURNE et alii (1969) |
| <i>P. taeda</i> | 5,0 | 0,34 | Pol.livre | MATZIRIS & ZOBEL (1973) |
| <i>P. taeda</i> | 5,0 | 0,44 | Pol.livre | MEIER & GOGGANS (1977) |
| <i>P. virginiana</i> | 1,0 | 0,50 | Pol.livre | MEIER & GOGGANS (1977) |
| <i>P. virginiana</i> | 2,0 | 0,49 | Pol.livre | MEIER & GOGGANS (1977) |
| <i>P. virginiana</i> | 5,0 | 0,29 | Pol.livre | MEIER & GOGGANS (1977) |
| <i>P. virginiana</i> | 8,0 | 0,59 | Pol.livre | MEIER & GOGGANS (1977) |
| <i>Eucalyptus grandis</i> | 0,5 | 0,46 | Pol.livre | BORGES (1980) |
| <i>E. grandis</i> | 1,3 | 0,11 | Dialélico | Van Wyk (1976)* |
| <i>E. grandis</i> | 1,5 | 0,38 | Pol.livre | BORGES (1980) |
| <i>E. grandis</i> | 2,0 | 0,26 | Pol.livre | KAGEYAMA (1980) |
| <i>E. grandis</i> | 2,5 | 0,52 | Pol.livre | BORGES (1980) |
| <i>E. regnans</i> | 6,0 | 0,52 | Pol.livre | Eldridge (1972)* |
| <i>E. regnans</i> | 6,0 | 0,37 | Pol.livre | Eldridge (1972)* |
| <i>E. saligna</i> (3x1) ^e | 1,3 | 0,26 | Pol.livre | PATINO-VALERA (1986) |
| <i>E. saligna</i> (3x1) | 2,2 | 0,21 | Pol.livre | PATINO-VALERA (1986) |
| <i>E. saligna</i> (3x1) | 2,7 | 0,20 | Pol.livre | PATINO-VALERA (1986) |
| <i>E. saligna</i> (3x2) | 2,2 | 0,31 | Pol.livre | PATINO-VALERA (1986) |
| <i>E. saligna</i> (3x2) | 2,7 | 0,30 | Pol.livre | PATINO-VALERA (1986) |
| <i>Populus deltoides</i> | 0,3 | 0,57 ^a | Teste clonal | FARMER (1970) |
| <i>P. deltoides</i> | 0,3 | 0,40 ^a | Teste clonal | FARMER (1970) |
| <i>P. deltoides</i> | 2,0 | 0,24 | Pol.livre | FARMER (1970)* |
| <i>P. deltoides</i> | 2,0 | 0,38 ^a | Teste clonal | MOHN & RANDALL (1971) |
| <i>P. deltoides</i> | 2,0-3,0 | 0,38 ^a | Teste clonal | RANDALL & COOPER (1973) |
| <i>P. deltoides</i> | 5,0 | 0,38 ^a | Teste clonal | MOHN & RANDALL (1971) |
| <i>Prosopis juliflora</i> | 0,5 | 0,20 | Pol.livre | PIRES (1984) |
| <i>P. juliflora</i> | 1,0 | 0,00 | Pol.livre | PIRES (1984) |
| <i>P. juliflora</i> | 1,5 | 0,00 | Pol.livre | PIRES (1984) |

* : Citados por KAGEYAMA (1980); a : herdabilidade no sentido amplo; e : espaçamento.

Tabela 02. Estimativas de herdabilidade h^2 (no sentido restrito ao nível da planta individual) para dap das árvores de algumas essências florestais.

| ESPECIES | IDADE (anos) | h^2 | MÉTODOS | AUTORES |
|--------------------------------------|--------------|------------------------|--------------|----------------------------|
| <i>Cryptomeria japonica</i> | 20,0-30,0 | 0,22-0,36 ^a | Sakai | Sakai & Mukaide (1967)* |
| <i>Pinus glauca</i> | 11,0 | 0,08 | Pais x Prog | Holst & Teich (1969)* |
| <i>P. glauca</i> | 11,0 | 0,22 | Pais x Prog | Holst & Teich (1969)* |
| <i>P. taeda</i> | | 0,13 | Pol.livre | PORTERFIELD et alii (1975) |
| <i>P. taeda</i> | 5,0 | 0,29 | Pol.livre | MATZIRIS & ZOBEL (1973) |
| <i>P. taeda</i> | 5,0 | 0,32 | Pol.livre | SHELBOURNE et alii (1969) |
| <i>P. radiata</i> | 7,0 | 0,19 | Pol.livre | SHELBOURNE & LOW (1980) |
| <i>P. radiata</i> | 4,5-6,0 | 0,23 | Pol.livre | DEAN et alii (1983) |
| <i>P. radiata</i> | 8,0-11,0 | 0,18 | Pol.livre | MATHESON & RAYMOND (1984b) |
| <i>P. radiata</i> | 10,0-11,0 | 0,18 | Pol.livre | COTTERILL & ZED (1980) |
| <i>P. virginiana</i> | 8,0 | 0,33 | Pol.livre | MEIER & GOGGANS (1977) |
| <i>Eucalyptus grandis</i> | 1,3 | 0,08 | Dialélico | Van Wyk (1976)* |
| <i>E. grandis</i> | 1,5 | 0,42 | Pol.livre | BORGES (1980) |
| <i>E. grandis</i> | 2,0 | 0,15 | Pol.livre | KAGEYAMA (1980) |
| <i>E. grandis</i> | 2,5 | 0,52 | Pol.livre | BORGES (1980) |
| <i>E. regnans</i> | 6,0 | 0,15 | Pol.livre | Eldridge (1972)* |
| <i>E. regnans</i> | 6,0 | 0,21 | Pol.livre | Eldridge (1972)* |
| <i>E. saligna</i> (3x1) ^e | 1,3 | 0,14 | Pol.livre | PATINO-VALERA (1986) |
| <i>E. saligna</i> (3x1) | 2,2 | 0,12 | Pol.livre | PATINO-VALERA (1986) |
| <i>E. saligna</i> (3x1) | 2,7 | 0,11 | Pol.livre | PATINO-VALERA (1986) |
| <i>E. saligna</i> (3x2) | 2,2 | 0,20 | Pol.livre | PATINO-VALERA (1986) |
| <i>E. saligna</i> (3x2) | 2,7 | 0,19 | Pol.livre | PATINO-VALERA (1986) |
| <i>Populus deltoides</i> | 0,3 | 0,41 ^a | Teste clonal | FARMER (1970b) |
| <i>P. deltoides</i> | 0,3 | 0,29 ^a | Teste clonal | FARMER (1970b) |
| <i>P. deltoides</i> | 2,0 | 0,51 | Pol.livre | Farmer (1970a)* |
| <i>P. deltoides</i> | 2,0 | 0,22 ^a | Teste clonal | MOHN & RANDALL (1971) |
| <i>P. deltoides</i> | 3,0-5,0 | 0,47 ^a | Teste clonal | RANDALL & COOPER (1973) |
| <i>P. deltoides</i> | 5,0 | 0,28 ^a | Teste clonal | MOHN & RANDALL (1971) |

*: Citados por KAGEYAMA (1980); a: herdabilidade no sentido amplo; e: espaçamento.

Tabela 03. Estimativas de herdabilidade h^2 (no sentido restrito ao nível de planta individual) para volume das árvores de algumas essências florestais.

| ESPECIES | IDADE (anos) | h^2 | MÉTODOS | AUTORES |
|-------------------------|--------------|-------|-----------|----------------------------|
| <i>Pinus pinaster</i> | 4,0 | 0,34 | Pol.livre | POLGE & ILLY (1968) |
| <i>P. radiata</i> | 4,5-6,0 | 0,24 | Pol.livre | DEAN et alii (1983) |
| <i>P. radiata</i> | 8,0-11,0 | 0,26 | Pol.livre | MATHESON & RAYMOND (1984b) |
| <i>P. radiata</i> | 10,0-11,0 | 0,20 | Pol.livre | COTTERILL & ZED (1980) |
| <i>P. taeda</i> | - | 0,19 | Pol.livre | Rink & Thor (1976)* |
| <i>P. taeda</i> | - | 0,15 | Pol.livre | PORTERFIELD et alii (1975) |
| <i>P. taeda</i> | 5,0 | 0,23 | Pol.livre | SHELBOURNE et alii (1969) |
| <i>P. taeda</i> | 5,0 | 0,28 | Pol.livre | MATZIRIS & ZOBEL (1973) |
| <i>E. grandis</i> | 1,3 | 0,10 | Dialélico | Van Wyk (1976)* |
| <i>E. saligna</i> (3x1) | 1,3 | 0,15 | Pol.livre | PATINO-VALERA (1986) |
| <i>E. saligna</i> (3x1) | 2,2 | 0,11 | Pol.livre | PATINO-VALERA (1986) |
| <i>E. saligna</i> (3x1) | 2,7 | 0,10 | Pol.livre | PATINO-VALERA (1986) |
| <i>E. saligna</i> (3x2) | 2,2 | 0,15 | Pol.livre | PATINO-VALERA (1986) |
| <i>E. saligna</i> (3x2) | 2,7 | 0,14 | Pol.livre | PATINO-VALERA (1986) |

*: Citados por KAGEYAMA (1980).

Tabela 04. Estimativas de herdabilidade h^2 (no sentido restrito ao nível de planta individual) para densidade básica da madeira das arvores de algumas essências florestais.

| ESPECIES | IDADE (anos) | h^2 | METODO | AUTORES |
|------------------------------|--------------|------------------------|----------------|----------------------------|
| <i>Picea abies</i> | 18,0 | 0,84 ^a | Teste clonal | Nylinder (1965)* |
| <i>Pinus elliottii</i> | 5,0 | 0,46-0,73 ^a | Teste clonal | ZOBEL (1961) |
| <i>P. elliottii</i> | 5,0 | 0,49 ^a | Teste clonal | EINSPAHR et alii (1964) |
| <i>P. elliottii</i> | 14,0 | 0,73 ^a | Teste clonal | ZOBEL (1961) |
| <i>P. elliottii</i> | 14,0 | 0,56 | Pol.controlada | ZOBEL (1961) |
| <i>P. elliottii</i> | 14,0 | 0,21 | Pol.livre | ZOBEL (1961) |
| <i>P. pinaster</i> | 4,0 | 0,75 | Pol.livre | POLGE & ILLY (1968) |
| <i>P. radiata</i> | - | 0,49 | Pol.livre | NICHOLLS et alii (1980) |
| <i>P. radiata</i> | 4,5-6,0 | 0,33 | Pol.livre | DEAN et alii (1983) |
| <i>P. radiata</i> | 6,0 | 0,20 | Pol.livre | ZOBEL (1961) |
| <i>P. radiata</i> | 8,0 | 0,45-0,75 ^a | Teste clonal | ZOBEL (1961) |
| <i>P. radiata</i> | 8,0 | 0,54-0,75 ^a | Teste clonal | Dadswell (1961)* |
| <i>P. radiata</i> | 10,0 | 0,50-0,75 ^a | Teste clonal | NICHOLLS et alii (1964) |
| <i>P. radiata</i> | 10,0 | 0,16 | Pol.livre | NICHOLLS et alii (1964) |
| <i>P. radiata</i> | 13,0 | 0,70 ^a | Teste clonal | ZOBEL (1961) |
| <i>P. radiata</i> | 19,0 | 0,70 ^a | Teste clonal | ZOBEL (1961) |
| <i>P. radiata</i> | 20,0 | 0,50 | Teste clonal | ZOBEL (1961) |
| <i>P. radiata</i> | 25,0 | 0,24-0,60 ^a | Teste clonal | NICHOLLS et alii (1967) |
| <i>P. taeda</i> | 1,0 | 0,17 ^a | Teste clonal | Van Buijtenen (1962)* |
| <i>P. taeda</i> | 2,0 | 0,20 | Pol.controlada | ZOBEL (1961) |
| <i>P. taeda</i> | 2,0 | 0,37-0,49 | Pol.controlada | Van Buijtenen (1962)* |
| <i>P. taeda</i> | 2,0 | 0,55 ^a | Pol.livre | Stoneypher et alii (1963)* |
| <i>P. taeda</i> | 5,0 | 0,64 ^a | Teste clonal | Van Buijtenen (1962)* |
| <i>P. taeda</i> | 5,0 | 0,76-0,87 | Pol.livre | ZOBEL (1961) |
| <i>P. taeda</i> | 5,0 | 0,47 | Pol.controlada | MATZIRIS & ZOBEL (1973) |
| <i>Pinus taeda</i> | 6,0 | 0,64-1,00 | Pol.livre | Van Buijtenen (1962)* |
| <i>P. taeda</i> | 6,0 | 0,52 | Pol.livre | PORTERFIELD et alii (1975) |
| <i>P. virginiana</i> | 8,0 | 0,38-0,41 | Pol.livre | MEIER & GOGGANS (1977) |
| <i>Eucalyptus citriodora</i> | 0,3 | 0,91 | Pol.livre | ALMEIDA (1981) |
| <i>E. grandis</i> | 0,5 | 0,78-0,92 | Pol.livre | OLIVEIRA (1981) |
| <i>E. grandis</i> | 3,5 | 0,82 | Pol.livre | KAGEYAMA et alii (1983) |
| <i>E. urophylla</i> (Timor) | 4,0 | 0,76 | Pol.livre | BRASIL (1983) |
| <i>E. urophylla</i> (Flores) | 4,0 | 0,54 | Pol.livre | BRASIL (1983) |
| <i>Platanus occidentalis</i> | 6,0 | 0,68 | Pol.livre | LAND et alii (1983) |
| <i>Populus spp</i> | - | 0,20-0,40 ^a | Teste clonal | Harris (1970)* |
| <i>Populus spp</i> | 4,0 | 0,95 ^a | Teste clonal | MUTIBARIC (1971) |
| <i>P. deltoides</i> | 0,3 | 0,64 ^a | Teste clonal | FARMER (1970) |
| <i>P. deltoides</i> | 0,3 | 0,76 ^a | Teste clonal | FARMER (1970) |
| <i>P. deltoides</i> | 3,5 | 0,72 ^a | Teste clonal | RANDALL & COOPER (1973) |

: Citados por BRITTO et alii (1978); a: herdabilidade no sentido amplo.

notífica e fenotípica entre as mesmas e um parâmetro importante (ROBINSON et alii, 1951)

FALCONER (1981) cita que características correlacionadas são de interesse por três razões: em primeiro lugar é importante conhecer como o melhoramento de uma característica pode causar mudanças simultâneas em outras; em segundo lugar é interessante saber a ação pleiotrópica dos genes, pois esta ação é a principal causa da correlação genética; em terceiro lugar é interessante conhecer a relação entre uma característica métrica e o poder adaptativo, importante para efeitos de seleção natural.

Para determinar as correlações genotípicas, fenotípicas e ambientais em determinada população é necessário estimar os componentes de variância e de covariância genética e ambiental. A obtenção desses coeficientes pode ser feita por diversos procedimentos genético-estatísticos, podendo-se utilizar progênies de polinização controlada (Stonecypher et alii, 1964 citado por BORGES et alii, 1980).

Como já foi enfatizado, as correlações genéticas entre caracteres (r_G) tem um papel importante na seleção indireta de caracteres. Exemplos deste tipo de aplicação podem ser encontrados em BURDON (1977) e MATHESON & RAYMOND (1984b), entre outros. Estes autores estudaram a eficiência na seleção que corresponde a uma relação entre a resposta correlacionada G_{xy} (ganho obtido pelo caráter "y" pela seleção de "x") e o ganho G_{yy} (ganho obtido pelo caráter "y", pela

seleção em "y"), o que corresponde a seguinte relação:

$$G_{xy}/G_{yy} = r_{G_{xy}} \cdot i_x/i_y \cdot h_x/h_y \quad (1)$$

Se for considerada a mesma intensidade de seleção para as duas características ($i_x = i_y$), então:

$$G_{xy}/G_{yy} = r_{G_{xy}} \cdot h_x/h_y \quad (2)$$

Portanto, pode-se dizer que a seleção indireta de "y" terá sucesso quando o caráter "x" tiver alta herdabilidade e o "y" uma herdabilidade menor e existir entre ambos uma boa correlação genética (VENCOVSKY, 1978 e FALCONER, 1981).

BURDON (1977) classifica as correlações genéticas em dois tipos, "A" e "B". As correlações genéticas do tipo "A" são aquelas estimadas quando ambas as características são medidas no mesmo indivíduo. Quando uma característica é medida em diferentes indivíduos dentro de grupos genéticos, um caso especial de correlação genética detectada em diferentes ambientes, a correlação encontrada é do tipo "B". Esta última correlação independe se os ambientes representam um efeito fixo ou aleatório. FALCONER (1981) considera que um caráter medido em dois diferentes ambientes, não será visto como um só caráter, e sim como dois. Consideração semelhante é feita por Toda (1972), citado por KAGEYAMA (1983), em relação a correlação entre idades para pares de características de

uma mesma planta. Estes dois últimos exemplos de correlações se enquadram no tipo "B".

Além do uso das correlações genéticas na seleção indireta de caracteres e no zoneamento de ambientes, elas também são usadas na seleção precoce em programas de melhoramento florestal, como demonstram os estudos realizados por BORGES (1980) e KAGEYAMA (1983) para *Eucalyptus grandis*, e por MOHN & RANDALL (1971), NAMKOONG et alii (1972), KRIEBEL et alii (1972), MEIER & COGGANS (1977), LOO et alii (1985), TAUER & McNEW (1985) para *Populus deltoides*, *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus strobus*, *P. virginiana*, *P. taeda* e *P. echinata*, respectivamente.

Na condução de um programa de melhoramento florestal envolvendo a densidade básica da madeira é importante se saber como essa característica se correlaciona com as características de crescimento e a brotação de cepas, no caso de se utilizar uma segunda rotação.

ALMEIDA (1981), trabalhando com progênies de *E. citriodora*, encontrou baixa correlação entre a densidade básica da madeira e a brotação de cepas, o que indica que a seleção para a densidade não alterará, substancialmente, o número de brotação de cepa.

Segundo coloca KING (1980), existe pouca correlação entre o crescimento médio da brotação de cepas de *E. saligna* e a densidade básica média destes brotos. Entretanto, dentro de uma cepa as brotações mais vigorosas possuía os maiores valores de densidade básica média.

MATZIRIS & ZOBEL (1973) encontraram em *P. taeda* correlações fenotípicas baixas entre o peso específico e o volume. Já Elliott (1970), citado por PEREIRA (1982), analisando vários trabalhos encontrou em alguns uma correlação entre o ritmo de crescimento e a densidade da madeira enquanto em outros essa correlação foi inexpressiva.

ROCHA et alii (1983), analisando os dados de densidade básica aos cinco meses de idade e aos 18 meses em progênies de *E. grandis*, concluíram que a densidade básica apresentou baixa correlação entre as duas idades consideradas e também em relação a altura e o dap aos 18 meses. Porém, entre estas duas características de crescimento a correlação foi alta na última idade considerada. Resultados semelhantes foram obtidos por ROSADO (1982) para *E. grandis*, *E. saligna* e *E. urophylla*.

DEAN et alii (1983) encontraram uma forte correlação negativa entre as características de crescimento e a densidade básica da madeira em *P. radiata*. Os autores também fornecem um índice de seleção ($I = b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4$) para a estimação de ganhos conjuntos envolvendo a seleção massal no volume (x_1), forma (x_2), ramificação (x_3) e densidade básica da madeira (x_4). A correlação negativa existente entre densidade e volume torna difícil achar um índice econômico que não afete substancialmente as duas características. Os autores sugerem, então, a formação de híbridos para a obtenção de indivíduos com alto volume e alta densidade.

Zobel (s/d), citado por ROSADO (1982), comenta que a correlação entre densidade da madeira dos pais e de suas progênes com um ano de idade é baixa, aumentando porem com o passar dos anos.

CHUDNOFF & GEARY (1973) nao encontraram uma forte relação entre a densidade de diversas matrizes e de progênes em *Swietenia macrophylla*. Porém, houve uma diferença significativa entre progênes. Neste estudo ficou evidenciado que a densidade não e uma característica fortemente herdável e, portanto, não há razão de usá-la como critério de seleção de árvores matrizes.

MENDES et alii (1980) analisaram a densidade básica de árvores matrizes de *E. grandis* em Mogi-Guaçú e Salto-SP, comparando-a com as obtidas em progênes instaladas em Bom Despanho-MG. Encontraram uma alta variação na densidade básica entre as árvores superiores e baixa correlação entre a densidade básica das matrizes e a das progênes. MORA et alii (1978) também encontraram uma alta variação para a densidade básica entre árvores matrizes, como também entre as cinco árvores dominantes mais próximas às matrizes, o que indica que árvores selecionadas para as características de crescimento podem permitir uma seleção para alta ou baixa densidade básica de madeira.

Vários tipos de estudos, envolvendo tanto coníferas como folhosas, vêm sendo realizados para a determinação de correlações genéticas (r_G) e fenotípica (r_F) entre as características (altura, dap, volume e densidade básica). Por

estes estudos (Tabela 5) percebe-se que existe altas correlações entre altura, dap e o volume, porém a correlação destas características com a densidade básica da madeira é baixa, sendo as vezes até negativa.

2.3. MELHORAMENTO E A DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA

2.3.1. GANHOS NA SELEÇÃO OBTIDOS PELA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA

Para "cada" processo de seleção existe uma expressão para se estimar o ganho na seleção. Esse ganho, no caso da seleção massal, está em função da herdabilidade e do diferencial de seleção (VENCOSKY, 1978).

A estimação dos ganhos na seleção em um teste de progênie de meios irmãos pode ser feita tanto dentro como entre famílias. A primeira seleção é feita entre famílias e a segunda dentro dessas famílias, onde são selecionados os melhores indivíduos. Nessa estimação é necessário definir a população original de genótipos e de ambientes para as quais as inferências serão válidas (VENCOSKY, 1969).

Segundo BRIDGWATER & LEDIG (1986), a maioria dos programas de melhoramento florestal tem a finalidade de explorar os efeitos aditivos dos genes no aumento da performance de uma característica. Portanto, a seleção não cria novos genes, ela simplesmente os acumula, proporcionando combinações

Tabela 05. Correlações genéticas (r_g) e fenotípicas (r_f) entre altura (Alt.), dap, dab (diâmetro na base), volume (Vol.) e densidade básica da madeira (Dbm), para varias essências florestais obtidas por diferentes autores.

| CARACTERÍSTICAS | ESPÉCIES | IDADES | r_g | r_f | MÉTODOS | AUTORES |
|-----------------|--------------------------------|-----------|-------|-------|-----------|----------------------------|
| Alt. x Dap | <i>Cryptomeria japonica</i> | | 0,65 | 0,84 | Sakal | Sakai & Mukaide (1967)* |
| Alt. x Dap | <i>C. japonica</i> | | 0,99 | 0,97 | Sakal | Sakai & Mukaide (1967)* |
| Alt. x Dap | <i>Pinus echinata</i> | 10,0 | 0,87 | | Pol.livre | TAUER & McNEW (1985) |
| Alt. x Dap | <i>P. radiata</i> | 4,5-6,0 | 0,87 | 0,56 | Pol.livre | DEAN et alii (1983) |
| Alt. x Dap | <i>P. radiata</i> | 10-11 | 0,72 | 0,71 | Pol.livre | COTTERILL & ZED (1980) |
| Alt. x Dap | <i>P. taeda</i> | 5,0 | 0,81 | 0,78 | Pol.livre | SHELBOURNE et alii (1969) |
| Alt. x Dap | <i>P. taeda</i> | 5,0 | 0,87 | 0,74 | Pol.livre | MATZIRIS & ZOBEL (1973) |
| Alt. x Dap | <i>P. virginiana</i> | 8,0 | 0,90 | 0,75 | Pol.livre | MEIER & GOGGANS (1977) |
| Alt. x Dap | <i>Eucalyptus grandis</i> | 1,5 | 0,93 | 0,93 | Dialético | Van Wyk (1976)* |
| Alt. x Dap | <i>E. grandis</i> | 1,5 | 0,94 | 0,87 | Pol.livre | BORGES (1980) |
| Alt. x Dap | <i>E. grandis</i> | 1,5 | - | 0,82 | Pol.livre | ROCHA (1983) |
| Alt. x Dap | <i>E. grandis</i> | 2,0 | 0,79 | 0,71 | Pol.livre | KAGEYAMA (1980) |
| Alt. x Dap | <i>E. grandis</i> | 2,5 | 0,95 | 0,87 | Pol.livre | BORGES (1980) |
| Alt. x Dap | <i>E. saligna</i> | 2,2 | 0,89 | 0,91 | Pol.livre | PATINO-VALERA (1986) |
| Alt. x Dap | <i>E. saligna</i> | 2,7 | 0,92 | 0,91 | Pol.livre | PATINO-VALERA (1986) |
| Alt. x Dap | <i>Populus deltoides</i> | 5,0 | 0,84 | 0,85 | Clonal | MOHN & RANDALL (1971) |
| Alt. x Dab | <i>Prosopis juliflora</i> | 1,5 | - | 0,60 | Pol.livre | PIRES (1984) |
| Alt. x Vol. | <i>Pinus echinata</i> | 10,0 | 0,94 | - | Pol.livre | TAUER & McNEW (1985) |
| Alt. x Vol. | <i>P. radiata</i> | 4,5-6,0 | 0,93 | 0,76 | Pol.livre | DEAN et alii (1983) |
| Alt. x Vol. | <i>P. taeda</i> | 5,0 | 0,88 | 0,81 | Pol.livre | SHELBOURNE et alii (1969) |
| Alt. x Vol. | <i>P. taeda</i> | 5,0 | 3,12 | 0,85 | Pol.livre | MATZIRIS & ZOBEL (1973) |
| Alt. x Vol. | <i>Eucalyptus grandis</i> | 1,5 | 0,94 | 0,84 | Dialético | Van Wyk (1976)* |
| Alt. x Vol. | <i>E. grandis</i> | 2,0 | 0,81 | 0,77 | Pol.livre | KAGEYAMA (1980) |
| Alt. x Vol. | <i>E. saligna</i> | 2,2 | 1,06 | 0,94 | Pol.livre | PATINO-VALERA (1986) |
| Alt. x Vol. | <i>E. saligna</i> | 2,7 | 0,93 | 0,87 | Pol.livre | PATINO-VALERA (1986) |
| Alt. x Dbm | <i>Pinus radiata</i> | 4,5-6,0 | -0,31 | 0,10 | Pol.livre | DEAN et alii (1983) |
| Alt. x Dbm | <i>P. radiata</i> | 10,0 | - | -0,09 | Pol.livre | MATZIRIS (1979) |
| Alt. x Dbm | <i>P. taeda</i> | 5,0 | -0,32 | -0,16 | Pol.livre | SHELBOURNE et alii (1969) |
| Alt. x Dbm | <i>P. taeda</i> | 5,0 | 0,23 | 0,27 | Pol.livre | MATZIRIS & ZOBEL (1973) |
| Alt. x Dbm | <i>P. virginiana</i> | 8,0 | 0,27 | 0,19 | Pol.livre | MEIER & GOGGANS (1977) |
| Alt. x Dbm | <i>Eucalyptus grandis</i> | 1,5 | - | 0,03 | Pol.livre | ROCHA (1983) |
| Alt. x Dbm | <i>E. grandis</i> | 2,0 | - | -0,05 | Pol.livre | ROSADO (1982) |
| Alt. x Dbm | <i>E. grandis</i> | 3,5 | - | -0,19 | Pol.livre | KAGEYAMA et alii (1983) |
| Alt. x Dbm | <i>E. saligna</i> | 2,0 | - | -0,09 | Pol.livre | ROSADO (1982) |
| Alt. x Dbm | <i>E. urophylla</i> | 2,0 | - | -0,05 | Pol.livre | ROSADO (1982) |
| Alt. x Dbm | <i>Liquidambar styraciflua</i> | 0,0-10,0 | - | 0,13 | Pol.livre | HUNTER & GOGGANS (1968) |
| Alt. x Dbm | <i>L. styraciflua</i> | 11,0-20,0 | - | 0,10 | Pol.livre | HUNTER & GOGGANS (1968) |
| Alt. x Dbm | <i>L. styraciflua</i> | 21,0-30,0 | - | 0,01 | Pol.livre | HUNTER & GOGGANS (1968) |
| Alt. x Dbm | <i>L. styraciflua</i> | 31,0-40,0 | - | 0,05 | Pol.livre | HUNTER & GOGGANS (1968) |
| Alt. x Dbm | <i>Platanus occidentalis</i> | 5,0 | - | 0,12 | Pol.livre | JOURDAIN e OLSON (1984) |
| Dap. x Dbm | <i>Pinus radiata</i> | 4,5-6,0 | -0,45 | 0,00 | Pol.livre | DEAN et alii (1983) |
| Dap. x Dbm | <i>P. radiata</i> | 10,0 | - | 0,30 | Pol.livre | MATZIRIS (1979) |
| Dap. x Dbm | <i>P. taeda</i> | 5,0 | -0,75 | -0,51 | Pol.livre | SHELBOURNE et alii (1969) |
| Dap. x Dbm | <i>P. taeda</i> | 5,0 | 0,02 | 0,23 | Pol.livre | MATZIRIS & ZOBEL (1973) |
| Dap. x Dbm | <i>Eucalyptus grandis</i> | 1,5 | - | -0,05 | Pol.livre | ROCHA (1983) |
| Dap. x Dbm | <i>E. grandis</i> | 2,0 | - | 0,10 | Pol.livre | ROSADO (1982) |
| Dap. x Dbm | <i>E. saligna</i> | 2,0 | - | -0,15 | Pol.livre | ROSADO (1982) |
| Dap. x Dbm | <i>E. urophylla</i> | 2,0 | - | -0,18 | Pol.livre | ROSADO (1982) |
| Dap. x Dbm | <i>Platanus occidentalis</i> | 5,0 | - | 0,23 | Pol.livre | JOURDAIN & OLSON (1984) |
| Dap. x Dbm | <i>Populus deltoides</i> | 2,0 | 0,22 | -0,18 | Pol.livre | Farmer (1970)* |
| Vol. x Dbm | <i>Pinus radiata</i> | 4,5-6,0 | -0,43 | 0,03 | Pol.livre | DEAN et alii (1983) |
| Vol. x Dbm | <i>P. taeda</i> | - | 0,36 | 0,28 | Pol.livre | PORTERFIELD et alii (1975) |
| Vol. x Dbm | <i>P. taeda</i> | 5,0 | -0,82 | -0,45 | Pol.livre | SHELBOURNE et alii (1969) |
| Vol. x Dbm | <i>P. taeda</i> | 5,0 | 0,46 | 0,24 | Pol.livre | MATZIRIS & ZOBEL (1973) |
| Vol. x Dbm | <i>Platanus occidentalis</i> | 5,0 | - | 0,18 | Pol.livre | JOURDAIN & OLSON (1984) |
| Vol. x Dbm | <i>P. occidentalis</i> | 6,0 | -0,01 | - | Pol.livre | LAND et alii (1983) |

*: Citados por KAGEYAMA (1980); a: herdabilidade no sentido amplo.

favoráveis (genótipos) que aumentam na população selecionada. Porém, o aumento de ganho pela seleção leva a população a ter dois problemas: o primeiro é a perda de genes raros e o segundo é o perigo de endogamia nas gerações futuras, devido ao estreitamento da base genética proporcionado pela seleção.

ZOBEL & TALBERT (1984) citam que a densidade básica da madeira é uma característica ideal para ser manipulada geneticamente, por causa da sua grande variação arvore-árvore, alta herdabilidade (0,5 a 0,7 tanto para coníferas como folhosas) e sua baixa interação genótipo x ambiente e seus efeitos sobre a produção e a qualidade da madeira. Portanto, ambos os ingredientes para um bom ganho estão presentes: boa herdabilidade e bom diferencial de seleção.

JETT & TALBERT (1982), analisando o programa de melhoramento por sementes de *P. taeda*, determinaram que a densidade básica da madeira havia obtido um bom ganho na seleção realizada na primeira geração e que devido a sua alta herdabilidade não era necessário se desenvolver extensos programas de melhoramento para esta característica na segunda geração. Já ZOBEL et alii (1983) sugerem a propagação vegetativa através de estacas para *Eucalyptus*, como um método de obtenção de madeira uniforme e de alta densidade através da seleção de árvores com alta densidade básica. As vantagens deste método é o rápido ganho, comparado à propagação sexuada, porém deve-se levar em consideração o afunilamento da base genética causado pelo método.

EINSPAHR et alii (1964) determinaram em *P. el*

liottii estimativas de ganhos para a densidade básica da madeira da ordem de 12%. HARRIS et alii (1976) também encontraram valores semelhantes em *P. radiata*, porem citam que a densidade básica é negativamente correlacionada com o volume, o que torna a seleção simultânea para estas duas características um tanto quanto difícil, quando se pretende aumentá-las.

KAGEYAMA et alii (1983) obtiveram através da seleção de progênies de *E. grandis* ganhos de 8,0%, enquanto que pela seleção a partir de árvores matrizes 3,6%, o que demonstra a estratégia a ser seguida. Já ZOBEL et alii (1978) trabalhando com *P. taeda* obtiveram ganhos satisfatórios para a densidade básica da madeira só com a utilização de pais selecionados para alta densidade, testados ou não em testes de progênies.

2.3.2. EFEITOS DA INTERAÇÃO GENÓTIPO x AMBIENTE SOBRE A DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA

A interação genótipo x ambiente possui muitas definições, mas todas elas podem ser reduzidas a uma única implicação prática, de que uma população ou indivíduo ótimo em um local, para uma característica, não é necessariamente o melhor em outros locais (BARNES et alii, 1984). Portanto, características de alta herdabilidade sofrem menos a influência da interação genótipo x ambiente, quando comparadas às de baixa herdabilidade dentro de uma mesma população.

Embora a densidade básica da madeira seja uma

característica de alta herdabilidade (Tabela 4) vários fatores ambientais ligados ao manejo, às condições edafo-climáticas e também a problemas de amostragem têm tido uma participação importante na determinação da densidade básica da madeira.

Dentre os fatores genéticos que influem na densidade básica da madeira estão as variações entre espécies e as entre e dentro de arvores, procedências e idades dentro de uma mesma espécie.

A interação genótipo x ambiente observada na densidade básica da madeira nada mais é, então, que o conjunto desses fatores ambientais e genéticos interagindo.

a) Fatores ambientais

ECHOLS (s/d) estudou os efeitos do desbaste e da adubação sobre a densidade básica da madeira em *P. ponderosa*. A realização do desbaste com ou sem adubação teve pouco efeito sobre a densidade básica da madeira, porém as parcelas que permaneceram sem desbastes tiveram aumentos significativos, demonstrando que a competição é um fator importante para a densidade básica da madeira.

ROSS et alii (1979) forneceram diferentes níveis de adubação nitrogenada para árvores de *Liriodendron tulipifera* e verificaram que a adubação aumentou o volume, mas diminuiu a densidade básica da madeira. GENTLE et alii (1968) não encontraram efeitos da adubação fosfatada sobre a densidade básica da madeira, porém houve aumento significativo do volume. Segundo SCHMIDTLING & AMBURGEY (1977), condições ambientais como cultivos intensivos e adubações

nitrogenadas influenciam características altamente herdáveis como a densidade básica da madeira. SHEPARD JÚNIOR (1982) encontrou um decréscimo de 4 a 5% na densidade básica da madeira, quando árvores de *Picea rubens* foram adubadas com vários níveis de NPK.

Smith (1981), citado por TURVEY & SMETHURST (1985), encontrou que a densidade básica da madeira de *Pinus elliottii* e *P. caribaea* variava diretamente com a idade e inversamente com a altitude, latitude e o tipo de solo. Resultados semelhantes, no que diz respeito às variações da densidade básica com o tipo de solo e idade, foram encontrados por TURVEY & SMETHURST (1985) para *P. radiata*. ECHOLS & CONKLE (1971) citam que para a obtenção de alta densidade básica em *P. ponderosa*, deve-se efetuar o plantio com sementes originárias de baixas altitudes e/ou se efetuar o plantio em baixas altitudes. No caso de se desejar baixa densidade deve-se fazer o inverso.

Os efeitos da latitude sobre a densidade básica da madeira também estão presentes no trabalho de KAGEYAMA et alii (1978), onde estes autores encontraram que a densidade básica da madeira de árvores matrizes de *P. taeda*, no sul do Brasil, era maior nas populações situadas a menor latitude. Já os efeitos da altitude sobre a densidade básica da madeira foram citados por VAN DER SIJDE (1976) que trabalhou com *P. taeda* e *P. elliottii*, encontrando os maiores valores para a densidade básica da madeira no local de menor altitude. Este autor também verificou que não houve correlação da densi-

dade básica da madeira com a taxa de crescimento para nenhuma das espécies nos dois locais. A interação local x clone para uma mesma espécie foi ausente.

BRASIL (1972), trabalhando com *E. propinqua* em dois espaçamentos e locais, coloca que a densidade básica da madeira não foi influenciada pelo espaçamento nos dois locais. Já MONTAGNA et alii (1973), estudando *Pinus elliottii* em diferentes espaçamentos, verificaram uma variação da densidade básica da madeira em função dos espaçamentos estudados.

FERREIRA (1968), trabalhando com populações híbridas de *E. saligna*, encontrou que árvores mais vigorosas possuem, em média maior densidade básica do que as menos vigorosas. Em relação ao *E. alba* "híbrido de Rio Claro" este autor cita que a densidade básica não é função direta ou inversa do vigor das árvores.

BRASIL (1972) encontrou uma relação entre o crescimento das árvores e a densidade básica da madeira, sendo que no local de maior crescimento foi obtida uma menor densidade, ocorrendo o inverso no local de menor crescimento. Resultados análogos foram encontrados por LAND et alii (1983) para a densidade básica da madeira de *Platanus occidentalis*.

BRASIL (1976), trabalhando com *E. grandis* em dois locais, detectou aos 3 anos de idade que não houve diferença entre o crescimento nos dois locais, ocorrendo o mesmo para a densidade básica da madeira. Kennedy & Smith (1959), citados por BRASIL (1976) verificaram que clones de *Populus*

sp, com a mesma taxa de crescimento, apresentavam densidades diversas, concluindo então que só o crescimento não podia prever a densidade. Já PEREIRA (1982), trabalhando com *Pinus elliottii* aos quinze anos de idade, verificou que o ritmo de crescimento e a densidade básica mostraram-se altamente correlacionados, sendo que as arvores mais altas e delgadas foram aquelas que produziram madeira mais densa.

ALBINO (1983), estudando doze espécies de eucaliptos, verificou que nos locais que apresentaram maior taxa de crescimento os valores de densidade básica foram menores. Resultados semelhantes também foram encontrados por BRASIL et alii (1983) para *Pinus elliottii* var. *elliottii* em três regiões do Estado de São Paulo.

SILVA (1984), fazendo uma ampla revisão sobre as variações da densidade básica em função de condições ambientais diversas, concluiu que existe certa concordância entre os diferentes autores de que, para as coníferas, o vigor está negativamente correlacionado com a densidade básica da madeira. Para as folhosas, entretanto, tal fato não se tem verificado, pois a árvore de maior diâmetro e de maior altura, dentro do mesmo povoamento, não possui, necessariamente, menor densidade.

b) Fatores genéticos

As variações na densidade da madeira decorrentes do ritmo de crescimento, local de plantio e tratamentos culturais tem-se mostrado contraditórios nos trabalhos registrados

na literatura (CARPIM & BARRICHELO, 1983). Porém, em relação à variação dos fatores genéticos há uma maior concordância entre os autores, que se refere às variações entre espécies e as dentro de uma mesma espécie.

FERREIRA (1973) encontrou em plantações comerciais do *E. alba* "híbrido de Rio Claro", *E. saligna* e *E. grandis* uma alta variabilidade individual na densidade básica da madeira, independentemente da espécie, idade e localidade. Essa variabilidade individual também é discutida por FERREIRA & KAGEYAMA (1978), onde segundo os autores a seleção de árvores com alta taxa de crescimento pode proporcionar indivíduos com densidade alta ou baixa.

Os *Pinus* também apresentam uma grande variabilidade individual para a densidade básica da madeira como é citado por ZOBEL (1961) e (1965) para os *Pinus* americanos e mexicanos, respectivamente.

A densidade básica da madeira das principais espécies de eucalipto tende a crescer no tronco em função da altura e no sentido radial da medula para a casca (FERREIRA & KAGEYAMA, 1978 e CARPIM & BARRICHELO, 1983). Variações dessa natureza também foram discutidas por ZOBEL (1974) e MARIOHI et alii (1986) para *P. taeda* e *P. caribaea* var. *hondurensis*, respectivamente.

BARRICHELO & BRITO (1976) fornecem dados da densidade básica da madeira para várias espécies e idades de *Eucalyptus*, concluindo que existe uma notável variação entre espécies e uma tendência do aumento da densidade com a

idade. BRASIL et alii (1983) também constataram que a densidade da madeira aumentou com a idade em povoamentos de *Pinus elliottii* var. *elliottii*.

MENDES et alii (1983) estudaram a variação da densidade básica da madeira em diversas procedências de *E. grandis*, concluindo que existe uma alta variação individual dentro das procedências e um aumento significativo em função da idade. Resultados semelhantes foram encontrados por WORRALL (1976) em um teste de procedência de *Picea abies*, no qual foi encontrada uma pequena variação para a densidade básica da madeira entre procedências, mas uma grande variação dentro das procedências. Estudos de procedências com *P. radiata* realizados por MATZIRIS (1979) também apresentaram resultados semelhantes aos feitos com *E. grandis* e *Picea abies*. Com base nestes resultados MATZIRIS (1979) sugere que a seleção de árvores individuais e promissora para a densidade básica da madeira, enquanto que a seleção ao nível de procedências não resultaria em ganhos satisfatórios.

BRASIL (1983), estudando a variação da densidade básica da madeira entre e dentro de procedências de *E. urophylla* em dois locais, encontraram que os maiores ganhos poderão ser obtidos através da seleção entre procedências e que não houve interação entre procedências e locais de plantio, o que revela o forte controle genético para esta característica. JOURDAIN & OLSON (1984) também mencionaram esse forte controle genético da densidade básica da madeira em procedências e progênies de *Platanus occidentalis*

2.3.3. A DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA E AS ESTRATÉGIAS DE MELHORAMENTO

A definição de uma estratégia de melhoramento para uma característica depende de diversos fatores. Porém, o que realmente define essa escolha é a interação genótipo x ambiente, pois a mesma reduz a herdabilidade, quando a seleção for para uma ampla gama de ambientes, e daí o ganho, como é relatado por MORI et alii (1986).

FALKENHAGEN (1985) comenta que para minimizar os efeitos da interação genótipo x ambiente poderiam ser adotadas duas estratégias: a primeira classificar os locais em sub-regiões e conduzir um programa de melhoramento múltiplo, e a segunda seria a eliminação dos genótipos causadores da interação, para que com isto fosse conduzido um único programa.

Um exemplo de escolha das estratégias sugeridas por FALKENHAGEN (1985) pode ser encontrada no trabalho de BURDON (1977) que calculou estimativas de correlações genéticas entre locais, envolvendo altura, retidão e densidade básica da madeira para *P. radiata*. A densidade básica da madeira mostrou altas correlações genéticas entre as regiões de estudo, daí o critério de seleção para esta característica seria aquele onde todos os locais pertenceriam a um mesmo programa de melhoramento. Para altura e retidão houve baixa correlação entre locais, o que sugere a formação de programas de melhoramento separados.

BRASIL (1972) mostra que a variação da densidade básica entre árvores de *E. propinqua* em um mesmo local e de locais diferentes é grande, o que sugere que os programas de melhoramento florestal por seleção devam ser realizados nas próprias regiões de plantio.

ARACHUKU (1984), por sua vez, não encontrou nenhuma relação entre a densidade básica da madeira com as características de crescimento em *Gmelina arborea*. Isto levou o autor a recomendar uma seleção individual preliminar para forma e volume, seguindo-se uma segunda para a densidade. Recomendação semelhante é feita por Perry & Wu (1958) e Zobel (1971), citados por BRASIL (1976), na qual é ressaltada a importância da seleção para a qualidade da madeira após a seleção fenotípica para volume, nos programas de melhoramento florestal.

NAMKOONG (1976) propõe um sistema alternativo no qual as populações de melhoramento são subdivididas em multipopulações e que permite que se obtenha mais vantagens com a seleção do que quando da condução de uma só população de melhoramento. Porém, o autor ressalta que embora este método ofereça mais vantagens ele também é mais difícil de ser manejado.

BARNES et alii (1984) colocam que a estrutura da manutenção de múltiplas populações mantém a existência e identidade de genes complexos. Estas populações altamente produtivas em ambientes específicos fornecem uma garantia contra endogamia e encoraja a população a divergir geneticamente.

Deste modo, e mantida a variabilidade e os ganhos futuros são assegurados a um custo menor que a tradicional hierarquia de espécies, procedências e melhoramento de populações.

Segundo coloca NAMKOONG (1984), o uso de diferentes populações para diferentes situações ecológicas e usos finais permite um maior ganho genético por geração para cada população. Essas diferentes populações também seriam mais eficientes em manter as reservas genéticas que podem ser necessárias em gerações futuras. Por outro lado, quando se seleciona uma população de indivíduos para uma ampla gama de condições, isso traz menos oportunidade de variabilidade genética, quando comparada a várias populações de genótipos para diferentes situações. Dessa forma, quando se opta por um só conjunto de fenótipos para inúmeras condições, tem-se duas desvantagens: um menor ganho para cada local e maior restrição na variabilidade para a população.

SHELBOURNE (1972) apresenta uma regra prática: se o componente da interação alcançar 50% ou mais do componente de família, a interação genótipo x ambiente tem sérias implicações sobre o potencial de ganho da seleção. Essa regra tem a finalidade de facilitar a tomada de decisão do melhorista para escolha de qual estratégia deve ser seguida. Um exemplo de aplicação desse método é encontrado no trabalho de MATHESON & RAYMOND (1984b).

Pelos trabalhos encontrados na literatura percebe-se que a densidade básica da madeira é uma característica com alta herdabilidade, apresentando correlações tanto po-

sitivas como negativas e de diferentes magnitudes com as características de crescimento. Este tipo de comportamento da densidade básica da madeira confere a mesma uma escolha de estratégia de melhoramento diferente das características de crescimento que apresentam baixa herdabilidade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATERIAL

As sementes das progênies que constituíram esses ensaios foram obtidas de árvores de polinização livre, em 1975. Essas árvores foram selecionadas fenotipicamente em uma população-base de *E. grandis*, estabelecida em dois locais do Estado de São Paulo (Mogi-Guaçú e Salto) em 1969. As sementes que deram origem a esta população foram provenientes de Coff's Harbour - NSW - Austrália (população original).

A intensidade de seleção das árvores na população-base, levando-se em consideração as características de crescimento e forma do tronco, foi em torno de 1:5000.

Além das progênies, foram incluídas nos ensaios algumas testemunhas da África do Sul, Austrália, Rio Claro e uma referente à população-base sem seleção (Apêndice 7).

A caracterização dos locais de origem da população original, da população-base e dos locais utilizados na experimentação é apresentada na Tabela 6.

Tabela 06. Características geográficas da população original (a), população-base (b) e dos locais utilizados na experimentação (c).

| LOCALIDADE | LATITUDE | LONGITUDE | ALTITUDE (m) |
|------------------------------------|----------|-----------|--------------|
| a. População original | | | |
| Coff's Harbour-N.S.W. Austrália | 30°00'S | 152°55'E | 90 |
| b. População-base | | | |
| Mogi-Guaçú - SP | 22°11'S | 47°07'W | 600 |
| Salto - SP | 23°09'S | 47°03'W | 700 |
| c. Locais dos experimentos | | | |
| Anhembi - SP | 22°40'S | 48°10'W | 500 |
| Brotas - SP | 22°20'S | 48°10'W | 800 |
| Lençóis Paulista-SP | 22°40'S | 48°25'W | 600 |

3.2. MÉTODOS

3.2.1. INSTALAÇÃO DOS ENSAIOS

Os ensaios foram instalados em Anhembi, Brotas e Lençóis Paulista, todos no Estado de São Paulo, em novembro de 1976, sendo que as mudas foram feitas em Brotas. Esses três locais representam parte significativa da variação edáfica das áreas de plantio de *Eucalyptus* no Estado de São Paulo.

O delineamento utilizado nos três locais foi o látice triplo 8x8, com 64 tratamentos (progênes da população-base e demais testemunhas). Na Tabela 7 constam os tratamentos utilizados nos locais de experimentação.

Tabela 07. Número de tratamentos e sua especificação nos locais de experimentação.

| Especificação dos tratamentos | Locais | | |
|-------------------------------|---------|--------|---------|
| | Anhembi | Brotas | Lençóis |
| Total de tratamentos | 64 | 64 | 64 |
| Total de progênes | 52 | 56 | 54 |
| Progênes comuns | 52 | 52 | 52 |
| Testemunhas | 12 | 08 | 10 |

As parcelas dos experimentos foram retangulares com 25 plantas (5x5), ao espaçamento de 3x2 metros, sendo que 10 plantas foram utilizadas na coleta de dados, obedecendo-se o croqui da parcela, apresentado a seguir:

Croqui de uma parcela:

| | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| x ₁₃ | x ₁₂ | x ₁₁ | x ₁₀ | x ₂₅ |
| x ₁₄ | o ₀₇ | o ₀₈ | o ₀₉ | x ₂₄ |
| x ₁₅ | o ₀₆ | o ₀₅ | o ₀₄ | x ₂₃ |
| x ₁₆ | o ₀₁ | o ₀₂ | o ₀₃ | x ₂₂ |
| x ₁₇ | x ₁₈ | x ₁₉ | x ₂₀ | x ₂₁ |

onde:

x: planta bordadura; o: planta útil; 1 a 25: numeração das plantas.

O croqui de campo utilizado nos três locais encontram-se no Apêndice 6.

3.2.2. COLETA DE DADOS

Em janeiro e fevereiro de 1984 procedeu-se o corte das árvores dos testes de progênies, quando as mesmas estavam com 7 anos de idade. Em cada parcela foram abatidas 10 árvores, sendo que a derrubada das árvores seguiu a numeração das plantas, em ordem crescente, conforme mostra o croqui da parcela; quando havia uma falha derrubava-se a seguinte, até completar as 10 árvores.

A medição da altura total foi feita em seguida ao corte da árvore por uma trena. Após a medição da altura, retirou-se um disco ao dap (diâmetro à altura do peito - 1,30 m a partir do solo) de cada uma das árvores da parcela. Estes discos foram identificados com uma placa, constando na mesma o número do tratamento, da planta e a repetição. Após esta identificação, os discos de cada parcela foram ensacados e transportados para o laboratório, onde procedeu-se a medição do diâmetro dos mesmos com uma régua graduada de precisão de 1 milímetro.

O volume cilíndrico das plantas foi calculado através dos dados de altura e dap de cada árvore individual pela fórmula usual ($\text{volume cilíndrico} = \pi/4 \times \text{dap}^2 \times \text{altura}$).

A determinação da densidade básica da madeira foi feita pelo método da balança hidrostática, conforme norma da ABCP M 14/70. Nessa determinação utilizou-se os discos retirados ao dap, sendo que para facilidade da análise os discos foram seccionados ao meio.

3.2.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA E ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS

3.2.3.1. Análise de variância individual para cada uma das características, em cada local

A análise da variância individual para os dados de cada característica, em cada local, foi realizada segundo o esquema em látice proposto por COCHRAN & COX (1981). O modelo matemático utilizado nessas análises foi:

$$Y_{ijqu} = m + R_j + B_j(q) + T_i + e_{ij(q)} + d_{u(ijq)} \quad (3)$$

Onde: Y_{ijqu} = é a observação na árvore u , do tratamento i , no bloco q da repetição j ; m = é a média geral; T_i = é o efeito de tratamento i , com $i=1, \dots, t$, onde $t = k^2$; $B_j(q)$ = é o efeito do bloco q , dentro da repetição j , com $q=1, \dots, b$; R_j = é o efeito da repetição j , com $j=1, \dots, r$; $e_{ij(q)}$ = efeito do erro intrabloco; $d_{u(ijq)}$ = efeito dentro de parcelas.

A estrutura simplificada da análise de variância em látice, para cada característica, utilizada na obtenção das estimativas de variâncias, ao nível de média de parcelas, em cada local, foi:

| FV | GL | QM | E(QM) |
|--------------------------------------|------------------------|--------|---|
| Tratamentos ajustados | $k^2 - 1$ | Q'_1 | $(1/\bar{n}') \hat{\sigma}_{d'}^2 + \hat{\sigma}_e^2 + r\hat{\sigma}_T^2$ |
| Tratamentos ajustados (progênies) | $p - 1$ | Q_1 | $(1/\bar{n}) \hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_e^2 + r\hat{\sigma}_p^2$ |
| Erro efetivo | $(k-1)(rk-k-1)$ | Q_2 | $(1/\bar{n}') \hat{\sigma}_{d'}^2 + \hat{\sigma}_e^2$ |
| Variância dentro (tratamentos) | $\sum_{tr} (n-1)_{tr}$ | Q'_3 | $\hat{\sigma}_{d'}^2$ |
| Variância dentro (progênies) | $\sum_{pr} (n-1)_{pr}$ | Q_3 | $\hat{\sigma}_d^2$ |

Onde: QM: quadrado médio; E(QM): esperança do quadrado médio; k: fator de tratamento do látice; $k^2 = T$: número de tratamentos; r: número de repetições; p: número de progênies em cada local; \bar{n}' e \bar{n} : média harmônica do número de plantas por parcela para "T" tratamentos e "P" progênies, respectivamente; $\hat{\sigma}_T^2$: variância devida aos tratamentos; $\hat{\sigma}_p^2$: variância devida às progênies; $\hat{\sigma}_e^2$: variância devida ao erro entre parcelas; $\hat{\sigma}_{d'}^2$ e $\hat{\sigma}_d^2$: variância dentro das parcelas para "T" tratamentos e "P" progênies, respectivamente; n: número de plantas dentro de cada parcela.

Os quadrados médios dentro (Q_3 e Q'_3) foram obtidos à parte da análise de variância, conforme é descrito por GERALDI, 1977:

$$Q'_3 = \frac{\sum_{tr} (SQ_d)_{tr}}{\sum_{tr} (n-1)_{tr}} \quad Q_3 = \frac{\sum_{pr} (SQ_d)_{pr}}{\sum_{pr} (n-1)_{pr}} \quad (4)$$

onde:

Q'_3 e Q_3 : quadrados médios dentro de parcelas para "T" tratamentos e "P" progênies, respectivamente; SQ_d : soma de quadrados dentro de cada parcela.

As análises de variância individuais em lâti-
ce e em blocos ao acaso também forneceram: (a) a eficiência do lâti-
ce que é o resultado da relação entre o erro do bloco ao acaso pelo erro efetivo do lâti-
ce, em porcentagem; (b) o coeficiente da variação experimental que, no caso das análises em lâti-
ce, é a relação entre a raiz quadrada do erro efetivo e a média do ensaio em porcentagem e; (c) os valores de F para tratamentos, em blocos ao acaso e lâti-
ce, calculados da seguinte forma

$$a) F = \frac{\text{Q.M. Tratamentos Não Ajustados}}{\text{Erro Bloco ao Acaso}}$$

$$b) F = \frac{\text{Q.M. Progênies Ajustadas}}{\text{Erro Efetivo}}$$

As argumentações de MIRANDA FILHO (1978) de que seria mais justificável a utilização do látice só quando sua eficiência fosse superior a 110%, não foram levadas em consideração. Portanto, mesmo no caso de baixa eficiência optou-se pelo látice para a determinação das estimativas de variância usadas na obtenção dos parâmetros genéticos.

3.2.2.2. Estimação de variâncias genéticas e fenotípicas

A estimação de variâncias genéticas e fenotípicas, ao nível de média de parcelas, foi obtida conforme KAGEYAMA (1980), ou seja, a partir do quadrado médio dos tratamentos ajustados (progênies). Já a variância do erro foi obtida a partir do quadrado médio do erro, que corresponde ao erro efetivo, obtido na análise em látice para os 64 tratamentos.

A determinação das variâncias do erro ($\hat{\sigma}_e^2$) e genética ($\hat{\sigma}_p^2$) foi feita utilizando-se duas variâncias dentro ($\hat{\sigma}_{d'}^2$ e $\hat{\sigma}_d^2$). A primeira foi utilizada na determinação da $\hat{\sigma}_e^2$ e a segunda da $\hat{\sigma}_p^2$. As variâncias aditivas ($\hat{\sigma}_A^2$), assim como as fenotípicas ao nível de plantas individuais ($\hat{\sigma}_F^2$) e ao nível de médias de progênies ($\hat{\sigma}_F^2$) foram determinadas baseando-se em VENCOVSKY (1978):

$$\hat{\sigma}_d^2 = Q_3 \quad \text{e} \quad \hat{\sigma}_{d'}^2 = Q_3' \quad (5)$$

$$\hat{\sigma}_e^2 = Q_2 - \frac{Q_3'}{\bar{n}'} \quad (6)$$

$$\hat{\sigma}_P^2 = \frac{1}{r} \left(Q_1 - \frac{Q_3}{\bar{n}} - Q_2 + \frac{Q_3}{\bar{n}'} \right) \quad (7)$$

$$\hat{\sigma}_A^2 = 4 \hat{\sigma}_P^2 \quad (8)$$

$$\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_P^2 \quad (9)$$

$$\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2 = \frac{\hat{\sigma}_d^2}{\bar{n}r} + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{r} + \hat{\sigma}_P^2 \quad (10)$$

3.2.3.3. Estimacão dos coeficientes de herdabilidade e de variao genética, variao dentro de progênies e variância fenotípica

Foram determinados três coeficientes de herdabilidade. O primeiro  ao nível de plantas individuais, referindo-se  seleo entre plantas em cada um dos ensaios:

$$h_1^2 = \frac{4 \hat{\sigma}_P^2}{\hat{\sigma}_F^2} \quad (11)$$

O segundo  para a seleo entre médias de famílias de meios-irmãos, para cada um dos ensaios:

$$h_{m_1}^2 = \frac{\hat{\sigma}_P^2}{\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2} \quad (12)$$

O terceiro refere-se  seleo massal dentro de famílias de meios-irmãos, para cada um dos ensaios:

$$h_{d_1}^2 = \frac{3 \hat{\sigma}_p^2}{\hat{\sigma}_d^2} \quad (13)$$

Os coeficientes de variação genética, dentro e fenotípica ao nível dos ensaios individuais foram determinados da seguinte forma:

a) Coeficiente de variação genética:

$$CV_g (\%) = \frac{\hat{\sigma}_p}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (14)$$

b) Coeficiente de variação dentro de progênies:

$$CV_d (\%) = \frac{\hat{\sigma}_d}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (15)$$

c) Coeficiente de variação fenotípica:

$$CV_F (\%) = \frac{\hat{\sigma}_F}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (16)$$

3.2.3.4. Estimação dos progressos genéticos na seleção

Das expressões apresentadas por VENCOVSKY (1978), foram obtidas as estimativas dos progressos genéticos na seleção entre e dentro de progênies de meios - irmãos, com seleção efetuada nos dois sexos, o que transforma os testes em "Pomar de Sementes por Mudanças", conforme KAGEYAMA (1980). Portanto, a expressão utilizada foi:

$$G_s = \frac{i_1 (1/4) \sigma_A^2}{\sqrt{\hat{\sigma}_F^2}} + \frac{i_2 (3/4) \sigma_A^2}{\sqrt{\hat{\sigma}_d^2}} \quad (17)$$

Onde:

i_1 e i_2 : intensidade de seleção entre e dentro de progênies, respectivamente; G_s : progresso esperado na seleção entre e dentro; σ_A^2 : variância aditiva; $\hat{\sigma}_F^2$: variância fenotípica de média de progênies; $\hat{\sigma}_d^2$: variância dentro de progênies.

3.2.3.5. Análise de variância conjunta para cada uma das características, envolvendo os três locais de ensaio

A análise de variância conjunta, para cada uma das características, foi realizada a partir das 52 progênies comuns aos três experimentos, utilizando-se dos totais dos tratamentos ajustados das análises individuais em látice. A média aritmética dos erros efetivos das análises individuais forneceu o erro efetivo médio utilizado nessas análises.

O modelo matemático adotado, considerando-se o efeito de local como fixo, é representado pela seguinte equação:

$$\bar{Y}_{ijk_u} = m + (R/L)_j(k) + P_i + L_K + (PL)_{ik} + \bar{e}_{ij(k)} + \bar{d}_{u(ijk)} \quad (18)$$

Onde:

\bar{Y}_{ijk_u} : é a observação feita na árvore u , da progênie i , na

repetição j do local k ; m : é a média geral; $(R/L)_{j(k)}$: efeito da repetição j dentro do local k , onde $j=1, \dots, r$; P_i : efeito de progênie i , onde $i=1, \dots, p$; L_k : efeito do local k , onde $k=1, \dots, l$; $(PL)_{ik}$: efeito da interação entre progênie i com o local k ; $e_{ij(k)}$: efeito do erro experimental; $\bar{d}_{u(ijk)}$: efeito dentro de parcelas.

O esquema da análise de variância conjunta, ao nível de médias de progênies, baseando-se em VENCovsky¹ é apresentado no quadro a seguir.

Os valores das variâncias dentro ($\hat{\sigma}_d^2 = Q_6$ e $\hat{\sigma}_{d'}^2 = Q_6'$) correspondem à média aritmética entre as respectivas variâncias dentro das análises individuais. O valor calculado de Q_1 foi com base nos dados originais, dispostos no esquema de blocos ao acaso.

Os graus de liberdade para locais foram calculados pela fórmula de Satterthwaite, citada por VENCovsky & GERALDI².

¹ VENCovsky, R. Métodos para determinação da interação genótipo x ambientes. Palestras apresentada no Curso de Aperfeiçoamento sobre Análise de Experimentos em Genética Florestal, Piracicaba, 1986.

² VENCovsky, R. e GERALDI, I.O. Componentes de variância. Curso de Biometria Aplicada à Genética. Piracicaba, 1985.

| FV | G.L. | QM | E (QM) | F |
|--------------------------------|------------------------------|--------|---|-------------------------------|
| Blocos/Locais | $\ell(r-1)$ | Q_1 | $(1/\bar{n}) \sigma_d^2 + \sigma_e^2 + p \sigma_{R/L}^2$ | Q_1 / Q_5 |
| Locais (L) | $\ell-1$ | Q_2 | $(1/\bar{n}) \sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r \left(\frac{\ell}{\ell-1}\right) \sigma_{PL}^2 + p \sigma_{R/L}^2 + prV_L$ | $\frac{Q_2 + Q_5}{Q_1 + Q_4}$ |
| Progênes (P) | $p-1$ | Q_3 | $(1/\bar{n}) \sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\ell \sigma_p^2$ | Q_3 / Q_5 |
| (P) x (L) | $(p-1)(\ell-1)$ | Q_4 | $(1/\bar{n}) \sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r \left(\frac{\ell}{\ell-1}\right) \sigma_{PL}^2$ | Q_4 / Q_5 |
| Erro Efetivo Médio | $\ell(r-1)(p-1)$ | Q_5 | $(1/\bar{n}') \sigma_{d'}^2 + \sigma_e^2$ | - |
| Variância dentro (tratamentos) | $\frac{\Sigma(n-1)}{tr\ell}$ | Q_6' | $\sigma_{d'}^2$ | - |
| Variância dentro (progênes) | $\frac{\Sigma(n-1)}{pr\ell}$ | Q_6 | σ_d^2 | - |

Onde: σ_{PL}^2 : é a variância da interação progênes por locais; σ_p^2 : é a variância entre progênes; σ_e^2 : é a variância devida ao erro entre parcelas; σ_d^2 e $\sigma_{d'}^2$: são as variâncias dentro das parcelas para "T" tratamentos e "p" progênes, respectivamente; \bar{n}' e \bar{n} : são as médias harmônicas do número de plantas para "T" tratamentos e "p" progênes, respectivamente; n: número de plantas dentro de cada parcela; p: número de progênes comuns aos três locais; ℓ : é o número de locais; r: é o número de repetições dentro de cada local.

3.2.3.6. Cálculo do coeficiente de correlação e da variância da interação progênie x locais para os pares de locais em cada uma das características

Além da análise conjunta envolvendo os três locais, citada no item anterior, foram realizadas também análises conjuntas envolvendo pares de locais, para cada uma das características estudadas, com a finalidade de se conhecer melhor os efeitos da interação progênie x locais. Nestas análises foi seguida a mesma metodologia anterior, porém, deu-se ênfase ao desdobramento da interação e a determinação do coeficiente de correlação entre os dois locais, conforme coloca VENCovsky (1978):

$$\hat{\sigma}_{PL_{x,y}}^2 = \frac{1}{2} (\hat{\sigma}_{P_x} - \hat{\sigma}_{P_y})^2 + \sigma_{P_x} \sigma_{P_y} (1 - r_{x,y}) \quad (19)$$

Onde:

$\hat{\sigma}_{PL_{x,y}}^2$: variância da interação progênie x locais entre os locais x e y, para uma determinada característica; $\hat{\sigma}_{P_x}$ e $\hat{\sigma}_{P_y}$: desvios padrão das variâncias genéticas de uma característica nos locais x e y; $r_{x,y}$: coeficiente de correlação entre os locais x e y, para uma determinada característica.

A equação (19) citada por VENCovsky (1978) e válida quando os locais e as progênie são aleatórias. Como neste estudo os locais foram considerados de efeito fixo a $\hat{\sigma}_{PL_{x,y}}^2$ fica multiplicada por 2 nesta equação (VENCovsky 1).

Neste caso a interação fica composta de duas partes: a primeira devida à diferença na variabilidade do material, dentro dos ambientes ($\hat{\sigma}_{P_x}^2 - \hat{\sigma}_P^2$); a segunda advinda da falta de correlação entre o material de um ambiente para o outro ($1 - r_{x,y}$). Conforme VENCovsky¹, o valor $r_{x,y}$ considerando-se o ambiente como efeito fixo e progênie aleatório, fica:

$$r_{x,y} = \frac{\hat{\sigma}_{P_{x,y}}^2 - \hat{\sigma}_{PL_{x,y}}^2}{\sqrt{(\sigma_{P_x}^2 + \frac{\sigma_{e_x}^2}{b}) \cdot (\sigma_{P_y}^2 + \frac{\sigma_{e_y}^2}{b})}} \quad (20)$$

Onde:

$r_{x,y}$: coeficiente de correlação entre os locais x e y, para uma determinada característica; $\hat{\sigma}_{P_{x,y}}^2$: variância genética obtida para uma característica, na análise conjunta, envolvendo os locais x e y; $\hat{\sigma}_{P_x}^2$, $\hat{\sigma}_{P_y}^2$: variâncias genéticas de uma característica nos locais x e y, respectivamente; $\hat{\sigma}_{e_x}^2$, $\hat{\sigma}_{e_y}^2$: variâncias do erro de uma característica nos locais x e y, respectivamente; b: número de repetições dentro dos locais x e y.

¹ VENCovsky, R. Op. cit. p.43.

3.2.3.7. Estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos nas análises conjuntas

A estimação de parâmetros foi semelhante à obtida nas análises individuais, porém, com a diferença de que nas análises conjuntas é possível se isolar a variância da interação de progênes x locais. Desta forma, os parâmetros determinados nas análises conjuntas, baseando-se em VENCOVSKY (1978), foram:

a) Variância fenotípica, ao nível de plantas individuais:

$$\hat{\sigma}_{F'}^2 = \hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_{PL}^2 + \hat{\sigma}_P^2 \quad (21)$$

b) Variância fenotípica, ao nível de médias de progênes:

$$\hat{\sigma}_{F'}^2 = \frac{\hat{\sigma}_d^2}{lr\bar{n}} + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{lr} + \frac{\hat{\sigma}_{PL}^2}{l} + \hat{\sigma}_P^2 \quad (22)$$

c) Coeficiente de herdabilidade, ao nível de plantas individuais, para seleção entre plantas nos locais em conjunto:

$$h_2^2 = \frac{4 \hat{\sigma}_P^2}{\hat{\sigma}_{F'}^2} \quad (23)$$

d) Coeficiente de herdabilidade para seleção entre médias de famílias, para locais em conjunto:

$$h_{m2}^2 = \frac{\hat{\sigma}_P^2}{\hat{\sigma}_{F'}^2} \quad (24)$$

- e) Coeficiente de herdabilidade para seleção dentro de famílias, para locais em conjunto:

$$h_{d_2}^2 = \frac{3 \cdot \hat{\sigma}_P^2}{\hat{\sigma}_d^2} \quad (25)$$

- f) Coeficiente de variação genética:

$$CV_g (\%) = \frac{\hat{\sigma}_P}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (26)$$

- g) Coeficiente de variação fenotípica:

$$CV_F (\%) = \frac{\hat{\sigma}_{F'}}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (27)$$

- h) Coeficiente de variação dentro de progênies:

$$CV_d (\%) = \frac{\hat{\sigma}_d}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (28)$$

- i) Coeficiente de variação da interação p x l:

$$CV_{PL} (\%) = \frac{\hat{\sigma}_{PL}}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (29)$$

- j) Coeficiente de variação experimental:

$$CV_{exp} (\%) = \frac{\sqrt{Q_5}}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (30)$$

3.2.3.8. Análise de covariância entre pares de características para cada local

A análise de covariância entre pares de características, dentro de cada local, foi realizada segundo o método Kempthorne (1966), citado por GERALDI (1977), com as progênies de cada local. Esse método permite obter estimativas de covariâncias utilizando-se apenas o processo de análise de variância.

A estrutura simplificada da análise de covariância, para cada par de características, em cada um dos locais, fica:

| FV | G.L. | PM | E(PM) |
|--------------|-----------------|-------|--|
| Progênies | $p - 1$ | P_1 | $(1/\bar{n}) \text{C}\hat{\text{O}}V_d + \text{C}\hat{\text{O}}V_e + r\text{C}\hat{\text{O}}V_p$ |
| Erro efetivo | $(k-1)(rk-k-1)$ | P_2 | $(1/\bar{n}) \text{C}\hat{\text{O}}V_d + \text{C}\hat{\text{O}}V_e$ |

Onde:

p : número de progênies existentes no local; r : número de repetições; k : fator de tratamento do látice; \bar{n} : número de plantas por parcela (média harmônica); $\text{C}\hat{\text{O}}V_d$: covariância fenotípica entre plantas dentro de progênies; $\text{C}\hat{\text{O}}V_e$: covariância genética entre progênies; P_1 : produto médio de progênies, entre as características x e y ; P_2 : produto médio do erro efetivo, entre as características x e y .

3.2.3.9. Estimação de correlações genéticas e fenotípicas entre pares de características

As correlações genéticas e fenotípicas ao nível de média de progênes, entre os pares de características em estudo, foram obtidas a partir dos produtos médios das análises de covariâncias, conforme GERALDI (1977) e KAGEYAMA (1980) ou seja:

$$r_{A(x,y)} = \frac{C\hat{O}V_{A(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{A(x)}^2 \cdot \hat{\sigma}_{A(y)}^2}} \quad (31)$$

$$r_{\bar{F}(x,y)} = \frac{C\hat{O}V_{\bar{F}(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{\bar{F}(x)}^2 \cdot \hat{\sigma}_{\bar{F}(y)}^2}} \quad (32)$$

Sendo:

$$C\hat{O}V_{P(x,y)} = \frac{P_1 - P_2}{r} \quad (33)$$

$$C\hat{O}V_{A(x,y)} = 4 C\hat{O}V_P \quad (34)$$

$$C\hat{O}V_{\bar{F}(x,y)} = C\hat{O}V_P + \frac{C\hat{O}V_e}{r} + \frac{C\hat{O}V_d}{\bar{n}r} \quad \text{ou} \quad C\hat{O}V_{\bar{F}} = \frac{P_1}{r} \quad (35)$$

Onde:

$C\hat{O}V_P$: covariância genética entre progênes; $C\hat{O}V_A$: covariância genética aditiva; $C\hat{O}V_{\bar{F}}$: covariância fenotípica ao nível de médias de progênes; r_A : coeficiente de correlação genética adi_

tiva; $r_{\bar{F}}$: coeficiente de correlação fenotípica ao nível de médias de progênes; $\hat{\sigma}_{\bar{F}(x)}^2$ e $\hat{\sigma}_{\bar{F}(y)}^2$: variâncias fenotípicas, ao nível de médias de progênes, para as características x e y , respectivamente.

3.2.3.10. Estimação da resposta correlacionada na seleção

As respostas correlacionadas esperadas com a seleção entre e dentro de progênes, nos dois sexos, foram calculadas conforme VENCOSKY (1978), ou seja:

$$RC_{(x,y)} = \frac{i_1 \cdot (1/4) \cdot C\hat{O}V_A(x,y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_{\bar{F}(y)}^2}} + \frac{i_2 \cdot (3/4) \cdot C\hat{O}V_A(x,y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_{d(y)}^2}} \quad (36)$$

$$RC_{(y,x)} = \frac{i_1 \cdot (1/4) \cdot C\hat{O}V_A(x,y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_{\bar{F}(x)}^2}} + \frac{i_2 \cdot (3/4) \cdot C\hat{O}V_A(x,y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_{d(x)}^2}} \quad (37)$$

Onde:

$RC_{(x,y)}$: é a resposta correlacionada esperada na característica \underline{x} , quando a seleção entre e dentro de progênes é feita na característica \underline{y} ; $RC_{(y,x)}$: é a resposta correlacionada esperada na característica \underline{y} , quando a seleção entre e dentro de

progênes é feita na característica \bar{x} ; i_1 e i_2 : são as intensidades de seleção entre e dentro de progênes, respectivamente;

$\hat{\sigma}_{d(y)}^2$ e $\hat{\sigma}_{d(x)}^2$: são as variâncias dentro de progenies pa-

ra as características y e x , respectivamente; $\sigma_{F(x)}^2$ e $\sigma_{F(y)}^2$ variâncias fenotípicas, ao nível de médias de progênie, para as características x e y , respectivamente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. RESULTADOS DAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA INDIVIDUAIS E CONJUNTAS PARA AS CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO E DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA, AOS SETE ANOS DE IDADE

Os resultados obtidos nas análises de variância individuais para as características de crescimento e densidade básica da madeira, nos três locais de ensaios, são apresentados na Tabela 8; a distribuição das médias de cada uma das características nos três locais são mostradas nas Figuras 1 e 2.

Quanto às características de crescimento, altura, dap e volume cilíndrico, o local onde se obteve as maiores médias foi Anhembi, vindo a seguir Brotas e Lençóis Paulista. Isto provavelmente deve estar relacionado com a qualidade do sítio de cada local. Pôde-se verificar, também, que para estas características quase não houve diferença entre as médias das progênes de cada local e das progênes comuns, o que evidencia que as progênes não comuns pouco influenciaram. Porém, quando se compara as médias dos tratamentos com a das progênes de cada local, percebe-se que esta é superior a dos tratamentos, o que reflete a melhor qualidade do material selecionado em relação às testemunhas.

Tabela 08. Resultados das análises de variância para as quatro características nos três locais de ensaio, envolvendo os 64 tratamentos e as progênieis nos locais, aos sete anos de idade.

| Locais | Características | Médias | | | | | F tratamentos | | Ef. (2) Látice (%) | C.V. (3) exp. (%) | |
|---------------------|--------------------------------------|-------------|----------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------|---------------|--------|-----------------------|----------------------|-----------------|
| | | Tratamentos | | Progênieis | | Proc. Comuns | | Látice | | | Blocos ao Acaso |
| | | Altura (m) | DAP (cm) | Vol. Cil. (m ³ /árv.) (4) | Dens. Bás. (g/cm ³) (5) | Altura (m) | DAP (cm) | | | | |
| Anhembi (52) (1) | Altura (m) | 25,620 | 25,810 | 25,810 | 25,810 | 1,83** | 1,97** | 100,23 | 5,90 | | |
| | DAP (cm) | 16,580 | 16,640 | 16,640 | 16,640 | 1,22 | 1,21 | 101,71 | 7,11 | | |
| | Vol. Cil. (m ³ /árv.) (4) | 0,648 | 0,656 | 0,656 | 0,656 | 1,27 | 1,38 | 100,01 | 16,26 | | |
| | Dens. Bás. (g/cm ³) (5) | 0,420 | 0,420 | 0,420 | 0,420 | 3,38** | 3,11** | 103,23 | 3,86 | | |
| Brotas (56) | Altura (m) | 21,420 | 21,630 | 21,630 | 21,570 | 1,65* | 1,88** | 128,64 | 7,23 | | |
| | DAP (cm) | 14,250 | 14,340 | 14,340 | 14,320 | 1,36 | 1,27 | 146,57 | 10,52 | | |
| | Vol. Cil. (m ³ /árv.) (4) | 0,381 | 0,388 | 0,388 | 0,386 | 1,38 | 1,26 | 160,26 | 26,67 | | |
| | Dens. Bás. (g/cm ³) (5) | 0,470 | 0,470 | 0,470 | 0,470 | 3,28** | 3,11** | 105,80 | 3,57 | | |
| Iençóis (54) | Altura (m) | 19,850 | 20,100 | 20,100 | 20,130 | 2,73** | 3,59** | 135,65 | 5,64 | | |
| | DAP (cm) | 12,160 | 12,300 | 12,300 | 12,330 | 2,46** | 2,67** | 101,63 | 8,50 | | |
| | Vol. Cil. (m ³ /árv.) (4) | 0,260 | 0,267 | 0,267 | 0,269 | 2,28** | 2,45** | 104,75 | 21,87 | | |
| | Dens. Bás. (g/cm ³) (5) | 0,471 | 0,470 | 0,470 | 0,470 | 8,84** | 9,46** | 100,82 | 2,11 | | |

(1) Número de progênieis de cada local; (2) Eficiência do látice; (3) Coeficiente de variação experimental; (4) Volume cilíndrico; (5) Densidade básica da madeira.

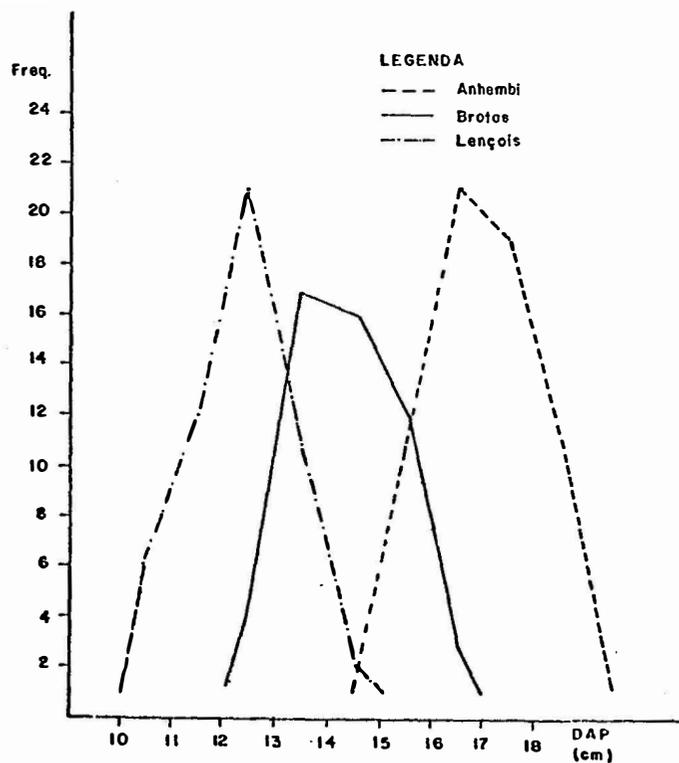
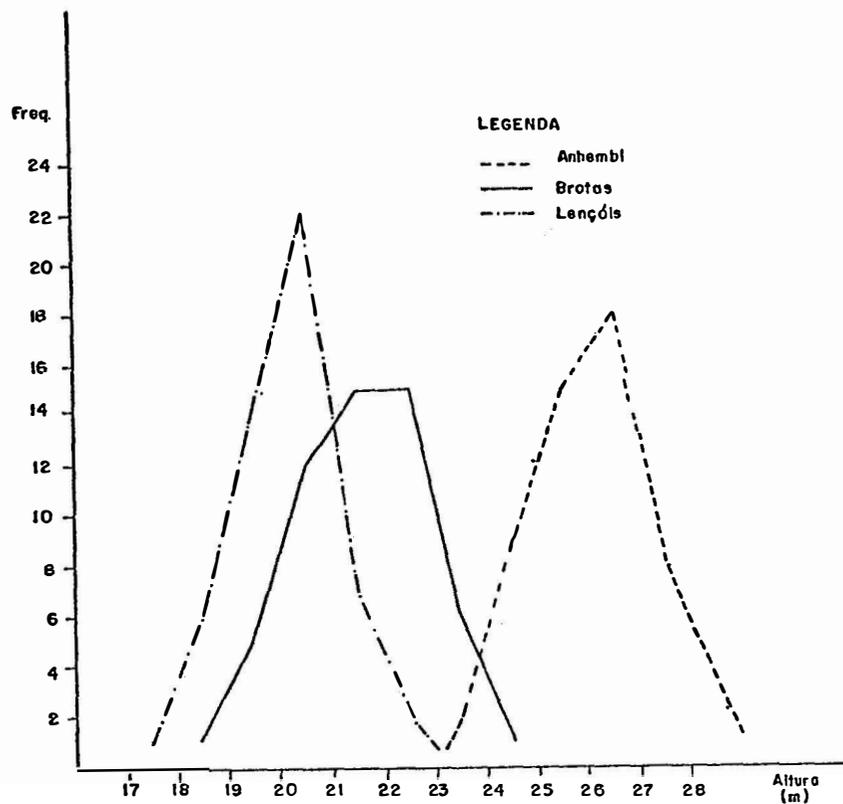


Figura 1. Variação entre médias de progênies para altura e dap, nos três locais de ensaios, aos sete anos de idade.

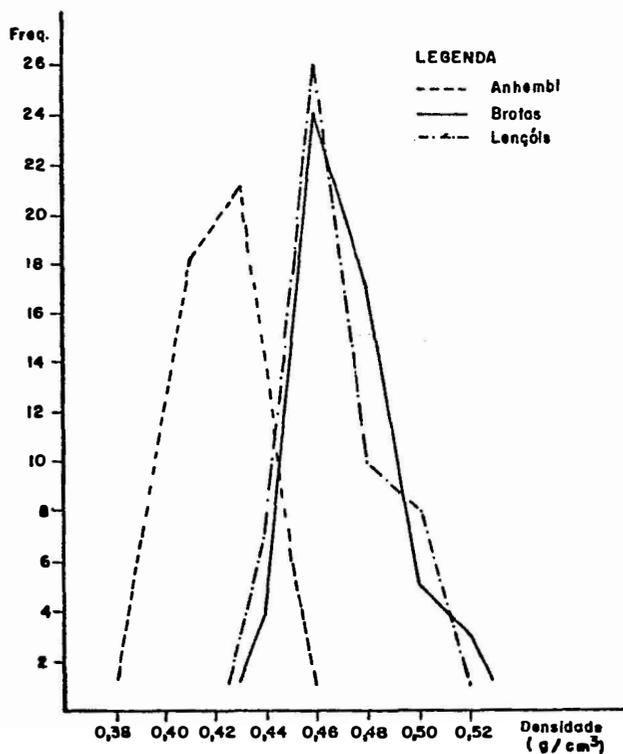
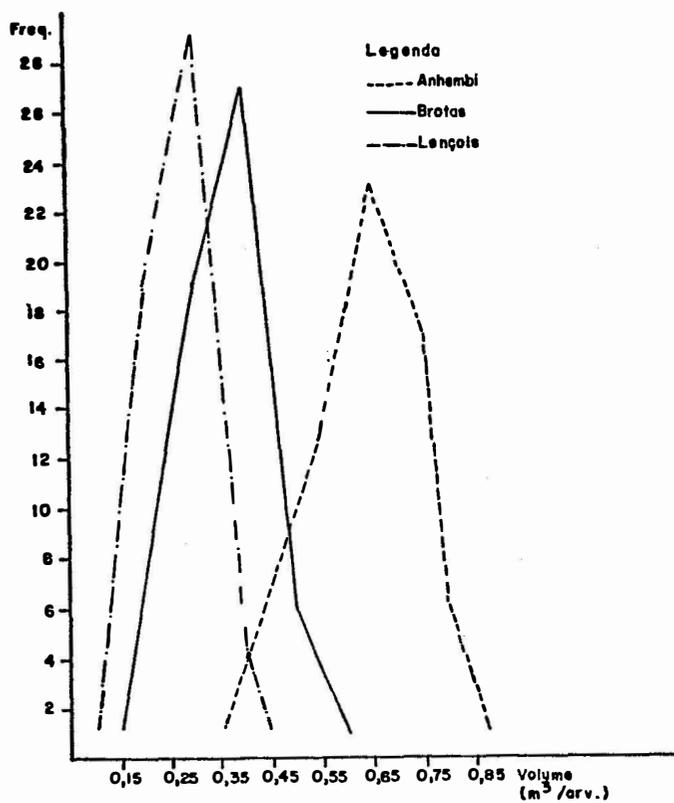


Figura 2. Variação entre médias de progênies para volume cilíndrico e densidade básica da madeira nos três locais de ensaio, aos sete anos de idade.

Quanto à densidade básica da madeira, verifica-se que não há diferença entre a média das testemunhas e das progênies, e que o local onde as progênies tiveram maior crescimento foi aquele que apresentou os menores valores de densidade básica, como ficou mais evidenciado nas Figuras 1 e 2.

Os valores de F da análise de variância em látice ou em blocos ao acaso comportaram-se de forma semelhante quanto à significância, para todas as características e em todos os locais. Porém, quanto à sua magnitude, foram maiores em Lençóis Paulista, vindo a seguir Brotas e Anhembi, se alternando conforme a característica. Isto pode ser verificado tanto para os tratamentos analisados em látice como em bloco ao acaso.

As características altura e densidade básica da madeira mostram variações genéticas significativas em todos os locais, enquanto que para o dap e o volume cilíndrico essas variações só foram significativas em Lençóis Paulista. Esse comportamento diferencial dos tratamentos, para uma mesma característica, de local para local, pode ser reflexo da interação, tratamentos por locais ou estar em função da variação do erro experimental entre locais (VENCOVSKY, 1978).

Os valores encontrados para as eficiências dos látices foram na sua maioria inferiores a 110%. Porém, a única característica que se manteve inferior a este limite, estabelecido por MIRANDA FILHO (1978), nos diferentes locais foi a densidade básica da madeira. As demais variações con-

forme o local, o que demonstra a maior influência do efeito de blocos nas características de crescimento, em função do local da experimentação.

Os resultados encontrados para os valores do coeficiente de variação experimental mostraram uma maior precisão para a característica densidade básica da madeira, vindo a seguir as características de crescimento: altura, dap e volume cilíndrico. Esta tendência foi observada em todos os locais. Comparando-se os valores encontrados para uma mesma característica em diferentes locais pode-se observar que para a densidade básica da madeira os valores decresceram do melhor sítio para o pior. Porém, em relação as características de crescimento esta tendência não foi observada.

Os resultados obtidos na Tabela 8 para as médias, valor de F e coeficiente de variação, para as características de crescimento, confirmaram aqueles obtidos por KAGEYAMA (1980) para as mesmas progênies e locais, aos 2 anos de idade. Porém, quanto a eficiência do látice o autor encontrou menores eficiências para características de crescimento em Brotas e Lençóis Paulista e maiores em Anhembi.

O comportamento das progênies (P), dos locais (L) e da interação (P) x (L) e melhor compreendido através dos resultados das análises conjuntas entre locais para as quatro características, expressas na Tabela 9.

Todas as características estudadas apresentaram variações genéticas significativas entre progênies como pôde ser verificado pelos valores de F nas análises conjuntas.

Tabela 9. Resultados das análises de variâncias conjuntas para as quatro características envolvendo as 52 progêneses comuns aos três locais, aos sete anos de idade.

| Características | Médias gerais | F | | C.V. (1) exp. (%) | C.V. PL (2) (%) | |
|--------------------------------------|------------------|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|------|
| | | Progênes(P) | Locais (L) (P) x (L) | | | |
| Altura (m) | 22,500 | 2,23** | 82,80** | 1,76** | 6,25 | 3,18 |
| DAP (cm) | 14,430 | 1,61* | 155,04** | 1,58** | 8,68 | 4,09 |
| Vol. Cil. (m ³ /árv.) (3) | 0,437 | 1,52* | 263,69** | 1,46** | 20,75 | 8,02 |
| Dens. Bás. (g/cm ³) (4) | 0,453 | 9,53** | 239,84** | 1,70** | 3,23 | 1,58 |

(1) Coeficiente de variação experimental em porcentagem; (2) coeficiente de variação da interação progêneses x locais em porcentagem; (3) volume cilíndrico em metros cúbicos por árvore; (4) densidade básica da madeira em gramas por centímetros cúbicos.

Os efeitos de locais foram significativos para todas as características estudadas e os mais expressivos. Altos valores de F para locais também são encontrados nos trabalhos de SCHRUM et alii (1975), MATHESON & RAYMOND (1984b) e BARNES et alii (1984) para *Pinus* spp e em KAGEYAMA (1980)

para *E. grandis*, entre outros. Isto vem demonstrar que os fatores ambientais podem contribuir de forma bastante acentuada na resposta de uma característica a determinadas condições ambientais, o que demonstra a necessidade dos estudos de pesquisas conjuntas entre o manejo e o melhoramento florestal.

Quanto a interação de progênies x locais, a mesma foi significativa para todas as características, porém, os valores de F foram inferiores aos encontrados para progênies e para locais. A significância da interação segundo MATHESON & RAYMOND (1984b) pode representar uma perda muito pequena para o potencial de ganho de uma característica. Isto fica melhor evidenciado pelo coeficiente de variação da interação progênies x locais (CV_{PL}) que dá uma idéia da magnitude dessa interação. Como as características de crescimento apresentam os maiores valores para o coeficiente de variação da interação progênies x locais, elas são então mais influenciadas pelo ambiente do que a densidade básica da madeira.

As médias para as características de crescimento obtidas nas análises conjuntas foram ligeiramente superiores às das progênies comuns em Brotas e Lençóis Paulista e inferiores às de Anhembi. Quanto à densidade básica da madei-

ra, ocorreu o inverso. Estes efeitos sobre a média da análise conjunta são reflexos da interação genótipo x ambiente.

Os valores encontrados para o coeficiente de variação experimental e coeficiente de variação da interação progênies x locais para o volume cilíndrico são 6,4 e 5,0 vezes, respectivamente, maiores do que aqueles encontrados para a densidade básica da madeira, o que reforça o fato desta última característica ter uma menor influência do ambiente.

Segundo VENCOVSKY (1978), a magnitude da interação depende do material ensaiado e também das condições ambientais, sendo que só a significância da interação não esclarece a situação. Desta forma o autor reconhece dois componentes na interação: o primeiro devido a diferença de variabilidade genética do material dentro dos indivíduos e o segundo da falta de correlação entre o material de um ambiente para o outro. Sendo assim, pode-se encontrar na Tabela 10 um estudo mais detalhado da interação progênies x locais para todas as características.

Pelos dados apresentados na Tabela 10 a densidade básica da madeira apresentou altas correlações entre os pares de locais estudados e os menores coeficientes de variação da interação (P) x (L), indicando uma boa estabilidade para esta característica frente a interação (P) x (L). Já as características de crescimento apresentaram de uma maneira geral, baixos valores para a correlação entre locais e coeficientes de variação da interação (P) x (L) superiores ao da densidade básica da madeira. Esses resultados poderiam indi-

car a possibilidade de adoção de duas estratégias, como e relatado por NAMKOONG (1984) e FALKENHAGEN (1985). A primeira seria a condução de um único programa para a densidade básica da madeira e a segunda a condução de programas múltiplos, com seleções para cada um dos locais em estudo para as características de crescimento. No caso de condução de um programa com todas as características, a decisão dependerá do conhecimento das herdabilidades, ganhos na seleção das características e da resposta entre características.

Tabela 10. Estimativas de coeficientes de variação da interação progênies por locais (CV_{PL}) e de correlações (r) entre pares de locais, para cada uma das características aos sete anos de idade.

| CARACTERÍSTICAS | LOCAIS | | | | | |
|-----------------|------------------|---------------|-------------------|---------------|------------------|---------------|
| | Anhembí x Brotas | | Anhembí x Lençóis | | Brotas x Lençóis | |
| | r^* | CV_{PL} (%) | r | CV_{PL} (%) | r | CV_{PL} (%) |
| Altura | 0,48 | 1,50 | 0,11 | 2,35 | -0,09 | 2,85 |
| Dap | -0,01 | 2,43 | 0,31 | 2,44 | -0,14 | 3,80 |
| Vol. Cil. | -0,06 | 5,07 | 0,56 | 3,36 | -0,16 | 9,16 |
| Dens. Bás. | 0,71** | 1,00 | 0,71** | 1,19 | 0,73** | 1,12 |

* Calculado conforme a equação 20..

4.2. ESTIMAÇÃO DE VARIÂNCIAS GENÉTICAS E FENOTÍPICAS E SEUS RESPECTIVOS COEFICIENTES DE VARIAÇÃO E DE HERDABILIDADE, PARA AS CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO E DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA AO NÍVEL DE ANÁLISES INDIVIDUAIS E CONJUNTAS, AOS SETE ANOS DE IDADE

As estimativas das variâncias genéticas e ambientais, que foram obtidas a partir dos componentes de variância nas análises de variância individuais e conjuntas, para todas as características estudadas, estão expressas na Tabela 11.

As estimativas da variância foram calculadas para se conhecer os coeficientes de variação de cada uma delas, assim como também as herdabilidades e ganhos na seleção das características estudadas, em cada um dos locais ou locais em conjunto.

Os valores da estimativa da variância dentro de progênies, obtidos em todas as características foram maiores em Anhembi, seguindo-se Brotas e Lençóis Paulista. Comparando-se as variâncias dentro obtidas por uma característica nos três locais, verifica-se que a densidade básica da madeira foi aquela que apresentou menor discrepância entre essas variâncias.

O fato da variância dentro ter sido maior em Anhembi, refletiu-se no valor das herdabilidades no sentido restrito (Tabela 13), onde esse local apresenta valores bem inferiores aos encontrados nos outros dois locais. Isso tam-

Tabela 11. Estimativas de variâncias genéticas entre progênies ($\hat{\sigma}_d^2$), devidas ao erro ($\hat{\sigma}_e^2$), dentro de progênies ($\hat{\sigma}_p^2$) e da interação progênies x locais ($\hat{\sigma}_{PL}^2$) para altura, dap, volume cilíndrico (Vol. Cil.) e densidade básica da madeira (Dens. Bás.), nos três locais, aos sete anos.

| Características | Locais | Variâncias | | | | |
|-----------------------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|--------------------------------|
| | | σ_d^2 | σ_e^2 | σ_p^2 | σ_{PL}^2 | σ_{PL}^2/σ_p^2 (1) |
| Altura (m) | Anhembi | 27,462900 | 0,000000 | 0,631400 | - | - |
| | Brota s | 5,738100 | 1,800400 | 0,532900 | - | - |
| | Lençóis | 4,431200 | 0,725100 | 0,737700 | - | - |
| | <u>A. Conj unta</u> | 12,512300 | 0,676100 | 0,273900 | 0,342105 | 1,25 |
| DAP (cm) | Anhembi | 17,640000 | 0,000000 | 0,215400 | - | - |
| | Brota s | 8,983200 | 1,318800 | 0,282900 | - | - |
| | Lençóis | 8,703400 | 0,101500 | 0,528600 | - | - |
| | <u>A. Conj unta</u> | 11,754300 | 0,226300 | 0,122300 | 0,232610 | 1,90 |
| Vol. Cil. (m ³ /ár.v.) | Anhembi | 0,185068 | 0,000000 | 0,000965 | - | - |
| | Brota s | 0,037047 | 0,006628 | 0,001301 | - | - |
| | Lençóis | 0,031789 | 0,000000 | 0,001334 | - | - |
| | <u>A. Conj unta</u> | 0,084565 | 0,000000 | 0,000465 | 0,000818 | 1,76 |
| Dens. Bás. (g/cm ³) | Anhembi | 0,001518 | 0,000112 | 0,000208 | - | - |
| | Brota s | 0,001082 | 0,000161 | 0,000213 | - | - |
| | Lençóis | 0,000718 | 0,000020 | 0,000259 | - | - |
| | <u>A. Conj unta</u> | 0,001108 | 0,000097 | 0,000203 | 0,000034 | 0,17 |

(1) Regra prática proposta por SHELBOURNE (1972).

bém fica evidenciado na Tabela 12, onde o coeficiente de variação dentro é muito superior ao de variação genética.

A relação $\frac{\sigma_p^2}{\sigma_g^2}$ apresentada na Tabela 11 é uma regra prática proposta por SHELBOURNE (1972) para se estimar os efeitos da interação genótipo x ambiente. Por essa regra, valores superiores a 0,5 obtidos por uma característica, indicam que a mesma tem uma forte influência ambiental.

A densidade básica da madeira foi a única característica que se manteve abaixo do valor crítico proposto por SHELBOURNE (1972), o que indica a pouca sensibilidade dessa característica às mudanças ambientais. Por outro lado, as características de crescimento apresentaram altos valores, caracterizando uma maior sensibilidade dessas características às variações ambientais.

As estimativas dos coeficientes de variação fenotípica, variação dentro de progênies, variação genética, variação experimental, variação da interação progênies x locais e a relação entre os coeficientes de variação genética e experimental encontrados para todas as características nos três locais são apresentados na Tabela 12.

A densidade básica da madeira apresenta os menores coeficientes de variação da interação progênies x locais e experimental, o que caracteriza uma menor influência de ambiente nessa característica.

As características de crescimento apresentaram coeficientes de variação fenotípica e dentro de parcelas superiores ao da densidade básica da madeira, tanto ao nível de

Tabela 12. Coeficientes de variação: fenotípica (CV_F), dentro de progênies (CV_d), genética (CV_g), experimental (CV_{exp}), da interação progênies x locais (CV_{PL}) e a relação entre os coeficientes de variação genética e experimental (CV_g/CV_{exp}) para altura, dap, volume cilíndrico e densidade básica da madeira, nos três locais de ensaios, aos sete anos.

| Características | Locais | Coeficientes de Variação (%) | | | | | CV_g/CV_{exp} . |
|-------------------------------------|-------------|------------------------------|--------|--------|--------------|-----------|-------------------|
| | | CV_F | CV_d | CV_g | CV_{exp} . | CV_{PL} | |
| Altura (m) | Anhenbi | 20,37 | 20,30 | 3,08 | 5,90 | - | 0,52 |
| | Brotas | 13,13 | 11,07 | 3,37 | 7,23 | - | 0,47 |
| | Lençóis | 12,08 | 10,47 | 4,27 | 5,64 | - | 0,76 |
| | Média | 15,19 | 13,95 | 3,57 | 6,26 | - | 0,58 |
| | A. Conjunta | 16,51 | 15,72 | 2,33 | 6,25 | 2,60 | 0,37 |
| DAP (cm) | Anhenbi | 24,88 | 25,24 | 2,79 | 7,11 | - | 0,39 |
| | Brotas | 22,68 | 20,89 | 3,71 | 10,52 | - | 0,35 |
| | Lençóis | 24,82 | 23,98 | 5,91 | 8,50 | - | 0,70 |
| | Média | 24,13 | 23,37 | 4,14 | 8,71 | - | 0,48 |
| | A. Conjunta | 24,70 | 23,76 | 2,42 | 8,68 | 3,34 | 0,28 |
| Vol. Cil. (m ³ /árv.) | Anhenbi | 64,40 | 65,54 | 4,73 | 16,26 | - | 0,29 |
| | Brotas | 54,64 | 49,59 | 9,29 | 26,67 | - | 0,35 |
| | Lençóis | 68,07 | 66,70 | 13,66 | 21,87 | - | 0,62 |
| | Média | 62,37 | 60,61 | 9,22 | 21,60 | - | 0,42 |
| | A. Conjunta | 66,91 | 66,54 | 4,93 | 20,75 | 6,55 | 0,24 |
| Dens. Bás. (g/cm ³) | Anhenbi | 10,21 | 9,28 | 3,43 | 3,86 | - | 0,89 |
| | Brotas | 8,12 | 7,00 | 3,11 | 3,57 | - | 0,87 |
| | Lençóis | 6,71 | 5,70 | 3,42 | 2,11 | - | 1,62 |
| | Média | 8,35 | 7,33 | 3,32 | 3,18 | - | 1,13 |
| | A. Conjunta | 8,38 | 7,35 | 3,14 | 3,23 | 1,29 | 0,97 |

média dos três locais, como na análise conjunta. Esse fato demonstra a importância do efeito de ambiente dentro da parcela e a sua influência sobre a variação fenotípica, pois ambos os coeficientes tiveram a mesma tendência em todas as características estudadas.

A relação entre os coeficientes de variação genética e experimental apresentou valores próximos ou superiores a 1,00 para a densidade básica da madeira, o que caracteriza, segundo VENCOVSKY (1978), uma situação muito favorável para a seleção, enquanto que para as características de crescimento esses valores são bem inferiores.

Os coeficientes de variação genética obtidos nas análises conjuntas, para as características de crescimento, foram bem inferiores àqueles correspondentes à média dos três locais. Essa queda foi de 35%, 42% e 47% para a altura, dap e volume cilíndrico, respectivamente. Em relação a densidade básica da madeira a queda foi de apenas 5%. Essa diminuição do coeficiente de variação genética na análise conjunta foi atribuída aos efeitos ambientais sobre as características, pois quanto menor o coeficiente da interação progênes x locais, menor a diminuição do coeficiente de variação genética obtido na análise conjunta em relação aquele correspondente à média dos três locais.

A densidade básica da madeira apresentou coeficiente de variação genética menor do que o volume cilíndrico. Porém, essa característica é mais efetiva quanto a sua participação na variabilidade fenotípica, como pode-se veri-

ficar pela relação entre o coeficiente de variação genética pelo fenotípico. Para a densidade básica da madeira essa participação é de 39,76%, enquanto que para altura é de 23,50%, para o dap de 17,16% e para o volume cilíndrico de 14,78%.

As estimativas de herdabilidade aos níveis de plantas individuais, médias de famílias e de plantas dentro de famílias, obtidas para cada uma das características, nos locais individuais e na análise conjunta, são apresentados na Tabela 13.

Para as características de crescimento, os valores de herdabilidade obtidos ao nível restrito e dentro, nas análises conjuntas, foram muito inferiores à média dos três locais. Já a densidade básica da madeira também apresenta uma diminuição, porém não tão acentuada como as características de crescimento. Estes decréscimos se devem em sua maior parte ao aumento da variância fenotípica, causado pela variância da interação progênes x locais e o decréscimo da variância genética nas análises conjuntas, como pode ser verificado nas Tabelas 11 e 12.

A diminuição da herdabilidade nas análises conjuntas para as características de crescimento devidas aos efeitos da interação de progênes por locais, também é discutida por MORI et alii (1986) em progênes de *E. saligna*, na qual os autores encontraram perdas de até 83,3% para a herdabilidade do volume cilíndrico.

As herdabilidades ao nível de média de famílias obtidas, nas análises conjuntas, para as características

Tabela 13. Estimativas de coeficientes de herdabilidade no sentido restrito ao nível de plantas individuais (h^2_1 e h^2_2), ao nível de médias de família (h^2_{m1} e h^2_{m2}) e ao nível de plantas dentro de famílias (h^2_{d1} e h^2_{d2}), para locais individuais e locais em conjunto, respectivamente, abrangendo altura, dap, volume cilíndrico e densidade básica da madeira, nos três locais, aos sete anos de idade.

| Características | h^2 | LOCAIS | | | Média | h^2 | Análise conjunta |
|-----------------|------------|--------|--------|---------|-------|------------|------------------|
| | | Anhemi | Brotas | Lençóis | | | |
| Altura | h^2 | 0,09 | 0,26 | 0,50 | 0,28 | h^2_2 | 0,08 |
| | h^2_{m1} | 0,45 | 0,40 | 0,65 | 0,50 | h^2_{m2} | 0,45 |
| | h^2_{d1} | 0,07 | 0,28 | 0,50 | 0,28 | h^2_{d2} | 0,06 |
| DAP | h^2_1 | 0,05 | 0,11 | 0,23 | 0,13 | h^2_2 | 0,04 |
| | h^2_{m1} | 0,38 | 0,28 | 0,60 | 0,42 | h^2_{m2} | 0,34 |
| | h^2_{d1} | 0,04 | 0,09 | 0,18 | 0,10 | h^2_{d2} | 0,03 |
| Vol. Cil. | h^2_1 | 0,02 | 0,12 | 0,16 | 0,10 | h^2_2 | 0,02 |
| | h^2_{m1} | 0,20 | 0,27 | 0,54 | 0,34 | h^2_{m2} | 0,28 |
| | h^2_{d1} | 0,02 | 0,10 | 0,12 | 0,08 | h^2_{d2} | 0,02 |
| Dens. Bás. | h^2_1 | 0,45 | 0,58 | 1,04 | 0,69 | h^2_2 | 0,56 |
| | h^2_{m1} | 0,70 | 0,70 | 0,89 | 0,76 | h^2_{m2} | 0,85 |
| | h^2_{d1} | 0,41 | 0,59 | 1,08 | 0,69 | h^2_{d2} | 0,55 |

de crescimento decresceram muito pouco em relação à média dos três locais. Isso foi devido, em parte, ao número de repetições e locais utilizados no estudo. A densidade básica da madeira chegou até aumentar a sua herdabilidade obtida na análise conjunta, em relação à média dos três locais, o que caracteriza novamente a pouca influência da variância da interação progênie x locais para essa característica.

Os três tipos de herdabilidades obtidas para todas as características apresentaram a mesma variação entre locais, ou seja, foram menores em Anhembi e maiores em Lençóis Paulista. Essa variação seguiu a mesma tendência da variação dentro, portanto atribui-se a esse parâmetro a principal causa dessa variação entre locais, como já foi discutido anteriormente.

A densidade básica da madeira apresentou os valores mais altos para os três tipos de herdabilidades, vindo a seguir a altura, o dap e o volume cilíndrico. Essa tendência também foi observada nas relações entre $\hat{\sigma}_{PL}^2 / \hat{\sigma}_P^2$ e CV_g / CV_{exp} , nas Tabelas 11 e 12, respectivamente. Portanto, com base na herdabilidade e nessas relações, a densidade básica da madeira é, das características estudadas, a que possui o maior controle genético.

As estimativas das herdabilidades foram feitas considerando-se a existência de uma relação de meios-irmãos para as progênie estudadas e desprezível a ocorrência de endogamia, condição indispensável preconizada por VENCOSKY (1969). ELDRIGE (1977) cita que nas populações de *Eucalyptus*

há predominância de alogamia; porém Van Wyke (1977) citado por KAGEYAMA (1980), relata a ocorrência de uma taxa significativa de auto-fecundação. Portanto, se houver a ocorrência de endogamia as estimativas poderão estar superestimadas; porém, a ordem das magnitudes para as herdabilidades não seria alterada.

As herdabilidades obtidas ao nível de média de famílias, para locais individuais e em conjunto, para as características de crescimento, foram consideravelmente mais altas, do que a no sentido restrito. Estes resultados indicam que a seleção com base em famílias deve ser mais efetiva que a dentro de famílias (KRIEBEL et alii, 1972 e COTTERILL & ZED, 1980).

FALCONER (1981) coloca que uma característica com alta herdabilidade, como a densidade básica da madeira, pode ser melhorada através de seleção massal, enquanto que para características de baixa herdabilidade, como a altura, o dap e o volume cilíndrico, a seleção por famílias seria muito mais eficiente.

O fato da densidade básica da madeira apresentar uma herdabilidade maior que as características de crescimento também fica evidenciado nas Tabelas 1 a 4, onde vários autores estudando diferentes espécies de coníferas e folhosas constataam esta tendência.

De uma maneira geral, as herdabilidades determinadas pelo método de polinização livre para *Eucalyptus* spp variaram de 0,20 a 0,52 para altura, conforme PATIÑO - VALERA

(1986) e BORGES (1980); 0,14 a 0,52 para o dap, também encontrado pelos mesmos autores; 0,10 e 0,15 para o volume cilíndrico, sendo ambos os resultados de PATIÑO-VALERA (1986): 0,54 a 0,91 para densidade básica da madeira, segundo BRASIL (1983) e ALMEIDA(1981). Deve ser levado em consideração que nessas comparações não se levou em consideração as idades das determinações, conforme é ressaltado por ZOBEL (1961).

Dentre os locais estudados, Anhembi foi aquele que apresentou todos os valores de herdabilidade inferiores aos resultados encontrados em literatura, enquanto que para Brotas só o dap ficou abaixo; para Lençóis Paulista o volume cilíndrico e a densidade básica da madeira apresentaram resultados superiores aos da literatura. Porém, se forem consideradas todas as espécies, os resultados encontrados estão dentro dos limites de cada característica.

4.3. ESTIMATIVA DE GANHOS GENÉTICOS COM SELEÇÃO ENTRE E DENTRO DE PROGÊNIES PARA AS CARACTERÍSTICAS ALTURA, DAP, VOLUME CILÍNDRICO E DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA, NOS TRÊS LOCAIS DE ENSAIOS AOS SETE ANOS DE IDADE

A estimação dos ganhos genéticos com seleção entre e dentro de progênes nos locais individuais, para todas as características, são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14. Estimativas de ganhos genéticos (% G_S) com a seleção entre e dentro de famílias, envolvendo as características: altura, dap, volume cilíndrico e densidade básica da madeira, nos três locais em estudo, aos sete anos.

| Características | Nível de Seleção | L O C A I S | | | Média | Análise conjunta |
|-----------------|------------------|-------------|--------|--------|-------|------------------|
| | | Arambi | Brotas | Itaquê | | |
| Altura | Entre progênies | 2,40 | 2,48 | 3,99 | 2,96 | 1,82 |
| | Dentro progênies | 2,16 | 4,75 | 8,05 | 4,99 | 1,59 |
| | Total | 4,56 | 7,23 | 12,04 | 7,94 | 3,40 |
| DAP | Entre progênies | 2,00 | 2,26 | 5,33 | 3,20 | 1,64 |
| | Dentro progênies | 1,42 | 3,04 | 6,73 | 3,73 | 1,14 |
| | Total | 3,42 | 5,30 | 12,06 | 6,93 | 2,78 |
| Vol. Cil. | Entre progênies | 2,48 | 5,64 | 11,64 | 6,59 | 3,03 |
| | Dentro progênies | 1,58 | 8,04 | 12,94 | 7,52 | 1,69 |
| | Total | 4,06 | 13,68 | 24,58 | 14,11 | 4,72 |
| Dens. Bás. | Entre progênies | 3,33 | 3,02 | 3,74 | 3,36 | 3,37 |
| | Dentro progênies | 5,88 | 6,37 | 9,50 | 7,25 | 6,22 |
| | Total | 9,21 | 9,39 | 13,24 | 10,61 | 9,59 |

Entre progênies: seleção de 30% das progênies ($i = 1,16$) em porcentagem da média das progênies.

Dentro de progênies: seleção de 10% das árvores dentro das progênies ($i = 1,54$) em porcentagem da média das progênies.

A seleção entre e dentro de progênies, com a eliminação dos indivíduos inferiores, caracteriza um método de melhoramento denominado "Pomar de Sementes por Mudas". Esta seleção, segundo KAGEYAMA (1980), seria válida só quando realizada ao nível de locais, pois em conjunto o seu aproveitamento só é possível através de propagação vegetativa (Pomar de Sementes Clonal)

O ganho na seleção, em porcentagem sobre a média da característica selecionada ($G_s\%$), é função da intensidade de seleção, do coeficiente de variação fenotípica e da herdabilidade ($G_s\% = i \cdot CV_F \cdot h^2$). Portanto, a escolha da intensidade de seleção é de grande importância na estimativa desses ganhos pois, como o teste de progênies será transformado em um Pomar de Sementes por Mudas, o melhorista deverá escolher uma intensidade de seleção que forneça ganhos satisfatórios e não prejudique a polinização desse Pomar, para não ter problemas de endogamia.

Nos testes de progênies estudados optou-se por uma seleção de 30% entre e 10% dentro de progênies. Essa intensidade de seleção corresponde a uma seleção total de 3%, o que deixaria o Pomar de Sementes por Mudas com uma população de 50 árvores por hectare. Intensidades de seleção menores poderiam proporcionar menores ganhos, porém deixariam um número maior de árvores.

A seleção para todas as características foi feita considerando-se as mesmas intensidades de seleção. Portanto, o maior ou menor ganho de uma característica em rela-

ção a outra foi função da herdabilidade e do coeficiente de variação fenotípica. Deve-se levar em consideração que estes ganhos não são obtidos simultaneamente para todas as características, mas determinados independentemente um ou outro.

A seleção dentro de progênies proporcionou maiores ganhos que a seleção entre progênies para todas as características, considerando-se a média dos três locais. Isto se deve em parte à relação utilizada pelas intensidades de seleção entre e dentro de progênies. Ao nível de locais individuais foram encontrados maiores ganhos para a seleção entre progênies só quando se selecionou para as características de crescimento em Anhembi.

Os ganhos médios totais mostraram que o volume cilíndrico foi a característica que apresentou o maior ganho, seguindo a densidade básica, altura e o dap. Como a herdabilidade apresentada pelo volume cilíndrico é baixa, o ganho obtido por essa característica foi devido em sua maior parte ao coeficiente de variação fenotípica, sendo que o inverso ocorreu em relação a densidade básica da madeira.

A densidade básica da madeira por ter uma alta herdabilidade e aplicando-se um alto diferencial de seleção, como é colocado por ZOBEL & TALBERT (1984), não terá necessidade de extensos programas de melhoramento para a obtenção de ganhos satisfatórios, como foi verificado por JETT & TALBERT (1982) em *P. taeda*. Já o volume cilíndrico por depender do coeficiente de variação fenotípica terá a necessidade de pro-

gramas mais extensivos para a obtenção de ganhos satisfatórios.

Os ganhos estimados para os locais individuais prevêem a transformação do teste de progênies em um Pomar de Sementes por Mudas em cada um dos locais estudados. Estes ganhos quando comparados aos de uma seleção conjunta para os três locais foram superiores para as características de crescimento, mostrando que para as mesmas a seleção local seria mais eficiente, pelo fato da baixa herdabilidade que essas características possuem. Com relação à densidade básica da madeira, houve pouca diferença entre os ganhos obtidos pela seleção nos locais individuais e aqueles da seleção conjunta. Esse fato demonstra que uma seleção conjunta para os três locais não traria muitas perdas para essa característica, pelo fato da mesma possuir alta herdabilidade e apresentar altas correlações entre locais (Tabela 10).

Os ganhos observados na seleção entre e dentro de progênies, para todas as características nos diferentes locais, seguiram a mesma tendência da herdabilidade, ou seja, foram maiores em Lençóis Paulista, seguindo-se Brotas e Anhembi.

A relação entre os coeficientes de variação genética e variação fenotípica, apresentada na Figura 3, evidencia que em Lençóis Paulista as variações genéticas tiveram uma maior participação na variação fenotípica. Portanto, os maiores valores de herdabilidade e dos ganhos na seleção obti

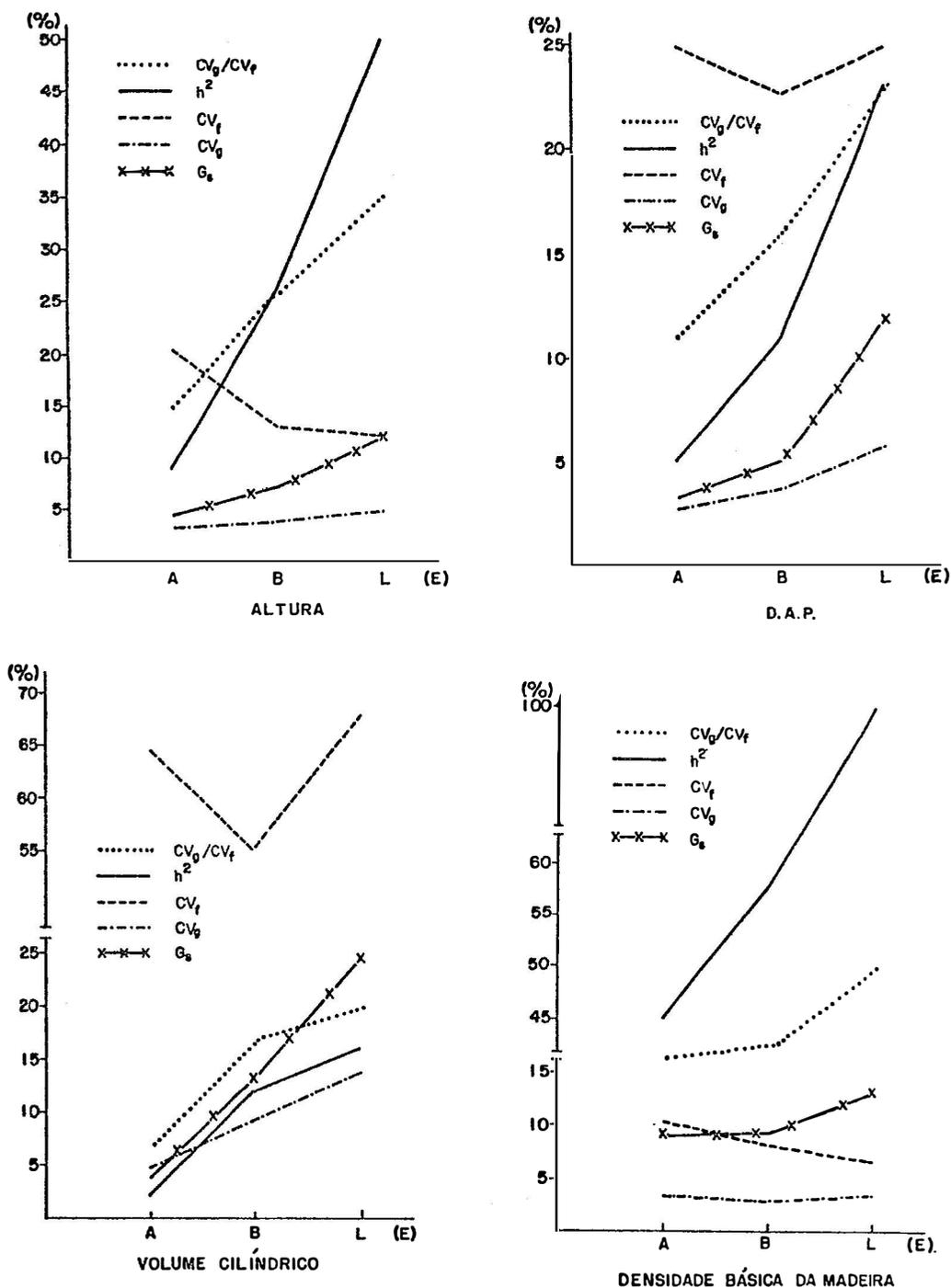


Figura 3. Variação dos coeficientes de herdabilidade (h^2), variação fenotípica (CV_F), variação genética (CV_G) e ganho na seleção entre e dentro de progênies (G_s), para altura, dap, volume cilíndrico e densidade da madeira nos três locais (E): Anhembi (A), Brotas (B) e Lençóis Paulista (L).

dos nesse local, se devem a menor influência do ambiente sobre as progênes.

4,4. ESTIMATIVAS DA RESPOSTA CORRELACIONADA E DE COEFICIENTES DE CORRELAÇÕES GENÉTICAS E FENOTÍPICAS ENTRE PARES DE CARACTERÍSTICAS NOS TRÊS LOCAIS DE ENSAIOS, AOS SETE ANOS DE IDADE

As estimativas das correlações genéticas aditivas ao nível de plantas e fenotípicas ao nível de médias de progênes são apresentadas na Tabela 15.

A correlação genética existente entre as características de crescimento foram positivas e altas, sendo que na média dos três locais a correlação altura x volume cilíndrico apresentou o maior valor. Altas correlações genéticas entre características de crescimento também foram encontradas por vários autores em diversas essências florestais (Tabela 5). No caso dos *Eucalyptus* spp destacam-se os trabalhos de BORGES (1980), KAGEYAMA (1980) e PATIÑO-VALERA (1986).

A densidade básica da madeira apresentou uma baixa e negativa correlação genética com as características de crescimento. Nesse caso, os trabalhos encontrados na literatura para várias essências florestais são contraditórios, pois em alguns a correlação genética é alta porém, negativa, como o de SHELBOURNE et alii (1969), e em outros praticamente não existe ou são positivas, como em MATZIRIS & ZOBEL (1973).

Tabela 15. Estimativa de correlações genéticas aditivas ao nível de plantas (r_A), de correlações fenotípicas ao nível de médias de progênies (r_F) entre pares de características envolvendo altura (Alt.), dap, volume cilíndrico (Vol.) e densidade básica da madeira (Dbm) nos três locais, aos sete anos.

| Locus | Correlações | Características | | | | | |
|-----------|-------------|-----------------|-------------|------------|------------|-----------|------------|
| | | Alt. x Dap | Alt. x Vol. | Dap x Vol. | Alt. x Dbm | Dap x Dbm | Vol. x Dbm |
| Aulicumbi | r_A | 0,84 | 0,95 | 0,55 | -0,20 | -0,07 | -0,20 |
| | r_F | 0,76 | 0,76 | 0,91 | -0,10 | -0,01 | -0,03 |
| Brotas | r_A | 0,73 | 0,87 | 0,93 | 0,04 | -0,08 | 0,02 |
| | r_F | 0,84 | 0,88 | 0,96 | -0,09 | -0,10 | -0,14 |
| Lengóis | r_A | 0,87 | 0,91 | 1,00 | -0,04 | -0,12 | -0,13 |
| | r_F | 0,90 | 0,87 | 0,98 | -0,00 | -0,06 | -0,07 |
| MÉDIA | r_A | 0,81 | 0,91 | 0,83 | -0,07 | -0,09 | -0,10 |
| | r_F | 0,83 | 0,84 | 0,95 | -0,06 | -0,08 | -0,08 |

O fato da correlação genética entre as características de crescimento e a densidade básica da madeira ser baixa e negativa faz com que a resposta correlacionada acuse perdas de ganhos para a densidade básica da madeira, quando se seleciona qualquer uma das características de crescimento. Porém esta correlação genética negativa não é suficiente para prejudicar de modo drástico as possibilidades de ganhos na densidade básica da madeira. Isto tem ocorrido nos programas de melhoramento feitos, até então, para as características de crescimento.

Na seleção das árvores matrizes da população-base de *E. grandis*, que constituíram estes testes de progênies, a densidade básica não foi um dos critérios de seleção utilizado e, no entanto, se conseguiu ganhos satisfatórios para esta característica. Isso vem confirmar a fraca correlação entre as características de crescimento e a densidade básica da madeira, o que também foi verificado na seleção de árvores matrizes feita por MORA et alii (1978) e MENDES et alii (1980).

As correlações fenotípicas ao nível de médias de progênies ($r_{\bar{F}}$) apresentaram valores positivos e altos entre as características de crescimento. Na média dos três locais a maior correlação foi encontrada entre o dap e o volume cilíndrico. As correlações entre as características de crescimento e a densidade básica da madeira foram negativas e baixas.

A correlação fenotípica, segundo FALCONER (1981); e uma combinação da correlação genética e de ambiente, estando também em função das herdabilidades dos dois caracteres correlacionados. Desse modo, as altas correlações fenotípicas encontradas entre as características de crescimento se devem principalmente aos fatores ambientais.

As baixas correlações fenotípicas encontradas entre a densidade básica da madeira e as características de crescimento foram devidas à baixa correlação genética entre essas características e aos baixos valores de herdabilidade das características de crescimento.

Pelo que foi exposto, as correlações genética e fenotípica não são preocupantes em um programa de melhoramento florestal, quando os objetivos do mesmo sejam as características de crescimento. Porém, quando envolvem essas características e a densidade básica da madeira, existe a necessidade de um estudo prévio sobre o comportamento dessas correlações.

Os vários autores que estudaram as correlações genética e fenotípica entre a densidade básica da madeira e as características de crescimento demonstram que deve-se tomar um devido cuidado para não se generalizar o sentido da correlação existente entre a densidade básica da madeira e as características de crescimento. Isto se deve ao fato de existir uma alta variabilidade individual para a densidade básica, como é ressaltado nos trabalhos de ZOBEL (1976), FERREIRA (1970, 1973), BRASIL (1972) e FERREIRA & KAGEYAMA (1978).

A instalação de testes de progênies em vários locais seria uma ferramenta importante, para que o melhorista pudesse determinar com maior precisão o comportamento das correlações genéticas e fenotípicas entre a densidade básica da madeira e as características de crescimento. Com os resultados obtidos o melhorista poderia decidir sobre a melhor estratégia a ser seguida.

No presente estudo, como praticamente não houve correlação entre a densidade básica da madeira e as características de crescimento, a seleção para essas últimas características não afetariam de modo drástico a qualidade da madeira, como poderá ser observado na discussão sobre as respostas correlacionadas obtidas em seleções simuladas.

As respostas correlacionadas para uma característica, fazendo-se a seleção em outras, entre e dentro de progênies, são expressas na Tabela 16.

A seleção para densidade básica da madeira acarretou perdas para as características de crescimento em Anhembi e Lençóis Paulista. Estas perdas, porém, foram baixas, tanto assim que em Brotas a seleção para densidade básica da madeira proporcionou algum ganho para a altura e o volume cilíndrico, porém inexpressivo.

As características de crescimento, quando selecionadas, influenciaram muito pouco a densidade básica da madeira, sendo que a maior perda para essa característica ocorreu quando se fez a seleção da altura em Anhembi (-1,0%). Em Brotas, a seleção da altura e do volume cilíndrico chegou a

Tabela 16. Estimativas da resposta correlacionada (%Rc) e dos ganhos genéticos (%Gs), para a seleção entre e dentro de famílias, de cada um dos locais em estudo, aos sete anos.

| Resposta Correlacionada para a Característica | Seleção da Característica | Anzombi | | Broetas | | Luziões | | Mália | |
|---|---------------------------|---------|------|---------|-------|---------|-------|-------|-------|
| | | % Rc | % Gs | % Rc | % Gs | % Rc | % Gs | % Rc | % Gs |
| Altura | Altura | | 4,56 | | 7,23 | | 12,04 | | 7,94 |
| | DAP | 3,15 | | 3,53 | | 7,59 | | 4,76 | |
| | Vol. Cl. | 2,52 | | 4,33 | | 6,96 | | 4,60 | |
| | Dens. Bás. | -1,62 | | 0,41 | | -0,59 | | -0,60 | |
| DAP | DAP | | 3,42 | | 5,30 | | 12,06 | | 6,93 |
| | Altura | 3,45 | | 5,82 | | 14,50 | | 7,92 | |
| | Vol. Cl. | 1,33 | | 5,10 | | 10,60 | | 5,68 | |
| Vol. Cl. | Dens. Bás. | -0,55 | | -0,85 | | -2,64 | | -1,35 | |
| | Vol. Cl. | | 4,06 | | 13,68 | | 24,58 | | 14,11 |
| | Altura | 6,68 | | 17,36 | | 34,92 | | 19,65 | |
| | DAP | 3,21 | | 12,40 | | 27,82 | | 14,48 | |
| Dens. Bás. | Dens. Bás. | -2,60 | | 0,43 | | -6,95 | | -3,04 | |
| | Dens. Bás. | | 9,21 | | 9,39 | | 13,24 | | 10,61 |
| | Altura | -1,00 | | 0,27 | | -0,34 | | -0,36 | |
| | DAP | -0,31 | | -0,34 | | -0,81 | | -0,49 | |
| Vol. Cl. | Vol. Cl. | -0,60 | | 0,07 | | -0,81 | | -0,45 | |

Entre progênies: seleção de 30% das progênies (i = 1,16) em porcentagem da média das progênies;
 Dentro de progênies: seleção de 10% das árvores dentro das progênies (i = 1,54) em porcentagem da média das progênies.

proporcionar a densidade básica algum ganho, porém de pouca expressão.

As características de crescimento, quando comparadas entre si, mostraram que as maiores respostas foram obtidas em Lençóis Paulista, depois Brotas e Anhembi. Como a intensidade de seleção foi a mesma e existiu em todos os locais uma alta correlação genética entre essas características, o que realmente influenciou nos valores da resposta correlacionada em cada um dos locais, deve ter sido a herdabilidade, como já foi discutido anteriormente.

Dentre as características de crescimento a mais indicada para um programa de melhoramento e a altura pois, quando selecionada, proporcionou ao dap e volume cilíndrico ganhos de 14,28% e 39,26% superiores aos obtidos pela seleção direta dessas características (Tabela 17 e Figura 4). Esses ganhos se referem a média dos três locais, mas em todos os locais estudados a altura e a característica mais indicada para se fazer a seleção do teste de progênies, quando da sua transformação em Pomar de Sementes por Mudas.

As razões da altura ser escolhida como a melhor característica para a seleção estão ligadas aos fatos da sua herdabilidade ser maior que as outras características de crescimento e por manter com elas uma forte correlação genética. Segundo FALCONER (1981), quando isto acontece, a seleção indireta de um caráter "Y", por um caráter "X" é mais viável. A seleção da altura além de proporcionar maiores ganhos para as outras características de crescimento, também

Tabela 17. Resumo comparativo entre as médias de locais da resposta correlacionada ($\%R_c$) e do ganho genético ($\%G_s$) na seleção entre e dentro de progênies.

| Seleção | Resposta Correlacionada (%) | | | |
|------------|-----------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| | Altura | DAP | Vol. Cil. | Dens. Bás. |
| Altura | 7,94 ⁽¹⁾ | 7,92 | 19,65 | - 0,36 |
| DAP | 4,76 | 6,93 ⁽¹⁾ | 14,48 | - 0,49 |
| Vol. Cil. | 4,60 | 5,68 | 14,11 ⁽¹⁾ | - 0,45 |
| Dens. Bás. | -0,60 | -1,35 | -3,04 | 10,61 ⁽¹⁾ |

(1) Ganho Genético ($\%G_s$) na seleção entre e dentro de progênies.

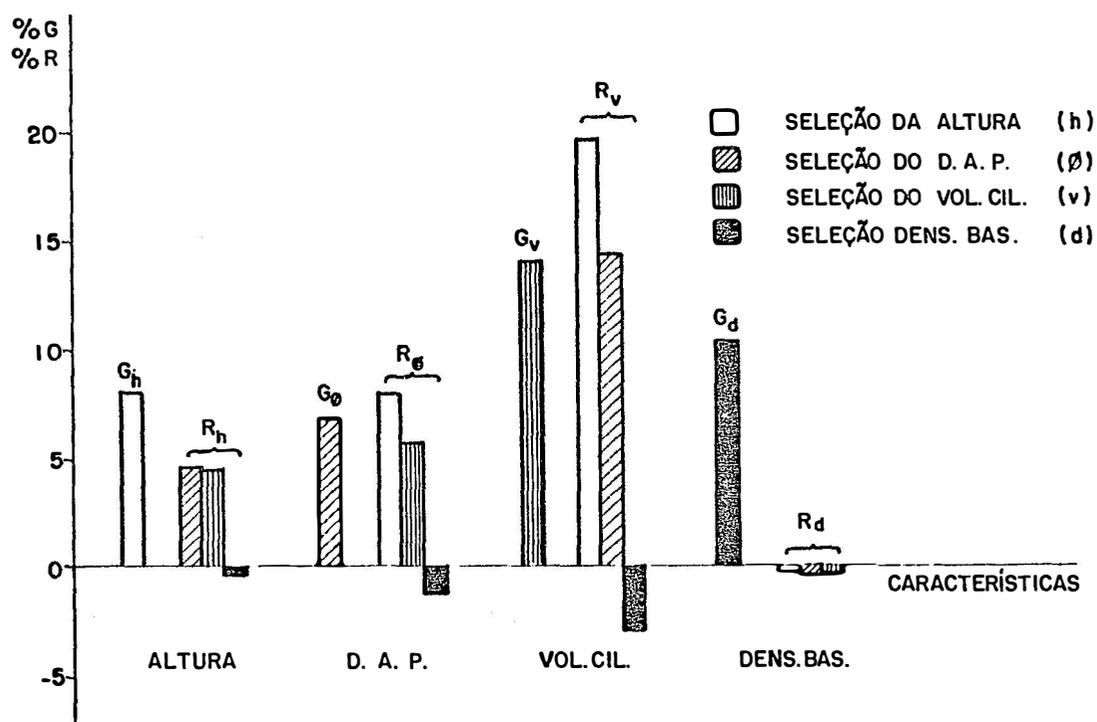


Figura 4. Ganho na seleção entre e dentro de progênies ($\%G_x$) para uma característica (x) e suas respectivas respostas correlacionadas ($\%R_x$), quando a seleção for realizada em outras características.

ocasionou as menores perdas para a densidade básica da madeira.

Diante do exposto algumas estratégias de melhoramento poderiam ser sugeridas, tal como a seleção de características de crescimento em primeiro lugar, seguindo-se a seleção para a densidade básica. Este tipo de recomendação também é encontrada nos trabalhos de Perry & Wu (1958), Zobel (1971), citados por BRASIL (1976), e AKACHUKU (1984).

A instalação de teste de progênies em vários locais, e sua posterior transformação em um Pomar de Sementes por Mudanças, poderia ser realizada fazendo-se a seleção entre e dentro para altura pelos motivos já expostos. Paralelamente a essa seleção seria instalado um Pomar de Sementes Clonal, fazendo-se a seleção entre e dentro para a densidade básica da madeira (Figura 5).

Devido ao fato das características terem apresentado uma boa potencialidade para o ganho dentro de progênies, com as sementes obtidas nos Pomares de Sementes poderia ser instalado um novo teste de progênies, porém com o aumento do número de plantas dentro das progênies. Esta segunda seleção seria feita só dentro de progênies. Dessa forma, o número efetivo seria mantido e a variância dentro seria melhor explorada.

Uma outra proposta poderia ser a realização da seleção entre progênies para a altura e dentro de progênies para a densidade básica da madeira. A continuidade desse programa seria semelhante a proposta anterior.

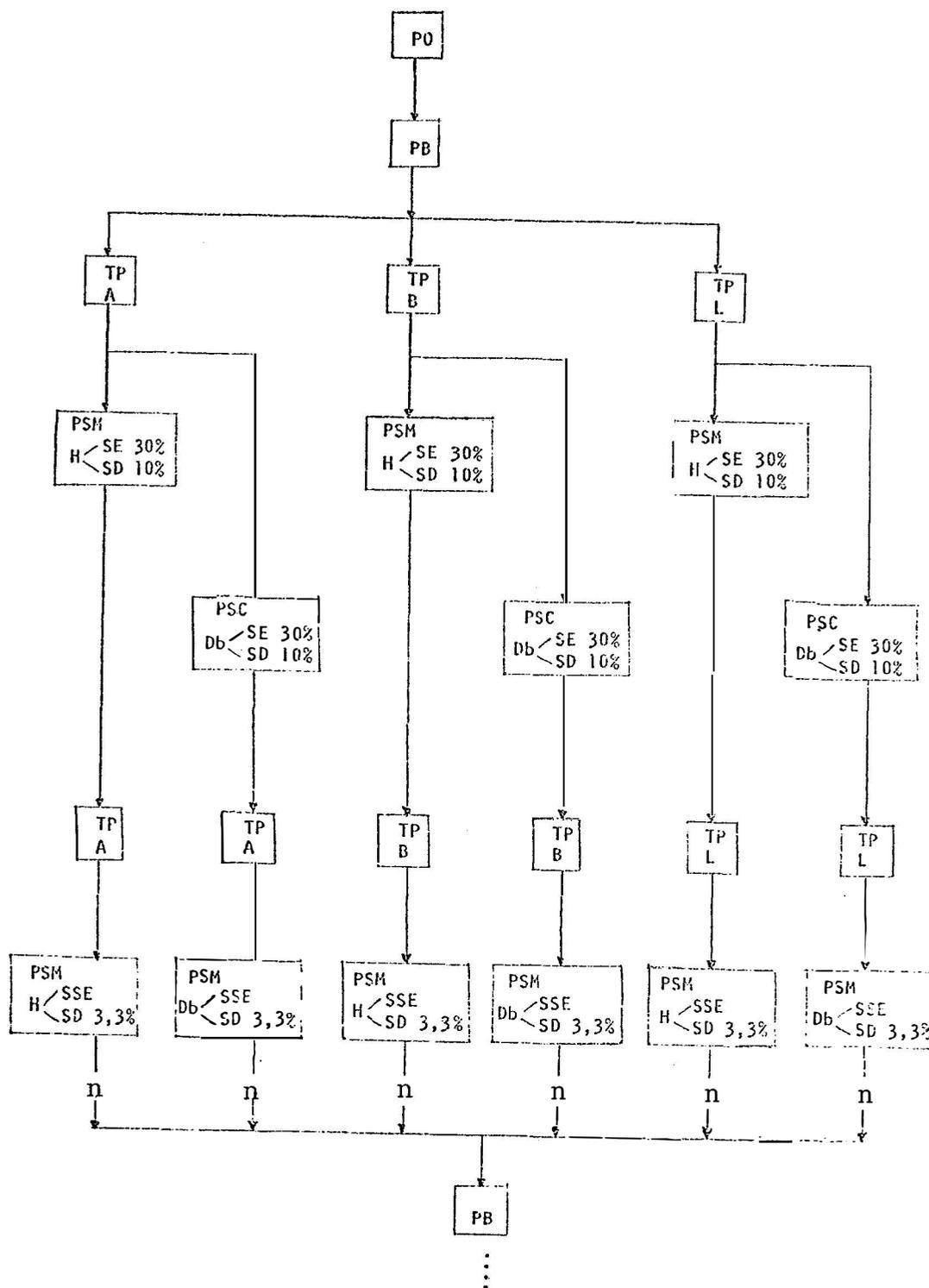


Figura 5. Proposta de continuidade do programa de melhoramento envolvendo a densidade da madeira (Db) e a altura (H) representando as características de crescimento, sendo: população original ($P0$); população-base (PB); teste de progênies (TP); Pomar de Sementes por Mudas (PSM); Pomar de Sementes Clonal (PSC); Seleção entre progênies (SE); Seleção dentro de progênies (SD); sem seleção entre progênies (SSE); Anhembí (A); Brotas (B); Lençóis Paulista (L); ciclos de gerações (n).

Como em todas essas propostas a seleção está sendo realizada nos locais de instalação dos testes, seria recomendável em caso de pragas ou doenças a recombinação futura do material entre locais.

5. CONCLUSÕES

O presente estudo sobre variação genética da densidade básica da madeira e de características de crescimento em progênies de polinização livre de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, em três locais, permitiu as seguintes conclusões:

- a) As médias de altura, dap e volume cilíndrico revelaram o potencial do material genético em cada um dos locais estudados, sendo maiores em Anhembi, depois Brotas e Lençóis Paulista. Já a densidade básica da madeira apresentou as maiores médias em Lençóis Paulista e Brotas e a menor em Anhembi.
- b) Ao nível de locais individuais verificou-se variações genéticas significativas para altura e densidade básica da madeira em todos os locais estudados, enquanto que para o dap e o volume cilíndrico essas variações só foram detectadas em Lençóis Paulista.
- c) Ao nível de locais em conjunto foram detectadas variações genéticas entre progênies e o efeito de locais foi o mais

expressivo para todas as características estudadas, o que evidencia uma resposta diferencial das progênies às condições ambientais. A interação progênies x locais foi significativa para todas as características, o que refletiu na redução da herdabilidade das mesmas.

d) A densidade básica da madeira foi a característica que apresentou a menor influência ambiental, seguida pela altura, dap e volume cilíndrico. Isto ficou evidenciado nos valores de herdabilidade e nos do coeficiente de variação da interação progênies x locais encontrados, assim como nas relações entre os coeficientes de variação genética e o experimental e na das variâncias genéticas e da interação progênies x locais.

e) As estimativas de ganhos genéticos com seleção entre e dentro de progênies, nos locais individuais e em conjunto, mostraram que os ganhos genéticos para todas as características serão maiores, quando a seleção for realizada nos locais individuais. Porém, caso fosse feita uma seleção conjunta, a densidade básica da madeira seria a característica que menos perderia para os locais individuais, pois essa característica apresentou a maior correlação entre os pares de locais.

f) As estimativas de correlações genéticas aditivas ao nível de plantas e fenotípicas ao nível de médias de progênies apre-

sentaram uma mesma tendência, ou seja, foram altas entre as características de crescimento e praticamente inexistentes entre a densidade básica da madeira e as características de crescimento.

- g) As respostas correlacionadas entre as características de crescimento mostraram que a seleção da altura proporcionou maiores ganhos para o dap e o volume cilíndrico, do que os ganhos obtidos por essas características com a seleção direta das mesmas. Enquanto isso, entre a densidade básica da madeira e as características de crescimento as respostas correlacionadas foram pouco expressivas, porém a seleção das características de crescimento foram menos danosas a densidade do que a seleção dessa característica às de crescimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCP. Normas de ensaios da Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel, São Paulo, Brasil.
- AKACHUKU, A.E. The possibility of tree selection and breeding for genetic improvement of wood properties of *Gmelina arborea*. Forest Science, Bethesda, 30(2): 275-83, 1984.
- ALBINO, J.C. Características de crescimento e variação da densidade básica da madeira em doze espécies de *Eucalyptus* em três regiões do Estado de Minas Gerais. Piracicaba, 1983. 90p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- ALLARD, R.W. Princípios do melhoramento genético das plantas. Trad. A. BLUMENSCHNEIDER; E. PATERNIANI; J.T.A. GURGEL; R. VENCOVSKY. São Paulo, Edgard Blucher, 1971. 381p.
- ALMEIDA, C.M.V.C. Estimativas de herdabilidade e correlações em progênies jovens de *Eucalyptus citriodora* Hook. Viçosa, 1981. 62p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).
- ASSIS, T.P.; BRUNE, A.; NASCIMENTO FILHO, M.B.; FONSECA, J.B. Testes de progênies de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Silvicultura, São Paulo, 28(8): 165-67, 1983.
- BARNES, R.D.; BURLEY, J.; GIBSON, G.L.; LEON, J.P.G. Genotype environment interaction in tropical pines and their effects on the structure of breeding populations. Silvae Genetica, Frankfurt, 33(6): 186-198, 1984.

- BARRICHELO, L.E.G. & BRITO, J.O. El eucalipto como materia prima para celulose en Brasil. Investigación y Técnica del Papel, Barcelona, 50(10): 927-49, 1976.
- BORGES, R.C.G. Estimativas de herdabilidades e correlações entre caracteres de crescimento em *Eucalyptus grandis*. Viçosa, 1980. 42p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).
- BRASIL, M.A.M. Densidade básica e características das fibras da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden aos 3 anos de idade. Piracicaba, 1976. 126p. (Doutoramento - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- BRASIL, M.A.M. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus propinqua* Dean ex Maiden em função do local e do espaçamento. Piracicaba, 1972. 75p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- BRASIL, M.A.M. Variação da densidade básica da madeira entre e dentro de procedências de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. Botucatu, 1983. 89p. (Livre-docência - Faculdade de Ciências Agronômicas do Campus de Botucatu/UNESP).
- BRASIL, M.A.M.; VEIGA, R.A.A.; COELHO, L.C.C.; MONTAGNA, R.G. Densidade básica da madeira de *Pinus elliottii* var. *elliottii* em três regiões do Estado de São Paulo. Silvicultura, São Paulo, 8(32): 809-11, 1983.
- BRIDGWATER, F.E. & LEDIG, F.T. Selecting for super trees. Journal of Forestry, Washington, 84(2): 53-6, 1986.
- BRITO, J.O.; BARRICHELO, L.E.G.; FERREIRA, M. O melhoramento dos caracteres da madeira frente à produção de celulose e papel. Boletim Informativo: IPEF, Piracicaba. 6 (19): 95-115, 1978.

- BURDON, R.D. Genetic correlation as a concept for studying genotype - environment interaction in forest tree breeding. Silvae Genetica, Frankfurt, 26(5/6): 168-175, 1977.
- CARPIM, M.A. & BARRICHELO, L.E.G. Variabilidade da densidade da madeira de *Eucalyptus* spp. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CELULOSE E PAPEL, 3, São Paulo. Anais. São Paulo, 1983. V.1., p.127-37.
- CHUDNOFF, M. & GEARY, T.F. On the heritability of wood density in *Swietenia macrophylla*. Turrialba, 23(3): 359-61, 1973.
- COCHRAN, W.G. & COX, G.M. Diseños experimentales. 7. ed. México, Editorial Trillas, 1981. 661p.
- COTTERILL, P.P. & JAMES, J.W. Number of offspring and plot sizes required for progeny testing. Silvae Genetica, Frankfurt, 33(6): 203-09, 1984.
- COTTERILL, P.P. & ZED, P.G. Estimates of genetic parameters for growth and form traits in for *Pinus radiata* D. Don progeny tests in south Australia. Australian Forest Research, Melbourne, 10: 177-67, 1980.
- DEAN, C.A.; COTTERILL, P.P.; CAMERON, J.N. Genetic parameters and gains expected from multiple trait selection of radiata pine in eastern Victoria. Australian Forest Research, Melbourne, 13: 271-78, 1983.
- ECHOLS, R.M. Patterns of wood density distribution and growth rate in ponderosa pine. s.i. p.H1-H18.
- ECHOLS, R.M. & CONKLE, M.T. The influence of plantation and seed-source elevation on wood specific gravity of 29 - year-old ponderosa pines. Forest Science, Bethesda, 17(3): 388-94, 1971.

- EINSPAHR, W.; GODDARD, R.E.; GARDNER, H.S. Slash pine, wood and fiber property heritability study. Silvae Genetica, Frankfurt, 13(4): 103-09, 1964.
- ELDRIDGE, K.G. Genetic improvement of *Eucalyptus*. In: WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 3, Camberra, 1977. Anais. Roma, FAO, 1977.. V.2, p.545-59.
- FALCONER, D.S. Introdução a genética quantitativa. Trad. M. A. SILVA & J.C. SILVA. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1981. 279p.
- FALKENHAGEN, E.R. Genotype by environment interactions in South African pine progeny trials: implications for tree breeding. South African Forestry Journal, Pretoria, (135): 53-60, 1985.
- FARMER, R.E. Variation and inheritance of eastern cottonwood growth and wood properties under two soil moisture regimes. Silvae Genetica, Frankfurt, 19(1): 5-8, 1970.
- FERREIRA, M. Escolha de espécies de eucalipto. Circular Técnica. IPEF, Piracicaba, (47): 1-29, 1979.
- FERREIRA, M. Estudo da variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus alba* Reiw n e *Eucalyptus saligna* Smith. Piracicaba, 1968. 71p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- FERREIRA, M. Estudo da variação da densidade básica da madeira de povoamento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Piracicaba, 1970. 60p. (Livre-docência - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de plantações comerciais de *Eucalyptus alba* Reinw, (*E. urophylla* S.T. Blacke), *Eucalyptus saligna* Smith e *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. O Papel, São Paulo, (34):151-57, 1973.

FERREIRA, M. & KAGEYAMA, P.Y. Melhoramento genético da densidade básica da madeira do eucalipto. Silvicultura, São Paulo, 2(14): 148-52, 1978.

FOELKEL, C.E.B. & BARRICHELO, L.E.G. Avaliação das madeiras para produção de celulose através de suas características estruturais: uma referência especial para o genero *Eucalyptus*. In: SEMINÁRIO INTEGRAÇÃO FLORESTA - INDÚSTRIA. Piracicaba, 1975. Anais. p.5-33.

FOELKEL, C.E.R.; BRASIL, M.A.M.; BARRICHELO, L.E.G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. IPEF, Piracicaba, (2/3): 65-78, 1971.

FONSECA, S.M. Estimção e interpretação dos componentes da variação total em experimentos de melhoramento florestal. In: CURSO PRÁTICAS EXPERIMENTAIS EM SILVICULTURA, 1979. Piracicaba, IPEF, 1979. p.H₁-H₂₀.

GENTLE, S.W.; BAMBER, R.K.; HUMPHREYS, F.R. Effect of two phosphate fertilizers on yield, financial yield, and wood quality of radiata pine. Forest Science, Bethesda, 14 (3): 282-86, 1968.

GERALDI, I.O. Estimção de parâmetros genéticos para caracteres do pendão de milho (*Zea mays* L.) e perspectivas de melhoramento. Piracicaba, 1977. 103p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

- GOGGANS, J.F. & MEIER, R.J. Heritabilities of growth and crown characteristics of a r i zona cypress. Silvae Genetica, Frankfurt, 22(5/6): 162-64, 1973.
- GOLFARI, L.; CASER, R.L.; MOURA, V.P.G. Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil. Série Técnica. PRODEPEF, Brasília, (11): 1-66, 1978.
- GRAHAM, V.K.; BLAKE, G.M.; ZUURING, H.R. Heritability estimates for *Pinus ponderosa* of the Inland Empire. Silvae Genetica, Frankfurt, 34(2/3): 95-104, 1985.
- HARRIS, J.M.; JAMES, R.N.; COLLINS, M.J. Case for improving wood density in radiata pine. New Zealand Journal of Forestry Science, Rotorua, 5(3): 347-54, 1976.
- HUNTER, A.G. & GOGGANS, J.F. Variation in specific gravity, diameter growth, and colored heartwood of sweetgum in Alabama. Tappi, Atlanta, 51(2): 76-9, 1968.
- JETT, J.B. & TALBERT, J.T. Place of wood specific gravity in the development of advanced-generation seed-orchards and breeding programs. Southern Journal of Applied Forestry, Washington, 6(3): 177-80, 1982.
- JOURDAIN, C.J. & OLSON, J.R. Wood property variation among forty-eight families of American sycamore. Wood and Fiber Science, Madison, 16(4): 498-506, 1984.
- KAGEYAMA, P.Y. Seleção precoce a diferentes idades em progênies de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Piracicaba, 1983. 147p. (Livre-docência - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

- KAGEYAMA, P.Y. Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Piracicaba, 1980. 125 p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP)
- KAGEYAMA, P.Y.; BALLONI, E.A.; JACOB, W.S. Teste de progênie de *Eucalyptus grandis*: resultados preliminares. Boletim Informativo. IPEF, Piracicaba, 6(19): 43-51, 1978.
- KAGEYAMA, P.Y.; KRUGNER, T.L.; MORA, A.L.; BERTOLOTTI, G.; GOIÃO, S. Avaliação de progênies de árvores superiores de *Eucalyptus grandis*. Circular Técnica. IPEF, Piracicaba, (80) 1-11, 1979.
- KAGEYAMA, P.Y.; MORA, A.L.; BARRICHELO, L.E.G.; MIGLIORINI, A. J.; SANSIGOLO, C.A. Variação genética para densidade da madeira em progênies de *Eucalyptus grandis*. Silvicultura, São Paulo, 8(28): 318-24, 1983.
- KAGEYAMA, P.Y.; VALERI, S.V.; BARRICHELO, L.E.G. Variação da densidade básica da madeira de árvores superiores de *Pinus taeda*. Boletim Informativo. IPEF, Piracicaba, 6(18): 15-19, 1978.
- KEIDING, H. Selection of individual trees. In: FAO / DANIDA. Training Course on Forest Tree Improvement. Rome, FAO, 1974. p.165-75.
- KING, J.P. Variation in specific gravity in 3-years old coppice clones of *Eucalyptus saligna* growing in Hawaii. Australian Forest Research, Melbourne, (10): 295-9, 1980.
- KRIEBEL, H.B.; NAMKOONG, G.; USANIS, R.A. Analysis of genetic variation in 1,2 and 3 years old eastern white pine in incomplete diallel cross experiments. Silvae Genetica, Frankfurt, 21: 44-8, 1972.

LAND JUNIOR, S.B.; DICKE, S.G.; TUSKAN, G.A.; PATTERSON, P.E. Genetic, site, and within-tree variation in specific gravity and moisture content of young sycamore trees. Tappi Journal, Atlanta, 66(3): 149-53, 1983.

LOO, J.A.; TAUER, C.G.; McNEW, R.W. Genetic variation in the time transition from juvenile to mature wood in loblolly pine (*Pinus taeda* L.). Silvae Genetica, Frankfurt, 34(1): 14-9, 1985.

MATHESON, A.C. & RAYMOND, C.A. Effects of thinning in progeny tests on estimates of genetic parameters in *Pinus radiata*. Silvae Genetica, Frankfurt, 33(4/5): 125-8, 1984a.

MATHESON, A.C. & RAYMOND, C.A. The impact of genotype x environment interactions on Australian *Pinus radiata* breeding programs. Australian Forest Research, Melbourne, (14): 11-25, 1984b.

MATZIRIS, D.I. Variation of wood density in radiata pine grown from four seed sources at two sites in Greece. Silvae Genetica, Frankfurt, 28(2/3): 104-28, 1979.

MATZIRIS, D.I. & ZOBEL, B.J. Inheritance and correlations of juvenile characteristics in loblolly pine. Silvae Genetica, Frankfurt, 22: 38-45, 1973.

MEIER, R.J. & GOGGANS, J.F. Heritabilities of height, diameter, and specific gravity of young virginian pine. Forest Science, Bethesda, 23(4): 450-6, 1977.

- MENDES, J.C.; SUITER FILHO, W.; REZENDE, G.C.; MORAES, T.S.A. Estudo da densidade básica da madeira de *E. grandis* Hill ex Maiden, em árvores matrizes e suas progênes. In: SIMPÓSIO IUFRO EM MELHORAMENTO GENÉTICO E PRODUTIVIDADE DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE RÁPIDO CRESCIMENTO. Águas de São Pedro, 1980. 15p. (Separata).
- MENDES, J.C.; SUITER FILHO, W.; REZENDE, G.C.; MORAES, T.S.A. Variação da densidade básica da madeira em diversas proce-dências de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Silvicultura, São Paulo, 8(32): 832-37, 1983.
- MIRANDA FILHO, J.B. Princípios de experimentação e análise estatística. In: PATERNIANI, E.; coord. Melhoramento de milho no Brasil. Piracicaba, Fundação Cargill, 1978. p. 620-50.
- MITCHELL, H.L. Breeding for high-quality wood. USDA Forest Service FPL research note, Madison, (066): 1-15, set. 1964.
- MOHN, C.A. & RANDALL, W.K. Inheritance and correlation of growth characters in *Populus deltoides*. Silvae Genetica, Frankfurt, 20: 182-4, 1971.
- MONTAGNA, R.G.; KRONKA, F.J.N.; MAINIERI, C.; DIAS, R.A.; KRONKA, S.N. Estudo sobre o crescimento e a densidade da madeira de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* em função do espaçamento. Silvicultura em São Paulo, São Paulo, 8: 33-52, 1973.
- MORA, A.L. et alii. Bases para o melhoramento genético da densidade básica da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Boletim Informativo. IPEF, Piracicaba, 6(19): 53-61, 1978.

- MORI, E.S.; LELLO, L.R.D.; KAGEYAMA, P.Y. Efeitos da interação genótipo x ambiente em progênies de *Eucalyptus saligna* Smith. IPEF, Piracicaba, (33): 19-25, 1986.
- MUTIBARIC, J. Comparative qualitative relationships of wood properties of euramerican poplars. Silvae Genetica, Frankfurt, 20(5/6): 199-204, 1971.
- NAMKOONG, G. Elección de estrategias para el futuro. Unasyiva, Roma, 30(119/120): 38-41, 1976.
- NAMKOONG, G. Inbreeding, hybridization and conservation in provenances of tropical forest trees. In: CONGRESSO OF IUFRO ON PROVENANCE AND GENETIC IMPROVEMENT STRATEGIES IN TROPICAL FOREST TREES, Mutare, 1984. (Separada).
- NAMKOONG, G.; USANIS, R.A.; SILEN, R.R. Age-related variation in genetic control of height growth in Douglas-fir. Theoretical and Applied Genetics, Asheville, 42: 151-59, 1972.
- NARIYOHI, A.H.; REDKO, B.V.P.; COUTINHO, S.C. Estudo de cinco populações de *Pinus caribacea* Mor var. *hondurensis* Barr.e Golg. O Papel, São Paulo, 17(7): 45-56, 1986.
- NICHOLLS, J.W.P. Preliminary observations on the change with age of the heritability of certain wood characters in *Pinus radiata* clones. Silvae Genetica, Frankfurt, 16(1): 18-20, 1967.
- NICHOLLS, J.W.P.; DADSWELL, H.E.; FIELDING, J.M. The heritability and wood characteristics of *Pinus radiata*. Silvae Genetica, Frankfurt, 13(3): 68-71, 1964.
- NICHOLLS, J.W.P.; MORRIS, J.D.; PEDERICK, L.A. Heritability estimate of density characteristics in juvenile *Pinus radiata* wood. Silvae Genetica, Frankfurt, 29: 54-61, 1980.

- OLIVEIRA, R.J.D.P. Variação da densidade básica da madeira e capacidade de regeneração entre e dentro de origens de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Viçosa, 1981. 67p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).
- ONUKI, M.; GONZAGA, J.V.; FREITAS, A.J.P.; RECH, L.R.D. Estudo da variação genética em progênies de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden para as características de crescimento, densidade básica de madeira e resistência à podridão branca de cerne. Silvicultura, São Paulo, 11(41): 117, 1986 (Resumo).
- PATINHO-VALERA, F. Variação genética em progênies de *Eucalyptus saligna* Smith e sua interação com o espaçamento. Piracicaba, 1986. 211p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- PEREIRA, J.C.D. A influência do ritmo de crescimento na densidade da madeira de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii*. Piracicaba, 1982. 98p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- PIRES, I.E. Variabilidade genética em progênies de uma população de algaroba - *Prosopis juliflora* (SW) DC-DA - região de Soledade - Paraíba. Piracicaba, 1984. 93p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- POLGE, H. & ILLY, G. Héritabilité de la densité du bois et corrélations avec la croissance étudiées à l'aide de tests non destructifs sur plants de pins maritimes de quatre ans. Silvae Genetica, Frankfurt, 17(5/6): 173-181, 1968.
- PORTERFIELD, R.L.; ZOBEL, B.J.; LEDIG, F.T. Evaluations the efficiency of tree improvement programs. Silvae Genetica, Frankfurt, 24(2/3): 33-44, 1975.

- PRYOR, L.D. Biology of eucalyptus. London, Edward Arnold, 1976. 82p.
- RANDALL, W.K. & COOPER, D.T. Predicted genotypic gain from cottonwood clonal tests. Silvae Genetica, Frankfurt, 22, (5/6): 165-67, 1973.
- ROBINSON, H.F.; COMSTOCK, R.B.; HARVEY, D.H. Genotypic and phenotypic correlation in corn and their implications in selection. Agronomy Journal, Madison, 43: 282-87, 1951.
- ROCHA, M.G.B.; BRUNE, A.; DELLA LUCIA, R.M.; OLIVEIRA, L.M. Variação da densidade básica e correlações entre caracteres de progênies jovens de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em duas etapas de crescimento. Revista Árvore, Viçosa, 7(2): 154-64, 1983.
- ROSADO, S.C.S. Avaliação da densidade básica da madeira com um novo aparelho e correlações entre caracteres em diferentes idades, em *Eucalyptus* spp. Viçosa, 1982. 79p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).
- ROSS, D.; BUCKNER, E.; CORE, H.; WOODS, F. Nitrogen fertilization decreases yellow-poplar wood density. Southern Journal of Applied Forestry, Washington, 3(3):119-22, 1979.
- SCHMIDTLING, R.C. & AMBURGEY, T.L. Growth and wood quality of slash pines after early cultivation and fertilization. Wood Science, Madison, 9(4): 154-9, 1977.
- SCHRUM, G.M.; GERHOLD, H.D.; WEST, R.F.; HAMILTON, L.S. Genetics variances of scotch pine: environment and age effects. Forest Science, Bethesda, 21(4): 330-9, 1975.

- SHELBOURNE, C.J.A. Genotype environment interactions: its study and implication in forest tree improvement. In: JOINTSYMPOSIA FOR THE ADVANCEMENT OF FOREST TREE BREEDING, Tokyo, 1972. Proceedings, B-1 (I)3-B-1(I), 28.
- SHELBOURNE, C.J.A. & COCKREN, F.R.M. Progeny and clonal test designs for New Zealand's tree breeding programs. Report N.Z. For. Res. Tree Improvement. (41): 1-15, 1969.
- SHELBOURNE, C.J.A. & LOW, C.B. Mult-trait index selection and associated genetic gains of *Pinus radiata* at five sites. New Zealand Forest Science, Rotorua, 10: 397-24, 1980.
- SHEPARD JUNIOR, R.K. Fertilization effects on specific gravity and diameter growth of red spruce. Wood Science, Madison, 14(3): 138-44, 1982.
- SILVA, J.C. Parâmetros da densidade na qualidade da madeira. Piracicaba, ESALQ, Departamento de Silvicultura, 1984. 82p.
- SMITH, W.J. The heritability of fibre characteristics and its application to wood quality improvement in forest trees. Silvae Genetica, Frankfurt, 16(2): 41-50, 1967.
- TAUER, C.G. & McNEW, R.W. Inheritance and correlation of growth of shortleaf pine in two environments. Silvae Genetica, Frankfurt, 34(1): 5-11, 1985.
- TURVEY, N.D. & SMETHURST, P.J. Variations in wood density of *Pinus radiata* D. Don across soil types. Australian Forest Research, Melbourne, 15: 43-9, 1985.

- VAN DER SIJDE, H.A. Wood density and growth rate of *Pinus eliottii* and *Pinus taeda* clones planted on two sites in the Eastern transvaal. South African Forestry Journal, Pretoria, (98): 48-51, 1976.
- VENCOVSKY, R. Genética quantitativa. In: KERR, W.C. coord. Melhoramento e Genética. São Paulo, Melhoramentos, 1969. p.17-37.
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. Coord. Melhoramento de milho no Brasil. Piracicaba, Fundação Cargill, 1978. p.122-201.
- WORRALL, J. Provenance and clonal variation in phenology and wood properties of norway spruce. Silvae Genetica, Frankfurt, 24(1): 2-5, 1975.
- ZOBEL, B.J. Inheritance of wood properties in conifers. Silvae Genetica, Frankfurt, 10(3): 65-70, 1961.
- ZOBEL, B.J. Variation in specific gravity and tracheid length for several species of mexican pine. Silvae Genetica, Frankfurt, 14(1): 1-12, 1965.
- ZOBEL, B.J. Wood properties. In: TREE IMPROVEMENT SHORT COURSE. Raleigh, Raleigh, N.C.S.U., 1974. p-85-102.
- ZOBEL, B.J.; CAMPINHOS JUNIOR, E.; IKEMORI, Y. Selecting and breeding for desirable wood. Tappi Journal. Atlanta, 66(1): 70-3,
- ZOBEL, B.J.; JETT, J.B.; HUTTO, R. Improving wood density of short-rotation southern pine. Tappi, Atlanta, 61(3): 41-4, 1978.

ZOBEL, B.J. & TALBERT, J. Applied Forest Tree Improvement.
New York, John Wiley, 1984. 505p.

A P E N D I C E

APÊNDICE 1 - Médias de altura de plantas (metros) para as 52 progê-
nies comuns aos três locais de ensaios, aos sete anos de
idade

| Progênie | Locais | | | Média geral |
|----------|---------|--------|---------|----------------|
| | Anhembí | Brotas | Lençóis | |
| 01 | 26,55 | 20,03 | 20,76 | 22,45 |
| 02 | 24,08 | 20,61 | 20,54 | 21,74 |
| 03 | 25,69 | 22,37 | 20,60 | 22,89 |
| 04 | 24,84 | 22,24 | 20,35 | 22,48 |
| 05 | 25,15 | 20,22 | 19,55 | 21,67 |
| 06 | 27,11 | 22,13 | 19,77 | 23,00 |
| 07 | 25,24 | 21,02 | 20,67 | 22,31 |
| 08 | 26,09 | 21,40 | 20,09 | 22,53 |
| 09 | 25,64 | 21,09 | 19,71 | 22,15 |
| 10 | 25,15 | 21,61 | 20,82 | 22,53 |
| 11 | 25,45 | 20,49 | 20,59 | 22,18 |
| 12 | 26,66 | 21,21 | 17,28 | 21,72 |
| 13 | 26,57 | 22,84 | 18,73 | 22,71 |
| 14 | 24,07 | 22,36 | 19,21 | 21,88 |
| 15 | 26,05 | 22,72 | 20,28 | 23,02 |
| 16 | 24,79 | 23,59 | 18,61 | 22,33 |
| 17 | 25,75 | 19,51 | 21,69 | 22,32 |
| 18 | 26,30 | 22,32 | 21,36 | 23,33 |
| 19 | 25,83 | 21,12 | 22,55 | 23,17 |
| 20 | 25,48 | 23,00 | 22,32 | 23,60 |
| 21 | 27,18 | 22,74 | 21,39 | 23,77 |
| 22 | 27,61 | 20,81 | 21,16 | 23,19 |
| 23 | 25,78 | 22,81 | 19,56 | 22,72 |
| 24 | 26,62 | 23,28 | 20,06 | 23,32 |
| 25 | 26,30 | 21,40 | 20,45 | 22,72 |
| 26 | 26,04 | 22,62 | 20,79 | 23,15 |
| 27 | 25,04 | 21,52 | 19,46 | 22,01 |
| 28 | 23,32 | 19,99 | 20,89 | 21,40 |
| 29 | 25,32 | 22,11 | 19,41 | 22,28 |
| 30 | 27,29 | 20,42 | 21,37 | 23,03 |
| 31 | 26,17 | 20,60 | 18,56 | 21,78 |
| 32 | 25,56 | 19,66 | 20,58 | 21,93 |
| 33 | 25,36 | 19,62 | 20,80 | 21,93 |
| 34 | 25,01 | 20,32 | 19,87 | 21,73 |
| 35 | 27,54 | 24,20 | 20,49 | 24,08 |
| 36 | 24,16 | 20,43 | 19,26 | 21,28 |
| 37 | 20,74 | 21,42 | 19,59 | 20,58 |
| 38 | 26,30 | 22,50 | 19,54 | 22,78 |
| 39 | 26,20 | 21,58 | 20,33 | 22,70 |
| 40 | 26,17 | 21,06 | 20,19 | 22,47 |
| 41 | 27,18 | 23,10 | 20,66 | 23,65 |
| 42 | 27,44 | 21,68 | 20,28 | 23,13 |
| 43 | 26,07 | 20,90 | 21,07 | 22,68 |
| 44 | 26,52 | 23,44 | 20,90 | 23,62 |
| 45 | 25,90 | 20,71 | 20,23 | 22,22 |
| 46 | 25,36 | 22,11 | 21,08 | 22,85 |
| 47 | 25,37 | 20,71 | 18,11 | 21,40 |
| 48 | 26,38 | 22,43 | 18,05 | 22,29 |
| 49 | 26,37 | 19,82 | 19,61 | 21,93 |
| 50 | 27,60 | 21,90 | 18,57 | 22,69 |
| 51 | 25,70 | 22,29 | 19,45 | 22,48 |
| 52 | 26,28 | 21,40 | 19,44 | 22,37 |
| Média | 25,81 | 21,57 | 20,13 | 22,50 |

APÊNDICE 2 - Médias de dap de plantas (centímetros) para as 52 progê-
nias comuns aos três locais de ensaios, aos sete anos de
idade

| Progênie | Locais | | | Média geral |
|----------|---------|--------|---------|----------------|
| | Anhembi | Brotas | Lençóis | |
| 01 | 16,75 | 13,73 | 12,78 | 14,42 |
| 02 | 15,56 | 13,78 | 12,55 | 13,96 |
| 03 | 16,08 | 14,32 | 12,26 | 14,22 |
| 04 | 16,64 | 15,66 | 13,01 | 15,10 |
| 05 | 16,22 | 14,30 | 11,79 | 14,10 |
| 06 | 16,67 | 13,43 | 11,89 | 14,00 |
| 07 | 15,63 | 13,45 | 12,93 | 14,00 |
| 08 | 15,88 | 14,25 | 12,61 | 14,25 |
| 09 | 16,80 | 15,07 | 12,30 | 14,72 |
| 10 | 17,11 | 14,01 | 13,03 | 14,72 |
| 11 | 17,56 | 12,60 | 12,97 | 14,38 |
| 12 | 17,60 | 13,97 | 10,38 | 13,98 |
| 13 | 16,93 | 15,50 | 11,09 | 14,51 |
| 14 | 15,45 | 14,75 | 12,19 | 14,13 |
| 15 | 16,86 | 15,07 | 11,86 | 15,00 |
| 16 | 15,70 | 16,63 | 10,81 | 14,38 |
| 17 | 17,71 | 13,08 | 13,77 | 14,85 |
| 18 | 17,54 | 15,28 | 12,77 | 15,20 |
| 19 | 16,76 | 13,96 | 14,37 | 15,03 |
| 20 | 16,17 | 15,14 | 13,66 | 14,99 |
| 21 | 17,30 | 14,96 | 13,09 | 15,12 |
| 22 | 17,77 | 13,16 | 14,05 | 14,99 |
| 23 | 16,22 | 15,07 | 11,78 | 14,36 |
| 24 | 17,21 | 15,60 | 12,68 | 15,16 |
| 25 | 16,42 | 14,13 | 12,25 | 14,27 |
| 26 | 17,35 | 15,07 | 13,01 | 15,14 |
| 27 | 15,80 | 13,86 | 11,84 | 13,83 |
| 28 | 15,74 | 13,36 | 11,98 | 13,69 |
| 29 | 16,29 | 14,59 | 12,02 | 14,30 |
| 30 | 17,76 | 13,46 | 13,43 | 14,88 |
| 31 | 17,18 | 13,31 | 10,98 | 13,82 |
| 32 | 16,81 | 13,47 | 12,56 | 14,28 |
| 33 | 15,68 | 12,11 | 13,04 | 13,61 |
| 34 | 16,53 | 12,57 | 11,24 | 13,45 |
| 35 | 17,29 | 15,67 | 12,46 | 15,14 |
| 36 | 15,38 | 14,02 | 12,63 | 14,01 |
| 37 | 14,39 | 14,93 | 12,30 | 13,87 |
| 38 | 17,46 | 16,50 | 10,97 | 14,98 |
| 39 | 17,12 | 14,65 | 13,05 | 14,94 |
| 40 | 16,59 | 13,58 | 11,87 | 14,01 |
| 41 | 16,55 | 15,31 | 12,92 | 14,93 |
| 42 | 17,26 | 14,56 | 12,53 | 14,78 |
| 43 | 16,56 | 13,48 | 13,37 | 14,47 |
| 44 | 17,33 | 16,30 | 13,23 | 15,62 |
| 45 | 17,04 | 13,82 | 12,50 | 14,45 |
| 46 | 15,79 | 14,87 | 12,52 | 14,39 |
| 47 | 15,96 | 13,23 | 10,22 | 13,14 |
| 48 | 16,54 | 14,48 | 10,22 | 13,75 |
| 49 | 17,60 | 12,18 | 11,84 | 13,87 |
| 50 | 17,51 | 14,32 | 11,84 | 14,56 |
| 51 | 16,83 | 15,27 | 12,24 | 14,78 |
| 52 | 16,41 | 14,51 | 11,74 | 14,22 |
| Média | 16,64 | 14,32 | 12,33 | 14,43 |

APÊNDICE 3 - Médias de volume cilíndrico (m^3/arv) para as 52 progênie
 nies comuns aos três locais de ensaios, aos sete anos de
 idade

| Progênie | Locais | | | Média geral |
|----------|---------|--------|---------|----------------|
| | Anhembi | Brotas | Lençóis | |
| 01 | 0,653 | 0,324 | 0,293 | 0,423 |
| 02 | 0,586 | 0,340 | 0,274 | 0,400 |
| 03 | 0,587 | 0,393 | 0,265 | 0,415 |
| 04 | 0,625 | 0,455 | 0,290 | 0,457 |
| 05 | 0,567 | 0,364 | 0,230 | 0,387 |
| 06 | 0,669 | 0,339 | 0,235 | 0,414 |
| 07 | 0,586 | 0,332 | 0,302 | 0,407 |
| 08 | 0,582 | 0,374 | 0,275 | 0,410 |
| 09 | 0,632 | 0,412 | 0,277 | 0,440 |
| 10 | 0,701 | 0,381 | 0,315 | 0,466 |
| 11 | 0,721 | 0,307 | 0,320 | 0,449 |
| 12 | 0,776 | 0,371 | 0,192 | 0,446 |
| 13 | 0,661 | 0,444 | 0,214 | 0,440 |
| 14 | 0,567 | 0,425 | 0,245 | 0,412 |
| 15 | 0,713 | 0,434 | 0,262 | 0,470 |
| 16 | 0,532 | 0,596 | 0,206 | 0,445 |
| 17 | 0,717 | 0,264 | 0,354 | 0,445 |
| 18 | 0,721 | 0,441 | 0,300 | 0,487 |
| 19 | 0,653 | 0,346 | 0,382 | 0,460 |
| 20 | 0,617 | 0,449 | 0,353 | 0,473 |
| 21 | 0,669 | 0,430 | 0,315 | 0,471 |
| 22 | 0,792 | 0,339 | 0,373 | 0,501 |
| 23 | 0,628 | 0,436 | 0,236 | 0,433 |
| 24 | 0,686 | 0,492 | 0,272 | 0,483 |
| 25 | 0,658 | 0,369 | 0,260 | 0,429 |
| 26 | 0,702 | 0,432 | 0,301 | 0,478 |
| 27 | 0,597 | 0,362 | 0,229 | 0,396 |
| 28 | 0,549 | 0,317 | 0,248 | 0,371 |
| 29 | 0,648 | 0,405 | 0,237 | 0,430 |
| 30 | 0,789 | 0,337 | 0,324 | 0,483 |
| 31 | 0,702 | 0,321 | 0,190 | 0,404 |
| 32 | 0,642 | 0,322 | 0,277 | 0,414 |
| 33 | 0,598 | 0,273 | 0,293 | 0,388 |
| 34 | 0,633 | 0,262 | 0,210 | 0,368 |
| 35 | 0,737 | 0,521 | 0,271 | 0,510 |
| 36 | 0,578 | 0,345 | 0,302 | 0,408 |
| 37 | 0,519 | 0,445 | 0,260 | 0,408 |
| 38 | 0,748 | 0,523 | 0,200 | 0,490 |
| 39 | 0,676 | 0,386 | 0,286 | 0,449 |
| 40 | 0,618 | 0,346 | 0,242 | 0,402 |
| 41 | 0,633 | 0,455 | 0,294 | 0,461 |
| 42 | 0,732 | 0,398 | 0,274 | 0,468 |
| 43 | 0,650 | 0,339 | 0,337 | 0,442 |
| 44 | 0,780 | 0,526 | 0,317 | 0,541 |
| 45 | 0,665 | 0,340 | 0,269 | 0,425 |
| 46 | 0,575 | 0,416 | 0,280 | 0,424 |
| 47 | 0,639 | 0,322 | 0,164 | 0,375 |
| 48 | 0,636 | 0,384 | 0,161 | 0,394 |
| 49 | 0,767 | 0,262 | 0,257 | 0,429 |
| 50 | 0,744 | 0,380 | 0,232 | 0,452 |
| 51 | 0,658 | 0,422 | 0,246 | 0,442 |
| 52 | 0,620 | 0,379 | 0,233 | 0,411 |
| Média | 0,656 | 0,386 | 0,269 | 0,437 |

APÊNDICE 4 - Médias da densidade básica da madeira (g/cm^3) para as 52 progênie comuns aos três locais de ensaios, aos sete anos de idade

| Progênie | Locais | | | Média geral |
|----------|--------|--------|---------|-------------|
| | Anhemi | Brotas | Lençóis | |
| 01 | 0,394 | 0,454 | 0,448 | 0,432 |
| 02 | 0,407 | 0,470 | 0,467 | 0,448 |
| 03 | 0,412 | 0,451 | 0,462 | 0,442 |
| 04 | 0,381 | 0,436 | 0,437 | 0,418 |
| 05 | 0,405 | 0,466 | 0,462 | 0,444 |
| 06 | 0,432 | 0,467 | 0,461 | 0,453 |
| 07 | 0,414 | 0,487 | 0,492 | 0,464 |
| 08 | 0,402 | 0,461 | 0,457 | 0,440 |
| 09 | 0,422 | 0,463 | 0,474 | 0,453 |
| 10 | 0,425 | 0,470 | 0,454 | 0,450 |
| 11 | 0,439 | 0,475 | 0,462 | 0,459 |
| 12 | 0,398 | 0,437 | 0,447 | 0,427 |
| 13 | 0,435 | 0,484 | 0,491 | 0,470 |
| 14 | 0,450 | 0,492 | 0,490 | 0,477 |
| 15 | 0,449 | 0,495 | 0,505 | 0,483 |
| 16 | 0,428 | 0,450 | 0,448 | 0,442 |
| 17 | 0,438 | 0,477 | 0,492 | 0,469 |
| 18 | 0,428 | 0,461 | 0,487 | 0,459 |
| 19 | 0,414 | 0,471 | 0,459 | 0,448 |
| 20 | 0,402 | 0,457 | 0,469 | 0,443 |
| 21 | 0,441 | 0,454 | 0,466 | 0,454 |
| 22 | 0,415 | 0,475 | 0,454 | 0,448 |
| 23 | 0,396 | 0,456 | 0,466 | 0,439 |
| 24 | 0,420 | 0,456 | 0,469 | 0,448 |
| 25 | 0,409 | 0,454 | 0,477 | 0,447 |
| 26 | 0,431 | 0,472 | 0,461 | 0,455 |
| 27 | 0,406 | 0,480 | 0,470 | 0,452 |
| 28 | 0,454 | 0,475 | 0,496 | 0,475 |
| 29 | 0,431 | 0,497 | 0,468 | 0,465 |
| 30 | 0,419 | 0,457 | 0,470 | 0,449 |
| 31 | 0,394 | 0,484 | 0,465 | 0,448 |
| 32 | 0,428 | 0,469 | 0,481 | 0,459 |
| 33 | 0,423 | 0,479 | 0,463 | 0,455 |
| 34 | 0,414 | 0,474 | 0,481 | 0,456 |
| 35 | 0,432 | 0,476 | 0,470 | 0,459 |
| 36 | 0,412 | 0,487 | 0,506 | 0,468 |
| 37 | 0,432 | 0,504 | 0,467 | 0,468 |
| 38 | 0,434 | 0,462 | 0,473 | 0,456 |
| 39 | 0,407 | 0,451 | 0,471 | 0,443 |
| 40 | 0,424 | 0,470 | 0,477 | 0,457 |
| 41 | 0,422 | 0,473 | 0,460 | 0,452 |
| 42 | 0,407 | 0,455 | 0,449 | 0,437 |
| 43 | 0,394 | 0,466 | 0,440 | 0,433 |
| 44 | 0,422 | 0,452 | 0,459 | 0,444 |
| 45 | 0,435 | 0,474 | 0,496 | 0,468 |
| 46 | 0,440 | 0,493 | 0,492 | 0,475 |
| 47 | 0,443 | 0,511 | 0,469 | 0,474 |
| 48 | 0,414 | 0,456 | 0,459 | 0,443 |
| 49 | 0,394 | 0,434 | 0,444 | 0,424 |
| 50 | 0,452 | 0,519 | 0,516 | 0,496 |
| 51 | 0,416 | 0,452 | 0,467 | 0,445 |
| 52 | 0,403 | 0,481 | 0,477 | 0,454 |
| Média | 0,420 | 0,470 | 0,470 | 0,453 |

APENDICE 5 - Composição granulométrica e química dos solos dos três locais de ensaios¹

| LOCALS | COMPOSIÇÃO QUÍMICA | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|--------------------------|------|--------|-------------------------|-----|-----|-------------------------|-------------------|----------|-----|----------------|-----|------------------|------------------|-------------------|----------------|
| | Composição Granulada (%) | | Classe | pH | C | ppm | m. Eq/100ml de T.F.S.A. | | | | | V | | | | |
| | Areia | Limo | | | | | Argila | CaCl ₂ | Agua (%) | P | K ⁺ | | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | Al ⁺⁺⁺ | H ⁺ |
| Anhembi | 79,1 | 2,3 | 18,6 | Limo areno Barrentos | 3,8 | 4,9 | 0,8 | 1,0 | 0,08 | 0,2 | 0,1 | 1,0 | 1,1 | 2,5 | 0,4 | 15,4 |
| Brotas | 89,9 | 2,2 | 7,9 | Limo areno SOS | 4,0 | 4,4 | 0,8 | 1,3 | 0,02 | 0,1 | 0,1 | 0,9 | 1,3 | 2,4 | 0,2 | 9,1 |
| Lençóis | 90,1 | 0,6 | 9,3 | Limo areno SOS | 3,8 | 4,5 | 0,8 | 1,0 | 0,03 | 0,1 | 0,1 | 0,7 | 0,9 | 1,7 | 0,2 | 13,1 |

1. Análises realizadas no Instituto Campineiro de Análise de Solo e Adubo Ltda. S/C.

Apêndice 6. Esquema de distribuição dos 64 tratamentos nos diferentes locais.

| | | |
|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Y6 46 6 30 62 22 54 14 38 | X3 21 24 19 23 18 22 17 20 | Z6 43 25 61 24 15 52 6 34 |
| Y3 11 35 51 3 59 27 43 19 | X6 44 47 43 46 42 48 45 41 | Z4 31 50 13 4 41 40 22 59 |
| Y8 24 48 16 64 40 56 32 8 | X1 6 1 4 2 5 3 8 7 | Z8 27 8 9 54 36 63 45 18 |
| Y2 18 42 10 34 58 26 50 2 | X4 31 25 30 28 32 27 29 26 | Z3 49 12 48 30 3 39 21 58 |
| Y5 21 45 37 5 61 29 53 13 | X7 55 52 54 49 56 50 53 51 | Z5 33 32 5 42 23 14 60 51 |
| Y7 39 63 31 47 23 55 15 7 | X5 39 33 36 38 35 40 34 37 | Z2 20 56 2 29 47 57 38 11 |
| Y4 28 12 52 36 60 4 44 20 | X8 59 64 61 63 57 62 58 60 | Z7 44 62 35 7 17 53 16 26 |
| Y1 17 41 1 33 57 25 49 9 | X2 10 13 9 15 14 12 16 11 | Z1 19 46 1 64 37 10 55 28 |

Apêndice 7. Comparação entre os tratamentos e os materiais genéticos nos diferentes locais.

| MATERIAL GENÉTICO | | | TRATAMENTOS NO LÁTICE | | |
|-------------------|--------|--------|-----------------------|--------|---------|
| Nº | Origem | Matriz | Anhemi | Brotas | Lençóis |
| 01 | Salto | 02* | 01 | 01 | 01 |
| 02 | Salto | 03* | 02 | 02 | 02 |
| 03 | Salto | 04* | 03 | 03 | 03 |
| 04 | Salto | 05* | 04 | 04 | 04 |
| 05 | Salto | 06* | 05 | 05 | 05 |
| 06 | Salto | 08* | 06 | 06 | 06 |
| 07 | Salto | 13 | - | - | 07 |
| 08 | Salto | 16* | 07 | 07 | 08 |
| 09 | Salto | 17* | 08 | 08 | 09 |
| 10 | Salto | 23* | 09 | 09 | 10 |
| 11 | Salto | 28* | 10 | 10 | 11 |
| 12 | Salto | 29* | 11 | 11 | 12 |
| 13 | Salto | 36* | 12 | 12 | 13 |
| 14 | Salto | 37 | - | 13 | 14 |
| 15 | Salto | 40* | 13 | 14 | 15 |
| 16 | Salto | 45* | 14 | 15 | 16 |
| 17 | Salto | 53* | 15 | 16 | 17 |
| 18 | Salto | 55 | - | 17 | 18 |
| 19 | Salto | 56* | 16 | 18 | 19 |
| 20 | Salto | 57* | 17 | 19 | 20 |
| 21 | Salto | 61* | 18 | 20 | 21 |
| 22 | Salto | 66 | - | 21 | 22 |
| 23 | Salto | 68 | - | 22 | 23 |
| 24 | Salto | 74* | 19 | 23 | 24 |
| 25 | Salto | 12* | 20 | 24 | 25 |
| 26 | Salto | 19* | 21 | 25 | 26 |
| 27 | Salto | 23* | 22 | 26 | 27 |
| 28 | Salto | 24* | 23 | 27 | 28 |
| 29 | Salto | 31* | 24 | 28 | 29 |
| 30 | Salto | 34* | 25 | 29 | 30 |
| 31 | Salto | 38* | 26 | 30 | 31 |
| 32 | Salto | 39* | 27 | 31 | 32 |
| 33 | Salto | 42* | 28 | 32 | 33 |
| 34 | Salto | 51* | 29 | 33 | 34 |
| 35 | Salto | 52* | 30 | 34 | 35 |
| 36 | Salto | 58* | 31 | 35 | 36 |
| 37 | Salto | 62* | 32 | 36 | 37 |
| 38 | Salto | 71* | 33 | 37 | 38 |
| 39 | Salto | 75* | 34 | 38 | 39 |
| 40 | Salto | 76* | 35 | 39 | 40 |
| 41 | Salto | 78* | 36 | 40 | 41 |
| 42 | Salto | 79* | 37 | 41 | 42 |
| 43 | Salto | 80* | 38 | 42 | 43 |
| 44 | Mogi | 02* | 39 | 43 | |
| 45 | Mogi | 05* | 40 | 44 | |

Apêndice 7 - Continuação

| Nº | MATERIAL GENÉTICO | | TRATAMENTO NO LÁTICE | | |
|----|-------------------|--------|----------------------|--------|---------|
| | Origem | Matriz | Anhemi | Brotas | Lençóis |
| 46 | Mogi | 13* | 41 | 45 | 43 |
| 47 | Mogi | (17)* | 42 | 46 | 44 |
| 48 | Mogi | (17)* | 43 | 47 | 45 |
| 49 | Mogi | 24* | 44 | 48 | 46 |
| 50 | Mogi | 39* | 45 | 49 | 47 |
| 51 | Mogi | 44* | 46 | 50 | 48 |
| 52 | Mogi | 46* | 47 | 51 | 49 |
| 53 | Mogi | 47* | 48 | 52 | 50 |
| 54 | Mogi | 48* | 49 | 53 | 51 |
| 55 | Mogi | 55* | 50 | 54 | 52 |
| 56 | Mogi | 57* | 51 | 55 | 53 |
| 57 | Mogi | 58* | 52 | 56 | 54 |
| 58 | IPEF | 41 | - | - | 55 |
| 59 | IPEF | 42 | - | - | - |
| 60 | IPEF | 43 | - | - | - |
| 61 | IPEF | 44 | - | - | - |
| 62 | IPEF | 45 | - | - | - |
| 63 | IPEF | 46 | - | - | - |
| 64 | IPEF | 47 | 53 | - | - |
| 65 | IPEF | 48 | - | - | - |
| 66 | IPEF | 49 | - | - | - |
| 67 | IPEF | 50 | - | - | - |
| 68 | IPEF | 51 | - | - | - |
| 69 | IPEF | 52 | - | - | - |
| 70 | IPEF | 53 | - | - | - |
| 71 | IPEF | 54 | - | - | - |
| 72 | IPEF | 55 | - | - | - |
| 73 | IPEF | 56 | - | - | - |
| 74 | IPEF | 57 | - | - | - |
| 75 | IPEF | 58 | - | - | - |
| 76 | IPEF | 59 | - | - | - |
| 77 | IPEF | 60 | - | 57 | 56 |
| 78 | IPEF | 61 | - | - | - |
| 79 | IPEF | 62 | - | - | - |
| 80 | IPEF | 63 | - | - | - |
| 81 | IPEF | 323 | - | - | 57 |
| 82 | IPEF | 324 | 54 | 58 | 58 |
| 83 | IPEF | 325 | 55 | - | - |
| 84 | IPEF | 326 | - | 59 | 59 |
| 85 | IPEF | 327 | 56 | 60 | 60 |
| 86 | IPEF | 328 | - | 61 | 61 |
| 87 | Test. | B | 57 a 60 | 62 | 62 |
| 88 | Test. | C | 61 a 64 | 63 | 63 |
| 89 | Test. | B | - | 64 | 64 |

IPEF - Testemunhas originárias de sementes de Rio Claro ou da Austrália;
 B - Testemunha originária de sementes de área de coleta de Horto de Mogi-Guaçu; C - Testemunha originária de sementes comerciais de Natal África do Sul; * - Progenies comuns aos três locais.