unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Pós-graduação em Agronomia

MESTRADO

Variação genética em progênies de Pinus caribaea Morelet var. bahamensis

1210001526

Robson Fernando Missio

Ilha Solteira - SP

unesp

VARIAÇÃO GENÉTICA EM PROGÊNIES DE *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis*

ROBSON FERNANDO MISSIO

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes

Co-orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio dos Santos Dias

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração: Sistemas de Produção.

Mat. 063/04 - VPD 158

UNESP - "CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA"
SERVIÇO TÉC. DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO

DATA DE CHEGADA	DATA DE TOMBO
20.09.04	30.10.04
REGISTRO	TOMBO
Oeiza	Te. 1526
AQUISIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
Doação autor R$ 10,00	M678v

1210001526

Co Exp 226639
exp 56585

5020 1034

BCpIS - FEIS - UNESP

Ilha Solteira – São Paulo

Julho - 2004

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação/Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP-Ilha Solteira

Missio, Robson Fernando
M678v Variação genética em progênies de *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis* / Robson Fernando Missio. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2004
viii, 129 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de concentração: Sistemas de Produção, 2004.

Orientador: Mario Luiz Teixeira de Moraes
Co-orientador: Luiz Antonio dos Santos Dias
Bibliografia: p. 94-104

1. Pinus tropicais. 2. Melhoramento florestal. 3. Parâmetros genéticos.

50201034

Variação Genética em Progênies de *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis*

Robson Fernando Missio

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À FACULDADE DE ENGENHARIA DO CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA – UNESP COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM AGRONOMIA

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Mário Luiz Teixeira de Moraes – (Orientador)

Dr. Alexandre Magno Sebbenn

Prof. Dr. João Antonio da Costa Andrade

Ilha Solteira/SP
Julho/2004

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Aos meus pais, Sergito e Nelita.

Aos meus irmãos Leonardo e Graciela.

À minha esposa Vivian.

Aos meus segundos pais, Nery e Elenir.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista – Campus de Ilha Solteira e reitoria, pela oportunidade de realização desse trabalho.

À FAPESP, pelo suporte financeiro através da concessão da bolsa de estudo e reserva técnica, possibilitando a realização deste trabalho.

À minha esposa Vivian Carré Missio, que acima de tudo e de todos está sempre ao meu lado, compartilhando momentos especiais das nossas vidas. Pela sua ajuda nos trabalhos de campo, que foram imprescindíveis para realização deste trabalho. Pelas suas sugestões e críticas. Pela sua paciência em momentos difíceis. Pelos incansáveis incentivos aos estudos. E principalmente pelo seu amor e carinho de mulher.

Ao Prof. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes pela orientação, amizade, paciência, respeito, confiança, sinceridade, companheirismo, pela capacidade de ensino e competência.

Ao Prof. Dr. Luiz Antonio dos Santos Dias, pela co-orientação, amizade, conselhos e ensinamentos.

Ao IPEF/ESALQ/USP que possibilitou a vinda do teste de progênie do Centro de Conservação Genética e Melhoramento de Pinheiros Tropicais (CCGMPT) para a FEIS/UNESP.

À Duratex S. A. pela produção das mudas do teste de progênie.

Ao Prof. Dr. Enes Furlani Junior pelo empréstimo da estufa, para a determinação da densidade básica da madeira.

Aos funcionários: José Cambuim, Manuel F. R. Bonfim, Alonso A. da Silva, Odorico S. Silva, Alexandre Marques da Silva, Selma M. B. de Moraes, pela amizade e preciosa ajuda na coleta de dados.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

Aos colegas e amigos: Iuri, Patrícia, Janete, Vanessa, Elisa e Fernando, pela amizade e ajuda na coleta dos dados de campo.

Aos professores Pedro César dos Santos, João Antonio da Costa Andrade e Marco Eustáquio de Sá, pela amizade, e principalmente pelos esclarecimentos de tantas dúvidas e pelos ensinamentos.

À banca examinadora, Dr. Alexandre Magno Sebbenn, Prof. Dr. João Antonio da costa Andrade e Prof. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes pelas preciosas críticas e sugestões à dissertação.

A todos que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, meu muito obrigado.

VARIAÇÃO GENÉTICA EM PROGÊNIES DE *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis*.

Autor: Robson Fernando Missio

Orientador: Prof. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes

RESUMO

Das espécies de *Pinus* consideradas promissoras para regiões tropicais do Brasil, principalmente para o sudeste, o *Pinus caribaea* var. *bahamensis* vem se destacando em produtividade e qualidade da madeira. Dessa forma, este trabalho teve os seguintes objetivos: Estimar o valor genético de árvores superiores de *P. caribaea* var. *bahamensis*, procedentes do Centro de Conservação Genética e Melhoramento de Pinheiros Tropicais (CCGMPT); Estimar a variabilidade genética para alguns caracteres de crescimento como: altura, DAP, volume, forma, e para a densidade básica da madeira (DBM); Estimar possíveis ganhos na seleção, através da utilização do Índice Multi-efeito (IME) e da melhor predição linear não viciada (BLUP), visando a transformação do teste de progênies num Pomar de Sementes por Mudas e/ou o fornecimento de material para a formação de um Pomar de Sementes Clonal. O experimento está instalado desde 20 de março de 1990, na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP, no município de Selvíria-MS, sendo as sementes obtidas no Centro de Conservação Genética e Melhoramento de Pinheiros Tropicais (CCGMPT) e cedidas pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF). O delineamento experimental utilizado foi o látice quadrado 11 x 11, sêxtuplo, parcialmente balanceado, com 119 progênies e duas testemunhas comerciais. As parcelas dispostas linearmente, contêm seis plantas no espaçamento de 3,0 x 3,0 metros. Aos 13 anos após o plantio foi realizado um desbaste (com base no DAP), em todo o experimento, deixando-se três plantas por parcela. A coleta de dados foi realizada em quatro situações: A) antes do desbaste, correspondendo a 13 anos; B) árvores desbastadas, 13 anos; C) árvores remanescentes ao desbaste, 13 anos e D)

um ano após o desbaste, 14 anos. Os caracteres analisados foram: a) altura de plantas (m); b) diâmetro à altura do peito-DAP (cm); c) volume (m^3.árvore^{-1}); d) forma do fuste das árvores (for); e) densidade básica da madeira, em nível do DAP e na metade da altura total da árvore ($g.cm^{-3}$) e f) sobrevivência (sob) das progênies. Os resultados revelaram que: a) as progênies apresentaram um bom desenvolvimento para os caracteres estudados e uma alta variabilidade genética entre as progênies; b) o desbaste de 50% das árvores abriu grandes perspectivas para transformação do teste de progênies em pomares de sementes por mudas ou clonal; c) as estimativas de herdabilidade encontradas estão acima da média da literatura para outras coníferas; d) existem correlações genéticas altas e positivas entre os caracteres DAP e volume, e negativas e de baixa magnitude entre densidade e volume; e) a análise do coeficiente de trilha preconizou a importância do DAP, por meio dos efeitos diretos e indiretos, sobre o volume; f) estudos da distância genética de Mahalanobis e o agrupamento das progênies pelo método de Tocher, forneceram informações de suma importância para programas futuros de melhoramento por hibridação (progênies mais divergentes) ou retrocruzamentos (progênies mais próximas); g) a utilização do índice multi-efeito, na seleção de indivíduos superiores, apresentou ganhos genéticos superiores a seleção entre e dentro de progênies, porém deve-se dar preferência a seleção de no máximo cinco indivíduos de cada progênie, pois com isso há um aumento expressivo no número de progênies selecionadas, no tamanho efetivo populacional e principalmente na diversidade genética; h) a utilização do BLUP, na seleção de indivíduos superiores, por ser ideal para dados desbalanceados, propiciou ganhos genéticos consideravelmente maiores que o IME.



GENETIC VARIATION IN *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis* PROGENIES

Author: Robson Fernando Missio

Adviser: Prof. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes

ABSTRACT

Among *Pinus* species with great powerful for tropical region of Brazil, mainly of southeastern, the *Pinus caribaea* var. *bahamensis* is standing out on productized and wood quality. In this way, this work aimed: to estimate the genetic values of superior trees of *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, coming from Genetic Conservation and Breeding of Tropical Pine (CCGMPT); to estimate the genetic variability for total height, diameter at breast height, volume, form of stem traits and wood density; to estimate gain at selection using Multi Effect Index (IME) and Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) to aimed at transformation of progenies test in the seed orchard by seedling or seed orchard clonal. The experiment is installed from March, 20, 1990, at Experimental Station of Ilha Solteira University Campus–UNESP, located in Selvíria-MS, Brazil. Progeny seeds were obtain on CCGMPT and donated by Institute of Forestry Research (IPEF). A sextuple square lattice 11x11 with 119 progenies and two commercial controls was used. The plots were constituted by six plants in line, in the spacing of 3x3 m. At thirteen years old after planting was realized a thinning (selection by diameter at breast height level), left three plants by plot in all the experiment. The evaluations were done at four situations: A) before thinning, at thirteen years old; B) thinning tree, at thirteen years old; C) remaining tree, at thirteen years old and D) one year after thinning, at fourteen years old. The follow traits were evaluated: total height-H (m), diameter at breast height-dbh (cm), volume-V ($m^3.árv^{-1}$), form of stem, wood density at dbh level and on half height tree ($g.m^{-3}$), and survival (%) the progenies. The results were the following: a) The

progenies showed good performance and a high genetic variation among progenies for all traits; b) The thinning of 50% of tree, to make great perspectives to these progenies trial to be explored as a seed orchard by seedling or clonal; c) The estimate heritability found are above the average of literature to other conifers; d) There are high and positive genetic correlation between diameter at breast height and volume traits, and low and negative between wood density and volume traits; e) The path analysis coefficient point out the importance of dbh, by direct and indirect effects on volume; f) The genetic distance of Mahalanobis and the assemble of progenies by Tocher's method gave important information to future breeding programs of hybridization (more divergent progenies) or backcross (closer progenies); g) The use of Multi Effects index, on selection of superior tree, showed high genetic gains within and among progenies, but recommended the selection on maximum of five plants per progeny, to permit an expressive increase on selection progenies number, on effective size, mainly on genetic diversity; h) The use of BLUP on selection of superior tree, "best" for unbalanced data, offering higher gains than IME.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO **1**

2. OBJETIVOS **3**

3. REVISÃO DE LITERATURA **4**

3.1. Principais características do *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis* 4

3.2. Melhoramento genético em *Pinus* 7

3.3. Estimativa dos parâmetros genéticos 10

3.3.1. Caracteres de crescimento 12

3.3.2. Densidade básica da madeira 17

3.4. Índices de seleção 21

4. MATERIAL E MÉTODOS **23**

4.1. Material experimental 23

4.2. Métodos 23

4.2.1. Instalação do ensaio e delineamento experimental 23

4.2.2. Coleta de dados 24

4.2.3. Estimativa de parâmetros genéticos e estatísticos 25

4.2.4. Análise do coeficiente de trilha e da divergência genética 31

4.2.5. Ganho na seleção pelo método do índice multi-efeitos 33

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 36

5.1. Avaliações nas Situações A, B, C e D 36

5.1.1. Resultados das análises de variâncias para os caracteres de crescimento e densidade básica da madeira 36

5.1.2. Estimativas das variâncias genéticas e fenotípicas, coeficientes de variação e herdabilidades para os caracteres de crescimento e densidade básica da madeira... 41

5.1.3. Estimativa de correlações genéticas, fenotípicas e ambientais 50

5.2. Análises multivariadas 55

5.2.1. Análise do coeficiente de trilha 55

5.2.2. Estudo das medidas de dissimilaridade pela distância generalizada de Mahalanobis (D^2) e pelo método de otimização de Tocher 62

5.3. Ganhos na seleção 78

5.3.1. Seleção entre e dentro de progênies 78

5.3.2. Índice multi-efeito - IME 81

5.3.3. Seleção com base na melhor predição linear não viciada – BLUP 84

6. CONCLUSÕES 93

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 94

APÊNDICE 106

1. INTRODUÇÃO

A introdução de espécies florestais exóticas no Brasil proporcionou grandes benefícios para o desenvolvimento sócio-econômico de diversas regiões do país, principalmente nas áreas onde as características do solo e clima desestimulam outra atividade agrícola. Dentre estes se destacam o aumento da matéria-prima para abastecer as indústrias de papel, celulose e também atualmente para a extração da resina. Segundo Sebbenn et al. (1994, p. 66) a qualidade genética das sementes tem importância direta na uniformidade, resistência mecânica, resistência às pragas e moléstia, forma, produtividade, dentre outras características.

Para a produção de sementes geneticamente melhoradas, os programas de melhoramento florestal, estão procurando alternativas que fundamentam-se em esquemas relativamente simples, podendo ser resumidos pelas etapas de seleção de populações, seguidas de seleções dentro das populações. Se por ventura nos locais onde se pretende desenvolver o programa de melhoramento não existir uma população base adequada, então se torna necessária à introdução de material selecionado em outras regiões ou países (KAGEYAMA et al. 1977, p. 30). A troca de material genético entre instituições de pesquisas de diferentes países é procedimento comum que tem por finalidade o aproveitamento de um maior número de germoplasmas (SEBBENN et al. 1994, p. 66).

O gênero *Pinus* tem grande importância para regiões de clima temperado e principalmente tropical, pois se presta tanto para reflorestamento ou recuperação de áreas degradadas como também para obtenção das suas matérias-primas. Porém, para implantação de plantações comerciais de *Pinus*, precisa-se primeiramente de um pomar que produza sementes

1. INTRODUÇÃO

A introdução de espécies florestais exóticas no Brasil proporcionou grandes benefícios para o desenvolvimento sócio-econômico de diversas regiões do país, principalmente nas áreas onde as características do solo e clima desestimulam outra atividade agrícola. Dentre estes se destacam o aumento da matéria-prima para abastecer as indústrias de papel, celulose e também atualmente para a extração da resina. Segundo Sebbenn et al. (1994, p. 66) a qualidade genética das sementes tem importância direta na uniformidade, resistência mecânica, resistência às pragas e moléstia, forma, produtividade, dentre outras características.

Para a produção de sementes geneticamente melhoradas, os programas de melhoramento florestal, estão procurando alternativas que fundamentam-se em esquemas relativamente simples, podendo ser resumidos pelas etapas de seleção de populações, seguidas de seleções dentro das populações. Se por ventura nos locais onde se pretende desenvolver o programa de melhoramento não existir uma população base adequada, então se torna necessária à introdução de material selecionado em outras regiões ou países (KAGEYAMA et al. 1977, p. 30). A troca de material genético entre instituições de pesquisas de diferentes países é procedimento comum que tem por finalidade o aproveitamento de um maior número de germoplasmas (SEBBENN et al. 1994, p. 66).

O gênero *Pinus* tem grande importância para regiões de clima temperado e principalmente tropical, pois se presta tanto para reflorestamento ou recuperação de áreas degradadas como também para obtenção das suas matérias-primas. Porém, para implantação de plantações comerciais de *Pinus*, precisa-se primeiramente de um pomar que produza sementes

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

com elevado potencial e padrão produtivo, o qual deve servir de base para produção de mudas vigorosas e com boa uniformidade genética.

Segundo Nicolielo (1984, p. 17), no Brasil os plantios de *Pinus* iniciaram-se pelas regiões de clima subtropical a temperado, onde após os estudos iniciais passaram a ser utilizadas as espécies: *Pinus elliottii* var. *elliottii*, *P. taeda* e *P. patula*. Nas regiões de climas tropicais as espécies mais utilizadas estão sendo o *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis*, *P. caribaea* var. *caribaea*, *P. oocarpa* e em algumas regiões o *P. kesiya* e *P. patula*. Atualmente vem ganhando destaque o *P. tecunumanii* (SEBBENN et al. 1994, p. 66).

Nos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pará, Pernambuco e também no Amapá, que constituem as principais áreas de clima tropical, faz-se principalmente o plantio com as variedades de *P. caribaea* Morelet. O *P. caribaea* Morelet, com suas variedades *bahamensis, hondurensis* e *caribaea*, é que melhor se adapta no estado de São Paulo, principalmente para reflorestamento, com a finalidade de fornecer matéria-prima para as indústrias de celulose, beneficiando-se também com a extração de resina (GURGEL GARRIDO et al. 1996, p. 90).

De acordo com Kageyama et al. (1977, p. 36) os testes de progênies constituem-se em procedimento de ampla utilização no programa de melhoramento florestal, pois tem por objetivo e estudo das variações genéticas dentro da amplitude de distribuição geográfica natural das espécies, servindo como base para a escolha das fontes de sementes mais adequadas.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

2. OBJETIVOS

Este, trabalho tem os seguintes objetivos:

- Selecionar árvores geneticamente superiores de *P. caribaea* var. *bahamensis*.
- Verificar a variabilidade genética para alguns caracteres de crescimento e para densidade básica da madeira.
- Estudar a correlação genética, fenotípica e ambiental entre os caracteres.
- Estimar a divergência genética entre as progênies.
- Predizer possíveis ganhos na seleção, visando transformar o teste de progênies em um Pomar de Sementes por Mudas e/ou o fornecimento de material para a formação de um Pomar de Sementes Clonal.



3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Principais características do *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis*

Segundo o sistema proposto por Cronquist et al. (1966, p. 130), o *Pinus caribaea* var. *bahamensis* pode ser enquadrado taxonomicamente como:

Divisão:	Pinophyta
Sub-Divisão:	Pinophytina
Classe:	Pinopsida
Sub-Classe:	Pinidae
Ordem:	Pinales
Família:	Pinaceae
Gênero:	*Pinus*
Espécie:	*Pinus caribaea* (Morelet)
Variedade:	*bahamensis*

O *Pinus caribaea* Morelet. var. *bahamensis* tem sua região de origem nas Ilhas Bahamas, em áreas separadas e distanciadas em 600 km. A primeira inclui as Ilhas Grand Bahama, Great Ábaco, Andros e New Providence, entre 23° e 27°N, a segunda área inclui as Ilhas Caicos, entre 21° e 22°N. Nestas ilhas encontram-se altitudes que variam desde o nível do mar até 30 metros, em clima tropical (25°C), sub-úmido (chuvas anuais de 750 a 1.300 mm), com período de seca de seis meses, solos alcalinos (pH 7,5 a 8,5) e tolera também solos de baixadas (mal drenados), e com crescimento intermediário entre o *Pinus caribaea* Mor. var. *caribaea* Bar. Et Gol. e o *Pinus*

elliottii Eng. var. *elliottii* (GURGEL GARRIDO et al. 1996, p. 90). Golfari et al. (1978, p. 40), em trabalho de zoneamento ecológico para reflorestamento de regiões tropicais e subtropicais, classificaram o *P. caribaea* var. *bahamensis*, como espécie que requer chuvas predominantes de verão, suporta seca invernal mais ou menos pronunciada, exige solo de fertilidade mediana, e tolera solo com profundidade e drenagem lenta.

Gurgel Garrido et al. (1996, p. 90) afirmaram que o *P. caribaea* var. *bahamensis* constitui uma variedade com excelente potencial para produção de resina e elevadíssimo potencial para as regiões tropicais, mostrando-se superior às testemunhas de *P. caribaea* var. *hondurensis*, indicando a oportunidade de se investir no melhoramento da espécie.

O *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis*, dentre outros pinheiros tropicais, representa atualmente uma das espécies de maior importância para a produção de madeira em regiões tropicais. No estado de São Paulo, as plantações comerciais de *Pinus*, iniciaram na década de 1950, pelo Instituto Florestal, segundo Rosa (1981, p. 14), onde em seguida foram ampliadas por empresas particulares, objetivando principalmente a produção de aglomerados, laminados, madeira para caixotaria, móveis, serraria, e celulose, e ainda posteriormente surgindo à exploração de resina e também a produção de sementes melhoradas, tanto para suprir as necessidades internas como para a exportação. Todavia, as espécies de *Pinus*, vêm se destacando como uma das mais importantes, em projetos de reflorestamento, ocupando cerca de 37% da área destinada ao abastecimento do setor de celulose. Atualmente o Estado de São Paulo, possui uma área de aproximadamente 202.010 ha plantados com o gênero *Pinus* (CARON NETO, 2000, p. 150).

O *Pinus caribaea* Morelet. var. *bahamensis* apresenta acículas agrupadas em 2 a 3. Os estróbilos masculinos são de coloração roxa-parda, estreitos e cilíndricos, com aproximadamente 2,5 cm de comprimento e aparecem nos ramos laterais da parte inferior das árvores. Estes caem pouco depois da liberação do pólen. A espécie é monóica (flores masculinas e femininas na

mesma árvore). Os cones femininos aparecem em grupos de cerca de dois a cinco, na ponta ereta dos ramos da parte superior da copa. Ao serem polinizados, os cones apresentam aproximadamente 1,3 cm de comprimento, 1,9 cm ao final do segundo ano e de 5 a 12 cm quando maduros (LITTLE et al. 1974, p. 359 ; PLUMPTRE 1984, p. 51). O tempo transcorrido entre a polinização e a maduração dos cones varia de 18 a 21 meses. Os cones amadurecem aproximadamente ao mesmo tempo em uma dada localização, não importando o tempo decorrido da polinização. O período de máxima maturação é de maio a junho na Nicarágua, julho em Belize e Honduras, junho e julho em Cuba, agosto nas Ilhas Bahamas e setembro em Porto Rico (LITTLE et al. 1974, p. 359).

As sementes das espécies de *Pinus caribaea* são de coloração parda, de 5 a 6 mm de comprimento, com uma asa de 20 mm (PLUMPTRE 1984, p. 51). O peso das sementes varia de acordo com a variedade e a origem, entretanto 1 kg de semente pode conter de 52.000 a 81.000 sementes. A produção de sementes viáveis, de *Pinus caribaea*, está intimamente relacionada aos períodos secos, os quais favorecem a dispersão dos grãos de pólen (LANTZ 1983, p. 31).

As plantações começam a produzir cones (flores femininas) aos quatro anos de idade. Os cones nas árvores começam a liberar sementes de 2 a 3 semanas após os cones assumirem a coloração parda, dependendo das condições climáticas. A coleta dos cones deve ser iniciada, quando começar haver uma mudança da cor verde para parda. Os cones podem ser coletados ainda verdes, podendo ser secos de maneira natural ou artificial a uma temperatura entre 30 e 60 °C, para extração das sementes. Verifica-se um leve aumento na germinação quando se armazena os cones ainda verdes (com semente madura fisiologicamente) a uma temperatura de 5 °C, por 13 dias, antes de secá-los (TITZE E PALZER 1969, p. 12).

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

3.2. Melhoramento genético em *Pinus*

Segundo Ferreira e Santos (1997, p. 16) as primeiras pesquisas na área de silvicultura, no Brasil, iniciaram no princípio do século XX, onde o principal objetivo foi a produção de madeira para atender o consumo existente, devido ao grande processo de devastação das florestas naturais e a impossibilidade de reposição com espécies nativas. O melhoramento genético de espécies florestais é uma ciência relativamente nova, onde a partir de 1950, foram desenvolvidos os maiores experimentos com as espécies florestais. O *Pinus* foi uma das primeiras espécies a serem melhoradas em larga escala, nos Estados Unidos (RESENDE 1999a, p. 607).

As espécies de *Pinus* importantes para o Brasil, são nativas principalmente da América do Norte e América Central, sendo introduzidas no Brasil por volta de 1936 (FIER e KIKUTI 1993, p. 140). O melhoramento florestal, no Brasil, apresentou maiores desenvolvimentos a partir de 1967, devido à implantação da lei dos incentivos fiscais ao reflorestamento (FERREIRA 1983, p. 5), e com convênios estabelecidos entre empresas florestais e Universidades, surgiram várias cooperativas de renomes na pesquisa florestal, dentre elas pode-se citar o IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – associado à Universidade de São Paulo/ESALQ), SIF (Sociedade de Investigações Florestais – associado à Universidade Federal de Viçosa/UFV) e FUPEF (Fundação de Pesquisa e Estudos Florestais – associado a Universidade Federal do Paraná/UFPR). Em 1977 a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), juntamente com o governo federal lançaram o PNPF (Programa Nacional de Pesquisa Florestal), que na atualidade é conhecido como Centro Nacional de Pesquisas de Florestas (CNPF). Com o surgimento dessas cooperativas e instituições, abriram-se novas perspectivas ao melhoramento genético de *Pinus* no Brasil.

Na década de 80, segundo Kageyama (1983, p. 17) as áreas reflorestadas com o gênero *Pinus* eram de aproximadamente 875 mil hectares, distribuídas em duas regiões distintas: uma ao sul do trópico de Capricórnio (estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do

unesp

Sul) onde as principais espécies plantadas são *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* var. *elliottii*, e outra ao norte desse paralelo (estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Espírito Santo e Bahia) com as espécies oriundas de regiões com clima tropical, como o *Pinus oocarpa*, *Pinus caribaea* e o *Pinus kesya*. Em tempos atuais, as principais espécies plantadas continuam sendo as mesmas, porém a área reflorestada teve um aumento considerável, onde em 2001 chegou a aproximadamente 1,9 milhões de hectares (Sociedade Brasileira de Silvicultura: www.sbs.org.br), destacando o estado do Paraná com maior área plantada.

Os principais impulsos no melhoramento genético de *Pinus* no Brasil deram-se com a implantação, pelas entidades de pesquisas (IPEF, SIF, FUPEF, etc.) de estratégias de melhoramento, que consistem basicamente nos testes de procedências, visando a escolha de origens mais adequadas das sementes para estabelecimento, tanto de plantios comerciais como população base adequada para continuidade do programa de melhoramento genético das espécies. Segundo Kageyama (1983, p. 18), a partir da população base, por meio de seleção dos melhores indivíduos podem-se estabelecer Áreas de Coleta de Sementes (ACS), Áreas de Produção de Sementes (APS), Pomares de Sementes por Mudas (PSM) e Pomares de Sementes Clonais (PSC) e paralelamente aos Pomares de Sementes, a instalação de Testes de Progênies, com base nas árvores originais. Os ensaios de progênies podem ainda, através de uma criteriosa seleção nos indivíduos (árvores), serem transformados em PSM e fornecer material (propágulos) para um PSC.

O teste de progênie de polinização livre é o mais utilizado em espécies florestais, devido ao baixo custo de instalação e a facilidade de produzir progênie em relação aos testes de progênies que exigem polinização controlada, pois também permite obter estimativas, tanto da capacidade geral de combinação como de parâmetros genéticos. A validade deste método deve estar fundamentada na pressuposição de que todas as árvores selecionadas contribuem

unesp

eqüitativamente com seus pólens e que elas estejam igualmente receptivas à fecundação no mesmo período (SHIMIZU et al. 1982, p. 18).

Matheson e Raymond (1984, p. 13) fazem inferências sobre teste de progênies usados para determinar o valor dos pais em programas de melhoramento e aqueles que são utilizados para se fazer inferências sobre as progênies. Os mais importantes objetivos dos testes de progênies são: conservação genética de populações; determinação da estrutura genética de populações; produção de sementes melhoradas; determinação do valor genético de matrizes selecionadas; determinação de parâmetros genéticos, e geração de indivíduos para seleção recorrente (SHIMIZU et al. 1982, p. 18).

Normalmente são mensuradas todas as árvores de uma parcela em um teste de progênies, sendo que isto não apresenta muitos problemas, quando se trabalha com caracteres do tipo altura, diâmetro e volume. Porém, o alto custo e também por ser complicado a mensuração de todas as árvores da parcela, quando se trabalha com caracteres do tipo comprimento de acículas, densidade básica da madeira e composição da madeira, sendo recomendado apenas a mensuração da árvore mais desenvolvida (KUNG 1977, p. 118).

O melhoramento genético do gênero *Pinus*, tem-se voltado principalmente, para papel, celulose de fibra longa, madeira serrada e para extração de resina (RESENDE 1999a, p. 607). Uma das vantagens do melhoramento genético do *Pinus* é o aumento das taxas de ganho genético para o caráter produção volumétrica, produção de árvores com troncos mais retos, menor número de bifurcações e menor número de galhos grossos, melhorando o aproveitamento industrial da madeira.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

3.3. Estimativa dos parâmetros genéticos

A estimativa de parâmetros genéticos possibilita obter informações sobre a natureza da ação gênica envolvida na herança dos caracteres e fornece a base para a avaliação dos planos de melhoramento. Dessa forma, a genética quantitativa, de um modo geral, explica quase a totalidade dos fenômenos genéticos envolvidos nos trabalhos de melhoramento (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992 p. 84).

Resende (1999b, p. 121) coloca que a predição de valores genéticos exige a previa ou simultânea estimativa dos componentes de variância e de parâmetros genéticos, a qual pode ser realizada pelo método de quadrados mínimos para situações de dados balanceados ou pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML) para a situação de dados desbalanceados, dentre outros. Atualmente, segundo Missio et al. (2004), a metodologia REML para estimativas de parâmetros genéticos vem sendo utilizada com sucesso em várias espécies florestais e perenes. Por isso na Tabela 25A, é apresentada uma revisão bibliográfica detalhando os principais parâmetros genéticos estudados em espécies arbóreas.

Segundo Falconer (1981, p. 103) o desdobramento da variação total e a estimativa dos seus componentes, obtida em um teste de progênies possibilitam ao melhorista o conhecimento da estrutura genética na variação total de cada caráter, bem como o progresso na seleção em determinado método de melhoramento.

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, p. 103). Com relação a esta variância Resende e Higa (1994, p. 24) consideraram que, na seleção entre e dentro de progênies, frações da variação genética aditiva não são consideradas na seleção, pois são retidas nos efeitos de parcela e de blocos. Desse modo, os autores sugerem que com a utilização de todos os efeitos do modelo é possível conseguir a

maximização na precisão da seleção, embora, em muitos casos, as inclusões dos efeitos de parcela e blocos podem pouco alterar a seleção. Assim, por considerar todos estes efeitos, os autores propõem a utilização do Índice Multi-efeito.

O estudo da variação total e a estimativa dos seus componentes possibilitam ao melhorista o conhecimento da estrutura genética do material em teste, a contribuição genética total para cada caráter, bem como o progresso potencial quando da seleção por determinado método de melhoramento (FALCONER 1981, p. 103). A variância fenotípica pode ser decomposta em três componentes principais, sendo eles a variação produzida pelo ambiente, variação devido às diferenças na hereditariedade e variação devido aos efeitos conjugados do meio e da hereditariedade (VENCOVSKY e BARRIGA 1992, p. 83).

Segundo Vencovsky e Barriga (1992, p. 83) para a estimativa dos componentes da variância genética, é essencial que indivíduos aparentados sejam gerados a partir de parentais amostrados em uma população. Da covariância entre esses indivíduos aparentados são estimadas as variâncias genéticas da população base. Dessa forma, qualquer componente da variância entre grupos de indivíduos aparentados é igual à covariância dos membros dentro destes grupos. A variância entre médias de progênies meios-irmãos estima, portanto, a covariância genotípica de meios-irmãos, que equivale aproximadamente a um quarto da variância aditiva.

Na variação de um caráter, os seguintes componentes podem ser considerados essenciais: a) diferenças ambientais dentro da parcela; b) diferenças genéticas entre plantas dentro de parcela; c) diferenças ambientais entre parcelas e d) diferenças genéticas entre progênies. Desses componentes, somente os relativos a diferenças genéticas podem ser favoráveis ao melhorista. Ambos, em conjunto, compõem a variação genética total do material (VENCOVSKY e BARRIGA 1992, p. 83).

Para a interpretação dos parâmetros genéticos por meio dos componentes da variância, deve-se considerar que esses são estimados, normalmente baseados em modelos fundamentados

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

nos seguintes requisitos: a) parâmetros de indivíduos tomados ao acaso na obtenção de progênies experimentais; b) distribuição ao acaso dos genótipos nos distintos ambientes; c) ausência de efeitos maternos; d) herança regular diplóide; e) equilíbrio de ligação nas progênies amostradas e f) ausência de epistasia (SHIMIZU et al. 1982, p. 20).

O desconhecimento das propriedades particulares das espécies nativas, a falta de informação sobre o manejo durante o ciclo de produção e o próprio tempo a ser despendido em cada ciclo, têm afastado muitos interessados no cultivo e exploração das referidas espécies. Em função dessas dificuldades na utilização de espécies perenes, os trabalhos têm sido direcionados para o estudo de parâmetros genéticos das espécies mais importantes. Dentre os parâmetros que mais interessam ao melhorista e que são objetos de estudos em testes de progênies, se destacam as variâncias genéticas, a herdabilidade no sentido amplo e restrito, a repetibilidade, o ganho genético e as associações entre os caracteres estudados das plantas no estádio juvenil e adulto (COSTA 1999, p. 19).

Segundo Kageyama (1977, p. 23), o teste de progênie é uma das ferramentas mais importante para o melhorista, pois possibilita a obtenção de estimativas de parâmetros genéticos e seleção de novos indivíduos superiores como fonte de produção de sementes, através da transformação em pomares de sementes por mudas ou clonal e na determinação do valor reprodutivo dos indivíduos selecionados.

3.3.1. Caracteres de crescimento

Os principais caracteres de crescimento visados pelos melhoristas para estimativa de parâmetros genéticos em espécies florestais são: volume, DAP, altura, forma, *foxtail*, diâmetro dos galhos, copa quebrada e bifurcação. Dentre os parâmetros genéticos que assumem elevada importância para o melhoramento genético, está principalmente a herdabilidade no sentido

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

restrito (h^2), por expressar a quantidade da variabilidade genética disponível numa determinada população, proporcionando o conhecimento da magnitude relativa das variações genéticas e ambientais (WRITH 1976, 464p.). Desse modo, encontram-se, na literatura, diversos trabalhos estudando os parâmetros genéticos para os caracteres de crescimento. Nas Tabelas 1, 2 e 3, é apresentado um levantamento bibliográfico da herdabilidade no sentido restrito (h^2), em nível de plantas, para os caracteres de crescimento de algumas coníferas. Em média, a herdabilidade para o caráter volume foi superior (0,34) aos demais caracteres. O caráter DAP, foi o que apresentou a menor herdabilidade (0,28).

Tabela 1. Estimativas de herdabilidade (h^2) no sentido restrito, em nível de plantas, para DAP, em algumas espécies de coníferas.

Espécies	Idade (anos)	h^2	Referência
P.C.H.[1]	6,5	0,19	Ledig e Whitmore 1981, p. 89[3]
P.C.H.	8,0	0,48	Dean et al. 1986, p. 230; Cotterill e Dean 1990, p. 50[3]
P.C.H.	5,0-7,0	0,30	Woolaston et al. 1990, p. 24; Cotterill e Dean 1990, p. 50[3]
P.C.H.	5,0	0,20	Sampaio 1996, p. 10[3]
P.C.H.	11,0	0,25	Harding et al. 1991, p. 152
P.C.H.	12,0	0,84	Moura e Dvorak 2001, p. 229
P.C.H.	12,0	0,50	Moraes 2001, p. 57
PCH x POO	5,0	0,30	Dieters 1997, p. 1028
PCH x PTEC	5,0	0,17	Dieters 1997, p. 1028
P. contorta	14	0,28	Xie e Ying 1996, p. 104
P. contorta	19	0,30	Xie e Ying 1996, p. 104
P. contorta	24	0,33	Xie e Ying 1996, p. 104
P. elliottii	5,0	0,06	Hodge e White 1992, p. 256
P. elliottii	5,0	0,38	Pswarayi et al. 1996, p. 218
P. elliottii	8,0	0,30	Pswarayi et al. 1996, p. 218[3]
P. elliottii	10,0	0,15	Hodge e White 1992, p. 256[3]
P. elliottii	15,0	0,16	Hodge e White 1992, p. 256[3]
P. elliottii	16,0	0,29	Pswarayi et al. 1996, p. 218[3]
P. halapensis	9,0-10,0	0,26 a 0,48	Matziris 2000, p. 7[3]
P. maximinoi	3,0	0,15	Gapare et al. 2001, p. 165
P. maximinoi	5,0	0,24	Gapare et al. 2001, p. 165
P. maximinoi	8,0	0,25	Gapare et al. 2001, p. 165
P. patula	5,0	0,14 a 0,18	Kageyama et al. 1977, p. 75[2]
P. radiata	4,5-6,0	0,23	Dean et al. 1983, p. 275[3]
P. radiata	8,0-11,0	0,18	Matheson e Raymond 1984, p. 15[3]
P. radiata	17,0	0,25	King e Burton 1991, p. 1204[3]
P. radiata	5,0	0,32	Shelbourne e Cockren 1969, p. 8[2]
P. radiata	7,0	0,19	Shelbourne e Low 1980, p. 410[3]
P. taeda	5,0	0,34	Porterfield et al. 1975, p. 33-44[2]
P. taeda	5,0	0,29	Matziris e Zobel 1973, p. 41[2]
P. taeda	33,0	0,27	Hannrup et al. 1998, p. 217
P. roxburghii	5,0	0,49	Sehgal et al. 1995, p. 61-62[3]
P. virginiana	8,0	0,33	Meier e Goggans 1977, p. 453[2]
Picea abies	28,0	0,04	Hylen 1997, p. 57[3]
Picea glauca	15,0	0,11	Yanchuk e Kiss 1993, p. 143[3]
P. menziesii	18,0	0,27	StClair 1994a, p. 1229[3]
Média		**0,28**	

[1]*Pinus caribaea* var. *hondurensis*; [2]Citados por Kageyama (1980, p. 31); [3]Citados por Moraes (2001, p. 18).



Tabela 2. Estimativas de herdabilidade (h^2) no sentido restrito, em nível de plantas, para altura total de plantas, em algumas espécies de coníferas.

Espécies	Idade (anos)	h^2	Referência
P.C.H.[1]	6,5	0,10	Ledig e Whitmore 1981, p. 90[3]
P.C.H.	2,0	0,36	Kageyama et al. 1983, p. 98[3]
P.C.H.	8,0	0,29	Dean et al. 1986, p. 230; Cotterill e Dean 1990, p. 50[3]
P.C.H.	5,0-7,0	0,20	Woolaston et al. 1990, p. 24; Cotterill e Dean 1990, p.50[3]
P.C.H.	5,0	0,22	Sampaio 1996, p. 101[3]
P.C.H.	9,5	0,22	Resende 1999b, p. 78
P.C.H.	10,0	0,46	Otegbeye 1988, p. 233[3]
P.C.H.	11,0	0,25	Harding et al. 1991, p. 153[3]
P.C.H.	12,0	0,81	Moura e Dvorak 2001, p. 229
P.C.H.	12,0	0,49	Moraes 2001, p. 57
P. contorta	6,0	0,14 a 0,29	Yang et al. 1998, p. 480[3]
P. elliottii	5,0	0,08	Hodge e White 1992, p. 256[3]
P. elliottii	5,0	0,34	Pswarayi et al. 1996, p. 218[3]
P. elliottii	8,0	0,27	Pswarayi et al. 1996, p. 218[3]
P. elliottii	10,0	0,13	Hodge e White 1992, p. 256[3]
P. elliottii	15,0	0,12	Hodge e White 1992, p. 256[3]
P. elliottii	16,0	0,16	Pswarayi et al. 1996, p. 218[3]
P. halapensis	9,0-10,0	0,42 a 0,57	Matziris 2000, p. 7[3]
P. roxburghii	5,0	0,54	Sehgal et al. 1995, p. 61-62[3]
*P. menziesii**	18,0	0,17	StClair 1994, p. 1229[3]
P. patula	5,0	0,16 a 0,29	Kageyama et al. 1977, p. 75[2]
P. radiata	4,5-6,0	0,16	Dean et al. 1983, p. 275[3]
P. radiata	8,0-11,0	0,23	Cotterill e Zed 1980, p. 202[3]
P. radiata	10,0-11,0	0,29	Cotterill e Zed 1980, p. 202[3]
P. sylvestris	32,0	0,32	Hannrup et al. 1998, p. 217
P. sylvestris	4,0	0,23	Rweyongeza et al. 2003, p. 55
P. sylvestris	5,0	0,25	Rweyongeza et al. 2003, p. 55
P. sylvestris	6,0	0,28	Rweyongeza et al. 2003, p. 55
P. taeda	5,0	0,44	Matziris e Zobel 1973, p. 41[2]
P. taeda	7,0	0,22	Paludzyszyn Filho et al. 2002, p. 1722
P. taeda	10,0	0,42	Gwaze et al. 1999, p. 201
P. taeda	2,0	0,26	Gwaze et al. 2001, p. 138
P. taeda	10,0	0,53	Gwaze et al. 2001, p. 138
P. taeda	14,0	0,32	Gwaze et al. 2001, p. 138
P. taeda	23,0	0,37	Gwaze et al. 2001, p. 138
P. virginiana	1,0	0,50	Meier e Goggans 1977, p. 453[2]
P. virginiana	2,0	0,49	Meier e Goggans 1977, p. 453[2]
P. virginiana	5,0	0,29	Meier e Goggans 1977, p. 453[2]
P. virginiana	8,0	0,59	Meier e Goggans 1977, p. 453[2]
Picea abies	28,0	0,29	Hylen 1997, p. 57[3]
Picea glauca	15,0	0,30	Yanchuk e Kiss 1993, p. 143[3]
Média		**0,32**	

**Pseudotsuga menziesii*; [1] *Pinus caribaea* var. *hondurensis*; [2]Citados por Kageyama (1980, p. 31); [3]Citados por Moraes (2001, p. 18).



Tabela 3. Estimativas de herdabilidade (h^2) no sentido restrito, em nível de plantas, para Volume, em algumas espécies de coníferas.

Espécies	Idade (anos)	h^2	Referência
P.C.H.[1]	6,5	0,11	Ledig e Whitmore 1981, p. 90[3]
P.C.H.	5,0	0,18	Resende et al. 1995, p. 9[3]
P.C.H.	5,0	0,30	Sampaio 1996, p. 101[3]
P.C.H.	9,0	0,49 a 0,87	Sampaio et al. 2002, p. 632
P.C.H.	12,0	0,86	Moura e Dvorak 2001, p. 229
P.C.H.	12,0	0,52	Moraes 2001, p. 57
P. elliottii	5,0	0,08	Hodge e White 1992, p. 256[3]
P. elliottii	5,0	0,42	Pswarayi et al. 1996, p. 218[3]
P. elliottii	8,0	0,35	Pswarayi et al. 1996, p. 218[3]
P. elliottii	10,0	0,16	Hodge e White 1992, p. 256[3]
P. elliottii	15,0	0,16	Hodge e White 1992, p. 256[3]
P. elliottii	15,0	0,31	Pswarayi et al. 1996, p. 218[3]
P. halapensis	9,0-10,0	0,33 a 0,58	Matziris 2000, p. 7[3]
P. oocarpa	9,0	0,49 a 0,73	Sampaio et al. 2000, p. 2249[3]
P. radiata	4,5-6,0	0,24	Dean et al. 1983, p. 275[3]
P. radiata	8,0-11,0	0,26	Matheson e Raymond 1984b, p. 15[3]
P. radiata	10,0-11,0	0,20	Cotterill e Zed 1980, p. 202[3]
P. radiata	5,0	0,23	Shelbourne e Cockren 1969, p. 7[2]
P. taeda	5,0	0,15	Porterfield et al. 1975, p. 37[2]
P. taeda	5,0	0,28	Matziris e Zobel 1973, p. 41[2]
P. taeda	10,0	0,30	Paludzyszyn Filho et al. 2001, p. 94
P. tecunumanii	12,0	0,33	Moura et al. 1998, p. 10[3]
P. tecunumanii	3,0	0,16	Hodge e Dvorak 1999, p. 166
P. tecunumanii	5,0	0,18	Hodge e Dvorak 1999, p. 166
P. tecunumanii	8,0	0,19	Hodge e Dvorak 1999, p. 166
Picea glauca	20,0	0,30	Magnussen 1993, p. 5[3]
P. menziesii	18,0	0,32	StClair 1994a, p. 1229[3]
Média		**0,34**	

[1] *Pinus caribaea* var. *Hondurensis*; [2]Citados por Kageyama (1980, p. 31); [3]Citados por Moraes (2001, p. 18).

Tabela 4. Estimativas de herdabilidade (h^2) no sentido restrito, em nível de plantas, para densidade básica da madeira, em algumas espécies de coníferas.

Espécies	Idade (anos)	h^2	Referência
P.C.H.[1]	11,0	0,62	Harding et al. 1991, p. 153[3]
P.C.H.	9,0	0,16 a 0,94	Sampaio et al. 2002, p. 632
P.C.H.	12,0	0,40	Moraes 2001, p. 57
P. elliottii	5,0	0,49	Einspahr et al. 1964, p. 105[2]
P. elliottii	5,0	0,46 a 0,73	Zobel 1961, p. 69[2]
P. elliottii	14,0	0,73	Zobel 1961, p. 69[2]
P. elliottii	15,0	0,36	Pswarayi et al. 1996, p. 218[3]
P. oocarpa	9,0	0,16 a 0,94	Sampaio et al. 2000, p. 2249[3]
P. pinaster	4,0	0,76	Polge e Illy 1968, p. 177[3]
P. radiata	4,5-6,0	0,33	Dean et al. 1983, p. 275[3]
P. radiata	6,0	0,20	Zobel 1961, p. 69[2]
P. radiata	10,0	0,50 a 0,75	Nicholls et al. 1964, p. 70[2]
P. radiata	25,0	0,24 a 0,60	Nicholls 1967, p. 19[2]
P. radiata	17,0	0,40	King e Burton 1991, p. 1204[3]
P. roxburghii	5,0	0,65	Sehgal et al. 1995, p. 61-62[3]
P. taeda	5,0	0,47	Matziris e Zobel 1973, p. 41[2]
P. tecunumanii	12,0	0,47	Moura et al. 1998, p. 10[3]
Picea glauca	15,0	0,47	Yanchuk e Kiss 1993, p. 145[3]
Picea glauca	-	0,59 a 0,67	Rosenberg e Cahalan 1997, p. 275[3]
Picea abies	28	0,47	Hylen 1997, p. 58[3]
Picea abies	-	0,12 a 0,80	Rosenberg e Cahalan 1997, p. 275[3]
Picea abies		0,47 a 0,68	Rosenberg e Cahalan 1997, p. 275[3]
P. menziesii	18,0	0,52	StClair 1994a, p. 1229[3]
P. menziesii	15,0	0,55	Vargas-Hernandez e Adams 1991, p. 1805[3]
P. sylvestris	8,0-11,0	0,40	Hannrup et al 1998, p. 1377
P. sylvestris	33	0,36	Hannrup et al 1998, p. 1377
Média		**0,51**	

[1] *Pinus caribaea* var. *hondurensis*; [2] Citados por Brito et al. (1978, p. 104); [3] Citados por Moraes (2001).

3.3.2. Densidade básica da madeira

Na maioria dos testes genéticos, com espécies florestais, as características de adaptação, crescimento, forma do fuste e qualidade da madeira são os fatores que definirão a seleção das árvores. A densidade básica da madeira tem grande destaque na qualidade da madeira devido à facilidade de sua determinação e a relação com importantes aspectos tecnológicos e econômicos,

como a resistência mecânica, a produção e a densidade da polpa (BARRICHELO 1979, p. 20), a produção e a qualidade do carvão vegetal e o poder calorífico da madeira (BRITO e BARRICHELO, 1980, p. 121). Desse modo, na Tabela 4 é apresentado um levantamento bibliográfico da herdabilidade no sentido restrito (h^2), em nível de plantas, para a densidade básica da madeira, encontradas em algumas coníferas. Em média, a herdabilidade para a densidade básica da madeira foi alta (0,51), superando as encontradas para os caracteres de crescimento.

Embora a densidade constitua-se numa medida que reflete a somatória de inúmeras variáveis através dos anéis de crescimento, vários estudos têm demonstrado sua relação direta com o teor de lenho tardio. De acordo com Almeida (1993, p. 15), a variação da densidade no lenho das coníferas deve-se principalmente às variações do diâmetro radial e da espessura da parede das traqueídes, interferindo na delimitação e na transição dos lenhos iniciais e tardios.

No gênero *Pinus sp*, segundo Correa (1995, p. 11) ocorrem dois gradientes de variação da densidade da madeira dentro de uma árvore: (i) horizontal, muito dependente da idade, e (ii) vertical, com uma região central (lenho juvenil) indiferenciado ao longo do tronco da árvore pela forte influência da copa e uma região periférica (lenho adulto).

Barrichelo (1979, p. 6) descreve dentre várias maneiras para classificar a madeira quanto à densidade, o método proposto pelo Forest Products Laboratory (1973, p. 1-10) que é descrito a seguir:

Intervalos da densidade (g/cm^3)	Descrição da madeira
< 0,20	Extremamente leve
0,20 – 0,25	Excessivamente leve
0,25 – 0,30	Muito leve
0,30 – 0,36	Leve
0,36 – 0,42	Moderadamente leve
0,42 – 0,50	Moderadamente pesada
0,50 – 0,60	Pesada
0,60 – 0,72	Muito pesada
0,72 – 0,86	Excessivamente pesada
> 0,86	Extremamente pesada

unesp

A classificação de uma determinada madeira, de acordo com os critérios acima descritos, deve ser feita com muita cautela, uma vez que a densidade varia significativamente entre e dentro de uma árvore, longitudinalmente com a altura e radialmente entre a medula e a casca (BARRICHELO 1979, p. 6).

Nas espécies florestais há, normalmente, grande variação na densidade da madeira. Esse caráter é ideal para ser manipulado geneticamente, devido à alta herdabilidade e baixa interação genótipo x ambiente, o que favorece a obtenção de bons ganhos (SAMPAIO 1996, p. 70). Amaral et al. (1977, p. 52) citados por Cangiani (1992, p. 1-98), estudando a variação da densidade básica da madeira de diferentes espécies de *Pinus*, ao longo do tronco, encontraram para *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos seis anos de idade, variações da ordem de 0,362 $g.cm^{-3}$ a 0,387 $g.cm^{-3}$.

A densidade básica da madeira pode ser melhorada através da seleção massal, enquanto que a seleção entre progênies seria mais eficiente para caracteres de menor herdabilidade como altura, DAP e volume. A densidade da madeira de uma árvore não é homogênea, ela varia da medula para a casca e com a altura no tronco (BALLARIN e PLAMA 2003, p. 376). Os valores médios de densidade da madeira, através de seções transversais retiradas ao longo do tronco, mostram que a densidade tende a diminuir com a altura das árvores para *Pinus caribaea* var. *caribaea* e *P. caribaea* var. *bahamensis*, nas idades de 6, 12 e 13 anos (AMARAL et al. 1977, p.53). Essas variações dificultam as determinações da densidade média das árvores, tornando necessária à coleta de amostras em várias posições, aumentando o número de amostras a serem coletadas. Todavia, em virtude das variações normais da densidade com a altura da árvore, é provável que numa determinada altura do tronco se consiga uma amostra que possa ser utilizada para se estimar, com boa precisão, a densidade básica média da árvore, reduzindo assim o número de amostras.



Pereira (1982, 98p.), em um ensaio com *P. elliottii* engelm var. *elliottii* com 15 anos de idade, verificou que o ritmo de crescimento e a densidade básica da madeira, mostraram-se altamente correlacionados (R^2 = 0,5706), sendo que as árvores mais altas e delgadas foram aquelas que produziram madeira mais densa, à altura do peito. Pereira (1982, 98p.), ainda estudando variações na densidade da madeira de *P. elliottii* var. *elliottii*, verificou um aumento em resposta ao desbaste, em 67% das árvores mais baixas e em 17% das árvores com altura intermediária, demonstrando desta maneira a importância da realização do desbaste para a transformação dos testes de progênies em pomares de produção de sementes por mudas ou pomares de sementes clonais.

Sampaio (1996, p. 18) num estudo da variação genética entre procedências e progênies de *Pinus oocarpa* e métodos de seleção para melhoramento genético, observou que a densidade básica da madeira e o índice de Runkel, indicam que a madeira das procedências em teste em Angatuba-SP, terá alto rendimento volumétrico de celulose e fornecerá papel de boa qualidade, e que os caracteres de maior controle genético foram respectivamente à forma do fuste, densidade básica da madeira, volume, DAP e por fim altura e diâmetro dos galhos, revelando boas perspectivas de resposta à seleção. A seleção com base no DAP não irá diminuir significativamente a densidade básica da madeira das árvores selecionadas, pois as correlações genéticas aditivas entre estes caracteres, embora negativas foram de pequena magnitude. O mesmo autor termina afirmando que no pomar de sementes por mudas as estimativas de ganho genético indireto em volume através da seleção individual foi 10,46%, pela seleção combinada de 14,08% e pelo índice multi-efeito de 14,46%. No pomar de sementes clonal as estimativas de ganho genético indireto em volume através da seleção individual foi 16,6%, pela seleção combinada de 20% e pelo índice multi-efeito de 20,6%.

3.4. Índices de seleção

Segundo Cruz e Regazzi (2001, p. 115), os índices de seleção constituem-se num caráter adicional, estabelecido pela combinação ótima de vários caracteres, que permitem efetuar, com certa eficiência, a seleção simultânea de caracteres múltiplos e tem sido aplicados com grande intensidade em programas de melhoramento vegetal e animal como critério de seleção considerando-se caracteres quantitativos em conjunto.

Descrições mais aprofundadas dos índices de seleção podem ser encontradas em várias literaturas, podendo-se citar Paula (1997, p. 8-12), Resende (1999b, 434p.), Cruz e Regazzi (2001, p. 114-129), Resende (2002a, p. 114-131) e Cruz e Carneiro (2003, p. 219-260). Existem inúmeros índices de seleção que podem ser aplicados ao melhoramento genético de plantas, desde os mais simples até os mais sofisticados e complexos, dentre eles o de Smith (1936, p. 240-250) e Hazel (1943, p. 476-490), o índice base (WILLIANS 1962, p. 375-393), o índice com base nos ganhos desejados (PESEK e BAKER 1969, p. 803-804), índice com base na soma de postos (MULAMBA e MOCK 1978, p. 40-51), índice livre de pesos e parâmetros (ELSTON 1963, p. 85-97). Deve-se destacar, contudo, que esses índices são eficientes em casos que se tem alta herdabilidade e correlação genética entre os caracteres estudados.

De uma maneira geral, quando se utiliza os índices de seleção, os ganhos sobre um determinado caráter é reduzido, porém há uma compensação pela melhor distribuição de ganhos favoráveis nos demais caracteres. Portanto, a escolha do melhor método de seleção, segundo Resende et al (1995, p. 58-74), deve ser baseada na utilização simultânea da acurácia e ganho genético, pelo intervalo de confiança do progresso genético, onde o número de indivíduos selecionados é função do ganho genético corrigido para a endogamia e de sua variância. As estimativas de parâmetros genéticos, devidamente estimados, são de suma importância para a obtenção de estimativas fiéis dos índices de seleção.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Por um grande período, no melhoramento de plantas perenes e florestais, a seleção entre e dentro de progênies (KAGEYAMA 1980, 125p) e a seleção combinada (BUENO FILHO 1992, 96p.), foram os principais métodos utilizados na seleção de indivíduos superiores. Entretanto, nesses dois métodos de seleção, não são consideradas porções significativas da variância genética aditiva. Por isso, Resende e Higa (1994, p. 37-55) propuseram um índice de seleção (multi-efeito) que considera todos os efeitos do modelo matemático, onde em experimentos balanceados podem conduzir a maximização da precisão na seleção e de ganhos genéticos.

Atualmente, na predição de valores genéticos e genotípicos dos indivíduos em espécies florestais, principalmente em situações com dados desbalanceados, os métodos mais eficientes e recomendados são aqueles baseados na melhor predição linear não viciada (BLUP). Melhores detalhes sobre a descrição desse método podem ser obtidos em Resende (2002a, p. 210-347).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Material experimental

As sementes das progênies que constituem o experimento são oriundas de um pomar de sementes clonal do Centro de Conservação Genética e Melhoramento de Pinheiros Tropicais - CCGMPT, localizado em Aracruz - ES, a 19°49'S e 40°16'O, a uma altitude de 50 metros. O material foi cedido pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF-ESALQ/USP - Piracicaba – SP. Além das progênies, foram incluídas no ensaio duas testemunhas comerciais provenientes de árvores matrizes da Duratex em Agudos – SP, a 22°22'S e 48°52'O, com uma altitude de 550 metros.

4.2. Métodos

4.2.1. Instalação do ensaio e delineamento experimental

O teste de progênies foi instalado no período de 20 a 21 de março de 1990, na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia - Campus de Ilha Solteira - da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP, localizada no município de Selvíria – MS (lat. 20°20'S, long. 51°23'O e altitude de 370 metros), onde o clima é do tipo Aw, pela classificação de Köppen, com temperatura média anual de 24,5°C, precipitação média anual de 1.232,2 mm, umidade média anual de 64,8% e insolação média de 7,3 horas/dia (HERNANDEZ et al., 1995, 45p.).

O delineamento experimental utilizado foi o látice quadrado 11 x 11, sêxtuplo, parcialmente balanceado, tendo 119 progênies oriundas do CCGMPT e duas testemunhas

comerciais. As parcelas dispostas linearmente, contêm seis plantas no espaçamento de 3,0 x 3,0 metros. Aos 13 anos após o plantio foi realizado um desbaste (seleção pelo diâmetro à altura do peito-DAP), com base no Índice Multi-efeito (RESENDE e HIGA 1994, p.11-36), deixando-se três plantas por parcela, em todo o experimento.

4.2.2. Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada em quatro situações: A – antes do desbaste, correspondendo a 13 anos; B – árvores desbastadas, aos 13 anos; C – árvores remanescentes ao desbaste, aos 13 anos e D – um ano após o desbaste, aos 14 anos. Em cada situação foram analisados os seguintes caracteres:

Situação A:

Nesta situação, foram avaliadas todas as árvores das parcelas antes do desbaste, com relação aos seguintes caracteres: diâmetro à altura do peito-DAP (cm); altura total (m); volume ($m^3.árv^{-1}$); forma do fuste das árvores, obtida com base em uma escala de notas (Tabela 1A do Apêndice), segundo Kageyama (1977, p. 65) e sobrevivência das progênies, em porcentagem.

Situação B:

Após a avaliação dos caracteres na situação A, foi realizado um desbaste (com base no DAP) em 50% das árvores, em cada uma das parcelas do experimento. Das árvores desbastadas, retirou-se dois discos (aproximadamente 3 cm de espessura), para realização da densidade básica da madeira (DBM), sendo um em nível do DAP (DBM-1), e outro na metade da altura da árvore (DBM-2). A densidade básica da madeira (DBM) foi obtida pelo método da balança hidrostática, conforme normas da ABCP M 14/70. Desse modo, com os dados das árvores desbastadas dentro das parcelas, realizou-se o estudo dos seguintes caracteres: altura total (m); volume ($m^3.árv^{-1}$);

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

densidade básica da madeira em nível do DAP-DBM-1 ($g.cm^{-3}$); densidade básica na metade da altura da árvore-DBM-2 ($g.cm^{-3}$). Além destes caracteres, foram incluídos nesta situação, os caracteres: forma; diâmetro a altura do peito-DAP (cm). Cada disco coletado nesta situação foi devidamente identificado (exemplo: progênie 72, repetição 4, planta 6).

Situação C:

Esta situação corresponde às árvores não desbastadas, onde se avaliou os seguintes caracteres: DAP (cm); altura total (m) e volume ($m^3.árv^{-1}$). Para o cálculo do volume foi utilizada a seguinte fórmula:

$$V = \frac{\pi}{4}(DAP)^2 \; h \; \overline{q} \; ; \text{ onde:}$$

$\overline{q}$ é o cociente de forma obtido para cada uma das parcelas (Tabela 2A), tomando como base as árvores desbastadas, dado por $\left[q = \frac{d(1/2)h}{DAP} \right]$, sendo que: d(1/2)h é igual as mensurações feitas no disco obtido na metade da altura total da árvore.

Situação D:

Esta situação foi analisada um ano após o desbaste, correspondendo a uma idade das árvores igual a 14 anos. Os seguintes caracteres foram analisados nesta situação: DAP (cm); altura total (m) e volume ($m^3.árv^{-1}$), obtidos de maneira semelhante à situação C.

4.2.3. Estimativa de parâmetros genéticos e estatísticos

O delineamento experimental utilizado no campo foi o látice quadrado 11 x 11, tendo 119 progênies e duas testemunhas comerciais, porém como as eficiências do látice (obtida segundo SILVA et al. 2000, p. 121) foram de baixa magnitude, optou-se pela análise de variância

seguindo o esquema de blocos casualizados (Tabela 5), de acordo com os modelos aleatórios apresentados por Cruz e Regazzi (2001, p. 108) e Cruz e Carneiro (2003, p. 93):

$$Y_{ij} = m + g_i + b_j + e_{ij}$$

Onde: Y_{ij} é a observação na i-ésima progênie (i=1,2...,p) do j-ésimo bloco (j=1,2...,b); m é a média geral; g_i é o efeito da i-ésima progênie, com $g_i \approx \text{NID}\left(0, \sigma_g^2\right)$; b_j é o efeito do j-ésimo bloco; e_{ij} é o erro experimental, com $e_{ij} \approx \text{NID}\left(0, \sigma^2\right)$.

Tabela 5. Esquema da análise de variância utilizada nas diferentes situações estudadas, em progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*.

FV	GL	QM	E(QM)
Blocos	b-1	Q_1	$(1/\overline{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + p\sigma_b^2$
Progênies	p-1	Q_2	$(1/\overline{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + b\sigma_p^2$
Erro entre	(b-1)(p-1)	Q_3	$(1/\overline{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2$
Dentro	(n-1)pb	Q_4	σ_d^2

FV – fonte de variação; GL – graus de liberdade; QM – quadrados médios; E(QM) – esperança matemática dos quadrados médios; $\hat{\sigma}_p^2$ - estimativa de variância genética entre progênies; $\hat{\sigma}_e^2$ - componente de variância devido ao erro entre parcelas; $\hat{\sigma}_d^2$ - componente de variância devido ao erro dentro de parcelas; $\hat{\sigma}_b^2$ - estimativa da variância entre blocos; $\overline{n}$ - média harmônica do número de plantas dentro de parcela; b – número de blocos; p – número de progênies.

As estimativas de parâmetros genéticos e estatísticos para os caracteres quantitativos analisados em nível de média de parcelas, foram obtidos com base em Vencovsky e Barriga (1992, p. 83-227) e Resende (2002a, p. 134):

a) Estimativas da média harmônica do número de plantas por parcela para "t" tratamentos, considerando todas as progênies ($\bar{n}_t$) e "p", considerando as 119 progênies ($\bar{n}_p$):

$$\bar{n}_t = \frac{P_t}{\sum_{i=1} 1/x_i} \text{ e } \bar{n}_p = \frac{P_p}{\sum_{i=1} 1/x_i}$$

onde: P_t – é o número de parcelas totais (testemunhas + progênies) e P_p – é o número de parcelas só com as progênies do CCGMPT e x_i é o número de plantas dentro das parcelas;

b) Estimativa da variância fenotípica dentro total (com as testemunhas) $\left(\hat{\sigma}^2_{dt}\right)$:

$$\hat{\sigma}^2_{dt} = Q_4 = \frac{\sum_{tb} (SQ_d)_{tb}}{\sum_{tb} (n-1)_{tb}};$$

c) Estimativa da variância fenotípica dentro de progênies (sem as testemunhas) $\left(\hat{\sigma}^2_{dp}\right)$:

$$\hat{\sigma}^2_{dp} = Q_4 = \frac{\sum_{pb} (SQ_d)_{pb}}{\sum_{pb} (n-1)_{pb}};$$

d) Estimativa da variância do erro $\left(\hat{\sigma}^2_e\right)$:

$$\hat{\sigma}^2_e = Q_3 - (1/\bar{n}_t)\hat{\sigma}^2_{dt};$$

e) Estimativa da variância genética entre progênies $\left(\hat{\sigma}^2_p\right)$:

$$\hat{\sigma}^2_p = \frac{Q_2 - (1/\bar{n}_p)\hat{\sigma}^2_{dp} - \hat{\sigma}^2_e}{b};$$

f) Estimativa da variância genética aditiva $\left(\hat{\sigma}^2_A\right)$:

$$\hat{\sigma}^2_A = 4.\hat{\sigma}^2_p;$$

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

g) Estimativa da variância de blocos $\left(\hat{\sigma}_b^2\right)$:

$$\hat{\sigma}_b^2 = \frac{Q_1 - Q_3}{p}; \text{ onde p é o número de progênies.}$$

h) Estimativa da variância fenotípica total $\left(\hat{\sigma}_F^2\right)$:

$$\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_{dp}^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_p^2;$$

i) Estimativa da variância fenotípica média $\left(\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2\right)$:

$$\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2 = \hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{b} + \frac{\hat{\sigma}_{dp}^2}{\bar{n}_p.b};$$

j) Estimativa da correlação devida ao ambiente comum da parcela $\left(\hat{C}^2\right)$:

$$\hat{C}^2 = \hat{\sigma}_e^2 / \hat{\sigma}_F^2$$

k) Coeficiente de variação fenotípico dentro de parcelas $\left(CV_d\right)$:

$$CV_d = \frac{100.\sqrt{\hat{\sigma}_{dp}^2}}{\bar{x}_P}; \text{ onde } \bar{x}_P \text{ é a média das progênies.}$$

l) Coeficiente de variação genética entre progênies $\left(CV_g\right)$:

$$CV_g = \frac{100.\sqrt{\hat{\sigma}_p^2}}{\bar{x}_P};$$

m) Coeficiente de variação do erro $\left(CV_e\right)$:

$$CV_e = \frac{100.\sqrt{\hat{\sigma}_e}}{\bar{x}}; \text{ onde } \bar{x} \text{ é a média geral.}$$

n) Coeficiente de variação fenotípico $\left(CV_F\right)$:

$$CV_F = \frac{100.\sqrt{\hat{\sigma}_F^2}}{\bar{x}_P};$$



o) Coeficiente de variação fenotípico médio $\left(CV_{\bar{F}}\right)$:

$$CV_{\bar{F}} = \frac{100.\sqrt{\hat{\sigma}^2_{\bar{F}}}}{\bar{x}_P};$$

p) Coeficiente de variação experimental (CV_{exp}):

$$CV_{exp} = \frac{100.\sqrt{Q_3}}{\bar{x}};$$

q) "Quociente de Seleção" ($\hat{b}$)– segundo Vencovsky (1987):

$$\hat{b} = \frac{CV_g}{CV_{exp}};$$

Após as análises de variâncias individuais foram realizadas análises de covariâncias entre as variáveis dentro de cada uma das situações (A, B, C e D) conforme o esquema abaixo:

FV	QM_x	QM_y	QM_{x+y}	PM	E(PM)
BLOCO	-	-	-	-	-
TRAT.	Q_{tx}	Q_{ty}	$Q_{t(x+y)}$	PM_T	$(1/\bar{n})COV_d + COV_e + bCOV_P$
ERRO	Q_{ex}	Q_{ey}	$Q_{e(x+y)}$	PM_E	$(1/\bar{n})COV_d + COV_e$
DENTRO	-	-	-	PM_D	COV_d

Obs: x e y são os caracteres que estão sendo analisados.

a) Produto médio de tratamentos (famílias):

$$PM_T = \frac{QM_{t(x+y)} - QM_{tx} - QM_{ty}}{2};$$

b) Produto médio do erro:

$$PM_E = \frac{QM_{e(x+y)} - QM_{ex} - QM_{ey}}{2};$$

c) Estimativa da covariância entre progênies $\left(C\hat{O}V_{P(x,y)}\right)$:

$$C\hat{O}V_{P(x,y)} = \frac{PM_T - PM_E}{b};$$

d) Estimativa da covariância genética aditiva entre x e y $\left(C\hat{O}V_{A(x,y)}\right)$:

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

e) Estimativa da correlação genética aditiva entre x e y $\left(r_{A(x,y)}\right)$:

$$r_{A(x,y)} = \frac{C\hat{O}V_{A(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}^2_{Ax}.\hat{\sigma}^2_{Ay}}};$$

f) Estimativa da correlação fenotípica, em nível de média de progênies $\left(r_{\bar{F}(x,y)}\right)$:

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

g) Estimativa de ganhos, para o caráter x (GS_x), na seleção entre (30%, com $k_1 = 1{,}16$) e dentro de progênies (10%, com $k_2 = 0{,}70$), utilizado na situação D:

$$GS_x = \frac{k_1 \cdot \left(1/4\right)\hat{\sigma}^2_A}{\sqrt{\hat{\sigma}^2_{\bar{F}}}} + \frac{k_2 \cdot \left(3/4\right)\hat{\sigma}^2_A}{\sqrt{\hat{\sigma}^2_d}}$$

h) Resposta correlacionada para o caráter x, quando a seleção é realizada no caráter y, com seleção entre (30%, com $k_1 = 1,16$) e dentro de progênies (10%, com $k_2 = 0,70$), utilizado na situação D:

$$RC_{x,y} = \frac{k_1 \cdot \left(\frac{1}{4}\right).C\hat{O}V_{A(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}^2_{\bar{F}_y}}} + \frac{k_2 \cdot \left(\frac{3}{4}\right).C\hat{O}V_{A(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}^2_{d_y}}}$$

4.2.4. Análise do coeficiente de trilha e da divergência genética

A partir das correlações genéticas entre os caracteres estudados foi possível conhecer os efeitos diretos e indiretos das variáveis: altura, DAP, forma e densidade básica da madeira sobre o volume, utilizando-se das estimativas do coeficiente de trilha, conforme metodologia descrita por Vencovsky e Barriga (1992, p. 383) e Cruz e Regazzi (2001, p. 80).

No presente trabalho foram feitas análises de trilha na situação A (envolvendo os caracteres altura, DAP, forma e volume), na situação B (envolvendo os caracteres altura, DAP, forma, volume, DBM-1 e DBM-2), na situação B (envolvendo os caracteres altura, DAP, forma e volume), na situação C (envolvendo os caracteres altura, DAP, forma e volume) e na situação D (envolvendo os caracteres altura, DAP e volume). Adotou-se igual procedimento nas estimativas da Distância Generalizada de Mahalanobis. Na obtenção destas estimativas foi utilizado o programa GENES, conforme Cruz (2001, 648p.).

A Distância Generalizada de Mahalanobis (D^2), foi o método adotado para o estudo da diversidade genética entre as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*. Segundo Cruz e Carneiro (2003, p. 360), a Distância de Mahalanobis é uma das mais indicadas para análises de dados quantitativos, pois considera as matrizes de variâncias e covariâncias residuais existentes entre os caracteres mensurados. A Distância Generalizada de Mahalanobis ($D^2 = D^2_{ii'}$) é descrita a seguir, segundo Cruz e Carneiro (2003, p. 360-361) pela expressão:

unesp

$$D^2_{ii'} = \delta' \psi^{-1} \delta$$

onde:

$D^2_{ii'}$ = distância de Mahalanobis entre os genótipos i e i';

$\delta' = [d_1, d_2, ..., d_v]$, sendo $d_j = Y_{ij} - Y_{i'j}$;

ψ = matriz de variâncias e covariâncias residuais;

Y_{ij} = média do i-ésimo genótipo em relação à j-ésima variável;

Outro fator importante destacado pelos autores, é que além do estudo da diversidade genética, a Distância de Mahalanobis, também possibilita quantificar a contribuição relativa dos caracteres para a divergência genética.

A fim de agrupar as progênies em grupos homogêneos, foi aplicado um método de agrupamento, utilizando-se das matrizes de dissimilaridades, obtidas na distância de Mahalanobis (D^2). Para tanto, foi utilizado o Método de Otimização de Tocher, cuja metodologia é descrita por Cruz e Regazzi (2001, p. 302). Nesse método a média das medidas de dissimilaridade (D^2) dentro de cada grupo (intra-cluster), deve ser menor que as distâncias médias entre quaisquer grupo (inter-cluster). O par de progênies mais similar, na matriz de dissimilaridade, formará o grupo inicial. Uma vez formado o grupo inicial, calculam-se as medidas de dissimilaridade entre este grupo e as demais progênies. O critério de inclusão de novas progênies no grupo tem por base verificar se a distância desta progênie em relação ao grupo, dividida pelo número de progênies que já o constitui é inferior ao máximo permitido, ou seja:

Se $\frac{D^2_{(Grupo)i}}{\eta} \leq \alpha \rightarrow$ inclui-se a progênie "i" no grupo;

Se $\frac{D^2_{(Grupo)i}}{\eta} \geq \alpha$ → a progênie "i" não deve ser incluída no grupo;

Onde: η = número de progênies que constitui o grupo original

α = limite de acréscimo, na média da distância intra-grupo, para formação ou inclusão de um novo elemento no grupo.

4.2.5. Ganho na seleção pelo método do índice multi-efeitos

Uma das vantagens da seleção pelo método multi-efeito é a redução do peso dado à média geral das progênies, permitindo assim uma melhor distribuição dos indivíduos selecionados nas várias progênies. O método multi-efeitos fundamenta-se no produto dos valores fenotípicos referentes ao indivíduo, média da parcela, média de progênies, média de bloco e média geral do experimento pelos coeficientes de ponderação dos índices (RESENDE e HIGA 1994, p. 5-11). Esses autores desenvolveram o Índice Multi-efeitos (IME) que considera quatro coeficientes de ponderação: b_1, b_2, b_3 e b_4, correspondendo as herdabilidades associadas aos efeitos de indivíduo dentro de parcelas ($\hat{h}^2_d$), médias de progênies ($\hat{h}^2_m$), parcela ($\hat{h}^2_p$) e blocos ($\hat{h}^2_b$), respectivamente. Desse modo, a expressão do IME assume a seguinte forma:

$$\hat{I} = \hat{h}^2_d.(Y_{ijk}) + (\hat{h}^2_p - \hat{h}^2_d)\overline{Y}_{ij.} + (\hat{h}^2_b - \hat{h}^2_p)\overline{Y}_{.j.} + (\hat{h}^2_m - \hat{h}^2_p)\overline{Y}_{i..} + (\hat{h}^2_p - \hat{h}^2_b - \hat{h}^2_m)\overline{Y}_{...}$$

Onde:

$\hat{I}$: valor genético individual;

Y_{ijk}: valor individual;

$\overline{Y}_{...}$: média geral do ensaio;

$\overline{Y}_{i..}$: média da progênie no ensaio;

$\overline{Y}_{ij.}$: média da progênie em determinado bloco (média da parcela);

$\overline{Y}_{.j.}$: média do bloco;

$\hat{h}_d^2$: herdabilidade, no sentido restrito, de indivíduo na parcela;

$\hat{h}_m^2$: herdabilidade, no sentido restrito, de progênie;

$\hat{h}_p^2$: herdabilidade, no sentido restrito, de parcela;

$\hat{h}_b^2$: herdabilidade, no sentido restrito, de blocos;

Estimativas de herdabilidade associadas aos diferentes efeitos do modelo linear:

a) Herdabilidade no sentido restrito entre indivíduos dentro da parcela ($\hat{h}_d^2$):

$$\hat{h}_d^2 = \frac{(3/4).\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_{dp}^2}$$

b) Herdabilidade no sentido restrito entre médias de progênie ($\hat{h}_m^2$):

$$\hat{h}_m^2 = \frac{[(3+\bar{n}.b)/(4.\bar{n}.b)]\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{b} + \frac{\hat{\sigma}_{dp}^2}{\bar{n}.b}}$$

$\bar{n}$ = número médio de plantas/parcela b = número de blocos

c) Herdabilidade no sentido restrito de parcela ($\hat{h}_p^2$):

$$\hat{h}_p^2 = \frac{[3/(4.\bar{n})]\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_e^2 + \frac{\hat{\sigma}_{dp}^2}{\bar{n}}}$$

d) Herdabilidade no sentido restrito de blocos ($\hat{h}_b^2$):

$$\hat{h}_b^2 = \frac{[3/(4.\bar{n}.p)]\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_b^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{p} + \frac{\hat{\sigma}_{dp}^2}{\bar{n}.p}}$$

e) Herdabilidade no sentido restrito de indivíduo no bloco ($\hat{h}^2_{ib}$):

$$\hat{h}^2_{ib} = \frac{\hat{\sigma}^2_A}{\hat{\sigma}^2_p + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{dp}}$$

f) Herdabilidade no sentido restrito de plantas individuais no experimento ($\hat{h}^2_{ie}$):

$$\hat{h}^2_{ie} = \frac{\hat{\sigma}^2_A}{\hat{\sigma}^2_p + \hat{\sigma}^2_e + \hat{\sigma}^2_{dp} + \hat{\sigma}^2_b}$$

O tamanho efetivo populacional (N_e) foi obtido com base em Vencovsky (1987):

$$N_e = \left(4.N_f.\bar{k}_f\right) / \left[\bar{k}_f + 3 + \left(\sigma^2_{kf} / \bar{k}_f\right)\right]$$

onde:

$\bar{k}_f$ = número médio de indivíduos selecionados por progênies;

σ^2_{kf} = variância do número de indivíduos selecionados por progênies.

N_f = número de progênies selecionadas

A diversidade genética (D), após a seleção, foi quantificada, conforme Wei e Lindgren (1996, p. 198-208), citados por Resende (2002a, p. 71):

$D = N_{ef} / N_{fo}$, onde: $0 < D \leq 1$, sendo:

N_{fo}: número original de progênies, que no presente trabalho corresponde a 119 (progênies do CCGMPT);

N_{ef} : número efetivo de progênies selecionadas, sendo dado por:

$$N_{ef} = \left(\sum k_f\right)^2 / \sum k^2_f \text{, sendo:}$$

kf é o número de indivíduos selecionados por progênie.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Avaliações nas Situações A, B, C e D

5.1.1. Resultados das análises de variâncias para os caracteres de crescimento e densidade básica da madeira

Os resultados das análises de variância individuais para os caracteres de crescimento e densidade básica da madeira, para as quatro situações estudadas (A, B, C e D), são apresentados na Tabela 6.

O experimento apresentou uma sobrevivência média de 77,29% (Tabela 6, situação A). Embora a sobrevivência não seja considerada alta, não houve diferença significativa entre as progênies, indicando a ocorrência de mortes das plantas de forma aleatória, não influenciando sobre os demais resultados. O coeficiente de variação para este caráter foi de 15,51%. No presente trabalho não foram estimados parâmetros genéticos para a sobrevivência das progênies.

Moraes (2001, p. 52), trabalhando com progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos 12 anos, encontrou uma sobrevivência média das progênies de 90,44%, a qual também não foi significativa, apresentando um coeficiente de variação de 9,79%. Nicolielo (1984, 97p.), avaliando a sobrevivência entre diferentes procedências de *Pinus caribaea*, dentre elas a variedade *bahamensis* (provinda das Ilhas Bahamas), aos 11 anos de idade, obteve uma média de 94,4%, valor este superior ao encontrado neste trabalho. Também desenvolvendo um trabalho com procedências de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, Caser (1984, 104p.), encontrou aos 6,5 anos de idade, uma média de sobrevivência de 76%, em Ribas do Rio Pardo-MS, e com coeficientes de variação de 7,96%, ficando abaixo dos encontrados neste trabalho.

Para o caráter forma do fuste das árvores, verificou-se diferença significativa entre as progênies, obtendo-se médias de 1,67, 1,55 e 1,74, nas situações A, B e C, respectivamente. De maneira geral, as progênies apresentaram boa performance para o caráter forma do fuste,

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

principalmente na situação C, que corresponde as árvores remanescentes ao desbaste e que darão continuidade ao programa de melhoramento da espécie. A forma do fuste que está predominando na situação C são as toras retas de 2 metros, a partir da base. Esse tipo de forma é de suma importância, principalmente para trabalhos de resinagem ou micro resinagem, no transporte, manuseio e desdobramento da madeira. Os coeficientes de variação experimental para esse caráter variaram de 7,47% a 9,88%, e são considerados baixos, segundo Pimentel-Gomes e Garcia (2002, p. 21). Sampaio (1996, p. 42), estudando a forma do fuste de várias procedências de *Pinus oocarpa*, aos 9 anos de idade, encontrou coeficientes de variação entre 17,2% e 20,9%, portanto superiores ao encontrado no presente trabalho.

A forma do fuste, assim como os demais caracteres de crescimento, apresenta grande variação em uma mesma espécie, em diferentes regiões de plantio. Leonardecz Neto (1998, p.53), avaliando a forma do fuste em progênies Sul-Africanas de *Pinus patula*, em diferentes regiões de cultivo, verificou valores entre 2,01 e 2,57, e diferença significativa entre as progênies.

Para altura de plantas, verificou-se diferença significativa entre as progênies nas quatro situações com médias de 18,86, 17,75, 19,42 e 19,95 m, com coeficientes de variação experimental de 5,83%, 11,27%, 5,46% e 5,67% respectivamente. As progênies apresentaram bom desenvolvimento para altura de plantas, com um incremento médio anual (I.M.A.) de aproximadamente 1,45 m, aos 14 anos, ficando acima dos encontrados por Harding et al. (1991, p. 152-156) para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (1,06 m) aos 15 anos, porém abaixo do encontrado por Moraes (2001, p. 40) aos 12 anos (1,66 m) com a mesma espécie. Moraes (2001, p. 52), estudando progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos 12 anos, em situações semelhantes a deste trabalho, encontrou uma altura média de 18,64 e 21,91 m, com coeficientes de variação experimental de 9,35% e 4,42%, para as situações B e C, respectivamente. Leonardecz Neto (1998, p. 53), em *Pinus patula*, aos 8 anos de idade, encontrou uma média de



14,7, 12,4 e 13,9 m, para Camanducaia-MG, São Francisco de Paula-RS e Campina da Alegria-SC, respectivamente. Nicolielo (1984, 97p.), trabalhando com *P. caribaea* Morelet obteve, aos 11 anos de idade, uma altura média das plantas de 17,74 m. Para *Pinus tecunumanii*, aos 7 anos de idade, Sebbenn et al. (1995, p. 241-252) encontraram uma altura média de 12,42 m. Para procedências centro-americanas de *Pinus tecunumanii* (aos 12 anos), Moura e Vale (2002, p. 108) encontraram uma altura variando de 16,38 a 19,58 m e para procedências mexicanas variando de 14,59 a 19,50 m.

Com relação ao diâmetro à altura do peito (DAP), houve diferença significativa entre as progênies para as situações A, C e D, com médias de 20,96, 21,83 e 22,45 cm e com coeficiente de variação experimental de 11,95%, 11,33% e 11,69%, respectivamente. Valores superiores ao do presente trabalho, foi encontrado por Moraes (2001, p. 52) que trabalhando com *P. caribaea* var. *hondurensis*, aos 12 anos, encontrou uma média de 22,21 cm. Leonardecz Neto (1998, p. 53) encontrou uma média das progênies de *Pinus patula* (aos 8 anos de idade), de 18,20; 21,38 e 20cm, para as regiões de Camanducaia – MG, São Francisco de Paula – RS e Campina da Alegria – SC, respectivamente, demonstrando o bom desenvolvimento desta espécie nas regiões de estudo.

Para o caráter volume (Tabela 6), assim como para DAP, não houve diferença significativa entre as progênies analisadas na situação B. Nas situações A e C, o volume apresentou diferença significativa entre as progênies, com médias de 0,467 e 0,513 $m^3.árv^{-1}$ e coeficientes de variação experimental de 26,84% e 28,33%, respectivamente. Na situação D, o volume médio foi de 0,560 $m^3.árvore^{-1}$. Moura e Vale (2002, p. 108), estudando procedências centro-americanas e mexicanas de *Pinus tecunumanii*, aos 12 anos de idade, encontraram volume médio de 0,315 e 0,281 m^3, respectivamente. Sampaio et al. (2002, p. 630), estudando diferentes procedências de *Pinus oocarpa*, aos 9 anos de idade, encontraram um volume médio de 0,296 $m^3.árv^{-1}$, portanto, inferior aos encontrados no presente trabalho. Moraes (2001, p.52),



trabalhando com *P. caribaea* var. *hondurensis*, aos 12 anos, encontrou volume de 0,385 e 0,680 $m^3.árv^{-1}$, para as situações B e C, respectivamente.

A respeito da densidade básica da madeira, analisado na situação B (Tabela 6), houve diferença significativa entre as progênies. A densidade básica em nível do DAP, DBM-1, apresentou uma média (0,487 $g.cm^{-3}$) pouco superior à encontrada na metade da altura da árvore, DBM-2, (0,458 $g.cm^{-3}$). Os coeficientes de variação experimental foram de 9,03% e 8,96%, para DBM-1 e DBM-2, respectivamente, e também mostraram-se inferiores aos encontrados para os demais caracteres da situação B. A densidade básica da madeira (DBM-1 e DBM-2) encontrada nesse trabalho foi superior às encontradas por Malan (1992, 13p.) e por Osório e Dvorak (1993, p.348-356), em *Pinus tecunumanii*, aos 8 anos de idade (0,344 e 0,423 $g.cm^{-3}$, respectivamente); Moraes (2001, p. 52) em *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 12 anos de idade (0,436 e 0,398 $g.cm^{-3}$, respectivamente); Sampaio et al. (2002, p. 631) em *Pinus oocarpa*, aos 9 anos de idade (0,410 $g.cm^{-3}$); Moura e Vale (2002, p. 108) em *Pinus tecunumanii*, aos 17 anos (de 0,418 a 0,398 $g.cm^{-3}$). Porém mostraram-se inferiores aos valores encontrados por Eguiluz-Piedra e Zobel (1986, p. 68-75) em *Pinus tecunumanii*, entre 30 e 60 anos de idade (0,525 $g.cm^{-3}$) e por Dvorak e Wright (1994, p. 1594), também em *P. tecunumanii*, aos 28 anos de idade (0,542 $g.cm^{-3}$).

De acordo com a classificação proposta pelo Forest Products Laboratory (1973, p.1-10), que é descrita por Barrichelo (1979, p.34), a densidade básica da madeira pode ser classificada desde extremamente leve (< 0,20 $g.cm^{-3}$), até extremamente pesada (> 0,86 $g.cm^{-3}$). Desse modo, a densidade encontrada nas progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos, foi de 0,487 e 0,458 $g.cm^{-3}$, para DBM-1 e DBM-2, respectivamente, sendo enquadrada como madeira moderadamente pesada.

unesp

Tabela 6. Estimativas da média, do coeficiente de variação experimental (CV_{exp}) e do teste F (prog.), para os caracteres de crescimento e densidade básica da madeira de um teste de progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, em diferentes situações, no município de Selvíria – MS.

Caracteres	Situação	Média (progênies)	CV_{exp} (%)	F (progênies)
Sobrevivência (%)[2]	A	77,29[3]	15,51	1,03^{ns}
Forma[1]	A	1,67	7,47	1,47**
	B	1,55	9,88	1,34*
	C	1,74	8,31	1,27*
Altura (m)	A	18,86	5,83	1,71**
	B	17,75	11,27	3,32**
	C	19,42	5,46	1,94**
	D	19,95	5,67	1,68**
DAP (cm)	A	20,96	11,95	2,26**
	B	19,06	19,36	0,99^{ns}
	C	21,83	11,33	2,60**
	D	22,45	11,69	2,66**
Volume ($m^3.árv^{-1}$)	A	0,467	26,84	2,26**
	B	0,372	45,37	1,02^{ns}
	C	0,513	28,33	2,24**
	D	0,560	29,23	2,44**
DBM-1($g.cm^{-3}$)	B	0,487	9,03	1,64**
DBM-2 ($g.cm^{-3}$)	B	0,458	8,96	1,82**

Situação A: Análise realizada com todas as árvores da parcela antes do desbaste, aos 13 anos; Situação B: Análise realizada somente com as árvores desbastadas, aos 13 anos; Situação C: Análise realizada com as árvores remanescentes ao desbaste, aos 13 anos; Situação D: Análise das árvores remanescentes ao desbaste, aos 14 anos; [1] Dados transformados em $\sqrt{x}$; [2] Dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$, para efeito da análise estatística; * e ** valores do teste F significativos em níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente; ^{ns} não significativo; [3] Média original.

BCpIS - FEIS - UNESP

5.1.2. Estimativas das variâncias genéticas e fenotípicas, coeficientes de variação e herdabilidades para os caracteres de crescimento e densidade básica da madeira.

As estimativas das variâncias genéticas dentro de tratamentos ($\hat{\sigma}^2_{dt}$), dentro de progênies ($\hat{\sigma}^2_{dp}$), do erro entre parcelas ($\hat{\sigma}^2_e$), entre progênies ($\hat{\sigma}^2_p$), aditiva ($\hat{\sigma}^2_A$), fenotípica ($\hat{\sigma}^2_F$) e fenotípica média ($\hat{\sigma}^2_{\bar{F}}$), e seus respectivos quadrados médios, para os caracteres estudados nas três situações (A, B, C e D), são encontrados nas Tabelas 3A, 4A, 5A, 6A, 7A, 8A, 9A e 10A do apêndice, respectivamente.

Na Tabela 7, são apresentadas as estimativas dos coeficientes de variação dentro de progênies (CV_d); do erro entre progênies (CV_e); experimental (CV_{exp}); genética (CV_g); fenotípica em nível de plantas (CV_F) e fenotípica em nível de médias ($CV_{\bar{F}}$), para os caracteres analisados nas quatro situações.

Segundo Kageyama (1980, 125p.), dentre os coeficientes de variações estimados, o coeficiente de variação genética é de suma importância para a estrutura genética de populações, por expressar a quantidade de variação existente entre progênies e também por permitir estimar ganhos genéticos. Dessa forma, os coeficientes de variação genética variaram de 2,01% a 12,18% para os caracteres altura e volume, na situação A, respectivamente. Na situação B (árvores desbastadas), o coeficiente de variação genética para o caráter DAP foi praticamente nulo (0,46%), demonstrando que as árvores desbastadas apresentaram pouca variabilidade genética para este caráter, ou seja, foi o caráter que apresentou um menor coeficiente de variação genética, indicando uma boa uniformidade das progênies desbastadas. Os maiores coeficientes de variação genética e fenotípica foram observados para o caráter volume (variando de 3,98% a 14,07% e 39,45% a 49,94 %, respectivamente), o que também ocorreu nos estudos feitos por

Romanelli (1988, 101p.), Leonardecz Neto (1998, p.53-55), Moraes (2001, p. 54) e Sampaio et al. (2002, p. 630).

De uma maneira geral, verifica-se uma maior variação dentro de progênies, para todos os caracteres estudados nas diferentes situações, fato este também observado por Moraes (2001, p. 54), para *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Leonardecz Neto (1998, p. 53) apresenta coeficientes de variação genética para o caráter DAP, em *Pinus patula*, aos 8 anos de idade, de 6,98%, 2,98% e 2,68%, para a região de Camanducaia–MG , São Francisco de Paula–RS e Campina da Alegria–SC, respectivamente.

A estimativa do coeficiente de variação genética para o caráter altura, ficou abaixo das encontradas por Romanelli (1988, 101p), em *Pinus elliottii* var. *elliottii* (2,90% a 4,55%), e também das encontradas por Moraes (2001, p. 54), em *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (4,69%). Já para o caráter volume, obteve-se coeficientes de variação genética, maiores do que os encontrados por Romanelli (1988, 101p.), que foi de 8,56% a 11,33%. No geral, o caráter volume, apresentou os maiores coeficientes de variação, quando comparado com os demais caracteres.

Na Tabela 8 são encontradas as estimativas do quociente de seleção ($\hat{b}$) e da correlação intraclasse devida ao ambiente comum da parcela ($\hat{C}$), para as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, nas diferentes situações de estudo.

Quanto ao quociente de seleção, verificou-se que o DAP e o volume são os caracteres mais indicados para a seleção, por apresentarem os maiores valores de $\hat{b}$ nas situações A, C e D. Já na situação B, os maiores valores de $\hat{b}$ são encontrados para altura (0,62) e a densidade básica da madeira (0,37 e 0,32) para DBM-1 e DBM-2, respectivamente.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Tabela 7. Estimativas do coeficiente de variação dentro de progênies (CV_d), do erro entre progênies (CV_e), experimental (CV_{exp}), genética (CV_g), fenotípica em nível de plantas (CV_F) e fenotípica em nível de médias ($CV_{\bar{F}}$), em um teste de progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, em Selvíria – MS.

Caracteres	**Situação**	**CV_d**	**CV_e**	**CV_{exp}**	**CV_g**	**CV_F**	$CV_{\bar{F}}$
Forma[(1)]	A	12,79	3,78	7,42	2,11	13,50	3,70
	B	11,81	4,12	9,80	2,37	12,74	4,67
	C	10,90	5,08	8,27	1,79	12,15	3,83
Altura (m)	A	10,23	2,73	5,84	2,01	10,77	3,11
	B	12,07	nc	5,99	3,73	10,60	4,46
	C	6,70	3,71	5,48	2,16	7,96	3,11
	D	6,90	3,82	5,67	1,90	8,11	2,99
DAP (cm)	A	22,96	3,67	12,04	5,46	23,88	7,34
	B	21,92	9,86	19,31	0,46	24,04	7,86
	C	17,09	5,07	11,43	5,82	18,75	7,46
	D	17,36	5,11	11,69	6,07	19,09	7,72
Volume ($m^3.árv^{-1}$)	A	45,95	14,36	27,23	12,18	49,66	16,46
	B	49,94	24,16	45,22	3,98	55,62	18,68
	C	39,45	16,19	28,66	12,77	44,51	17,32
	D	40,31	16,00	29,23	14,07	45,60	18,45
DBM-1($g.cm^{-3}$)	B	12,33	nc	9,01	2,92	12,53	4,72
DBM-2 ($g.cm^{-3}$)	B	14,15	nc	8,90	3,32	13,34	4,94

Situação A: Análise realizada com todas as árvores da parcela antes do desbaste, aos 13 anos; Situação B: Análise realizada somente com as árvores desbastadas, aos 13 anos; Situação C: Análise realizada com as árvores remanescentes ao desbaste, aos 13 anos; Situação D: Análise das árvores remanescentes ao desbaste, aos 14 anos; [(1)] Dados transformados em $\sqrt{x}$; (nc): Não foi possível de ser estimado devido a presença de variância negativa.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

em propiciar aos materiais genéticos (progênies) a possibilidade de experimentar diferentes condições ambientais, recomenda levar em consideração o teste F para efeitos de blocos, juntamente com os valores de $\hat{C}^2$, respeitando-se quatro situações descritas a seguir: (a) F para blocos significativo e $\hat{C}^2$ alto; (b) F para blocos significativo e $\hat{C}^2$ baixo; (c) F para blocos não significativo e $\hat{C}^2$ baixo e (d) F para blocos não significativo e $\hat{C}^2$ alto. Na situação (a), diz-se que o delineamento não foi totalmente eficiente, mas a capacidade de teste foi adequada, porque embora os blocos sejam diferentes, permanece uma grande heterogeneidade ambiental dentro dos blocos e, portanto, o melhorista deve utilizar outros delineamentos como o látice ou quadrados latinos. Na situação (b), diz-se que o delineamento foi eficiente e a capacidade de teste adequada, sendo considerada situação ideal para o melhorista desenvolver trabalhos genéticos. Na situação (c) devido a grande homogeneidade ambiental, qualquer delineamento torna-se eficiente, mas não existe capacidade de teste adequada, podendo-se correr o risco de selecionar materiais genéticos com baixa variabilidade fenotípica. Já na situação (d), o delineamento não foi eficiente e a capacidade de teste inadequada, devendo o melhorista recorrer de métodos mais sofisticados de análise, como análise espacial visando a realização de uma blocagem a posteriori.

De acordo com a abordagem de Resende (2002a, p. 849), na condição atual que se encontra o teste de progênies (situação D, aos 14 anos), os caracteres DAP e volume (com teste F para blocos significativos e $\hat{C}^2$ baixo) estão em condições ideais para trabalhos de melhoramento genético (Tabela 8). Já o caráter altura de planta, possui aproximadamente 22% da variação fenotípica total dentro do bloco, possivelmente devido a resposta do caráter ao desbaste, já que o mesmo não foi realizado de forma sistemática dentro das parcelas, mas eliminando-se os indivíduos com menor índice multi-efeito.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Tabela 8. Estimativas do quociente de seleção ($\hat{b}$) e a da correlação devida ao ambiente comum da parcela ($\hat{C}^2$), em um teste de progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, em Selvíria – MS.

Caracteres	Situação	$\hat{b}$	$\hat{C}^2$
Forma[(1)]	A	0,29	0,078(b)
	B	0,24	0,105(b)
	C	0,22	0,175(a)
Altura (m)	A	0,34	0,064(b)
	B	0,62	nc
	C	0,39	0,217(b)
	D	0,34	0,222(a)
DAP (cm)	A	0,45	0,023(b)
	B	0,02	0,168(a)
	C	0,51	0,073(b)
	D	0,52	0,072(b)
Volume ($m^3.árv^{-1}$)	A	0,45	0,084(b)
	B	0,09	0,189(a)
	C	0,45	0,132(b)
	D	0,48	0,123(b)
DBM-1($g.cm^{-3}$)	B	0,32	nc
DBM-2 ($g.cm^{-3}$)	B	0,37	nc

Situação A: Análise realizada com todas as árvores da parcela antes do desbaste, aos 13 anos; Situação B: Análise realizada somente com as árvores desbastadas, aos 13 anos; Situação C: Análise realizada com as árvores remanescentes ao desbaste, aos 13 anos; Situação D: Análise das árvores remanescentes ao desbaste, aos 14 anos; [(1)] Dados transformados em $\sqrt{x}$; (-) o caráter não foi avaliado nesta situação; (a) F para blocos significativo e $\hat{C}^2$ alto ; (b) F para blocos significativo e $\hat{C}^2$ baixo (Resende 2002, pg. 849); nc: não calculado devido a presença de estimativas de variâncias negativas

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade, no sentido restrito, de plantas individuais no experimento ($\hat{h}^2_{ie}$), plantas individuais no bloco ($\hat{h}^2_{ib}$), médias de progênie ($\hat{h}^2_{m}$); indivíduo na parcela ($\hat{h}^2_{d}$), parcela ($\hat{h}^2_{p}$) e de blocos ($\hat{h}^2_{b}$), para os caracteres de crescimento e densidade básica da madeira, são apresentados na Tabela 9.

As estimativas de herdabilidade são ferramentas de suma importância nos trabalhos de melhoramento, pois expressam a quantidade da variabilidade genética disponível numa população, proporcionando o conhecimento da magnitude relativa das variações genéticas e ambientais (WRIGTH 1976, 464p.).

De um modo geral, as estimativas de herdabilidade média de progênie ($\hat{h}^2_{m}$), onde os efeitos ambientais são minimizados pelo número de repetições e de plantas por parcela, encontradas no presente trabalho, foram relativamente altas. Na situação A, os caracteres volume e DAP, apresentaram maior herdabilidade em nível de média de progênies (0,62), seguido por altura (0,47) e forma do fuste (0,37). Na situação B, destaca-se os caracteres altura e DBM-2, com uma herdabilidade média de progênies de 0,90 e 0,58, respectivamente. Já para os caracteres DAP e volume, os valores encontrados são praticamente nulos. Entretanto, na situação C (árvores remanescentes ao desbaste), assim como na situação A, os caracteres DAP e volume, voltam a apresentar maiores estimativas de herdabilidade em nível de média das progênies, com valores de 0,72 e 0,64, respectivamente. Na situação D, a qual representa a condição atual das progênies após a seleção, os caracteres DAP e volume, mantiveram altos valores (0,73 e 0,69, respectivamente) de herdabilidade média de progênies ($\hat{h}^2_{m}$), o que sugere um elevado controle genético sobre esses caracteres. No âmbito geral, os resultados obtidos para as estimativas de $\hat{h}^2_{m}$ foram superiores às demais estimativas, o que permitem prever elevados ganhos genéticos para os caracteres estudados, devido às condições favoráveis para a seleção de progênies.

Tabela 9. Estimativas dos coeficientes de herdabilidade, no sentido restrito, de plantas individuais no experimento ($\hat{h}^2_{ie}$), plantas individuais no bloco ($\hat{h}^2_{ib}$), média de progênie ($\hat{h}^2_{m}$), indivíduo na parcela ($\hat{h}^2_{d}$), parcela ($\hat{h}^2_{p}$) e de blocos ($\hat{h}^2_{b}$), em um teste de progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, em Selvíria – MS.

Caracteres	**Situação**	$\hat{h}^2_{ie}$	$\hat{h}^2_{ib}$	$\hat{h}^2_{m}$	$\hat{h}^2_{d}$	$\hat{h}^2_{p}$	$\hat{h}^2_{b}$
Forma[(1)]	A	0,10	0,10	0,37	0,08	0,06	0,01
	B	0,14	0,14	0,33	0,12	0,10	0,03
	C	0,09	0,09	0,26	0,08	0,05	0,01
Altura (m)	A	0,14	0,14	0,47	0,12	0,09	0,10
	B	0,49	0,49	0,90	0,29	0,67	0,11
	C	0,30	0,30	0,57	0,31	0,17	nc
	D	0,22	0,22	0,48	0,23	0,12	0,25
DAP (cm)	A	0,21	0,21	0,62	0,17	0,15	0,02
	B	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
	C	0,38	0,39	0,72	0,35	0,28	0,08
	D	0,40	0,40	0,73	0,37	0,30	0,07
Volume ($m^3.árv^{-1}$)	A	0,24	0,24	0,62	0,21	0,15	0,05
	B	0,02	0,02	0,06	0,02	0,01	0,01
	C	0,33	0,33	0,64	0,31	0,21	1,24
	D	0,38	0,38	0,69	0,36	0,26	0,77
DBM-1($g.cm^{-3}$)	B	0,22	0,22	0,49	0,17	0,18	0,10
DBM-2 ($g.cm^{-3}$)	B	0,25	0,25	0,58	0,17	0,23	0,04

Situação A: Análise realizada com todas as árvores da parcela antes do desbaste, aos 13 anos; Situação B: Análise realizada somente com as árvores desbastadas, aos 13 anos; Situação C: Análise realizada com as árvores remanescentes ao desbaste, aos 13 anos; Situação D: Análise das árvores remanescentes ao desbaste, aos 14 anos; [(1)] Dados transformados em $\sqrt{x}$; nc: não calculado devido a presença de estimativas de variâncias negativas.



Moraes (2001, p. 57), trabalhando com progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* em situações semelhantes às desse trabalho, encontrou maiores coeficientes de herdabilidade em nível de médias de progênies, na situação B, para DAP (0,44), altura (0,43) e volume (0,43), portanto, acima das encontradas no presente trabalho, e na situação C, para volume (0,56), altura (0,53) e DAP (0,49), ficando portanto abaixo das encontradas neste trabalho. Sampaio et al. (2000, p. 2249), estudando a procedência de Poptún, de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos 5 anos de idade, em Tibagi – PR, encontraram coeficientes de herdabilidade em nível de média das progênies de 0,68, 0,73 e 0,80, para altura, DAP e volume, respectivamente, resultados esses maiores do que os encontrados neste trabalho.

Gurgel Garrido e Kageyama (1993, p. 123-131), simulando diferentes tipos de desbaste (SI – eliminando-se plantas alternadas a partir da primeira planta da parcela, SS – a partir da melhor árvore selecionada e SE – deixando-se 5 árvores de maior produção) em progênies meio-irmãs de *Pinus elliottii* var. *elliottii*, encontraram, para produção de resina, um coeficiente de herdabilidade em nível de média de 0,67, 0,37 e 0,36, para SI, SS e SE, respectivamente. Leonardecz Neto (1998, p. 55-56), avaliando o volume de *Pinus patula*, aos 8 anos de idade, em Camanducaia-MG, encontrou coeficientes de herdabilidade em nível de média de progênies, de plantas individuais e de plantas dentro de progênies, de 0,68; 0,27 e 0,22, respectivamente. Para o caráter DAP, o mesmo autor, encontrou, 0,55, 0,23 e 0,19, respectivamente. Já para altura, foi de 0,43; 0,18 e 0,15, respectivamente. Entretanto, Moura e Dvorak (2001, p. 229) encontraram valores de herdabilidade média de progênies (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) para volume variando de 0,63 a 0,87.

Para o caráter densidade básica da madeira, as estimativas de herdabilidade média de progênies foram de 0,49 e 0,58 para DBM-1 e DBM-2, respectivamente. Sampaio et al. (2002, p. 632), estudando progênies de diferentes procedências de *Pinus oocarpa*, aos 9 anos de idade, encontraram valores de herdabilidade variando de 0,15 a 0,94.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

5.1.3. Estimativa de correlações genéticas, fenotípicas e ambientais

As estimativas das correlações genotípicas (r_g), fenotípicas (r_f) e ambiental (r_e), entre os caracteres estudados nas situações A, B, C e D, são apresentadas nas Tabelas 10, 11, 12 e 13, respectivamente. As estimativas do produto médio para progênies e do erro, assim como as estimativas de covariância entre progênies e fenotípica, são apresentadas nas Tabelas 15A, 16A, 17A, 18A, 19A, 20A, 21A e 22A do apêndice, respectivamente para as diferentes situações.

Tabela 10. Estimativas das correlações genotípicas (r_g), fenotípicas (r_f) e ambiental (r_e), entre os caracteres estudados antes do desbaste (Situação A), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

		Caráter		
Caráter	**Correlação**	**Altura**	**Forma**	**Volume ($m^3.árv^{-1}$)**
DAP	r_g	0,61	0,39	0,97
(cm)	r_f	0,55	0,20	0,90
	r_e	0,51	0,05	0,83
Altura	r_g		0,10	0,69
(m)	r_f		0,14	0,63
	r_e		0,17	0,60
Forma	r_g			0,30
	r_f			0,16
	r_e			0,06

Para os caracteres analisados na situação A (Tabela 10), observa-se alta correlação, seja genética (0,97), fenotípica (0,90) ou ambiental (0,83), entre DAP e volume. As menores correlações nessa situação (A) foram verificadas quando se correlaciona o caráter forma do fuste com os demais caracteres, o que também foi observado por Moraes (2001, p. 58-61). Todas as correlações apresentadas na situação A foram favoráveis (positivas), o que torna o processo seletivo, segundo Paula et al. (2002, p. 161), mais simples, pois aumentos em um caráter tendem a ser acompanhados de aumentos em outro e vice-versa, não necessitando de restrições na seleção para obtenção de ganhos desejados.

Na situação B, apresentada na Tabela 11, não foi possível estimar as correlações genéticas do DAP e altura com os demais caracteres, devido a presença de variâncias negativas. Nessa situação, verificou-se correlações genéticas negativas entre os caracteres forma do fuste e volume (-0,01), e também entre DBM-2 e volume (-0,91), indicando que um caráter é favorecido em detrimento de outro (FALCONER 1987, pg. 237). Entretanto, entre DBM-1 e DBM-2, pode-se observar altas correlações genéticas (0,94). Sampaio et al. (2002, p. 632), estudando diferentes procedências de *Pinus oocarpa*, aos 9 anos de idade, também observaram correlações genéticas altas e negativas entre volume e densidade básica da madeira. Já Moura e Vale (2002, p. 110), em *Pinus tecunumani*, aos 15 anos de idade, encontraram correlações positivas e significativas entre os caracteres volume e densidade da madeira.

Leonardecz Neto (1998, p. 54), estudando progênies de *Pinus patula*, aos 8 anos de idade, encontrou correlações genéticas altas e positivas entre DAP e volume, altura e volume e volume e forma do fuste, porém correlações negativas envolvendo o caráter diâmetro dos galhos com altura, DAP e volume.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Tabela 11. Estimativas das correlações genotípicas (r_g), fenotípicas (r_f) e ambiental (r_e), entre os caracteres estudados referentes às árvores desbastadas (Situação B), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

Caráter	Correlação	Caráter				
		Altura (m)	**Forma**	**Volume (m^3.árv^{-1})**	**DBM-1 (g.cm^{-3})**	**DBM-2 (g.cm^{-3})**
DAP (cm)	r_g	nc	nc	nc	nc	nc
	r_f	0,59	0,01	0,94	0,06	0,11
	r_e	0,66	0,01	0,94	-0,08	-0,02
Altura (m)	r_g		nc	nc	nc	nc
	r_f		0,10	0,62	0,28	0,32
	r_e		0,02	0,69	0,22	0,24
Forma	r_g			-0,01	0,10	0,22
	r_f			-0,06	0,04	0,06
	r_e			-0,06	0,01	-0,03
Volume (m^3.árv^{-1})	r_g				nc	-0,91
	r_f				-0,14	-0,15
	r_e				-0,06	-0,10
DBM-1 (g.cm^{-3})	r_g					0,94
	r_f					0,73
	r_e					0,58

nc: não calculado devido a presença de variâncias negativas.

As estimativas das correlações genéticas dos caracteres variam entre diferentes espécies do gênero *Pinus*, sendo que essas variações, segundo Rezende e Ferraz (1992, p.73-83), podem ser atribuídas a vários fatores, dentre eles os padrões de amostragens, idade das árvores, grau de competição, disponibilidade de água e nutrientes e influência dos caracteres da copa na época de amostragem.

Na situação C (árvores remanescentes ao desbaste), as correlações genéticas apresentaram-se altas e positivas (Tabela 12), principalmente aquelas em que o caráter DAP está envolvido.

Tabela 12. Estimativas das correlações genotípicas (r_g), fenotípicas (r_f) e ambiental (r_e), entre os caracteres estudados referentes às árvores remanescentes (Situação C), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

		Caráter		
Caráter	**Correlação**	**Altura (m)**	**Forma**	**Volume ($m^3.árv^{-1}$)**
DAP	r_g	0,68	0,67	0,99
(cm)	r_f	0,57	0,22	0,94
	r_e	0,44	-0,04	0,87
Altura	r_g		0,33	0,77
(m)	r_f		0,22	0,67
	r_e		0,18	0,57
	r_g			0,55
Forma	r_f			0,20
	r_e			0,01

A situação C, apresentou um leve incremento nas correlações genéticas em relação a situação A, para todos os caracteres em estudo. Portanto, na situação C, as correlações genéticas demonstram que os caracteres estão mais correlacionados entre si geneticamente. As correlações genéticas, de uma maneira geral, foram superiores as fenotípicas e ambientais, o que evidencia a importância dos efeitos genéticos nos caracteres estudados.

Na situação D (um ano após o desbaste), as correlações genéticas e fenotípicas continuaram altas entre os caracteres DAP, altura e volume. As maiores correlações genéticas são encontradas entre DAP e volume (1,00), ficando acima da média encontrada por Moraes (2001, p. 60), para *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, e Barnes et al. (1992, p.318-326) para *Pinus patula*.

Tabela 13. Estimativas das correlações genotípicas (r_g), fenotípicas (r_f) e ambiental (r_e), entre os caracteres estudados na situação D (um ano após o desbaste), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 14 anos de idade, em Selvíria – MS.

		Caracteres	
Caráter	**Correlação**	**Altura (m)**	**Volume (m^3.árv^{-1})**
DAP (cm)	r_g	0,78	1,00
	r_f	0,63	0,96
	r_e	0,49	0,77
Altura (m)	r_g		0,83
	r_f		0,69
	r_e		0,58

5.2. Análises multivariadas

5.2.1. Análise do coeficiente de trilha

Segundo Cruz (2001, p. 80), a análise de trilha, também conhecida como coeficiente de caminhamento, consiste no estudo dos efeitos diretos e indiretos de caracteres (variáveis independentes) sobre uma variável básica (dependente), cujas estimativas são obtidas por meio de equações de regressão, onde as variáveis são previamente padronizadas. Apesar da correlação ser de grande utilidade para quantificar a magnitude e direção das influências de fatores na determinação de caracteres complexos, não dão a exata importância relativa dos efeitos diretos e indiretos destes fatores. Assim a análise de trilha é o estudo da decomposição do coeficiente de correlação e permite avaliar se a relação entre duas variáveis é de causa e efeito ou é determinada pela influência de outras variáveis. Dessa maneira, a análise de trilha pode ser feita a partir das correlações fenotípicas, genotípicas ou ambientais.

Neste trabalho, o volume foi considerado como variável principal (ou dependente), devido sua importância econômica e também por representar o desenvolvimento de um povoamento florestal. Os demais caracteres (altura, DAP, forma do fuste, DBM-1 e DBM-2) foram consideradas como variáveis independentes explicativas (ou variáveis auxiliares).

As estimativas do coeficiente de caminhamento ou análise de trilha, para as situações A, B, C e D são encontradas nas Tabelas 14, 15, 16, 17 e 18.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Tabela 14. Análise do coeficiente de caminhamento, desdobramento das correlações genotípicas em componentes de efeitos diretos e indiretos entre os caracteres: Altura, DAP, Forma e Volume, referentes à Situação A, envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

Variável	Efeito	Correlação
Altura		
	Efeito direto sobre Volume	0,1972
	Efeito indireto via DAP	0,4401
	Efeito indireto via Forma	-0,0031
	Total	0,6342
DAP		
	Efeito direto sobre Volume	0,7998
	Efeito indireto via Altura	0,1085
	Efeito indireto via Forma	-0,0043
	Total	0,9040
Forma		
	Efeito direto sobre Volume	-0,0218
	Efeito indireto via Altura	0,0278
	Efeito indireto via DAP	0,1582
	Total	0,1643
Coeficiente de determinação (R^2)	0,8445	
Efeito da variável residual	0,3943	

Na situação A (Tabela 14), verifica-se que o volume apresentou alta correlação com a altura (0,6342) e o DAP (0,904). Entretanto, o efeito direto da altura (0,1972) sobre o volume, é menor do que o efeito indireto via DAP (0,4401). O efeito direto da forma sobre o volume é baixo (-0,0218), entretanto, a correlação entre os caracteres forma x volume é definida pelo efeito indireto via DAP (0,1582). O caráter que apresentou maior efeito direto sobre o volume, nessa situação, foi o DAP (0,7998), portanto, no caso de uma seleção indireta do volume a variável recomendada seria o DAP.

Com relação a situação B (levando em conta os caracteres altura, DAP, forma, DBM-1, DBM-2 e volume), apresentada na Tabela 15, verificou-se correlações positivas da altura e DAP com o volume (0,629 e 0,943, respectivamente), e negativas da forma, DBM-1 e DBM-2 com o volume (-0,045, -0,116 e -0,139, respectivamente). Da correlação existente entre DBM-1 e volume (-0,116), o caráter DBM-2 foi o que mais contribui indiretamente (-0,2008). O maior efeito negativo sobre o volume, nessa situação, foi observado para a DBM-2 (-0,2744).

Quando se avalia somente os caracteres altura, DAP, forma e volume, na situação B (Tabela 16), os resultados são semelhantes às demais situações, onde o DAP apresenta maior efeito direto (0,8776) e indireto (0,5257) sobre o volume.

Na situação C (Tabela 17), verifica-se a maior correlação do DAP com volume (0,944). A forma foi o único caráter, nessa situação, que exerceu efeito direto negativo sobre o volume. A correlação forma x volume (0,177), foi determinada pelo efeito indireto, principalmente do DAP (0,1696), pois o efeito indireto via altura foi quase desprezível (0,0420).

De uma maneira geral, os coeficientes de determinação (R^2) foram altos, variando de 0,85 a 0,99, para as situações A e B, respectivamente. Já o efeito da variável residual variou de 0,12 a 0,39.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Tabela 15. Análise do coeficiente de caminhamento, desdobramento das correlações genotípicas em componentes de efeitos diretos e indiretos entre os caracteres: DAP, Altura, Forma, Volume, DBM-1 e DBM-2, referentes às árvores desbastadas (Situação B), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis,* aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

Variável	Efeito		Correlação
DAP	Efeito direto sobre Volume	0,8330	
	Efeito indireto via Altura	0,1460	
	Efeito indireto via Forma	-0,0008	
	Efeito indireto via DBM-1	-0,0036	
	Efeito indireto via DBM-2	-0,0312	
	Total		0,9431
Altura	Efeito direto sobre Volume	0,2438	
	Efeito indireto via DAP	0,4990	
	Efeito indireto via Forma	-0,0073	
	Efeito indireto via DBM-1	-0,0151	
	Efeito indireto via DBM-2	-0,0913	
	Total		0,6292
Forma	Efeito direto sobre Volume	-0,0631	
	Efeito indireto via DAP	0,0110	
	Efeito indireto via Altura	0,0283	
	Efeito indireto via DBM-1	-0,0028	
	Efeito indireto via DBM-2	-0,0186	
	Total		-0,0450
DBM-1	Efeito direto sobre Volume	-0,0489	
	Efeito indireto via DAP	0,0607	
	Efeito indireto via Altura	0,0751	
	Efeito indireto via Forma	-0,0037	
	Efeito indireto via DBM-2	-0,2008	
	Total		-0,1176
DBM-2	Efeito direto sobre Volume	-0,2744	
	Efeito indireto via DAP	0,0947	
	Efeito indireto via Altura	0,0811	
	Efeito indireto via Forma	-0,0043	
	Efeito indireto via DBM-1	-0,0358	
	Total		-0,1387
Coeficiente de determinação (R^2)		**0,99**	
Efeito da variável residual		**0,12**	

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Tabela 16. Análise do coeficiente de caminhamento, desdobramento das correlações genotípicas em componentes de efeitos diretos e indiretos entre os caracteres: Altura, DAP, Forma e Volume, referentes às árvores desbastadas (Situação B), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

Variável	**Efeito**	**Correlação**
Altura		
	Efeito direto sobre Volume	0,1115
	Efeito indireto via DAP	0,5257
	Efeito indireto via Forma	-0,0081
	Total	0,6291
DAP		
	Efeito direto sobre Volume	0,8776
	Efeito indireto via Altura	0,0668
	Efeito indireto via Forma	-0,0009
	Total	0,9435
Forma		
	Efeito direto sobre Volume	-0,0699
	Efeito indireto via Altura	0,0130
	Efeito indireto via DAP	0,0116
	Total	-0,0453
Coeficiente de determinação (R^2)	**0,90**	
Efeito da variável residual	**0,31**	

Tabela 17. Análise do coeficiente de caminhamento, desdobramento das correlações genotípicas em componentes de efeitos diretos e indiretos entre os caracteres: DAP, Altura, Forma e Volume, referentes às árvores remanescentes (Situação C), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

Variável	Efeito		Correlação
DAP			
	Efeito direto sobre Volume	0,8362	
	Efeito indireto via Altura	0,1144	
	Efeito indireto via Forma	-0,0071	
	Total		0,9435
Altura			
	Efeito direto sobre Volume	0,2008	
	Efeito indireto via DAP	0,4765	
	Efeito indireto via Forma	-0,0073	
	Total		0,6700
Forma			
	Efeito direto sobre Volume	-0,0348	
	Efeito indireto via DAP	0,1696	
	Efeito indireto via Altura	0,0420	
	Total		0,1768
Coeficiente de determinação (R^2)		**0,92**	
Efeito da variável residual		**0,29**	

Tabela 18. Análise do coeficiente de caminhamento (análise de trilha), desdobramento das correlações genotípicas em componentes de efeitos diretos e indiretos entre os caracteres: Altura, DAP e Volume, referentes a situação D, envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 14 anos de idade, em Selvíria – MS.

Variável	Efeito	Correlação
Altura		
Efeito direto sobre Volume	0,1511	
Efeito indireto via DAP	0,5363	
Total		0,6874
DAP		
Efeito direto sobre Volume	0,8617	
Efeito indireto via Altura	0,0941	
Total		0,9558
Coeficiente de determinação (R^2)	**0,93**	
Efeito da variável residual	**0,27**	

Na situação D, assim como nas demais situações, o maior efeito direto sobre o volume foi exercido pelo DAP (0,86). Nessa situação a correlação entre DAP e volume foi de aproximadamente 0,96, já a correlação entre altura de volume foi de 0,69. O efeito direto da altura sobre o volume foi de 0,15, representando 22% da correlação total entre esses caracteres, ou seja, 78% da correlação entre altura e volume, é exercida pelo efeito indireto da altura via DAP. O coeficiente de determinação (R^2), que mede os efeitos das variáveis explicativas (altura e DAP) sobre o volume foi de 0,93, e o efeito da variável residual, nesta situação foi de 0,27.

5.2.2. Estudo das medidas de dissimilaridade pela distância generalizada de Mahalanobis (D^2) e pelo método de otimização de Tocher

As estimativas de medidas de dissimilaridade entre os pares de progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, obtidas pela distância generalizada de Mahalanobis (D^2), foram estudadas para todas as situações (A, B, C e D) e são encontradas nas Tabela 19, 22, 25 e 28, respectivamente. A contribuição relativa dos caracteres para a divergência (método de SINGH, 1981), são apresentadas nas Tabelas 20, 23, 26 e 29. Os grupos obtidos pelo método de otimização de Tocher, para cada uma das situações estudadas, são apresentadas nas Tabelas 21, 24, 27 e 30.

A distância generalizada de Mahalanobis (D^2), evidencia para cada progênie, qual a sua maior e menor distância em relação as demais progênies. Na situação A (Tabela 19), a progênie 1, apresenta a maior distância em relação a progênie 59 (12,8992) e a menor em relação à progênie 27 (0,4412), e assim por diante. A distância máxima (43,2312) foi encontrada entre as progênies 59 e 73, e a distância mínima (0,0168) entre as progênies 53 e 118. A distância média entre as progênies, nessa situação, foi de 3,3835, ficando abaixo da encontrada por Moraes (2001) em *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos 12 anos.

A contribuição relativa de cada caráter, na situação A, na obtenção das distância D^2, encontra-se na Tabela 20. O caráter que mais contribuiu para divergência entre as progênies foi o DAP (54,0785%), ao passo que a menor contribuição foi da altura (14,8013%). Os caracteres forma e volume, nesse caso, apresentaram contribuições praticamente iguais.

Tabela 19. Estimativas de medidas de dissimilaridade entre pares de progênies para os caracteres estudados antes do desbaste (Situação A), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

MAHALANOBIS (D^2)									
Distâncias					Distâncias				
Prog.	Maior	Prog.	Menor	Prog.	Prog.	Maior	Prog.	Menor	Prog.
1	12,8992	59	0,4412	27	**33**	19,1813	98	0,1285	67
2	19,9526	59	0,3334	17	**34**	16,9741	98	0,2040	87
3	16,8212	73	0,3868	111	**35**	13,1981	59	0,0652	28
4	12,8775	98	0,0723	102	**36**	14,4221	98	0,1394	4
5	23,0433	98	0,5353	64	**37**	17,7632	98	0,1850	108
6	12,1093	98	0,1537	95	**38**	16,1904	98	0,1748	78
7	13,9898	59	0,2191	20	**39**	37,1202	73	0,2207	90
8	19,6674	73	0,5016	40	**40**	17,8364	73	0,1153	86
9	36,5451	73	0,4451	59	**41**	18,1461	98	0,4030	11
10	19,4570	98	0,1998	52	**42**	13,9887	98	0,0330	84
11	16,3532	98	0,1815	12	**43**	16,9865	98	0,0527	18
12	15,7003	98	0,1815	11	**44**	14,8876	73	0,0599	60
13	14,4560	98	0,0664	118	**45**	12,0469	59	0,0917	92
14	15,2824	73	0,1538	103	**46**	16,5132	59	0,1566	31
15	17,8259	98	0,0445	81	**47**	17,8375	73	0,1375	107
16	14,3662	73	0,0528	60	**48**	13,5022	98	0,0678	22
17	17,4652	59	0,1265	77	**49**	15,1115	59	0,1600	80
18	18,5862	98	0,0527	43	**50**	20,5107	59	0,4250	77
19	19,7144	73	0,3395	40	**51**	16,4614	73	0,1171	16
20	13,7632	59	0,2191	7	**52**	17,1986	98	0,0719	116
21	15,7316	59	0,1833	49	**53**	12,2090	59	0,0168	118
22	12,7094	98	0,0280	58	**54**	17,8828	98	0,2143	119
23	15,8241	73	0,1140	76	**55**	13,1749	73	0,0996	4
24	18,4962	98	0,4570	117	**56**	18,2254	98	0,2422	67
25	12,4290	59	0,0650	109	**57**	14,2300	73	0,0754	103
26	13,2020	59	0,0798	112	**58**	12,6816	98	0,0280	22
27	14,7252	98	0,4402	1	**59**	43,2312	73	0,4451	9
28	11,7466	98	0,0652	35	**60**	14,0856	98	0,0528	16
29	15,3192	98	0,0713	100	**61**	18,7317	98	0,0642	116
30	18,8851	98	0,1227	62	**62**	18,9913	98	0,1226	30
31	14,8499	59	0,0748	66	**63**	15,3405	98	0,0540	32
32	14,5819	98	0,0540	63	**64**	16,8576	98	0,1016	13

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Tabela 19. Estimativas de medidas de dissimilaridade entre pares de progênies para os caracteres estudados antes do desbaste (Situação A), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

Continuação...

MAHALANOBIS (D^2)									
Distâncias					Distâncias				
Prog.	**Maior**	**Prog.**	**Menor**	**Prog.**	**Prog.**	**Maior**	**Prog.**	**Menor**	**Prog.**
65	13,7278	59	0,1612	113	**94**	19,3287	98	0,1053	61
66	13,0021	59	0,0568	113	**95**	13,7036	98	0,0391	83
67	18,8520	98	0,1285	33	**96**	18,4287	59	0,6617	70
68	37,7934	73	0,5724	114	**97**	23,0375	98	0,2286	119
69	34,1541	73	0,1653	114	**98**	33,4175	59	3,7811	96
70	15,5011	59	0,3161	109	**99**	15,5492	59	0,3069	25
71	13,3766	59	0,5183	1	**100**	15,3785	98	0,0713	29
72	13,9490	98	0,1794	63	**101**	38,6515	73	0,4201	39
73	43,2312	59	7,7935	41	**102**	13,2154	73	0,0723	4
74	21,7096	98	0,6111	108	**103**	15,8957	73	0,0754	57
75	18,6446	98	0,3731	37	**104**	14,5763	59	0,2019	21
76	16,7362	98	0,1140	23	**105**	13,6479	59	0,9071	6
77	16,9178	59	0,1265	17	**106**	16,0771	73	0,3147	20
78	13,2411	98	0,0933	80	**107**	18,4614	73	0,1375	47
79	15,377	98	0,1224	64	**108**	15,6982	98	0,1850	37
80	13,0504	98	0,0933	78	**109**	12,9818	73	0,0650	25
81	16,9534	98	0,0445	15	**110**	15,0290	73	0,0878	103
82	15,2748	98	0,1866	93	**111**	14,6190	59	0,3868	3
83	14,0878	98	0,0391	95	**112**	14,5489	59	0,0798	26
84	14,4157	98	0,0330	42	**113**	12,8717	59	0,0568	66
85	14,0190	98	0,0780	32	**114**	35,4250	73	0,1653	69
86	16,1701	73	0,1153	40	**115**	32,1023	73	0,7526	68
87	17,9049	98	0,2040	34	**116**	18,1030	98	0,0642	61
88	17,6251	98	0,2937	93	**117**	18,4585	98	0,1817	81
89	34,8978	73	0,2585	90	**118**	13,0368	98	0,0168	53
90	40,0730	73	0,2207	39	**119**	19,0477	98	0,2143	54
91	34,7921	73	0,5611	39	**120**	14,8836	73	0,2368	14
92	12,0925	73	0,0917	45	**121**	12,6885	98	0,2660	82
93	15,2057	98	0,0767	100					
Maximo			**43,2312**	→	**Progênies: 59 e 73**				
Mínimo			**0,0168**	→	**Progênies: 53 e 118**				
Média			**3,3835**						

Tabela 20. Contribuição relativa dos caracteres para a divergência – Singh (1981), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, na situação A, para os caracteres: Altura, DAP, Forma e Volume.

Variável	S.j	Valor em %
DAP	13284,0891	54,08
Forma	3881,3874	15,80
Volume	3763,0954	15,32
Altura	3635,8635	14,80

Tabela 21. Formação de grupos com base no método de aglomeração: Otimização de Tocher, entre os caracteres estudados antes do desbaste (Situação A), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

GRUPO	INDIVÍDUOS	TOTAL
I	28-35-66-31-55-113-4-102-72-36-13-63-32-48-118-53-81-43-60-64-15-16-85-51-65-84-44-83-95-18-29-57-12-42-86-45-40-37-14-80-92-78-22-38-79-8-46-58-6-103-110-30-120-76-62-100-52-93-34-49-21-19-108-23-47-75-77-25-117-61-114-116-82-121-69-99-111-104-41-11-71-50-1-17-109-24-5-94-26-7-112-89-74-107-87-73-39-106-10-90-101-105-33-19-68-67-9-88	109
II	54-97-91-59-56	5
III	20-70-96-2-27	5
IV	115	1
V	98	1

A formação de grupos, pelo método de otimização de Tocher, para a situação A, possibilitou agrupar as progênies em cinco grupos (Tabela 21). Cerca de 90% das progênies fazem parte do grupo I. O método de otimização de Tocher é de suma importância na identificação de diferentes grupos de progênies, pois caso seja realizado o cruzamento controlado entre as progênies, recomenda-se cruzar progênies de grupos diferentes, para que ocorra uma maior heterose nos seus híbridos, (o que pode ser observado entre as progênies que apresentaram a maior distância genética, grupo I, e grupos II, III, IV e V). Nos casos de programas de melhoramento envolvendo retrocruzamentos, recomenda-se, segundo Dias (1994, 94p.), empregar progênies ou grupos de progênies mais similares, pois isso permite recuperar as características do genitor recorrente mais rapidamente.

Na situação B (Tabela 22), as progênies 48 e 107 apresentaram a maior distância (19,8910) e a menor (0,1144) foi encontrada entre as progênies 15 e 55. A média geral das distâncias, nessa situação, foi de 3,4473. A maior contribuição para a divergência genética (Tabela 23), foi encontrada para os caracteres DBM-2 (25,25%) e DBM-1 (18,14%), preconizando a importância da densidade básica da madeira para o melhoramento desta espécie.

Com relação ao agrupamento (Tabela 24), as progênies foram colocadas em quatorze grupos, onde aproximadamente 63% das progênies pertencem ao grupo I, o que inclui as progênies 15 e 55 (menos divergentes). As progênies com maior distância genética estão nos grupo XIV (48) e XII (107).

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Tabela 22. Estimativas de medidas de dissimilaridade entre pares de progênies para os caracteres estudados referentes às árvores desbastadas (Situação B), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

MAHALANOBIS (D^2)									
Distâncias					Distâncias				
Prog.	**Maior**	**Prog.**	**Menor**	**Prog.**	**Prog.**	**Maior**	**Prog.**	**Menor**	**Prog.**
1	11,3025	48	0,2475	99	**33**	14,0317	48	1,0301	86
2	15,1361	98	1,2520	117	**34**	12,6626	109	0,9963	18
3	11,0956	48	1,0300	93	**35**	8,8794	48	0,4406	95
4	10,8644	48	0,2294	91	**36**	8,3290	48	0,1924	29
5	14,4297	110	0,6487	50	**37**	12,2653	107	0,9020	47
6	8,1740	96	0,3337	23	**38**	9,0816	2	0,5230	43
7	12,4432	98	1,2090	47	**39**	9,9181	96	0,7811	18
8	8,7954	115	0,8166	39	**40**	9,8719	48	0,3812	63
9	11,4434	98	0,8724	117	**41**	8,6474	110	0,2445	88
10	9,7389	98	0,3891	100	**42**	11,6818	48	0,2441	22
11	12,4834	48	0,7865	115	**43**	8,8535	48	0,3125	22
12	7,3277	48	0,3893	16	**44**	7,6279	110	0,3573	17
13	10,4454	110	0,4884	112	**45**	7,8914	59	0,1273	102
14	9,8075	48	0,2506	19	**46**	12,7503	48	0,5013	86
15	6,8677	48	0,1144	55	**47**	10,3047	107	0,8691	53
16	7,5678	48	0,3892	28	**48**	19,8910	107	2,8538	118
17	9,1079	59	0,1721	113	**49**	12,3104	48	0,4118	42
18	8,8692	98	0,3273	32	**50**	13,8713	48	0,4297	91
19	9,3686	48	0,2506	14	**51**	6,6122	48	0,2484	90
20	12,4249	48	0,4907	81	**52**	14,6656	48	0,9654	82
21	9,4195	98	0,5061	88	**53**	9,1247	52	0,8691	47
22	11,8591	48	0,2441	42	**54**	10,7622	2	0,5995	101
23	8,4347	107	0,3335	6	**55**	7,0167	48	0,1144	15
24	8,5469	2	0,3152	106	**56**	12,8651	48	0,8996	99
25	9,2845	59	0,1955	58	**57**	9,5796	48	0,4513	119
26	11,4647	110	0,7257	13	**58**	7,8097	59	0,1955	25
27	12,6273	59	1,0593	26	**59**	13,9760	109	1,2778	34
28	7,8723	98	0,1913	95	**60**	9,2883	48	0,2679	95
29	6,9780	98	0,1924	36	**61**	13,8948	48	0,7333	46
30	8,9090	110	0,4372	43	**62**	7,4594	48	0,1288	32
31	11,1261	48	0,4317	95	**63**	8,4773	48	0,2998	15
32	7,2726	98	0,1288	62	**64**	9,3302	48	0,1333	78

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Tabela 22. Estimativas de medidas de dissimilaridade entre pares de progênies para os caracteres estudados referentes às árvores desbastadas (Situação B), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

Continuação...

MAHALANOBIS (D^2)									
Distâncias					Distâncias				
Prog.	**Maior**	**Prog.**	**Menor**	**Prog.**	**Prog.**	**Maior**	**Prog.**	**Menor**	**Prog.**
65	9,1790	59	0,3668	45	**94**	12,0429	110	0,5947	64
66	7,4048	59	0,3646	68	**95**	7,8090	48	0,1727	85
67	12,5817	108	1,0714	109	**96**	16,9660	48	0,4387	70
68	9,8619	48	0,3646	66	**97**	7,6027	48	0,1820	119
69	9,7701	59	0,7354	119	**98**	16,7116	48	1,1614	114
70	12,8575	48	0,4387	96	**99**	10,8501	48	0,2475	1
71	10,2347	48	0,9150	68	**100**	8,2175	98	0,1890	97
72	8,3795	115	1,0664	65	**101**	9,5828	48	0,3545	14
73	11,2537	48	0,4918	78	**102**	6,7445	59	0,1273	45
74	10,5091	110	0,5020	75	**103**	10,3473	107	1,1205	8
75	8,3774	107	0,5020	74	**104**	9,9948	2	0,6110	45
76	9,2028	96	0,3500	6	**105**	12,5415	108	1,3204	67
77	9,5653	59	0,4001	113	**106**	9,0627	48	0,3152	24
78	9,7509	48	0,1333	64	**107**	19,8910	48	2,1704	82
79	11,0868	59	0,3429	83	**108**	13,0978	98	1,0303	18
80	11,9436	59	0,9199	73	**109**	13,9760	59	0,8289	1
81	10,8121	48	0,2130	86	**110**	14,4297	5	1,5056	71
82	12,8877	48	0,4790	87	**111**	9,2390	48	0,4923	63
83	11,2078	59	0,3429	79	**112**	13,4984	48	0,4884	13
84	9,2847	2	0,3727	43	**113**	9,0759	59	0,1721	17
85	8,7573	48	0,1727	95	**114**	12,9943	48	0,7661	78
86	12,2795	48	0,2130	81	**115**	15,4332	48	0,7865	11
87	10,4417	2	0,4790	82	**116**	8,3217	48	0,4498	85
88	7,7157	96	0,2445	41	**117**	13,0752	107	0,8724	9
89	8,7248	98	0,2091	32	**118**	10,5216	107	0,9440	44
90	6,5000	48	0,1166	55	**119**	7,2589	48	0,1820	97
91	10,7736	48	0,2294	4	**120**	8,3027	2	0,5710	101
92	7,5077	56	0,4877	90	**121**	8,8203	48	0,6820	12
93	8,7626	98	0,2136	100					
Máximo			**19,8910**	→	**Progênies: 48 e 107**				
Mínimo			**0,1144**	→	**Progênies: 15 e 55**				
Média			**3,4473**						

Tabela 23. Contribuição relativa dos caracteres para a divergência – Singh (1981), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, na situação B, para os caracteres: Altura, DAP, Forma, Volume, DBM-1 e DBM-2.

Variável	S.j	Valor em %
DBM-2	6319,402597	25,25
DBM-1	4539,70836	18,14
Forma	4356,828031	17,41
Volume	4104,231994	16,40
Altura	2999,339065	11,98
DAP	2707,913419	10,82

A situação C (árvores remanescentes ao desbaste), referente aos caracteres altura, DAP, forma e volume é apresentada na Tabela 25. A maior distância genética está entre as progênies 97 e 98 (26,8177) e a menor (0,0171) entre as progênies 92 e 113, com uma média geral das distâncias de 2,2163. A contribuição relativa dos caracteres para a divergência genética é apresentada na Tabela 26. Nessa situação, a maior contribuição relativa foi do DAP (41,28%), seguido da altura (26,14%), forma (20,96%) e volume (11,62%). Desse modo, nas situações A e C, o DAP é o caráter que apresenta a maior contribuição para a divergência entre as progênies. Quanto ao agrupamento das progênies (Tabela 27), nessa situação, ocorreu a formação de apenas dois grupos. No grupo I, encontramos 119 progênies, e no grupo II apenas 2 progênies.

unesp

Tabela 24. Formação de grupos com base no método de aglomeração: Otimização de Tocher, entre os caracteres estudados referentes às árvores desbastadas (Situação B), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

GRUPO	PROGÊNIES	TOTAL
I	15-55-90-51-63-19-60-85-29-95-36-119-32-97-28-100-62-18-89-57-43-81-58-16-12-88-102-30-4-64-91-111-40- 45-20-86-31-42-35-25-116-13-113-44-17-93-41-23-6-78-99-49-84-22-14-101-38-75-24-46-92-65-66-21-121-76-77-1-94-73-61-120-82-50-87-68-10	77
II	79-83-104-114-80-109-67-52-98	9
III	70-96-71-53-110	5
IV	11-115-112-5-26-27-56	7
V	8-39-54-34-103	5
VI	9-117-118-37-47-69-2	7
VII	72-105-3	3
VIII	74-106	2
IX	108	1
X	33	1
XI	7	1
XII	107	1
XIII	59	1
XIV	48	1

Tabela 25. Estimativas de medidas de dissimilaridade entre pares de progênies para os caracteres estudados referentes às árvores remanescentes (Situação C), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

MAHALANOBIS (D^2)									
Distâncias					Distâncias				
Prog.	Maior	Prog.	Menor	Prog.	Prog.	Maior	Prog.	Menor	Prog.
1	10,8521	98	0,1981	70	**33**	17,6666	98	0,3165	11
2	11,2573	97	0,2884	17	**34**	17,2353	98	0,1602	30
3	10,0912	98	0,2457	107	**35**	10,9390	98	0,1198	39
4	13,5098	98	0,0610	44	**36**	17,1221	98	0,2411	38
5	22,0353	98	0,3610	63	**37**	16,3710	98	0,0770	80
6	12,1295	98	0,2234	89	**38**	17,4806	98	0,1072	15
7	9,4431	98	0,2043	109	**39**	10,4151	98	0,1198	35
8	12,9000	98	0,2958	19	**40**	14,2118	98	0,1304	49
9	15,1895	98	0,0260	100	**41**	17,6831	98	0,1115	117
10	18,4524	98	0,0538	85	**42**	12,1484	98	0,2535	66
11	15,4033	98	0,2627	83	**43**	16,3606	98	0,1740	63
12	15,6129	98	0,2838	29	**44**	12,2975	98	0,0610	4
13	12,6521	98	0,0237	31	**45**	9,7791	97	0,2996	99
14	11,1851	98	0,0410	47	**46**	10,1534	98	0,3030	44
15	18,3290	98	0,0612	81	**47**	10,3485	98	0,0410	14
16	16,2163	98	0,0972	51	**48**	12,2684	98	0,6531	45
17	10,5607	98	0,0660	77	**49**	14,1464	98	0,0720	108
18	18,8331	98	0,1923	73	**50**	9,0413	98	0,0207	111
19	11,2447	98	0,2589	3	**51**	15,6266	98	0,0972	16
20	9,2780	98	0,1611	109	**52**	17,6513	98	0,0963	61
21	10,6665	98	0,1596	104	**53**	12,3840	98	0,1308	69
22	13,8003	98	0,0926	4	**54**	17,0285	98	0,1595	90
23	14,3132	98	0,2204	40	**55**	13,6680	98	0,0310	60
24	20,4491	98	0,2983	68	**56**	13,2467	98	0,1997	71
25	7,9174	97	0,1394	70	**57**	13,7514	98	0,1910	83
26	10,0554	98	0,3995	112	**58**	11,4303	98	0,1317	112
27	12,3192	98	0,2335	115	**59**	24,0918	98	0,7106	24
28	16,3469	98	0,1419	86	**60**	13,6327	98	0,0310	55
29	13,3085	98	0,0312	31	**61**	19,7641	98	0,0963	52
30	19,0122	98	0,1602	34	**62**	19,7666	98	0,1893	37
31	12,1276	98	0,0237	13	**63**	16,8342	98	0,0467	72
32	13,4496	98	0,2338	51	**64**	15,2602	98	0,0806	84



Tabela 25. Estimativas de medidas de dissimilaridade entre pares de progênies para os caracteres estudados referentes às árvores remanescentes (Situação C), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

Continuação...

MAHALANOBIS (D^2)									
Distâncias					Distâncias				
Prog.	Maior	Prog.	Menor	Prog.	Prog.	Maior	Prog.	Menor	Prog.
65	11,8066	98	0,1571	17	**94**	19,5751	98	0,1004	52
66	11,4404	98	0,1462	118	**95**	15,1611	98	0,0736	93
67	21,8464	98	0,4838	110	**96**	11,3192	97	0,7323	25
68	17,5112	98	0,2983	24	**97**	26,8177	98	0,6276	119
69	10,0857	98	0,0303	113	**98**	26,8177	97	4,8175	96
70	8,5358	98	0,1394	25	**99**	9,4940	97	0,1799	25
71	12,2208	98	0,1997	56	**100**	13,9851	98	0,0260	9
72	16,8986	98	0,0467	63	**101**	10,0847	98	0,3813	32
73	16,3879	98	0,1282	64	**102**	11,6760	98	0,1335	44
74	19,8586	98	0,2935	75	**103**	13,2811	98	0,0542	89
75	18,1746	98	0,2440	38	**104**	13,0692	98	0,1586	121
76	16,6043	98	0,0904	37	**105**	15,8934	98	0,2274	88
77	10,0673	98	0,0660	17	**106**	12,2660	98	0,1948	78
78	13,2969	98	0,1948	106	**107**	10,2661	98	0,2457	3
79	16,0113	98	0,2910	12	**108**	14,8780	98	0,0720	49
80	15,5626	98	0,0769	37	**109**	9,8487	98	0,1611	20
81	18,3816	98	0,0612	15	**110**	19,4412	98	0,0969	116
82	17,8326	98	0,1076	93	**111**	9,8512	98	0,0207	50
83	14,7103	98	0,1302	60	**112**	12,1798	98	0,1317	58
84	14,9179	98	0,0645	9	**113**	10,0335	98	0,0171	92
85	16,9331	98	0,0538	10	**114**	11,5087	98	0,0892	31
86	16,2528	98	0,1419	28	**115**	15,5437	98	0,2335	27
87	17,5173	98	0,2354	34	**116**	19,0321	98	0,0969	110
88	18,0297	98	0,2274	105	**117**	16,4072	98	0,0864	81
89	14,1857	98	0,0542	103	**118**	13,3604	98	0,1296	22
90	17,7013	98	0,1595	54	**119**	20,9580	98	0,2042	82
91	16,4500	98	0,3547	33	**120**	8,5044	98	0,1661	47
92	10,0120	98	0,0171	113	**121**	12,4493	98	0,1586	104
93	16,8577	98	0,0735	95					
Máximo			**26,8177**	→	**Progênies: 97 e 98**				
Mínimo			**0,0171**	→	**Progênies: 92 e 113**				
Média			**2,2163**						

Tabela 26. Contribuição relativa dos caracteres para a divergência – Singh (1981), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, na situação C, para os caracteres: Altura, DAP, Forma e Volume.

Variável	S.j	Valor em %
DAP	6642,081533	41,28
Altura	4206,279433	26,14
Forma	3372,006246	20,96
Volume	1870,179243	11,62

Tabela 27. Formação de grupos com base no método de aglomeração: Otimização de Tocher, entre os caracteres estudados referentes às árvores remanescentes (Situação C), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

GRUPO	INDIVÍDUOS	TOTAL
I	92-113-69-66-46-48-44-53-102-4-31-13-114-22-118-55-29-84-60-64-100-9-103-32-43-63-72-117-51-73-15-38-16-81-12-83-35-80-28-76-89-85-10-56-65-111-41-18-77-50-79-37-52-14-17-39-86-57-101- 42-95-6-11-93-62-40-75-36-47-30-34-108-49-61-74-5-82-71-120-121-58-104-21-78-94-24-33-116-90-91-59-107-54-68-3-23-110-8-112-7-27-45-109-106-115-1-25-19-70-2-87-105-99-119-20-88-97-67-26	119
II	96-98	2

Tabela 28. Estimativas de medidas de dissimilaridade entre pares de famílias para os caracteres estudados referentes às árvores remanescentes (Situação D), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 14 anos de idade, em Selvíria – MS.

MAHALANOBIS (D^2)									
Distâncias					Distâncias				
Prog.	Maior	Prog.	Menor	Prog.	Prog.	Maior	Prog.	Menor	Prog.
1	8,8887	98	0,0407	121	**33**	13,1268	98	0,0636	54
2	10,1072	98	0,1518	77	**34**	13,2231	98	0,0253	12
3	9,4850	69	0,0235	107	**35**	12,3288	98	0,0587	104
4	9,9162	98	0,0056	44	**36**	11,7376	98	0,0076	108
5	17,3954	98	0,1465	62	**37**	11,6836	98	0,0793	10
6	10,5592	98	0,0317	71	**38**	13,6365	98	0,0440	73
7	9,3410	98	0,0594	58	**39**	17,6390	69	1,8767	101
8	8,3103	69	0,0262	19	**40**	10,8836	98	0,0138	22
9	12,9967	98	0,0136	80	**41**	13,4976	98	0,0525	87
10	11,5015	98	0,0657	117	**42**	9,8281	98	0,0148	44
11	14,2118	98	0,1406	12	**43**	14,3720	98	0,0250	30
12	14,3303	98	0,0253	34	**44**	9,3291	98	0,0148	42
13	10,4432	98	0,0063	48	**45**	7,3588	98	0,0287	120
14	8,0899	98	0,0301	23	**46**	8,8301	98	0,0649	99
15	12,3000	98	0,0056	81	**47**	7,8856	98	0,0301	14
16	9,2271	69	0,0102	32	**48**	10,6233	98	0,0063	13
17	12,7146	98	0,0100	77	**49**	8,8364	98	0,0226	23
18	15,1254	98	0,0228	62	**50**	13,3658	98	0,2841	17
19	8,2397	69	0,0262	8	**51**	8,9044	98	0,0339	32
20	8,0002	98	0,0190	26	**52**	11,8026	98	0,0109	82
21	12,3059	98	0,1498	25	**53**	12,1714	98	0,0013	84
22	10,6453	98	0,0138	40	**54**	11,5009	98	0,0633	57
23	8,4651	98	0,0226	49	**55**	9,7553	98	0,0176	60
24	10,0678	98	0,0431	86	**56**	9,0061	98	0,0330	57
25	9,8935	98	0,0901	99	**57**	10,1009	98	0,0330	56
26	8,7104	98	0,0190	20	**58**	10,4620	98	0,0416	121
27	9,8129	98	0,0320	49	**59**	12,5713	98	0,2120	24
28	9,5197	98	0,0033	114	**60**	10,3314	98	0,0176	55
29	9,6527	98	0,0040	103	**61**	15,7779	98	0,1837	88
30	14,7469	98	0,0250	43	**62**	15,4920	98	0,0228	18
31	10,3542	98	0,0091	4	**63**	13,5299	98	0,0004	80
32	9,0047	98	0,0102	16	**64**	12,2345	98	0,0075	100



Tabela 28. Estimativas de medidas de dissimilaridade entre pares de famílias para os caracteres estudados referentes às árvores remanescentes (Situação D), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 14 anos de idade, em Selvíria – MS.

Continuação...

MAHALANOBIS (D^2)									
Distâncias					Distâncias				
Prog.	**Maior**	**Prog.**	**Maior**	**Prog.**	**Maior**	**Prog.**	**Maior**	**Prog.**	**Maior**
65	12,8443	98	0,0845	17	**94**	14,1910	98	0,0775	41
66	10,6378	98	0,0349	42	**95**	12,1254	98	0,0221	89
67	12,3947	98	0,0528	119	**96**	11,6689	39	0,3708	25
68	10,9760	98	0,0230	22	**97**	15,2458	98	0,2050	67
69	19,2527	98	1,2456	96	**98**	19,2527	69	5,6450	107
70	7,2898	98	0,0854	1	**99**	8,1909	98	0,0649	46
71	9,7404	98	0,0317	6	**100**	11,7974	98	0,0075	64
72	14,1752	98	0,0341	63	**101**	8,1803	69	0,2583	56
73	14,0681	98	0,0202	63	**102**	7,7574	98	0,0609	47
74	13,9036	98	0,2680	75	**103**	9,6702	98	0,0040	29
75	12,4140	98	0,0278	108	**104**	12,0083	98	0,0587	35
76	12,9524	98	0,0504	36	**105**	11,1711	98	0,2356	91
77	12,6423	98	0,0100	17	**106**	9,1794	98	0,0219	109
78	11,3713	98	0,0810	58	**107**	10,3920	69	0,0235	3
79	11,5436	98	0,0264	89	**108**	11,6077	98	0,0077	36
80	13,4013	98	0,0004	63	**109**	8,6317	98	0,0219	106
81	12,0024	98	0,0056	15	**110**	11,0999	98	0,1403	16
82	11,8408	98	0,0109	52	**111**	9,5569	98	0,0381	6
83	11,2684	98	0,0524	89	**112**	12,6313	98	0,0815	78
84	12,0563	98	0,0013	53	**113**	9,8703	98	0,0882	111
85	11,0821	98	0,0405	68	**114**	9,8696	98	0,0032	28
86	9,9462	69	0,0431	24	**115**	13,8390	98	0,0652	104
87	14,5809	98	0,0525	41	**116**	12,4926	98	0,0200	119
88	13,3121	98	0,1330	91	**117**	11,1484	98	0,0181	81
89	11,2316	98	0,0221	95	**118**	11,7305	98	0,0375	22
90	10,3574	98	0,1260	82	**119**	12,5870	98	0,0200	116
91	11,0599	98	0,1330	88	**120**	7,4292	98	0,0287	45
92	8,7083	98	0,0157	44	**121**	9,9996	98	0,0210	40
93	12,1335	98	0,0315	95					
Máximo			**19,2527**	→	**Progênies: 69 e 98**				
Mínimo			**0,0004**	→	**Progênies: 63 e 80**				
Média			**1,4818**						

Tabela 29. Contribuição relativa dos caracteres para a divergência – SINGH (1981), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, na situação D, para os caracteres: Altura, DAP, Forma e Volume.

Variável	S.j	Valor em %
DAP	4445,487482	41,32
Volume	3205,198801	29,79
Altura	3107,343506	28,88

Na situação D (aos 14 anos) a maior distância genética encontrada foi entre as progênies 69 e 98 (19,2527) e a menor (0,0004) entre as progênies 63 e 80, com média geral das distâncias de 1,4818 (Tabela 28). O caráter DAP, foi o que mais contribuiu para a divergência genética das progênies (41,32%), seguido do volume (29,79%) e da altura (28,88%). A contribuição do volume na divergência genética entre as progênies passou de 15,32% na situação A, para 29,79% na situação D. O caráter DAP foi o que mais contribuiu para a divergência genética entre as progênies nas situações A, C e D. Em relação ao agrupamento das progênies (Tabela 30), pelo método de otimização de Tocher, verifica-se nesta situação a formação de três grupos. No grupo I, concentram-se as progênies mais similares entre si (98%), e nos grupos II e III as progênies mais divergentes (39 e 98, respectivamente). No agrupamento ou grupo III (progênie 98), encontra-se a máxima divergência genética e também o melhor desempenho (performance) médio para os caracteres estudados. Assim pode-se obter uma alta heterose com o cruzamento, por exemplo, do grupo III (98) com o grupo II (39), apesar da relação entre divergência genética das progênies e o potencial produtivo dos híbridos serem duvidosas segundo Paiva (1994, pg. 607-615), pois além da divergência genética entre as progênies, ambas devem apresentar um

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

bom desempenho médio para o caráter desejado. Quando o objetivo do programa de melhoramento enfocar a recuperação de genes do genitor recorrente, deve-se dar preferência aos retrocruzamentos com as progênies mais similares geneticamente (DIAS E RESENDE 2001, p.217-287).

Tabela 30. Formação de grupos com base no método de aglomeração: otimização de tocher, entre os caracteres estudados referentes às árvores remanescentes (Situação D), e estimativas médias intragrupos envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 14 anos de idade, em Selvíria – MS.

GRUPO	INDIVÍDUOS	TOTAL	DAP (cm)	Altura (m)	Volume ($m^3.árv^{-1}$)
I	63-80-9-73-72-53-84-118-64-100-79-48-66-13-104-22-42-31-114-4-44-28-89-68-40-95-60-83-92-55-85-93-41-121-113-27-29-49-58-43-76-15-117-103-81-36-47-14-1-23-108-38-7-30-94-115-35-34-87-57-52-111-45-82-33-54-56-120-102-6-46-70-78-18-62-112-75-10-12-67-116-71-119-106-37-109-90-51-5-91-32-99-2-11-65-25-21-101-16-88-20-77-97-26-17-110-24-86-8-61-74-19-3-105-107-59-96-50-69	119	22,44	19,96	0,556
II	39	1	21,02	18,11	0,537
III	98	1	31,62	20,98	1,162

5.3. Ganhos na seleção

5.3.1. Seleção entre e dentro de progênies

Com os dados dos caracteres altura, DAP e volume, obtidos na situação D, fez-se uma projeção do ganho genético, caso for transformado o teste de progênies em um Pomar de Sementes por Mudas, com seleção entre progênies (30%) e dentro de progênies (10%).

As estimativas dos ganhos genéticos e da resposta correlacionada com seleção entre e dentro de progênies para os caracteres altura, DAP e volume são apresentados nas Tabelas 31 e 32, respectivamente.

As maiores estimativas de ganhos genéticos e resposta correlacionada foram encontradas entre as progênies. O caráter volume foi o que apresentou maior ganho genético (27,84%), já a altura de plantas apresentou o menor ganho genético (2,65). Moraes (2001, pg. 84) praticando a seleção entre e dentro de progênies de *Pinus caribaea* var *hondurensis*, obteve ganhos superiores para volume (30,50%), DAP (8,59%) e altura (7,34%). Com a seleção entre e dentro de progênies de *Pinus patula*, Leonardecz Neto (1998, pg. 63) obteve ganhos para volume (15,04%) e DAP (4,25%) inferiores aos encontrados no presente trabalho. Segundo Magnussen (1993, pg. 258-266), ganhos da ordem de 6% a 15%, tanto para altura como volume, correspondem a uma intensidade de seleção realista em um programa de melhoramento genético em espécies florestais. Assim, o caráter altura de plantas, com ganho de 2,65%, está abaixo da intensidade de seleção adequada, já os caracteres volume e DAP, estão dentro dos intervalos de ganhos adequados para um programa de melhoramento.



Tabela 31. Estimativas de ganhos na seleção entre (GS_E e GS_E%), dentro de progênies (GS_D e GS_D%) e total (GS e GS%), envolvendo os caracteres da situação D: altura, DAP e volume, em progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 14 anos em Selvíria – MS.

Caráter	GS_E	GS_E%	GS_D	GS_D%	GS	GS%
Altura (m)	0,28	1,48	0,22	1,17	0,50	2,65
DAP (cm)	1,25	5,96	1,00	4,77	2,25	10,73
Volume ($m^3.arv^{-1}$)	0,07	14,99	0,06	12,85	0,13	27,84

Analisando as respostas indiretas preditas em um determinado caráter, pela seleção direta praticada em outro caráter (Tabela 32), verifica-se que a seleção indireta mostrou-se superior à seleção direta quando os caracteres volume e DAP estão envolvidos. Segundo Falconer (1987, pg. 241-244) a seleção indireta pode ser superior à seleção direta, quando o caráter secundário (Y) tiver uma herdabilidade substancialmente mais alta do que o caráter desejado (X), e a correlação genética entre os dois caracteres for de alta magnitude, ou seja, para que a resposta correlacionada seja maior que o ganho com a seleção direta no próprio caráter ($RC_{X,Y} > GS_X$) deve-se ter a seguinte condição: $r_{G(X,Y)}.h_Y > h_X$. Os maiores ganhos com a seleção indireta (Tabela 32) foram para volume quando a seleção foi realizada no DAP (29,98%) e para volume quando a seleção foi realizada na altura (19,27%).

Como a correlação genética entre DAP e volume é de alta magnitude (1,00, Tabela 13) e a herdabilidade para volume (0,69) é menor do que a do DAP (0,73), tem-se uma excelente resposta em volume quando a seleção for realizada pelo DAP. Esses resultados discordam dos encontrados por Sehgal (1995, pg. 61) para *Pinus roxburghii*, Xie e Ying (1996, pg. 106) para

Pinus contorta ssp. *latifolia*, Hannrup e Ekberg (1998, pg 1377) para *Pinus sylvestris*, Moraes (2001, pg. 84) para *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, e Atwood et al. (2002, pg. 1033).

Em termos gerais, esses resultados evidenciam boas perspectivas de ganhos genéticos para os caracteres avaliados nessas condições. Devido o caráter DAP ser o mais indicado para a seleção ($\hat{b} = 0,52$), e também pela facilidade na obtenção dos dados de campo, e principalmente pelo ganho maximizado na seleção indireta com o volume, recomenda-se de fato que a seleção seja realizada com base no DAP.

Tabela 32. Estimativas da resposta correlacionada na seleção entre (RC_E e RC_E%), dentro de progênies (RC_D e RC_D%) e total (RC e RC%), envolvendo os caracteres da situação D: altura (A), DAP(D) e volume (V), em progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 14 anos em Selvíria – MS.

Caráter[(1)]	RC_E	RC_E%	RC_D	RC_D%	RC	RC%
Altura x DAP	0,27	1,43	0,22	1,17	0,49	2,60
Altura x Volume	0,28	1,48	0,23	1,22	0,51	2,70
DAP x Altura	0,78	3,72	0,62	2,96	1,40	6,68
DAP x Volume	1,31	6,25	1,08	5,15	2,39	11,40
Volume x Altura	0,05	10,71	0,04	8,56	0,09	19,27
Volume x DAP	0,08	17,13	0,06	12,85	0,14	29,98

[(1)]Seleção no caráter da direita.

5.3.2. Índice multi-efeito - IME

As estimativas dos valores genéticos obtidos pelo índice multi-efeito (IME), da forma como foi estimado, para os dez primeiros e os dez últimos indivíduos, são apresentadas na Tabela 23A. Observa-se que a amplitude de variação do IME, para o caráter DAP, foi de 10,091cm (progênie 98, repetição 6, árvore 2) a –5,362cm (progênie 59, repetição 2, árvore 3).

O número médio de indivíduos selecionados por progênie é de suma importância tanto para elevar o tamanho efetivo populacional, como manter uma alta diversidade genética da população de melhoramento. Segundo Moraes (2001, pg. 87) com a seleção dos melhores indivíduos pelo IME, delimitando um valor máximo de indivíduos selecionados por progênie (K_f), consegue-se um aumento no número de progênies selecionadas, um tamanho efetivo populacional adequado e uma boa diversidade genética. Desse modo, no presente trabalho, simulou-se três tipos de seleção (segundo MORAES 2001, pg. 85), com base no IME, a primeira com o K_f (número de indivíduos selecionados por progênie) variável; a segunda com K_f fixo igual a 6, o que corresponde a uma intensidade de seleção de 29,75% entre e 16,67% dentro de progênies, e a terceira com K_f no máximo 5 indivíduos.

Os dados correspondentes ao ganho genético (G_s), eficiência do ganho (Ef.%), divergência genética (D) e tamanho efetivo populacional (Ne), com a utilização do índice multi-efeito (para o caráter DAP), estão apresentados na Tabela 33.

A utilização do IME – K_f variável – proporcionou em relação ao IME – K_f fixo – (seleção entre + dentro de progênies), um aumento de 80,55% no número de progênies selecionadas (N_f = 65), uma redução do número de plantas por progênies ($\overline{K}_f$ = 3,32), uma manutenção no tamanho efetivo populacional (N_e = 98,63), resultando em um leve aumento (4,6%) na divergência genética, porém com uma eficiência no ganho da seleção na ordem de 22,41%. Já o uso do IME– K_f máximo 5–, em relação ao IME– K_f fixo–, proporcionou um aumento no número de progênies selecionadas (74), uma diminuição no número de indivíduos por progênies

(2,92), um aumento no tamanho efetivo populacional (126,73), um aumento considerável na divergência genética (57,95%), e com uma maior eficiência no ganho genético (12,35%). Assim, a seleção dos melhores indivíduos com no máximo 5 representantes de cada progênie, seria recomendável, pois além de proporcionar eficiência no ganho genético ainda mantém uma alta diversidade genética na população referencial, ou seja, condições ideais para o melhoramento genético.



Tabela 33. Comparação entre os indivíduos selecionados, com base no DAP, pelo Índice multi-efeito (IME), com K_f - fixo – (seleção entre e dentro), K_f – variável e K_f – máximo 5, em progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 14 anos, em Selvíria – MS.

IME – Kf: variável				IME – Kf: fixo (Sel. E + D)		IME – Kf: máximo 5			
Progênie	**Kf**	**Progênie**	**Kf**	**Progênie**	**KF**	**Progênie**	**Kf**	**Progênie**	**Kf**
1	3	58	4	1	6	1	5	53	1
2	6	62	1	2	6	2	5	56	3
3	4	65	2	3	6	3	4	57	1
4	1	66	4	7	6	4	3	58	5
6	2	70	6	8	6	6	2	62	1
7	4	71	1	10	6	7	5	65	2
8	3	74	1	19	6	8	4	66	4
10	1	77	6	20	6	10	1	69	1
13	2	78	5	23	6	13	3	70	5
14	1	79	2	25	6	14	1	71	1
16	1	84	1	26	6	16	1	74	1
17	4	92	2	28	6	17	5	75	1
19	4	96	12	34	6	19	4	76	2
20	9	98	16	40	6	20	5	77	5
21	4	99	4	42	6	21	5	78	5
22	2	100	1	44	6	22	2	79	2
23	3	101	1	45	6	23	4	84	1
24	1	102	1	46	6	24	1	87	1
25	11	104	2	47	6	25	5	92	3
26	7	105	1	50	6	26	5	96	5
28	2	106	4	56	6	28	3	98	5
29	2	107	3	58	6	29	2	99	5
34	1	108	1	65	6	32	2	100	1
35	1	109	6	66	6	34	1	101	2
38	2	111	2	70	6	35	2	102	1
40	2	112	4	77	6	36	1	103	1
42	5	113	4	78	6	38	2	104	2
44	3	114	2	84	6	40	3	105	1
45	6			92	6	42	5	106	5
46	3			96	6	43	1	107	4
47	3			98	6	44	3	108	2
48	1			99	6	45	5	109	5
49	4			104	6	46	4	111	2
50	5			107	6	47	3	112	4
53	1			109	6	48	1	113	5
56	2			111	6	49	4	114	2
57	1					50	5	118	2
N		216		216		216			
N_f		65		36		74			
$\bar{K}_f$		3,32		6		2,92			
σ^2_{Kf}		8,10		0		2,62			
N_e		98,63		96		126,73			
IME (cm)		3,30		2,70		3,03			
N_{fo}		119		119		119			
N_{ef}		37,75		36		56,76			
D		0,317		0,303		0,477			
GS (%)		14,69		12,00		13,48			
EF (%)		22,41		-		12,35			

N: nº de indivíduos selecionados; N_f: nº de progênies selecionadas; K_f: nº de indivíduos selecionados por progênies; $\bar{K}_f$: nº médio de indiv. selecionados por progênie; σ^2_{Kf}: variância do nº de indiv. selecionados por progênie; N_e: tamanho efetivo; N_{fo} = 119 (progênies do CCGMPT); N_{fe}: nº efetivo de progênies selecionadas; D: divergência genética; GS: ganho na seleção; Ef (%): eficiência do IME em relação à seleção entre e dentro de progênies;

5.3.3. Seleção com base na melhor predição linear não viciada – BLUP

Em programas de melhoramento genético de espécies arbóreas são de suma importância a predição dos efeitos aditivos e valores genotípicos. Segundo Resende (2002a, pg. 386), a predição de valores genéticos exige a prévia ou simultânea estimativa dos componentes de variância e de parâmetros genéticos, a qual pode ser realizada pelo método dos quadrados mínimos, para situações de dados balanceados, ou pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML) para dados desbalanceados. Desse modo, o procedimento ótimo de estimação/predição de valores genéticos no melhoramento de espécies perenes é o REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita/melhor predição linear não viciada). Porém, segundo Resende (2002a), para casos de dados balanceados, a estimativa de componentes de variância pelo método dos quadrados mínimos (análise de variância) equivale a obtida por REML, e a predição de valores genéticos pelo índice multi-efeitos (RESENDE E HIGA 1994, pg. 5-11) equivale ao BLUP individual. Resende et al. (2001, pg. 192) comentam algumas vantagens da utilização dos modelos lineares mistos (REML/BLUP) na estimativa de parâmetros genéticos e predição de valores genotípicos no melhoramento de espécies florestais, dentre elas a flexibilidade de sua utilização em experimentos balanceados e desbalanceados, a não exigência de dados obtidos sob estruturas rígidas de experimentação, permite utilizar simultaneamente um grande número de informações provenientes de vários experimentos, gerando estimativas mais precisas, e principalmente a vantagem de corrigir os dados para os efeitos ambientais predizendo de maneira precisa e não viciada o ganho genético com a seleção.

O procedimento REML/BLUP vem sendo aplicado com sucesso no melhoramento de plantas perenes no Brasil como a pupunheira (FARIAS NETO e RESENDE 2001, pg. 320-324), a aceroleira (PAIVA et al. 2002, pg. 799-807), o cacaueiro (RESENDE e DIAS 2000, pg. 44-52; DIAS e RESENDE 2001, pg. 217-287), o cafeeiro (RESENDE et al. 2001, pg. 185-193), a seringueira (KALIL FILHO et al. 2000, pg. 1883-1887; COSTA et al. 2000, pg. 671-679;



COSTA et al. 2002a, pg. 579-586; COSTA et al. 2002b, pg. 131-139), a erva-mate (SIMEÃO et al. 2002, pg. 1589-1596), o cupuaçuzeiro (SOUZA et al. 2002, pg. 471-478), a palmeira real (PURBA et al. 2001, pg. 787-792; BOVI et al. 2002, pg. 141), o *Eucalyptus* (RESENDE et al. 1993, pg. 144-147) e o *Pinus* (RESENDE et al. 1996a, pg. 3-22; RESENDE et al. 1996b, pg. 23-42; KERR 1998, pg. 484-493; PALUDZYSZYN FILHO et al. 2002, pg. 1719-1726; MISSIO et al. 2004).

Na Tabela 25A são apresentadas algumas estimativas de parâmetros genéticos pela metodologia de modelos mistos (REML/BLUP), encontrados na literatura para algumas espécies arbóreas.

As estimativas de parâmetros genéticos e predição de valores genéticos e genotípicos aditivos foram obtidas com o auxilio do *software* SELEGEN-REML/BLUP (RESENDE 2002b, 65p.), seguindo o modelo linear misto aplicado a progênies de polinização livre, no delineamento em blocos ao acaso, com várias plantas por parcela e uma medição por indivíduo. Os resultados do emprego dessa metodologia, através dos dados obtidos para os caracteres DAP e volume (situação D) são discutidos em dois itens distintos: valores genéticos e ganhos na seleção.

Valores genéticos

Nas Tabelas 34 e 35 são apresentados os efeitos aditivos ($\hat{a}$), genotípicos ($\hat{g}$, assumindo grau médio de dominância igual a 1 em uma população com nível intermediário de melhoramento), valores genotípicos ($\hat{\mu} + \hat{g}$) e valores genético aditivo ($\hat{\mu} + \hat{a}$) preditos para as 20 melhores árvores de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, para os caracteres DAP e volume, respectivamente. Optou-se por estimar os valores genotípicos para os caracteres DAP e volume, por apresentarem maiores herdabilidades (Tabela 9), alta variabilidade genética (Tabela 7) e também por apresentarem uma alta correlação genética com os demais caracteres (Tabela 13).

Segundo Resende (2002a, pg. 706) nos testes de progênies de polinização livre pode-se realizar a seleção dos melhores indivíduos para transformação em pomares de sementes por mudas (propagação via sementes, sexuada), ou para formação de para pomares de sementes clonais (propagação vegetativa, assexuada).

Verifica-se que dentre as 20 melhores árvores selecionadas, considerando propagação sexuada (árvores ordenadas por $\hat{a}$), 16 (80%) são as mesmas selecionadas para propagação assexuada (ordenados por $\hat{g}$), para o caráter DAP (Tabela 34), e 15 (75%) para o caráter volume (Tabela 35), porém a seqüência das melhores árvores é alterada pelo tipo de propagação considerada. Esse fato também foi observado por Resende e Dias (2000, pg. 49) para o caráter número de frutos por planta, em progênies de irmãos completos de cacaueiro. Portanto, a seleção dos melhores indivíduos com base no sistema de propagação (sexuada ou assexuada) está intimamente ligada aos objetivos do programa de melhoramento da espécie. Caso o objetivo seja a transformação do teste de progênie em pomares de sementes por mudas, os melhores indivíduos devem ser selecionados com base em $\hat{a}$, caso o objetivo seja fornecer material para instalação de um pomar de semente clonal, então deve-se selecionar os indivíduos com base em $\hat{g}$, para que haja uma maximização no ganho genético.

Os valores genotípicos ($\hat{\mu} + \hat{g}$) e genético aditivo ($\hat{\mu} + \hat{a}$) preditos para as 20 melhores árvores variaram de 35,54 a 29,31 e 32,40 e 27,47, respectivamente, para o caráter DAP (Tabela 34), enquanto que para volume (Tabela 35) variaram de 1,44 a 1,01 e 1,22 a 0,87, respectivamente. De maneira geral, os valores genotípicos ($\hat{\mu} + \hat{g}$) preditos, foram superiores ao genético aditivo ($\hat{\mu} + \hat{a}$), tanto para o caráter DAP como para volume, o que pode indicar maiores possibilidades de ganhos com a implantação de pomares de sementes clonais, que irá depender da acurácia seletiva dos valores genotípicos, da intensidade de seleção e da variância genotípica. Para efeito de comparação entre os métodos de seleção, na Tabela 24A e no

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Gráfico 1, são apresentados as estimativas dos valores genéticos obtidos pelo IME e pelo BLUP dos cinqüenta melhores indivíduos para o caráter DAP.

Tabela 34. Efeitos aditivos ($\hat{a}$), valores genético aditivo ($\hat{\mu}+\hat{a}$), efeitos genotípicos ($\hat{g}$) e valores genotípicos ($\hat{\mu}+\hat{g}$) preditos para os 20 melhores indivíduos de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, para o caráter DAP (cm), aos 14 anos, em Selvíria – MS.

	Propagação sexuada					Propagação assexuada				
Ordem	Bloco	Progênie	Árvore	$\hat{a}$	$\hat{\mu}+\hat{a}$	Bloco	Progênie	Árvore	$\hat{g}$	$\hat{\mu}+\hat{g}$
1	6	98	2	9,92	32,40	6	98	2	13,06	35,54
2	6	98	1	8,69	31,18	6	98	1	11,02	33,50
3	1	98	1	7,93	30,42	5	46	3	10,65	33,13
4	1	98	3	7,60	30,09	1	98	1	9,75	32,23
5	2	98	1	7,23	29,71	1	98	3	9,20	31,68
6	5	46	3	7,01	29,49	2	23	1	9,07	31,55
7	5	98	3	6,90	29,39	2	98	1	8,58	31,06
8	5	98	2	6,80	29,29	5	98	3	8,04	30,52
9	3	98	2	6,75	29,23	1	19	1	8,00	30,48
10	4	98	2	6,07	28,56	2	92	3	7,89	30,37
11	1	96	1	5,70	28,19	5	98	2	7,87	30,35
12	4	98	3	5,68	28,16	1	70	1	7,84	30,32
13	2	23	1	5,65	28,14	1	96	1	7,79	30,27
14	3	98	1	5,39	27,88	3	98	2	7,78	30,26
15	2	99	1	5,34	27,83	2	99	1	7,44	29,92
16	1	70	1	5,23	27,72	1	26	3	7,28	29,76
17	4	98	1	5,21	27,70	2	111	2	7,04	29,52
18	1	19	1	5,14	27,62	3	109	1	6,90	29,38
19	1	26	3	5,04	27,52	5	99	1	6,86	29,34
20	5	99	1	4,99	27,47	6	47	2	6,83	29,31

$\hat{\mu}$ = 22,47

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Tabela 35. Efeitos aditivos ($\hat{a}$), valores genético aditivo ($\hat{\mu}+\hat{a}$), efeitos genotípicos ($\hat{g}$) e valores genotípicos ($\hat{\mu}+\hat{g}$) preditos para os 20 melhores indivíduos de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, para o caráter volume (m^3.árvore^{-1}), aos 14 anos, em Selvíria – MS.

	Propagação sexuada					Propagação assexuada				
Ordem	Bloco	Progênie	Árvore	$\hat{a}$	$\hat{\mu}+\hat{a}$	Bloco	Progênie	Árvore	$\hat{g}$	$\hat{\mu}+\hat{g}$
1	6	98	2	0,66	1,22	6	98	2	0,88	1,44
2	6	98	1	0,53	1,09	5	46	3	0,77	1,33
3	1	98	1	0,51	1,07	6	98	1	0,68	1,24
4	5	46	3	0,49	1,05	2	23	1	0,67	1,23
5	1	98	3	0,48	1,04	1	98	1	0,63	1,19
6	2	98	1	0,46	1,02	1	26	3	0,62	1,18
7	3	98	2	0,42	0,98	1	19	1	0,59	1,15
8	2	23	1	0,42	0,98	1	98	3	0,58	1,14
9	1	26	3	0,41	0,97	2	98	1	0,56	1,12
10	5	98	3	0,40	0,96	1	96	1	0,53	1,09
11	1	19	1	0,39	0,95	3	98	2	0,50	1,06
12	5	98	2	0,39	0,95	3	109	1	0,49	1,05
13	1	96	1	0,38	0,94	1	70	1	0,48	1,04
14	4	98	2	0,37	0,93	5	45	1	0,48	1,04
15	4	98	3	0,34	0,90	2	10	3	0,48	1,04
16	3	98	1	0,33	0,89	4	3	3	0,47	1,03
17	3	109	1	0,32	0,88	1	16	3	0,47	1,03
18	1	70	1	0,32	0,88	5	98	3	0,45	1,01
19	5	45	1	0,31	0,87	4	26	1	0,45	1,01
20	4	3	3	0,31	0,87	3	19	3	0,45	1,01

$\hat{\mu} = 0{,}559$



Ganhos na seleção

Os ganhos genéticos (G_S), média da população melhorada (M), número de progênies selecionadas (N_f), número médio de árvores selecionadas por progênie ($K_{\bar{f}}$), tamanho efetivo populacional (N_e), divergência genética (D) em função do número de árvores selecionadas (N) e a eficiência do BLUP em relação ao IME e a seleção entre e dentro de progênies, para os caracteres DAP e volume, são apresentados na Tabela 36.

A seleção com base no DAP proporcionou ganhos genéticos de até 33,33%, dependendo do número de indivíduos (N) selecionados (Tabela 36). A seleção das 200 melhores árvores pelo BLUP, pertencentes a 63 progênies, proporcionou um ganho de 15%, com um número médio de árvores selecionadas por progênies de 3,18, um tamanho efetivo populacional de 92,06 e uma diversidade genética de 0,30. Quando a seleção foi baseada no volume, além dos ganhos serem superiores aos do DAP, há um acréscimo (15,9%) no número de progênies selecionadas, um decréscimo (16%) do número médio de árvores selecionadas por progênies, um acréscimo (10%) no tamanho efetivo populacional e na diversidade genética (15%), que são de suma importância para a transformação do teste de progênies em pomares de semente por muda ou para instalação de pomares de semente clonal. De maneira geral, a diversidade genética medida para o caráter volume foi superior ao DAP.

Com a seleção das 216 melhores árvores, a eficiência do BLUP com relação à seleção entre e dentro de progênies e ao IME (Tabela 36) foram de 35,60% e 13,94%, respectivamente, para o caráter DAP. Para o volume, a eficiência sobre a seleção entre e dentro foi de 22,09%, demonstrando a superioridade do procedimento BLUP de seleção.

Na Tabela 37 são apresentados os efeitos aditivos ($\hat{a}$), o ganho genético (GS%) das 20 melhores progênies (genitores) que corresponde a uma intensidade de seleção entre progênies de aproximadamente 17%, e a acurácia seletiva de progênies e genitores ($\hat{r}_{a\hat{a}}$). Os ganhos genéticos com a seleção das melhores progênies para o caráter volume foram superiores aos ganhos para o

DAP. Com a seleção das 20 melhores progênies, das quais 16 (80%) são comuns entre os dois caracteres, os ganhos foram de 32,37% e 13,83%, para DAP e volume, respectivamente. Os efeitos aditivos (â) para as progênies variaram de 0,63 a 0,09 e 10,40 a 1,68, para os caracteres volume (m^3.árvore^{-1}) e DAP (cm), respectivamente.

As acurácias ou correlação entre os valores genotípicos preditos e os verdadeiros foram de 0,76 e 0,79, para volume e DAP, respectivamente. Segundo Resende (2002a, pg. 83), a acurácia é uma medida que está associada a precisão na seleção e é o principal elemento do progresso genético, em que o melhorista pode alterar visando maximizar o ganho genético. A acurácia pode ser aumentada por meio de uma experimentação mais adequada, mantendo-se o mesmo tamanho do experimento, porém alterando o número de parcelas e de repetições (Resende et al., 2001, pg. 191). As acurácias encontradas nesse trabalho foram superiores as encontradas por Sampaio et al. (2002, pg 634) para *Pinus oocarpa* (em todos os caracteres estudados), Resende et al. (2001, pg 191) para cafeeiro (para os caracteres altura, diâmetro e número de pares de ramos plagiotrópicos) e Costa et al. (2000a, b) para seringueira.

A acurácia seletiva, segundo Resende (2002a, pg. 656), pode ser considerada baixa ($0,01 \leq \hat{r}_{a\hat{a}} \leq 0,40$), moderada ($0,40 < \hat{r}_{a\hat{a}} < 0,70$) e alta ($\hat{r}_{a\hat{a}} \geq 0,70$), estando intimamente ligada a herdabilidade do caráter. Desse modo, as acurácias encontradas no presente trabalho, podem ser consideradas de alta magnitude, pois $\hat{r}_{a\hat{a}} \geq 0,70$.



Tabela 36. Ganhos genéticos (G_S), média da população melhorada (M), número de progênies selecionadas (N_f), número médio de árvores selecionadas por progênie ($K_{\hat{f}}$), tamanho efetivo populacional (N_e) e divergência genética (D) em função do número de árvores selecionadas (N), pelo método da melhor predição linear não viciada (BLUP), para os caracteres DAP e volume, em progênies de *P. caribaea* var. *bahamensis*, aos 14 anos, em Selvíria – MS.

Caráter	N	G_S	G_S(%)	M	N_f	K_f	N_e	D	Ef(%)[1]	Ef(%)[2]
	10	7,49	33,33	29,97	2	5,00	2,78	0,010	210,62	48,53
	50	5,12	22,79	27,60	20	2,45	20,61	0,065	112,39	29,64
DAP	100	4,22	18,78	26,71	43	2,33	49,35	0,167	75,02	17,45
(cm)	150	3,72	16,56	26,20	56	2,68	74,86	0,253	54,33	17,11
	200	3,37	15,00	25,85	63	3,18	92,06	0,290	39,79	15,47
	216	3,27	14,55	25,76	67	3,22	101,01	0,320	35,60	13,94
	250	3,10	13,80	25,58	75	3,33	113,21	0,362	28,61	8,07
	10	0,48	85,87	1,04	4	2,50	4,40	0,016	208,44	-
	50	0,32	57,25	0,88	23	2,17	22,95	0,076	105,64	-
Volume	100	0,26	46,51	0,82	44	2,27	50,37	0,172	67,06	-
($m^3.árv^{-1}$)	150	0,23	41,15	0,79	58	2,59	76,54	0,263	47,81	-
	200	0,20	35,78	0,76	73	2,74	101,27	0,345	28,52	-
	216	0,19	33,99	0,75	75	2,88	105,40	0,351	22,09	-
	250	0,18	32,20	0,74	81	3,09	117,51	0,383	15,66	-

[1]Eficiência em relação à seleção entre e dentro (Tabela 31); [2]Eficiência em relação ao índice multi-efeitos (Tabela 33).

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Tabela 37. Efeitos aditivos ($\hat{a}$), ganhos genético (G_S) e acurácia da seleção de progênies e genitores ($\hat{r}_{\hat{a}a}$) das 20 melhores progênies (genitores) de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, paras os caracteres volume ($m^3.árv^{-1}$) e DAP (cm), aos 14 anos, em Selvíria – MS.

	Volume ($m^3.árv^{-1}$)				DAP (cm)			
Ordem	Progênie	â	GS	GS(%)	Progênie	â	GS	GS(%)
1	98	0,63	0,63	113,31	98	10,40	10,40	46,26
2	96	0,29	0,46	82,73	96	5,14	7,77	34,56
3	99	0,22	0,38	68,35	99	4,38	6,64	29,54
4	26	0,21	0,34	61,15	25	3,92	5,96	26,51
5	20	0,21	0,31	55,76	26	3,34	5,44	24,20
6	25	0,17	0,29	52,16	20	3,31	5,08	22,60
7	19	0,17	0,27	48,56	46	3,07	4,79	21,31
8	70	0,16	0,26	46,76	70	2,65	4,53	20,15
9	107	0,16	0,25	44,96	21	2,65	4,32	19,22
10	3	0,15	0,24	43,17	50	2,58	4,14	18,42
11	46	0,14	0,23	41,37	45	2,38	3,98	17,70
12	109	0,14	0,22	39,57	2	2,35	3,85	17,13
13	8	0,13	0,21	37,77	77	2,25	3,72	16,55
14	45	0,13	0,21	37,77	78	2,21	3,62	16,10
15	106	0,12	0,20	35,97	109	2,16	3,52	15,66
16	1	0,12	0,20	35,97	1	2,05	3,43	15,26
17	78	0,10	0,19	34,17	7	2,02	3,35	14,90
18	7	0,10	0,19	34,17	17	1,91	3,27	14,55
19	21	0,09	0,18	32,37	106	1,70	3,18	14,15
20	23	0,09	0,18	32,37	19	1,68	3,11	13,83
$\hat{r}_{\hat{a}a}$		0,76				0,79		

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

6. CONCLUSÕES

As progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* apresentam uma expressiva variabilidade genética e um bom desenvolvimento para os caracteres estudados, em Selvíria–MS.

Mesmo com o desbaste dos indivíduos inferiores dentro das progênies, conseguiu-se manter uma boa variabilidade genética no teste de progênies, abrindo boas perspectivas para transformação do teste de progênies num Pomar de Semente por Mudas e para obtenção de propágulos para implantação de um Pomar Clonal.

A variação genética entre as progênies estudadas e as herdabilidades, evidenciam a possibilidade de continuidade do programa de melhoramento genético com esta população.

Existe correlação genética alta e positiva entre os caracteres de crescimento, principalmente entre DAP e volume, e negativas e de baixa magnitude entre densidade e volume. A análise do coeficiente de trilha preconizou a importância do DAP, através dos efeitos diretos e indiretos, sobre o volume.

Foram identificados grupos de progênies divergentes para uso em programas de hibridação e pouco divergentes para uso em programas de retrocruzamentos.

A utilização do índice multi-efeito, na seleção de indivíduos superiores, apresentou ganhos genéticos superiores a seleção entre e dentro de progênie.

A utilização do BLUP, na seleção de indivíduos superiores, por ser ideal para dados desbalanceados, propiciou ganhos genéticos consideravelmente maiores que o IME, e confiáveis valores genéticos e genotípicos.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCP. Normas de ensaios da Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel, São Paulo, Brasil. (ABCP M 14/70).

ALMEIDA, J. Características de crescimento e qualidade da madeira de progênies de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Viçosa, 63p. 1993. (Mestrado – Universidade Federal de Viçosa/UFV).

AMARAL, A. C.; FERREIRA, M.; COUTO, H. T. Z. Métodos de avaliação da densidade básica da madeira em populações de pinheiros tropicais. **IPEF**, Piracicaba, v.15, p.47-67, 1977.

ATWOOD, R. A.; WHITE, T. L.; HUBER, D. A. Genetic parameters and gains for growth and wood properties in Florida source loblolly pine in the southeastern United States. **Canadian Journal of Forest Research,** Ottawa, v.32, p.1025-1038, 2002.

BALLARIN, A. W; PALMA, H. A. L. Propriedades da resistência e rigidez da madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, p. 371-380, 2003.

BARRICHELO, L. E. G. **Estudos das características físicas, anatômicas e químicas da madeira de *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis* Barr. e Golf. para produção de celulose Kraft.** Piracicaba, 1979. 167p. (Livre-Docência – ESALQ/USP).

BARNES, R. D.; MULLIN, L. J.; BATLLE, G. Genetic control of eight year traits in *Pinus patula* Shiede and Deppe. **Silvae Genetica.** Frankfurt, v.41, n.6, p.318-326, 1992.

BOVI, M. L. A.; RESENDE, M. D. V.; SPIERING, S. H. 2002. Genetic parameters estimation in King palm through a mixed mating system model. **In: Congresso Brasileiro de Olericultura e 11° Congresso Latino Americano de Horticultura.** Horticultura Brasileira. Suplemento. 20:141.

BRITO, J. O., BARRICHELO, L. E. G. Correlações entre características físicas e químicas da madeira e a produção de carvão: 2. Densidade da madeira x Densidade do carvão. **IPEF**, Piracicaba, n.20, p.121-126. 1980.

BRITO, J.O., BARRICHELLO, L.E.G., FERREIRA, M. O melhoramento dos caracteres da madeira frente à produção de celulose e papel. **Boletim Informativo IPEF**, Piracicaba, v.6, n.19, p.95-115, 1978.

BUENO FILHO, J. S. S. **Seleção combinada versus seleção seqüencial no melhoramento de populações florestais**. Piracicaba, 1992. 96p. (Mestrado – ESALQ/USP).

CANGIANI, S. M. P. Qualidade da madeira de *Pinus* na Duraflora. In: Anais do workshop "Qualidade da madeira em *Pinus*". **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, 9(27):1-98, 1993.

CARON NETO, M. O manejo de *Pinus* em função das perspectivas do mercado de toras. In: **1º SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL**, Santa Maria-RS, p.149-162. 2000.

CASER, R. L. **Variações genéticas e interações com locais em pinus tropicais e suas associações com parâmetros climáticos.** Piracicaba, 1984. 104p. (Mestrado – ESALQ/USP).

CORREA, A. M. V. **Variação das características anatômicas e da densidade básica da madeira em árvores de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barret e Golfari em função do espaçamento de plantio.** Piracicaba, 1995. 68p. (Mestrado ESALQ/USP).

COSTA, R. B. da. **Métodos de seleção, interação genótipo x ambiente e ganho genético para o melhoramento de seringueira no Estado de São Paulo.** Curitiba – UFPR, 1999. 145p. (Doutorado-Universidade Federal do Paraná).

COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V.; ARAÚJO, A. J.; GONÇALVES, P. S.; HIGA, A. R. Selection and genetic gain in rubber tree (*Hevea*) populations using a mixed mating system. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v.23, n.3, p.671-679, 2000.

COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V.; GONÇALVES, P. S.; ARRUDA, E. J.; OLIVEIRA, L.C.S; BORTOLETO, N. Prediction of genotypic values for yield trait in rubber tree-clone test trial using REML/BLUP procedure. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.2, n.4, p.579-586, 2002a.

COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V.; GONÇALVES, P. S.; SILVA, M.A. Multivariate individual REML/BLUP in the presence of genotype x environment interaction in rubber tree (*Hevea*) breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.2, n.1, p.131-139, 2002b.

COTTERILL, P.P., DEAN, C.A. **Successful tree breeding with index selection**. CSIRO, Melbourne, 1990, 80p.

COTTERILL, P.P., ZED, P.G. Estimatives of genetic parameters for growth and form traits in for *Pinus radiata* D. Don progeny tests in south Australia. **Australian Forest Research,** Melbourne, v.10, p.177-267, 1980.

CRONQUIST, A.; TAKHTAJAN, A.; ZIMMERMANN, W. On the higher taxa of embryobionta. **Taxon**, v.15, p.129-134, 1966.

CRUZ, C. D. **Programa GENES: versão Windows, aplicativo computacional em genética e estatística.** Viçosa, UFV, 2001. 648p.

CRUZ, C. D., REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2º Edição, 390p. 2001.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** Viçosa:UFV, v.2, 585p. 2003.

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, v.13, p.271-78, 1983.

DEAN, C.A., COTTERILL, P.P., EISEMANN, R.L. Genetic parameters and gains expected from selection in *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in Northern Queensland, Australia. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.35, n.5-6, p.229-236, 1986.

DIAS, L.A.S. **Divergência genética e fenética multivariada na predição de híbridos e preservação de germoplasma de cacau (*Theobroma cacao* L.).** Piracicaba, 1994, 94p. (Doutorado - ESALQ/USP).

DIAS, L. A. S.; RESENDE, M. D. V. Estratégias e métodos de seleção. In: DIAS, L. A. S. (Ed.). **Melhoramento genético do cacaueiro**. Viçosa: FUNAPE, 2001. p.217-287.

DIETERS, M. J.; NIKLES, D. G.; TOON, P. G.; POMROY, P. Genetic parameters for F1 hybrids of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* with both *Pinus oocarpa* and *Pinus tecunumanii*. **Canadian Journal of Forest Research.** Ottawa, v. 27, p. 1024-1031, 1997.

DVORAK, W. S.; WRITH, J. A. Offspring-parent correlations for wood density of *Pinus tecunumanii* in between native and exotic environments. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.24, p.1593-1596, 1994.

EGUILUZ-PIEDRA, T. A.; ZOBEL, B. J. Geographic variation in wood properties of *Pinus tecunumanii*. **Wood and fiber science**, v.18, n.1, p.68-75, 1986.

EINSPAHR, W., GODDARD, R.E., GARDNER, H.S. Slash pine, wood and fiber property heritability study. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.13, n.4, 103-109, 1964.

ELSTON, R. C. A weight-free index for the purpose of ranking or selection with respect to several traits at a time. **Biometrics**, v.19, p.85-97, 1963.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa.** Trad. M. A. SILVA, J. C. SILVA. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1981. 279p.

FARIAS NETO, J. T; RESENDE, M. D. V. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de componentes de variância e predição de valores genéticos em pupunheira (*Bactris gasipaes* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.320-324, 2001.

FERREIRA, M. Melhoramento florestal e silvicultura intensiva com Eucalipto. **Silvicultura**, São Paulo, v.31: p.5-11. 1983.

FERREIRA, M.; SANTOS, P. E. T. Melhoramento genético florestal dos *Eucalyptus* no Brasil – Breve histórico e perspectivas. **IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of *Eucalyptus*.** Salvador, n.24-29, p.14-35, 1997.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

FIER, I. S. N., KIKUTI, P. Perspectivas para utilização de espécies de *Pinus* spp. do México e América Central na região de Telêmaco Borba-PR. In: SBS (ed.) **7º Congresso Florestal Brasileiro. Curitiba**, Anais...1:139-143. 1993.

FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Standards termos for describing wood.** USDA Forest Service Research Paper, Forest Products Laboratory, Madison, (0171):1-10. 1973.

GAPARE, W. J.; HODGE, G. R.; DVORAK, W. S. Genetic parameters and provenance variation of *Pinus maximinoi* in Brazil, Colombia and South Africa. **Forest Genetics**, v.8, n.2, p.159-170, 2001.

GOLFARI, L.; CASER, R. L.; MOURA, V. P. G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil; 2ª aproximação.** Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 66p. (PRODEPEF. Série Técnica, 11).

GURGEL GARRIDO, L. M. do A., ROMANELLI, R. C., GARRIDO, M. A. de O. Variabilidade genética de produção de resina, DAP e altura em *Pinus caribaea* Mor. Var. *bahamensis* Barr et Golf. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, n.8, pg.89-98, 1996.

GURGEL GARRIDO, L. M. do A.; KAGEYAMA, P. Y. Alterações nas estimativas dos parâmetros genéticos de produção de resina de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii*, em conseqüência de desbaste. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.5, n.2, p.123-131, 1993.

GWAZE, D. P.; WOLLIANS, J. A.; KANOWSKI, P. J.; BRIDGWATER, F. E. Interactions of genotype with site for height and stem straightness in *Pinus taeda* in Zimbabwe. **Silvae Genetica,** Frankfurt, v.50, p.135-140, 2001.

HANNRUP, B.; EKBERG, I. Age-age correlations for tracheid length and wood density in *Pinus sylvestris*. **Canadian Journal Forest Research**, Ottawa, v.28, p.1373-1379, 1998.

HARDING, K.J., KANOWSKI, P.J., WOOLASTON, R.R. Preliminary genetic parameter estimates for some wood quality traits of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in Queensland, Australia. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.40, n.3/4, p.152-156, 1991.

HAZEL, L. N. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, v.33, p.476-490, 1943.

HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira.** Ilha Solteira, UNESP/FEIS/Área de Hidráulica e Irrigação. 45p. 1995.

HODGE, G.R.; DVORAK, W. S. Genetics parameters and provenenance variation of *Pinus tecunumanii* in 78 international trials. **Forest Genetics**. Bethesda, v.6, n.3, p.157-180, 1999.

HODGE, G.R., WHITE, T.L. Genetic parameter estimates for growth traits at different ages in slash pine and some implications for breeding. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.41, n.4-5, p. 252-262, 1992.

HYLEN, G. Genetic variation of wood density and its relationship with growth traits in young norway spruce. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.46.n.1. p.55-60, 1997.

KAGEYAMA, P. Y. **Variação genética entre procedências de *Pinus oocarpa* Schiede na região de Agudos-SP.** Piracicaba, 1977. 82p. (Mestrado - ESALQ/USP).

KAGEYAMA, P.Y. **Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden.** Piracicaba, 1980. 125p. (Doutorado - ESALQ/USP).

KAGEYAMA, P. Y. Melhoramento genético de Pinheiros Tropicais no Brasil. **IUFRO-International Union of Forestry Research Organizations.** Anais, v.1, n.29, p.17-21, 1983.

KAGEYAMA, P. Y., SPELTS, R. M., SILVA, A. P., FERREIRA, M. Variação genética entre e dentro de progênies de *Pinus patula* Schiede e Deppe na região de Telêmaco Borba –PR. **IPEF**, Piracicaba, n.15, p.21-39, 1977.

KAGEYAMA, P.Y., PINTO JÚNIOR, J.E., MORA, A.L., NICOLIELO, N. Half-sib progeny trial of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* from selected superior trees of Australian populations. **Silvicultura**, São Paulo, v.8, n.29, p.97-99, 1983.

KALIL FILHO, A. N., RESENDE, M. D. V., COSTA, G. P. Componentes de variância e predição de valores genéticos em seringueira pela metodologia de modelos mistos (REML/BLUP). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.9, p.1883-1887, 2000.

KERR, R. J. Asymptotic rates of response from forest tree breeding strategies using best linear unbiased prediction. **Theoretical and Applied Genetics**. v.96, p.484-493, 1998.

KING, J.N., BURTON, R.D. Time trends in inheritance and projected efficiencies of early selection in a large 17-year-old progeny test of *Pinus radiata*. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 21, p.1200-1207, 1991.

KUNG, F. H. Adjustment and interpretation of progeny tests when only the best tree in each plot is measured. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.26, n.2/3, p.117-119, 1977.

LANTZ, C. W. *Pinus caribaea* cone maturation in Puerto Rico. **In: Proceedings of the 17th Southern forest tree improvement conference.** Athens, p.30-33, 1983.

LEDIG, F.T., WHITMORE, J.L. Heritability and genetic correlations for volume, foxtails and other characteristics of caribbean pine in Puerto Rico. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.30, n.2-3, p.88-92, 1981.

LEONARDECZ NETO, E. **Variação genética e métodos de seleção em progênies Sul-africanas de *Pinus patula* (Shiede & Deppe).** Curitiba , 1998. 71p. (Mestrado – UFPR).

LINS, V. S.; MORAES, M. L. T.; SILVA, A. M.; MARTINS, E. G.; MAÊDA, J. M. Variações e ganhos genéticos em progênies de *Grevillea robusta* A. Cunn. **Floresta e Ambiente.** Rio de Janeiro, v.8, p.180-186, 2001.

LITTLE, E. L.; WOODBURY, R. O.; WADSWORTH, F. H. **Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands.** Agric. Handb., Department of Agriculture, v.2, 1.024p., 1974.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

MAGNUSSEN, S. Growth differentiation in white spruce crop tree progenies. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.42, n.4-5, p.258-266, 1993.

MALAN, F. S. Wood **properties of 46 *Pinus tecunumanii* families: FOR-DEA589**. Pretoria: Department of Water Affairs and Forestry, 13p., 1992.

MATHESON, A. C., RAYMOND, C. A. The impact of genopype x environment interactions on Australian *Pinus radiata* breeding programs. **Australian Forest Research**, Melbourne, v.14, p.11-25, 1984a.

MATHESON, A.C., RAYMOND, C.A. Effects of thinning in progeny tests on estimates of genetic parameters in *Pinus radiata*. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.33, n.4/5, p.125-8, 1984b.

MATZIRIS, D.I. Genetic variation and realized genetic gain from aleppo pine tree improvement. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.49, n.1, p.5-10, 2000.

MATZIRIS, D.I., ZOBEL, B.J. Inheritance and correlations of juvenile characteristics in loblolly pine. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.22, n.1/2, p.38-45, 1973.

MEIER, R.J. GOGGANS, J.F. Heritabilities of height, diameter, and specific gravity of young virginian pine. **Forest Science**, Bethesda, v.23, n.4, p.450-6, 1977.

MISSIO, R. F.; DIAS, L. A. S.; MORAES, M. L. T.; RESENDE, M. D. V. Seleção em progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* com base no valor genético predito. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. (submitido).

MORAES, M. L. T. **Variação genética e aplicação da análise multivariada em progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barret e Golfari.** Ilha Solteira, 2001. 124p. (Livre Docência).

MOURA, V. P. G.; DVORAK, W. S.; NOGUEIRA, M. V. P. Variação da densidade básica da madeira, volume e matéria seca do tronco de *Pinus tecunumanii*, procedência de Mount Pine ridge, Belize, em Planaltina, Distrito Federal, Brasil. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, n.53, p.7-14, 1998.

MOURA, V. P. G.; DVORAK, W. S. Provenance and family variation of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* from Guatemala and Honduras, grown in Brazil, Colombia and Venezuela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília, v.36, n.2, p.225-234, 2001.

MOURA, V. P. G.; VALE, A. T. Variabilidade genética na densidade básica da madeira de *Pinus tecunumanii* procedente do México e da América Central, no cerrado. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, n.62, p.104-113, 2002.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, v.7, p.40-51, 1978.

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, v.16, n.1, p.18-20, 1967.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

NICHOLLS, J.W.P., DADSWELL, H.E., FIELDING, J.M. The heritability and wood characteristics of *Pinus radiata*. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.13, n.3, p.68-71, 1964.

NICOLIELO, N. **Comportamento de procedências de *Pinus caribaea* Morelet na região de Agudos-SP.** Piracicaba, 1984. 97p. (Mestrado –ESALQ/USP).

OSÓRIO, L. F.; DVORAK, D. W. Volume and wood density results for *Pinus tecunumanii* at eight years of age in Colombia. **In: Southern Forest Tree Improvement Conference**, 22, Atlanta, 1993. Proceedings. P.348-356, 1993.

OTEGBEYE, G.O. Genetic variation in growth and form characteristics of *Pinus caribaea*. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.37, n.5/6, p.232-236, 1988.

PAIVA, J. R. Divergência genética entre clones primários de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília, v.29, n.4, p.607-615, 1994.

PAIVA, J. R.; RESENDE, M. D. V.; CORDEIRO, E. R. Índice multi-efeitos (BLUP) e estimativas de parâmetros genéticos aplicados ao melhoramento da acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília, v.37, n.6, p.799-807, 2002.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; MORA, A. L.; MAESTRI, R. Interação de genótipos de *Pinus taeda* L. com locais no Sul-Sudeste do Brasil. **Cerne**. Lavras, v.7, p. 90-100, 2001.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; FERNANDES, J. S. C.; RESENDE, M. D. VILELA. Avaliação e seleção precoce para crescimento de *Pinus taeda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília, v.37, n.12, p.1719-1726, 2002.

PAULA, R. C. **Avaliação de diferentes critérios de seleção aplicados em Melhoramento Florestal.** Viçosa, 74p. 1997. (Doutorado – Universidade Federal de Viçosa/UFV).

PAULA, R. C.; PIRES, I. E.; BORGES, R. C. G; CRUZ, C. D. Predição de ganhos genéticos em melhoramento florestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.37, p.159-165, 2002.

PEREIRA, J. C. D. **A influência do ritmo de crescimento na densidade da madeira de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii*.** Piracicaba, 1982. 98p. (Mestrado-ESALQ/USP).

PESEK, J.; BAKER, R. J. Desired improvement in relation to selected indices. **Canadian Journal of Plant Science**, v.49, p.803-804, 1969.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos.** Piracicaba:Fealq, 309p., 2002.

PLUMPTRE, R. A. *Pinus caribaea*: wood properties. **Trop. For. Pap.** Oxford, England. 17, v.2, 148p, 1984.

POLGE, H., ILLY, G. Héritabilité de la densité du bois et corrélations avec la croisoance étudiées à láide de tests non destructifs sur plants de pins maritimes de quatre ans. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.17, n.5/6, p.173-181, 1968.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

PORTERFIELD, R.L., ZOBEL, B.J., LEDIG, F.T. Evaluations the efficiency of tree improvement programs. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.24, n.2/3, p.33-44, 1975.

PSWARAYI, I.Z., BARNES, R.D., BIRKS, J.S., KANOWSKI, P.J. Genetic parameter estimates for production and quality traits of *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliotti* in Zimbabwe. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.45, n.4, p.216- 222. 1996.

PURBA, A. R.; FLORI, A.; BAUDOUIN, L.; HAMON, S. Prediction of oil palm (Elaeis guineensis, Jacq.) agronomic performances using the best linear unbiased predictor (BLUP). **Theoretical and Applied Genetics**. v.102, p.787–792, 2001.

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes.** Brasília: EMBRAPA, Informação Tecnológica, 975p., 2002a.

RESENDE, M. D. V. ***Software SELEGEN-REML/BLUP***. Colombo: EMBRAPA Florestas, 65p. (Embrapa Florestas. Documentos). 2002b.

RESENDE, M. D. V. Melhoramento de essências florestais. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas.** Viçosa: UFV, p.589-647, 1999a.

RESENDE, M. D. V. **Predição de valores genéticos, componentes de variância, delineamentos de cruzamentos e estrutura de populações no melhoramento florestal.** Curitiba, 1999b, 434p. (Doutorado – Universidade Federal do Paraná).

RESENDE, M. D. V.; HIGA, A. R.; LAVORANTI, O. J. Predição de valores genéticos no melhoramento de *Eucalyptus* – melhor predição linear. In: **Congresso Florestal Brasileiro**, 7°, Curitiba, p.144-147, 1993.

RESENDE, M. D. V.; PRATES, D. F.; JESUS, A.; YAMADA, C. K. Melhor predição linear não viciada (BLUP) de valores genéticos no melhoramento de *Pinus*. **Boletim de Pesquisa Florestal**. Colombo, n.32/33, p.3-22, 1996a.

RESENDE, M. D. V.; PRATES, D. F.; JESUS, A.; YAMADA, C. K. Estimação de componentes de variância e predição de valores genéticos pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML) e melhor predição linear não viciada (BLUP) em *Pinus*. **Boletim de Pesquisa Florestal**. Colombo, n. 32/33, p.23-42, 1996b.

RESENDE, M. D. V., HIGA, A. R. Estimação de valores genéticos no melhoramento de *Eucaliptus*: seleção em um caráter com base em informações do individuo e seus parentes. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.28/29, p.11-36, 1994.

RESENDE, M.D.V., ARAÚJO, A.J., SAMPAIO, P.T.B., WIECHETECK, M.S.S. Acurácia seletiva, intervalos de confiança e variâncias de ganhos genéticos associados a 22 métodos de seleção de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Floresta**, Curitiba, v.25, n.1/2, p.3-16, 1995.

RESENDE, M. D. V.; DIAS, L. A. S. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de parâmetros genéticos e predição de valores genéticos em espécies frutíferas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, n.1, p.44-52, 2000.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

RESENDE, M. D. V.; FURLANI JÚNIOR, E.; MORAES, M. L. T.; FAZUOLI, L. C. Estimação de parâmetros genéticos e predição de valores genotípicos no melhoramento do cafeeiro pelo procedimento REML/BLUP. **Bragantia**. Campinas, v.60, n.3, p.185-193, 2001.

REZENDE, M.A., FERRAZ, E.S.B. Produtividade de *Pinus* no litoral norte do estado da Bahia. **Científica**, São Paulo, v.20, n.1, p.73-83, 1992.

ROMANELLI, R. C. **Variabilidade genética para produção de resina associada às características de crescimento em uma população de *Pinus elliottii* var. *elliottii* Engelm. na região de Itapetininga – SP.** Piracicaba, 1988. 101p. (Mestrado – ESALQ/USP).

ROSA, P. R. F. **Teste de procedência de *Pinus oocarpa* Schiede em três regiões do estado de São Paulo.** Jaboticabal, 1981, 79p. (Mestrado-FCAVJ/UNESP).

ROZENBERG, P., CAHALAN, C. Spruce and wood quality: Genetic aspects (A Review). **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.46, n.5, p.270-279, 1997.

RWEYONGEZA, D.M.; YEH, F. C.; DANCIK, B. P.; DHIR, N. K. Genetic variation in height, branch and needle lengths of *Pinus sylvestris* L. from Siberia tested in Alberta Canada. **Silvae Genetica,** Frankfurt, v.52, n.2, p.52-60, 2003.

SAMPAIO, P. T. B. **Variação genética entre procedências e progênies de *Pinus oocarpa, Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus maximinoi* e métodos de seleção para melhoramento genético.** Curitiba, 1996. 169p. (Doutorado-Universidade Federal do Paraná).

SAMPAIO, P. T. B.; RESENDE, M. D. V.; ARAUJO, A. J. Estimativas de parâmetros genéticos e métodos de seleção para o melhoramento genético de *Pinus oocarpa* Schiede. **Pesquisa Agropecuária brasileira.** Brasília, v.37, n.5, p.625-636, 2002.

SAMPAIO, P. T. B.; RESENDE, M. D. V.; ARAÚJO, A. J. Estimativas de parâmetros genéticos e métodos de seleção para o melhoramento genético de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.11, p.2243-2253, 2000.

SEBBENN, A. M.; PIRES, C. L. S.; SALDANHA, H. X.; ZANATTO, A. C. S. Teste de progênies de polinização livre de *Pinus tecunumanii* (Eq. Et Per.) Styles de San Rafael Del Norte, na região de São Simão, SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.7, n.2, p.241-252, 1995.

SEBBENN, A.M., PIRES, C. L. S.; STORCK, L.; CUSTODIO FILHO, A.; ROSA, P. R. F. Variação genética em progênies de meios-irmãos de *Pinus caribaea* Mor.var. *bahamensis* Bar.et Gol. na região de Bebedouro, SP. **Revista do Instituto Florestal**. São Paulo, v.6, n. único, p. 63-73, 1994.

SEHGAL, R.N., CHAUHAN, S.K. , DHALL, S.P. Half-sib progeny evaluation in Chir Pine. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.44, n.2-3, p.61-62, 1995.

SHELBOURNE, C.J.A., COCKREN, F.R.M. Progeny and clonal test designs for New Zealand`S tree breeding programs. **Report New Zeeland Forest Research Tree Improvement**, v.41, p.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 Zeeland Forest Science**. Rotorua, v.10, p.397-24, 1980.

SHIMIZU, J. Y.; KAGEYAMA, P. Y.; HIGA, A. R. **Procedimentos e recomendações para estudos de progênies de essências florestais.** Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1982. 33p. (EMBRAPA-URPFCS. Documento nº11).

SILVA, H. D.; FERREIRA, D. F.; PACHECO, C. A. P. Avaliação de quatro alternativas de análise de experimentos em látice quadrado, quanto à estimação de componentes de variâncias. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.1, p.117-123, 2000.

SMITH, H. F. A discriminant function for plant selection. **Annals of Eugenics**, v.7, p.240-250, 1936.

SIMEÃO, R. M.; STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V.; FERNANDES, J. S. C.; NEIVERTH, D. D.; ULBRICH, A. L. Avaliação genética em erva-mate pelo procedimento BLUP individual multivariado sob interação genótipo x ambiente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.37, n.11, p.1589-1596, 2002.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Indian Journal of Genetics & Plant Breeding**, New Delhi, v.41, n.2, p.237-245, 1981.

SOUZA, A. G. C; RESENDE, M. D. V.; SILVA, S. E. L.; SOUSA, N.R. The *Cupuaçu* Genetic Improvement Program at Embrapa Amazônia Ocidental. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. Londrina, v.2, n.3, p.471-478, 2002.

StCLAIR, J.B. Genetic variation tree structure and its relation to size in douglas-fir. I. Biomass partitioning, foliage efficiency, stem form, and wood density. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.24, p.1226-1235, 1994a.

StCLAIR, J.B. Genetic variation tree structure and its relation to size in douglas-fir. II.Crown form, branch characters, and foliage characters. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.24, p.1236-1247, 1994b.

TITZE, J. F.; PALZER, C.R. Host list of *Phytophtora cinnamomi* Rands, with special reference to Western Austrialia. Tech. Note 1, **Forest Research Institute**, 58p. 1969.

VARGAS-HERNANDEZ, J., ADAMS, W.T. Genetic variation of wood density components in young coastal Douglas-fir: implications for tree breeding. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.21, p.1801-1807. 1991.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. , VIÉGAS, G.P. (Coord.) **Melhoramento e produção do milho.** Campinas: Fundação Cargill, 1987, 2ª ed., p.135-214.

VENCOSVSKY, R., BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992, 486p.

WEI, X., BORRALHO, N.M.G. Genetic control of wood basic density and bark thickness and their relationships with growth traits of *Eucalyptus urophylla* in south East China. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.46, n.4. p.245-250, 1997.

WEI, R. P.; LINDGREN, D. Effective family number following selection with restrictions. **Biometrics**, v.52, p.198-208, 1996.

WILLIANS, J. S. The evaluation of a selection index. **Biometrics**, v.18, p.375-393, 1962.

WOOLASTON, R.R., KANOWSKI, P.J., NIKLES, D.G. Genetic parameters estimates for *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in Coastal Queensland, Australia. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.39, n.1, p.21-28, 1990.

WRIGHT, J. W. Introduction to Forest genetics. Department of Forestry. Michigan State University. **Academic Press**. 464p, 1976.

XIE, C. Y.; YING, C. C. Heritabilities, age-age correlations, and early selections in lodgepole pine (*Pinus contorta* ssp. *Latifolia*). **Silvae Genetica.** Frankfurt, v.45, p.101-107, 1996.

YANCHUK, A.D., KISS, G.K. Genetic variation in growth and wood specific gravity and its utility in the improvement of interior spruce in Bristsh Columbia. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.42, n.2-3, p.141-148, 1993.

YANG, R. C., DHIR, N.K., BARNHARDT, L. K. Comparative assessment of genetic variation of young high-elevation lodgepole pine for height and western gall rust resistance across two sites in Alberta. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.28, p.478-484, 1998.

ZOBEL, B.J. Inheritance of wood properties in conifers. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.10, n.3, p.67-70, 1961.

APÊNDICE

Tabela 1A. Dados utilizados para os resultados das análises de variância para o caráter forma do fuste, onde estes foram transformados em: $\sqrt{x}$.

NOTA	DESCRIÇÃO	VALOR TRANSFORMADO
1	Nenhuma tora reta.	1
2	A segunda tora de 2 metros, a partir da base, reta.	1,4142
3	A primeira tora de 2 metros, a partir da base, reta.	1,7320
4	Duas toras de 2 metros, a partir da base, retas.	2
5	Uma tora de 4 metros, a partir da base, reta.	2,2361

Tabela 2A. Estimativa do quociente de forma do fuste com casca, obtido em cada uma das parcelas do teste de progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*.

Progênies	Quociente de Forma com casca (q)						q médio
	Repetições						
	X	Y	Z	T	V	W	
1	0,69	0,74	0,68	0,64	0,63	0,66	**0,67**
2	0,66	-	0,60	-	0,60	0,64	**0,63**
3	0,67	0,73	0,79	0,84	0,64	0,73	**0,73**
4	0,76	0,63	0,74	0,63	0,64	-	**0,68**
5	-	-	0,68	0,67	0,47	0,59	**0,60**
6	0,68	0,64	0,68	0,61	-	0,72	**0,67**
7	0,67	0,67	0,67	0,54	0,69	-	**0,65**
8	-	0,66	0,81	0,65	0,71	0,71	**0,71**
9	0,65	0,54	0,69	0,67	0,68	-	**0,65**
10	0,66	0,69	0,61	0,72	0,64	0,65	**0,66**
11	0,69	0,69	0,69	0,66	0,56	0,63	**0,65**
12	0,68	0,62	0,61	0,69	-	0,61	**0,64**
13	0,73	0,56	0,70	0,66	0,66	-	**0,66**
14	0,66	0,68	0,77	0,71	0,68	0,73	**0,70**
15	0,68	0,73	0,74	0,69	0,67	0,66	**0,69**
16	0,79	0,62	0,70	0,71	-	0,75	**0,71**
17	0,68	-	-	0,65	-	0,59	**0,64**
18	0,64	0,69	0,59	0,65	0,65	0,71	**0,65**
19	0,74	0,70	0,75	0,60	0,70	0,74	**0,71**
20	0,71	0,62	0,70	-	0,69	0,69	**0,68**
21	-	0,69	0,71	0,62	0,57	-	**0,65**
22	0,66	-	0,72	-	0,64	-	**0,67**
23	0,73	0,71	0,71	0,64	0,52	0,60	**0,65**
24	0,72	0,72	0,69	0,72	-	-	**0,71**
25	0,71	0,62	0,67	0,69	0,64	0,63	**0,66**

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Continuação...

Progênies	Quociente de Forma com casca (q)						q médio
	Repetições						
	X	Y	Z	T	V	W	
26	0,73	0,72	0,61	0,71	0,61	0,53	**0,65**
27	0,71	0,66	0,78	0,69	0,64	-	**0,70**
28	0,71	0,66	0,72	0,58	-	-	**0,67**
29	-	0,70	0,69	0,71	0,61	0,63	**0,67**
30	0,66	0,65	-	0,56	0,68	0,72	**0,65**
31	-	0,80	0,68	0,51	0,72	0,67	**0,68**
32	0,65	-	0,69	-	0,80	-	**0,71**
33	0,74	0,64	-	-	0,70	0,59	**0,67**
34	0,64	0,64	-	-	0,65	0,61	**0,63**
35	-	0,66	0,66	0,62	-	0,65	**0,65**
36	0,73	0,67	0,71	0,62	0,67	0,68	**0,68**
37	0,74	0,67	0,72	-	0,72	-	**0,71**
38	0,55	0,66	0,75	0,66	-	0,54	**0,63**
39	0,69	0,73	0,70	0,67	-	-	**0,70**
40	0,70	0,72	0,63	0,61	-	0,64	**0,66**
41	-	0,65	0,65	0,66	0,64	0,64	**0,65**
42	0,68	0,62	0,75	0,69	0,69	0,46	**0,65**
43	0,72	-	0,69	0,69	0,50	0,66	**0,65**
44	0,74	0,67	0,66	0,65	0,68	0,68	**0,68**
45	0,66	0,82	0,62	0,58	0,77	0,62	**0,68**
46	0,70	0,57	0,65	0,78	0,66	0,49	**0,64**
47	0,68	0,68	0,68	-	0,67	-	**0,68**
48	-	-	-	0,65	0,67	0,69	**0,67**
49	0,73	0,63	0,56	0,69	0,71	-	**0,66**
50	0,73	0,61	-	0,66	-	0,57	**0,64**
51	0,73	-	0,75	-	0,67	0,75	**0,72**
52	0,75	0,73	0,53	0,61	0,73	0,74	**0,68**
53	0,72	0,64	0,68	-	0,72	0,59	**0,67**
54	0,66	0,67	0,84	0,57	0,68	0,63	**0,67**
55	0,71	0,69	0,66	0,61	0,82	0,68	**0,69**
56	0,68	0,70	0,62	0,65	0,65	0,73	**0,67**
57	0,67	0,76	0,73	0,60	-	-	**0,69**
58	0,75	0,62	0,64	0,63	-	0,67	**0,66**
59	0,77	-	0,75	0,64	0,73	-	**0,72**
60	0,75	0,75	0,77	0,55	0,65	0,65	**0,69**
61	0,78	0,54	0,71	0,65	-	0,46	**0,63**
62	-	0,70	0,69	-	0,45	0,65	**0,62**
63	0,68	0,76	0,69	0,67	0,60	0,54	**0,66**
64	-	0,69	0,69	0,65	-	0,63	**0,66**
65	0,70	0,64	0,69	-	0,65	0,45	**0,63**
66	0,71	-	0,61	0,66	0,60	0,62	**0,64**
67	0,63	-	0,67	-	0,81	-	**0,70**
68	-	-	0,68	0,68	0,58	0,78	**0,68**
69	0,72	-	0,57	0,68	0,64	-	**0,65**
70	0,66	0,74	-	0,63	0,71	0,64	**0,67**
71	0,65	0,74	0,63	-	0,75	0,67	**0,69**
72	0,70	0,68	0,63	0,64	-	0,57	**0,64**
73	0,67	0,62	0,62	0,69	0,68	0,59	**0,65**
74	0,73	0,69	0,63	0,66	0,72	0,66	**0,68**
75	0,67	0,65	0,70	0,64	0,69	0,66	**0,67**
76	0,66	-	0,74	0,59	0,71	0,57	**0,65**



Continuação

Progênies	Quociente de Forma com casca (q)						q médio
	Repetições						
	X	Y	Z	T	V	W	
77	0,61	-	0,65	0,69	0,56	0,63	**0,63**
78	0,63	0,68	0,64	-	0,69	0,61	**0,65**
79	0,67	-	-	0,65	0,67	-	**0,66**
80	-	-	-	-	0,62	0,66	**0,64**
81	0,74	0,68	0,66	0,61	-	0,75	**0,69**
82	0,74	0,67	0,66	0,63	-	0,75	**0,69**
83	0,67	0,71	0,71	-	0,66	0,60	**0,67**
84	0,69	0,71	0,74	-	0,51	0,70	**0,67**
85	0,68	-	0,60	0,65	0,67	0,78	**0,68**
86	0,79	0,66	0,72	0,65	0,72	-	**0,71**
87	0,63	0,56	0,69	0,62	-	-	**0,62**
88	0,71	0,68	0,65	0,64	0,64	-	**0,66**
89	0,80	0,70	0,65	0,58	0,72	-	**0,69**
90	0,70	-	-	0,75	0,68	-	**0,71**
91	-	-	-	0,69	0,68	0,65	**0,67**
92	0,72	0,58	0,79	0,73	0,63	0,63	**0,68**
93	-	0,78	-	0,71	0,69	0,59	**0,69**
94	0,67	-	0,58	0,69	-	0,67	**0,65**
95	0,78	0,63	-	-	-	0,65	**0,68**
96	0,72	-	-	0,67	-	0,65	**0,68**
97	0,68	0,73	0,72	0,59	0,64	0,72	**0,68**
98	0,72	-	0,69	0,67	0,61	-	**0,67**
99	-	0,64	0,72	0,60	0,64	0,68	**0,66**
100	0,71	0,64	0,70	0,68	0,62	0,57	**0,65**
101	0,76	-	0,74	0,61	0,83	0,61	**0,71**
102	0,70	0,57	0,73	-	0,84	-	**0,71**
103	0,66	0,68	0,81	0,64	0,70	0,68	**0,69**
104	0,71	0,66	0,66	-	0,63	0,63	**0,66**
105	0,68	-	0,65	-	0,66	-	**0,66**
106	0,76	0,62	0,68	0,68	0,79	0,69	**0,70**
107	0,81	-	-	0,87	0,67	0,68	**0,76**
108	-	0,67	0,64	-	0,70	-	**0,67**
109	-	0,69	-	0,66	0,60	0,68	**0,66**
110	0,75	0,65	0,73	-	-	-	**0,71**
111	0,71	-	0,62	0,55	-	0,70	**0,64**
112	0,63	0,65	0,66	0,66	0,65	-	**0,65**
113	0,66	0,67	0,66	0,70	0,66	0,69	**0,67**
114	0,71	-	0,68	0,64	0,66	0,66	**0,67**
115	0,66	-	0,71	0,60	0,62	-	**0,65**
116	0,69	0,66	-	-	0,66	-	**0,67**
117	0,76	0,73	0,64	0,69	-	0,60	**0,69**
118	0,64	0,61	0,64	0,74	0,68	-	**0,66**
119	0,58	0,71	0,71	0,85	0,61	0,66	**0,69**
120	0,72	0,59	0,68	0,67	0,70	-	**0,67**
121	0,67	0,64	0,72	0,64	0,57	0,68	**0,65**
MÉDIAS	**0,70**	**0,67**	**0,68**	**0,66**	**0,66**	**0,65**	**0,67**



Tabela 3A. Estimativa das variâncias genéticas e fenotípicas, para os caracteres silviculturais estudados antes do desbaste (Situação A), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

Caracteres	**Estimativas das variâncias**						
	$\hat{\sigma}^2_{dt}$	$\hat{\sigma}^2_{dp}$	$\hat{\sigma}^2_{e}$	$\hat{\sigma}^2_{p}$	$\hat{\sigma}^2_{A}$	$\hat{\sigma}^2_{F}$	$\hat{\sigma}^2_{\bar{F}}$
DAP (cm)	23,20250	23,14764	0,59201	1,30675	5,22701	25,04640	2,36377
Altura (m)	3,76054	3,72137	0,26535	0,14392	0,57566	4,13063	0,34425
Forma	0,04536	0,04567	0,00400	0,00125	0,00500	0,05091	0,00382
Volume ($m^3.árv^{-1}$)	0,04648	0,04608	0,00450	0,00324	0,01295	0,05381	0,00591

Onde: ($\hat{\sigma}^2_{dt}$) variância dentro de tratamentos, ($\hat{\sigma}^2_{dp}$) variância dentro de progênies, ($\hat{\sigma}^2_{e}$) do erro entre parcelas, ($\hat{\sigma}^2_{p}$) entre progênies, ($\hat{\sigma}^2_{A}$) aditiva, ($\hat{\sigma}^2_{F}$) fenotípica, ($\hat{\sigma}^2_{\bar{F}}$) fenotípica média.

Tabela 4A. Estimativa das variâncias genéticas e fenotípicas, para os caracteres silviculturais e densidade básica da madeira, referentes às árvores desbastadas (Situação B), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis,* aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

Caracteres	**Estimativas das variâncias**						
	$\hat{\sigma}^2_{dt}$	$\hat{\sigma}^2_{dp}$	$\hat{\sigma}^2_{e}$	$\hat{\sigma}^2_{p}$	$\hat{\sigma}^2_{A}$	$\hat{\sigma}^2_{F}$	$\hat{\sigma}^2_{\bar{F}}$
DAP (cm)	17,74333	17,45102	3,52901	0,00776	0,00310	20,98779	2,24238
Altura (m)	4,62796	4,59401	-1,48921	0,43939	1,75754	3,54418	0,62573
Forma	0,03317	0,03343	0,00406	0,00135	0,00540	0,03884	0,00521
Volume ($m^3.árv^{-1}$)	0,03552	0,03443	0,00806	0,00022	0,00088	0,04270	0,00482
DBM-1 ($g.cm^{-3}$)	0,00356	0,00360	-0,00009	0,00020	0,00081	0,00372	0,00053
DBM-2 ($g.cm^{-3}$)	0,00417	0,00421	-0,00070	0,00023	0,00092	0,00374	0,00051

Onde: ($\hat{\sigma}^2_{dt}$) dentro de tratamentos, ($\hat{\sigma}^2_{dp}$) variância dentro de progênies, ($\hat{\sigma}^2_{e}$) do erro entre parcelas, ($\hat{\sigma}^2_{p}$) entre progênies, ($\hat{\sigma}^2_{A}$) aditiva, ($\hat{\sigma}^2_{F}$) fenotípica, ($\hat{\sigma}^2_{\bar{F}}$) fenotípica média.

Tabela 5A. Estimativa das variâncias genéticas e fenotípicas, para os caracteres silviculturais, referentes às árvores remanescentes (Situação C), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis,* aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

Caracteres	**Estimativas das variâncias**						
	$\hat{\sigma}^2_{dt}$	$\hat{\sigma}^2_{dp}$	$\hat{\sigma}^2_{e}$	$\hat{\sigma}^2_{p}$	$\hat{\sigma}^2_{A}$	$\hat{\sigma}^2_{F}$	$\hat{\sigma}^2_{\bar{F}}$
DAP (cm)	13,92367	13,90889	1,22443	1,61622	6,46486	16,74954	2,65071
Altura (m)	1,69296	1,69420	0,51963	0,17537	0,70149	2,38920	0,36366
Forma	0,03563	0,03586	0,00780	0,00097	0,00387	0,04463	0,00442
Volume ($m^3.árv^{-1}$)	0,04092	0,04096	0,00690	0,00429	0,01718	0,05217	0,00790

Onde: ($\hat{\sigma}^2_{dt}$) dentro de tratamentos, ($\hat{\sigma}^2_{dp}$) variância dentro de progênies, ($\hat{\sigma}^2_{e}$) do erro entre parcelas, ($\hat{\sigma}^2_{p}$) entre progênies, ($\hat{\sigma}^2_{A}$) aditiva, ($\hat{\sigma}^2_{F}$) fenotípica, ($\hat{\sigma}^2_{\bar{F}}$) fenotípica média.

Tabela 6A. Estimativa das variâncias genéticas e fenotípicas, para os caracteres silviculturais, referentes a Situação D, envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis,* aos 14 anos de idade, em Selvíria – MS.

Caracteres	**Estimativas das variâncias**						
	$\hat{\sigma}^2_{dt}$	$\hat{\sigma}^2_{dp}$	$\hat{\sigma}^2_{e}$	$\hat{\sigma}^2_{p}$	$\hat{\sigma}^2_{A}$	$\hat{\sigma}^2_{F}$	$\hat{\sigma}^2_{\bar{F}}$
DAP (cm)	15,27618	15,23120	1,31898	1,86309	7,45236	18,41327	3,00974
Altura (m)	1,90166	1,894998	0,58136	0,14375	0,57499	2,62009	0,35670
Volume ($m^3.árv^{-1}$)	0,05111	0,05104	0,00805	0,00622	0,02489	0,06530	0,01069

Onde: ($\hat{\sigma}^2_{dt}$) dentro de tratamentos, ($\hat{\sigma}^2_{dp}$) variância dentro de progênies, ($\hat{\sigma}^2_{e}$) do erro entre parcelas, ($\hat{\sigma}^2_{p}$) entre progênies, ($\hat{\sigma}^2_{A}$) aditiva, ($\hat{\sigma}^2_{F}$) fenotípica, ($\hat{\sigma}^2_{\bar{F}}$) fenotípica média.

Tabela 7A. Quadrados médios para os caracteres silviculturais, obtidos antes do desbaste (Situação A), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis,* aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

	Quadrado Médio			
F V	Altura (m)	DAP (cm)	Forma[1]	Volume ($m^3.árv^{-1}$)
Trat. Totais[1]	2,035531	13,978193	0,023441	0,035116
Trat. Progênies[2]	2,065528	14,182633	0,022937	0,035485
Erro	1,212849	6,362886	0,015388	0,016177

F.V.: Fonte de Variação; [1] Dados transformados em $\sqrt{x}$; [2] Tratamento Ajustado Total; [3] Tratamento Ajustado Progênies.

Tabela 8A. Quadrados médios para os caracteres silviculturais e densidade básica da madeira, referentes às árvores desbastadas (Situação B), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis,* aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

	Quadrado Médio					
F V	Altura (m)	DAP (cm)	Forma[1]	Volume ($m^3.árv^{-1}$)	DBM-1 ($g.cm^{-3}$)	DBM-2 ($g.cm^{-3}$)
Trat. Totais[1]	3,82050	13,51097	0,03142	0,02881	0,00319	0,00305
Trat. Progênies[2]	3,75440	13,45426	0,03128	0,02891	0,00316	0,00308
Erro	1,13091	13,54902	0,02299	0,02823	0,00192	0,00166

F.V.: Fonte de Variação; [1] Dados transformados em $\sqrt{x}$; [2] Tratamento Ajustado Total; [3] Tratamento Ajustado Progênies.

Tabela 9A. Quadrados médios para os caracteres silviculturais, referentes às árvores remanescentes (Situação C), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

F. V.	Quadrado Médio			
	Altura (m)	DAP (cm)	Forma[1]	Volume ($m^3.árv^{-1}$)
Trat. Totais[1]	2,15353	15,80001	0,02703	0,04707
Trat. Progênies[2]	2,18198	15,90427	0,02653	0,04740
Erro	1,13091	6,21943	0,02066	0,02163

F.V.: Fonte de Variação; [1] Dados transformados em $\sqrt{x}$; [2] Tratamento Ajustado Total; [3] Tratamento Ajustado Progênies.

Tabela 10A. Quadrados médios para os caracteres silviculturais, referentes a Situação D, envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 14 anos de idade, em Selvíria – MS.

F. V.	Quadrado Médio		
	Altura (m)	DAP (cm)	Volume ($m^3.árv^{-1}$)
Trat. Totais[1]	2,12149	17,91860	0,06359
Trat. Progênies[2]	2,14021	18,05846	0,06413
Erro	1,28086	6,90244	0,02684

F.V.: Fonte de Variação; [1] Dados transformados em $\sqrt{x}$; [2] Tratamento Ajustado Total; [3] Tratamento Ajustado Progênies.

unesp

Tabela 11A. Valores da Média Harmônica ($\bar{n}$) para os caracteres silviculturais, obtidos antes do desbaste (Situação A), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

	Média Harmônica			
F. V.	Altura (m)	DAP (cm)	Forma	Volume ($m^3.árv^{-1}$)
Trat. Totais[1]	3,9689	4,0206	3,9803	3,9803
Trat. Progênies[2]	3,9729	4,0256	3,9845	3,9845

F.V.: Fonte de variação; [1] Tratamento Ajustado Total; [2] Tratamento Ajustado Progênies.

Tabela 12A. Valores da Média Harmônica ($\bar{n}$) para os caracteres silviculturais e densidade básica da madeira, referentes às árvores desbastadas (Situação B), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

	Média Harmônica					
F V	Altura (m)	DAP (cm)	Forma	Volume ($m^3.árv^{-1}$)	DBM-1 ($g.cm^{-3}$)	DBM-2 ($g.cm^{-3}$)
Trat. Totais[1]	1,7663	1,7708	1,7530	1,7610	1,7692	1,7629
Trat. Progênies[2]	1,7620	1,7665	1,7485	1,7620	1,7680	1,7589

F.V.: Fonte de variação; [2] Tratamento Ajustado Total; [3] Tratamento Ajustado Progênies.

Tabela 13A. Valores da Média Harmônica ($\bar{n}$) para os caracteres silviculturais, referentes às árvores remanescentes (Situação C), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

	Média Harmônica			
F. V.	Altura (m)	DAP (cm)	Forma	Volume ($m^3.árv^{-1}$)
Trat. Totais[1]	2,7695	2,7875	2,7713	2,7767
Trat. Progênies[2]	2,7768	2,7915	2,7750	2,7805

F.V.: Fonte de variação; [2] Tratamento Ajustado Total; [3] Tratamento Ajustado Progênies.

Tabela 14A. Valores da Média Harmônica ($\bar{n}$) para os caracteres silviculturais, referentes a Situação D, envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 14 anos de idade, em Selvíria – MS.

	Média Harmônica		
F. V.	Altura (m)	DAP (cm)	Volume ($m^3.árv^{-1}$)
Trat. Totais[1]	2,7186	2,7360	2,7186
Trat. Progênies[2]	2,7213	2,7390	2,7213

F.V.: Fonte de variação; [1] Tratamento Ajustado Total; [2] Tratamento Ajustado Progênies.

Tabela 15A. Estimativas do produto médio para progênies (acima da diagonal) e do erro (abaixo da diagonal), entre os caracteres estudados antes do desbaste (Situação A), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

	Produto Médio			
Caracteres	**Altura**	**DAP**	**Forma[1]**	**Volume**
Altura	-	3,00096	0,02936	0,17345
DAP	1,37671	-	0,11909	0,64148
Forma	0,02236	0,01396	-	0,00499
Volume	0,08141	0,25935	0,00087	-

[1] Dados transformados em $\sqrt{x}$.

Tabela 16A. Estimativas do produto médio para progênies (acima da diagonal) e do erro (abaixo da diagonal), entre os caracteres estudados referentes às árvores desbastadas (Situação B), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

	Produto Médio					
Caracteres	**Altura**	**DAP**	**Forma[1]**	**Volume**	**DBM-1**	**DBM-2**
Altura	-	4,21988	0,03403	0,20512	0,03089	0,03403
DAP	4,84944	-	0,00613	0,58893	0,01270	0,02211
Forma	0,00604	-0,05342	-	-0,00169	0,00037	0,00054
Volume	0,23363	0,58420	-0,00166	-	-0,00130	-0,00142
DBM-1	0,01931	-0,01328	0,00007	-0,00043	-	0,00227
DBM-2	0,01955	-0,00350	-0,00018	-0,00066	0,00105	-

[1] Dados transformados em $\sqrt{x}$.

unesp

Tabela 17A. Estimativas do produto médio para progênies (acima da diagonal) e do erro (abaixo da diagonal), entre os caracteres estudados referentes às árvores remanescentes (Situação C), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis,* aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

	Produto Médio			
Caracteres	**Altura**	**DAP**	**Forma[(1)]**	**Volume**
Altura	-	3,35978	0,05387	0,21586
DAP	1,16354	-	0,14570	0,81871
Forma	0,02818	-0,01269	-	0,00699
Volume	0,08738	0,31386	0,00031	-

[(1)] Dados transformados em $\sqrt{x}$.

Tabela 18A. Estimativas do produto médio para progênies (acima da diagonal) e do erro (abaixo da diagonal), entre os caracteres estudados na Situação D, envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis,* aos 14 anos de idade, em Selvíria – MS.

	Produto Médio		
Caracteres	**Altura**	**DAP**	**Volume**
Altura	-	3,88558	0,25538
DAP	1,46251	-	1,03111
Volume	0,10674	0,33289	-

Tabela 19A. Estimativa da covariância entre progênies ($C\hat{O}V_{P(x,y)}$), acima da diagonal, e da covariância fenotípica, em nível de média de família ($C\hat{O}V_{\bar{F}(x,y)}$), abaixo da diagonal, entre os caracteres estudados antes do desbaste (Situação A), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis,* aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

	Covariâncias			
Caracteres	**Altura**	**DAP**	**Forma[1]**	**Volume**
Altura	-	0,27071	0,00117	0,01534
DAP	0,50016	-	0,01752	0,06369
Forma	0,00489	0,01985	-	0,00069
Volume	0,02891	0,10691	0,00083	-

[1] Dados transformados em $\sqrt{x}$.

Tabela 20A. Estimativa da covariância entre progênies ($C\hat{O}V_{P(x,y)}$), acima da diagonal, e da covariância fenotípica, em nível de média de família ($C\hat{O}V_{\bar{F}(x,y)}$), abaixo da diagonal, entre os caracteres estudados referentes às árvores desbastadas (Situação B), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis,* aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

	Covariâncias					
Caracteres	**Altura**	**DAP**	**Forma[1]**	**Volume**	**DBM-1**	**DBM-2**
Altura	-	-0,10493	0,00467	-0,00475	0,00193	0,00241
DAP	0,70331	-	0,00992	0,00079	0,00433	0,00427
Forma	0,00567	0,00102	-	0,00000	0,00005	0,00012
Volume	0,03419	0,09815	-0,00028	-	-0,00014	-0,00013
DBM-1	0,00515	0,00212	0,00006	-0,00022	-	0,00020
DBM-2	0,00567	0,00369	0,00009	-0,00024	0,00038	-

[1] Dados transformados em $\sqrt{x}$.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Tabela 21A. Estimativa da covariância entre progênies ($C\hat{O}V_{P(x,y)}$), acima da diagonal, e da covariância fenotípica, em nível de média de família ($C\hat{O}V_{\bar{F}(x,y)}$), abaixo da diagonal, entre os caracteres estudados referentes às árvores remanescentes (Situação C), envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria – MS.

	Covariâncias			
Caracteres	**Altura**	**DAP**	**Forma[1]**	**Volume**
Altura	-	0,36604	0,00428	0,02141
DAP	0,55996	-	0,02640	0,08414
Forma	0,00898	0,02428	-	0,00111
Volume	0,03598	0,13645	0,00116	-

[1] Dados transformados em $\sqrt{x}$.

Tabela 22A. Estimativa da covariância entre progênies ($C\hat{O}V_{P(x,y)}$), acima da diagonal, e da covariância fenotípica, em nível de média de família ($C\hat{O}V_{\bar{F}(x,y)}$), abaixo da diagonal, entre os caracteres estudados na Situação D, envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 14 anos de idade, em Selvíria – MS.

	Covariâncias		
Caracteres	**Altura**	**DAP**	**Volume**
Altura	-	0,40384	0,02477
DAP	0,64760	-	0,11637
Volume	0,04256	0,17185	-

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Tabela 23A. Estimativas do Índice Multi-efeitos (IME) em relação ao caráter DAP, para os indivíduos de um teste de progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos, em Selvíria MS, evidenciando os dez primeiros e os dez últimos indivíduos.

Ordem	Bloco	Prog,	Árv.	Dap (Yijk)	Hd	Hp - Hd	X Parc Yij.	Hb - Hp	X Bloco Y.j.	Hm - Hp	X Trat. Yi..	Hp-Hb-Hm	X Geral Y...	IME
1	6	98	2	44,20	0,330	-0,060	42,350	-0,220	22,076	0,440	31,619	-0,490	22,470	10,091
2	6	98	1	40,50	0,330	-0,060	42,350	-0,220	22,076	0,440	31,619	-0,490	22,470	8,870
3	1	98	1	35,80	0,330	-0,060	31,400	-0,220	20,272	0,440	31,619	-0,490	22,470	8,372
4	1	98	3	34,80	0,330	-0,060	31,400	-0,220	20,272	0,440	31,619	-0,490	22,470	8,042
5	2	98	1	34,40	0,330	-0,060	28,900	-0,220	21,856	0,440	31,619	-0,490	22,470	7,712
6	5	98	3	33,80	0,330	-0,060	31,467	-0,220	22,827	0,440	31,619	-0,490	22,470	7,146
7	5	98	2	33,50	0,330	-0,060	31,467	-0,220	22,827	0,440	31,619	-0,490	22,470	7,047
8	3	98	2	32,00	0,330	-0,060	26,267	-0,220	22,381	0,440	31,619	-0,490	22,470	6,962
9	5	46	3	41,40	0,330	-0,060	27,067	-0,220	22,827	0,440	23,694	-0,490	22,470	6,431
10	4	98	2	30,60	0,330	-0,060	29,333	-0,220	22,435	0,440	31,619	-0,490	22,470	6,304
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2026	5	115	3	19,90	0,330	-0,060	22,733	-0,220	22,827	0,440	15,089	-0,490	22,470	-4,190
2027	5	68	3	16,60	0,330	-0,060	23,967	-0,220	22,827	0,440	17,461	-0,490	22,470	-4,309
2028	5	59	2	18,00	0,330	-0,060	19,233	-0,220	22,827	0,440	15,728	-0,490	22,470	-4,326
2029	3	90	3	16,00	0,330	-0,060	20,867	-0,220	22,381	0,440	17,200	-0,490	22,470	-4,338
2030	6	101	2	13,40	0,330	-0,060	23,300	-0,220	22,076	0,440	19,144	-0,490	22,470	-4,419
2031	2	59	2	16,30	0,330	-0,060	15,867	-0,220	21,856	0,440	15,728	-0,490	22,470	-4,471
2032	4	59	3	16,80	0,330	-0,060	18,533	-0,220	22,435	0,440	15,728	-0,490	22,470	-4,594
2033	3	115	1	17,50	0,330	-0,060	19,133	-0,220	22,381	0,440	15,089	-0,490	22,470	-4,668
2034	5	91	1	15,20	0,330	-0,060	18,200	-0,220	22,827	0,440	16,511	-0,490	22,470	-4,843
2035	2	59	3	13,60	0,330	-0,060	15,867	-0,220	21,856	0,440	15,728	-0,490	22,470	-5,362

Tabela 24A. Estimativas dos valores genéticos (VG) para o caráter DAP (cm) estimados pelo Índice multi-efeitos (IME) e pela melhor predição linear não viciada (BLUP), para os cinqüenta melhores indivíduos de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 14 anos, em Selvíria – MS.

	IME				BLUP			
Ordem	Bloco	Progênie	Árv.	VG	Bloco	Progênie	Árv.	VG
1	6	98	2	10,091	6	98	2	10,130
2	6	98	1	8,870	6	98	1	8,870
3	1	98	1	8,372	1	98	1	8,080
4	1	98	3	8,042	1	98	3	7,740
5	2	98	1	7,712	2	98	1	7,350
6	5	98	3	7,146	5	46	3	7,190
7	5	98	2	7,047	5	98	3	7,000
8	3	98	2	6,962	5	98	2	6,900
9	5	46	3	6,431	3	98	2	6,860
10	4	98	2	6,304	4	98	2	6,150
11	1	96	1	6,020	1	96	1	5,840
12	4	98	3	5,908	2	23	1	5,830
13	2	23	1	5,906	4	98	3	5,740
14	3	98	1	5,609	2	99	1	5,480
15	4	98	1	5,446	3	98	1	5,460
16	1	70	1	5,422	1	70	1	5,380
17	1	19	1	5,373	1	19	1	5,290
18	2	92	3	5,242	4	98	1	5,260
19	1	26	3	5,223	1	26	3	5,170
20	5	98	1	4,935	2	92	3	5,140
21	6	2	3	4,882	5	99	1	5,100
22	3	96	2	4,746	3	96	2	4,890
23	2	111	2	4,648	3	96	1	4,790
24	3	96	1	4,647	5	98	1	4,720
25	1	96	3	4,568	3	109	1	4,700
26	3	109	1	4,551	6	2	3	4,640
27	5	96	3	4,490	4	26	1	4,560
28	4	96	3	4,486	3	45	1	4,520
29	2	70	1	4,476	4	96	3	4,460
30	6	47	2	4,438	5	96	3	4,450
31	4	26	1	4,433	2	111	2	4,420
32	2	99	1	4,425	5	45	1	4,370
33	3	45	1	4,367	6	47	2	4,350
34	1	98	2	4,346	2	70	1	4,350
35	2	2	2	4,324	1	96	3	4,340
36	6	96	1	4,310	5	70	3	4,160
37	5	45	1	4,257	2	2	2	4,150
38	1	96	2	4,205	2	46	1	4,130
39	1	42	2	4,199	1	42	2	4,120
40	2	77	3	4,146	5	84	3	4,100
41	6	25	3	4,126	6	96	1	4,100
42	2	98	2	4,082	2	99	2	4,080
43	5	70	3	4,053	6	25	3	4,060
44	1	78	1	4,035	4	101	1	4,030
45	6	96	3	3,980	3	19	3	4,030
46	1	56	2	3,980	2	77	3	4,010
47	2	7	1	3,958	4	8	2	3,990
48	5	66	3	3,951	5	66	3	3,980
49	5	111	2	3,939	1	96	2	3,970
50	3	19	3	3,930	5	26	1	3,970
Média				5,221				5,208

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

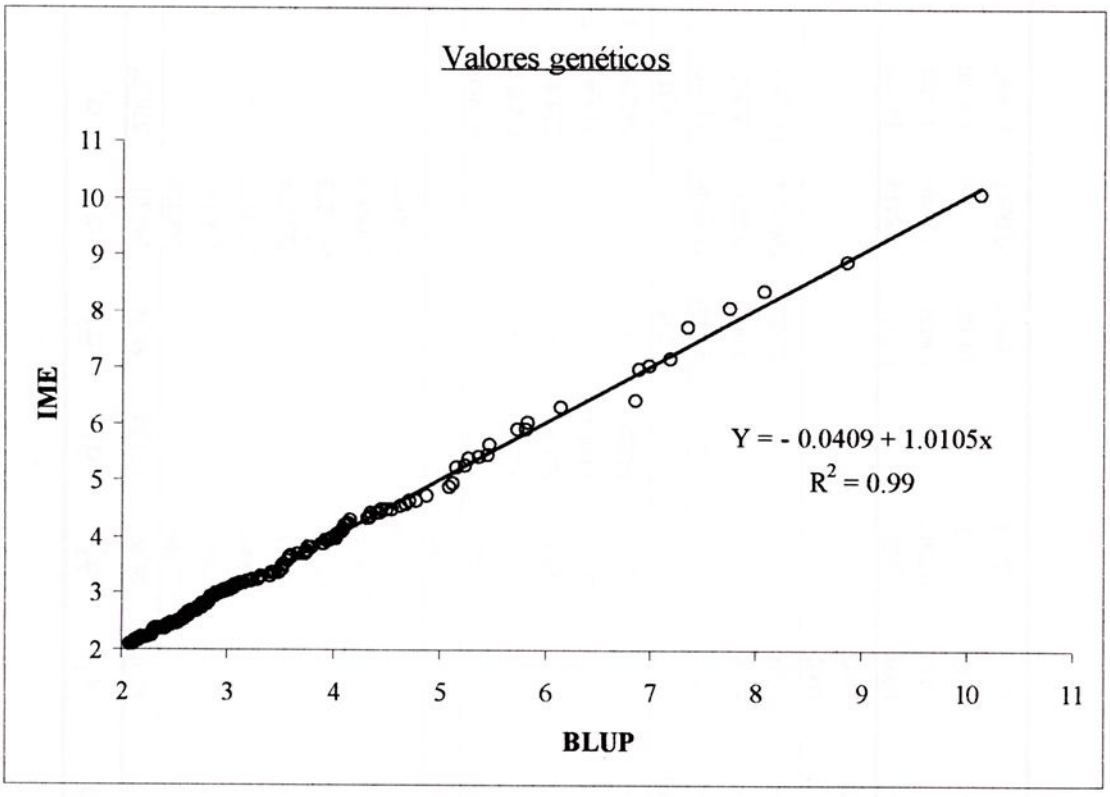


Gráfico 1. Correlação entre os valores genéticos estimados pelo BLUP e IME, com a seleção dos 200 melhores indivíduos com base no DAP (cm).

Tabela 25A. Estimativas de parâmetros genéticos pela metodologia de modelos mistos (REML/BLUP), encontrados na literatura, para algumas espécies arbóreas perenes.

Cultura	Referência	Caracteres	h^2	h_a^2	$\hat{\rho}$	c^2	$\hat{\sigma}_a^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_f^2$	$\hat{\sigma}_d^2$
Cacau	Resende e Dias (2000)	Número de frutos	0,10	0,38	0,57	0,10	56,99	174,24	58,16	246,01	576,77	-
Pupunha	Farias Neto e Resende (2001)	Altura de plantas	0,18	-	-	-	0,0189	-	-	0,00321	-	0,095
		Diâmetro à altura do colo	0,03	-	-	-	0,0517	-	-	0,00164	-	1,6233
		Peso do resíduo basal	0,06	-	-	-	28,8425	-	-	27,3811	-	434,120
		Peso do resíduo apical	0,00	-	-	-	0,000	-	-	42,6374	-	1105,06
		Diâmetro do palmito	0,11	-	-	-	0,0178	-	-	0,00273	-	0,1617
		Tamanho do palmito	0,43	-	-	-	22,8642	-	-	2,15009	-	45,9681
		Peso do palmito	0,06	-	-	-	1015,008	-	-	69,4897	-	17478,41
Erva-mate	Simeão et al., 2002	Produção de massa foliar	0,39	-	-	-	0,030	-	-	-	-	-
Seringueira	Kalil Filho et al., 2000	Teor de borracha seca	0,10	0,42	-	-	2,1429	12,232	-	-	20,9149	6,5396
		Extrato cetônico	0,00	0,06	-	-	0,00	0,2559	-	-	0,2711	0,0151
		Plasticidade Wallace	0,00	0,00	-	-	0,00	225,84	-	-	225,84	0,00
		Plasticidade após 30 min.	0,00	0,64	-	-	0,00	43,493	-	-	119,40	75,9003
		Índice de retenção de plast.	0,00	0,11	-	-	0,00	145,09	-	-	162,96	17,8658
Seringueira	Costa et al., 2002a	Produção de borracha	-	0,22	0,84	-	-	-	6,235	-	414,351	-
Café	Resende et al., 2001	Altura de planta	0,03	0,05	-	0,554	-	-	183,404	130,698	331,107	-
		Diâmetro do caule	0,06	0,12	-	0,288	-	-	4,460	9,223	15,512	-
		Pares de ramos plagiotrópicos	0,00	0,01	-	0,024	-	-	2,522	100,614	103,263	-
Cupuaçu	Souza et al., 2002	Produção de frutos/planta	0,26	-	0,72	0,002	-	-	-	-	-	-
		N° frutos por planta	0,24	-	0,70	0,002	-	-	-	-	-	-
Grevillea robusta	Lins et al., 2004	Diâmetro à altura do peito	0,69	-	-	0,091	5,5224	-	1,3312	7,8414	14,695	-
		Altura de plantas	0,31	-	-	0,412	0,7047	-	1,8431	1,9246	4,4724	-
		Forma do fuste	0,67	-	-	0,118	0,4102	-	0,1320	0,5758	1,1180	-
		Volume (m^3.árvore^{-1})	0,40	-	-	0,194	0,0014	-	0,0017	0,0057	0,0087	-

unesp

Tabela 26A. Relação entre o número de campo e número da família do CCGMPT, do Teste de Progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*.

Número de Campo (Nº da Família no CCGMPT)							
01	(01)	31	(116)	61	(185)	91	(254)
02	(02)	32	(119)	62	(190)	92	(255)
03	(03)	33	(120)	63	(191)	93	(256)
04	(05)	34	122)	64	(192)	94	(258)
05	(10)	35	(125)	65	(193)	95	(260)
06	(11)	36	(126)	66	(194)	96	(261)
07	(16)	37	(128)	67	(197)	97	(264)
08	(17)	38	(129)	68	(199)	98	(265)
09	(22)	39	(130)	69	(201)	99	(267)
10	(23)	40	(131)	70	(203)	100	(270)
11	(26)	41	(132)	71	(205)	101	(272)
12	(27)	42	(134)	72	(206)	102	(273)
13	(28)	43	(135)	73	(207)	103	274)
14	(40)	44	(138)	74	(209)	104	(276)
15	(47)	45	(141)	75	(213)	105	(279)
16	(49)	46	(144)	76	(217)	106	(280)
17	(51)	47	(145)	77	(222)	107	(281)
18	(65)	48	(152)	78	(225)	108	(284)
19	(70)	49	(155)	79	(226)	109	(287)
20	(74)	50	(156)	80	(228)	110	(289)
21	(79)	51	(161)	81	(232)	111	(291)
22	(82)	52	(165)	82	(237)	112	(292)
23	(92)	53	(167)	83	(240)	113	(293)
24	(96)	54	(170)	84	(241)	114	(294)
25	(98)	55	(173)	85	(243)	115	(295)
26	(100)	56	(174)	86	(245)	116	(296)
27	(101)	57	(176)	87	(249)	117	(298)
28	(106)	58	(181)	88	(250)	118	(299)
29	(108)	59	(182)	89	(252)	119	(300)
30	(112)	60	(183)	90	(253)	120	(T)
						121	(T)

(T) Testemunha da CAFMA atual Duratex S.A. – Agudos – SP.

Teste de Progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*
Instalação: 20 a 21/03/90 – Espaçamento: 3,0 x 3,0 metros – Local: FEP – Selvíria-MS
Delineamento Experimental: Látice Quadrado 11 x 11 Sêxtuplo, parcialmente balanceado, com 6 plantas por parcela.

CROQUI DE CAMPO

TR - EU

"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
"	"	115	109	14	79	49	44	8	76	57	99	26	"	"	
"	"	114	101	18	88	55	42	11	77	58	92	24	"	"	
"	"	118	105	12	86	53	41	2	71	64	93	32	"	"	R
"	"	121	102	17	84	48	35	3	68	65	91	33	"	"	E
"	"	113	100	22	82	45	43	9	67	61	94	31	"	"	P
"	"	116	108	15	81	54	34	10	69	59	89	27	"	"	
"	"	111	103	19	85	52	37	6	74	63	98	23	"	"	"X"
"	"	117	107	16	80	47	39	4	72	66	97	28	"	"	
"	"	112	106	20	87	50	40	5	73	60	95	29	"	"	
"	"	119	110	13	78	51	38	1	70	56	90	30	"	"	
"	"	120	104	21	83	46	36	7	75	62	96	25	"	"	
"	"												"	"	
"	"												"	"	
"	"	110	6	112	113	78	87	20	82	118	73	15	"	"	
"	"	55	39	24	47	56	98	97	104	8	62	48	"	"	
"	"	121	50	57	3	89	120	108	27	30	95	26	"	"	
"	"	22	116	46	14	34	65	86	93	52	51	70	"	"	R
"	"	88	28	90	102	100	32	53	71	19	84	81	"	"	E
"	"	66	17	68	91	45	43	9	49	107	106	4	"	"	P
"	"	77	105	2	58	111	10	42	115	96	7	59	"	"	
"	"	99	94	101	69	67	54	31	38	74	18	37	"	"	"Y"
"	"	11	61	79	36	12	76	75	5	85	40	92	"	"	
"	"	44	83	35	25	1	21	64	60	41	29	114	"	"	
"	"	33	72	13	80	23	109	119	16	63	117	103	"	"	
"	"												"	"	
"	"												"	"	
"	"	47	16	65	44	50	73	45	62	41	109	89	"	"	
"	"	57	107	4	13	80	63	76	42	81	48	79	"	"	
"	"	67	36	24	23	70	2	116	32	21	8	9	"	"	
"	"	88	56	85	74	121	33	96	112	11	119	110	"	"	R
"	"	7	26	115	64	20	93	5	72	111	28	39	"	"	E
"	"	98	117	55	3	10	12	35	1	101	58	69	"	"	P
"	"	118	46	14	54	60	103	15	102	71	68	120	"	"	
"	"	17	87	34	94	40	53	106	82	61	18	49	"	"	
"	"	108	97	75	104	90	43	66	52	31	78	29	"	"	"Z"
"	"	37	77	105	114	100	83	25	92	51	99	19	"	"	
"	"	27	6	95	84	30	113	86	22	91	38	59	"	"	
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	

GICA

FAZ BITÃO

Teste de Progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*
Instalação: 20 a 21/03/90 – Espaçamento: 3,0 x 3,0 metros – Local: FEP – Selvíria-MS
Delineamento Experimental: Látice Quadrado 11 x 11 Sêxtuplo, parcialmente balanceado, com 6 plantas por parcela.

CROQUI DE CAMPO

TP - P C B I

"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
"	"	58	71	19	47	103	6	112	24	40	82	99	"	"	
"	"	62	77	13	51	104	5	119	33	35	87	89	"	"	
"	"	63	67	17	54	105	8	113	28	34	84	94	"	"	R
"	"	57	70	20	46	102	4	115	23	37	78	96	"	"	E
"	"	61	72	21	50	106	10	114	32	36	86	90	"	"	P
"	"	64	76	22	45	101	2	117	29	43	85	93	"	"	
"	"	60	68	18	48	108	3	116	30	39	88	95	"	"	
"	"	65	75	15	55	100	7	111	25	41	81	91	"	"	
"	"	56	73	16	53	110	11	118	31	38	79	98	"	"	"U"
"	"	66	74	14	49	109	9	121	26	42	83	97	"	"	
"	"	59	69	12	52	107	1	120	27	44	80	92	"	"	
"	"												"	"	
"	"												"	"	
"	"	105	27	108	77	41	114	46	73	32	25	111	"	"	
"	"	72	16	119	22	107	92	112	18	10	102	56	"	"	
"	"	116	49	20	11	30	37	101	95	98	36	45	"	"	
"	"	6	5	64	121	96	70	57	62	43	3	12	"	"	R
"	"	39	60	31	33	63	4	35	84	54	47	1	"	"	E
"	"	28	82	9	44	74	15	68	29	76	113	67	"	"	P
"	"	17	71	42	66	85	59	2	51	65	91	34	"	"	
"	"	61	38	97	88	118	103	24	106	120	69	23	"	"	
"	"	50	93	86	99	19	26	13	117	109	14	100	"	"	"V"
"	"	94	104	75	55	8	81	79	40	21	58	78	"	"	
"	"	83	115	53	110	52	48	90	7	87	80	89	"	"	
"	"												"	"	
"	"												"	"	
"	"	46	43	96	54	119	52	30	110	108	85	111	"	"	
"	"	6	53	76	44	99	102	80	69	57	24	51	"	"	
"	"	36	93	25	13	78	62	121	19	17	75	21	"	"	
"	"	16	12	5	23	58	22	100	79	67	95	11	"	"	R
"	"	87	63	106	64	28	92	50	29	47	55	91	"	"	E
"	"	26	33	116	94	109	72	40	49	7	4	71	"	"	P
"	"	97	2	45	114	68	112	70	120	118	65	41	"	"	
"	"	117	73	66	74	48	82	10	39	27	34	31	"	"	
"	"	77	83	35	84	38	42	20	9	37	14	61	"	"	"W"
"	"	56	103	86	104	18	1	60	89	88	115	101	"	"	
"	"	107	113	15	3	8	32	90	59	98	105	81	"	"	
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	

GICA

FAZENDA BITÃO

TP - EURO

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

Programa de Pós-graduação em Agronomia

Av. Brasil, 56 Centro

15385-000 Ilha Solteira - SP

www.feis.unesp.br