

VARIAÇÃO GENÉTICA EM PROGÊNIES DE MEIOS-IRMÃOS DE *Pinus caribaea* Mor.
var. *bahamensis* Bar. et Gol. NA REGIÃO DE BEBEDOURO-SP*

Alexandre Magno SEBBENN**
Cesário Lange da Silva PIRES**
Lindolfo STORCK***
Alcebiades CUSTODIO FILHO**
Paulo Roberto Ferreira da ROSA**

RESUMO

Analisaram-se progênies de 23 famílias de meios-irmãos de *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis* Bar. et Gol., procedentes de Queensland, Austrália, aos dois e cinco anos, implantados na Floresta Estadual de Bebedouro, pertencente ao Instituto Florestal de São Paulo-SP, objetivando o estudo do comportamento da espécie e estimativas dos parâmetros genéticos das características silviculturais, para o melhoramento genético desse taxon. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 23 tratamentos, 7 repetições, parcelas lineares de 4 plantas e espaçamento de 3,0 x 2,0 m. A análise das médias, aos 2 e 5 anos de idade e o comportamento de campo mostram o material genético muito bem adaptado, como potencial para o reflorestamento na região de experimentação. Revelaram-se variações genéticas para as características DAP, altura, retidão do tronco, comprimento dos internódios, número de ramos por verticilo, espessura dos ramos e volume real, denotando o material como potencial para seleção, com possíveis avanços genéticos. As herdabilidades e os ganhos esperados na seleção foram estimados para todas as características estudadas, mostrando, portanto, o material genético como sendo passível de seleção entre e dentro de progênies, transformando, assim, o ensaio em Pomar de Sementes por Mudas com boas perspectivas de avanços genéticos.

Palavras-chave: Teste de progênies; parâmetros genéticos; *Pinus caribaea* var. *bahamensis*; variação genética.

ABSTRACT

Twenty three half-sib families of *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis* Bar. et Gol. were proceeding from Queensland, Australia, evaluated at age 2 and 5. The trial was planted on the Bebedouro Forest from the São Paulo Forest Institute using a randomized complete block design, 7 replications, 4 linear plants per plot and spacing of 3.0 x 2.0 m. The purpose was to study the development of the species on the field and to estimate the genetic parameters of the silvicultural traits looking for the improvement of the species. The average and field development revealed an adapted genetic material and the potential to experimental regional reforestation. Genetic variation among progenies, were detected for all studied characteristics as: DBH, height, stem strighthness, number of internodes, number of branches per whorle, branches thickness and real volume. The heritability and the genetic gains for the between and within progenies selection revealed a good performance for the genetic material.

Key words: Progeny test; genetic parameters; *Pinus caribaea* var. *bahamensis*; genetic variation.

(*) Aceito para publicação em dezembro de 1994.

(**) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP.

(***) Universidade Federal de Santa Maria, Depto. de Fitotecnia, 97111-970, Santa Maria, RS.

1 INTRODUÇÃO

Dada a grande adaptação às diversidades climáticas e a grande aplicação dos seus produtos (madeira, resinas, fibras etc...), as espécies do gênero *Pinus* são muito utilizadas nos reflorestamentos homogêneos em diversas partes do globo. No Brasil procede-se diversos experimentos com este gênero, devido à necessidade de obtenção de sementes de genótipos com alto potencial produtivo e de ótima adaptação.

A qualidade genética das sementes influencia diretamente a uniformidade, forma, resistência mecânica, quantidade de resina, resistência às pragas e moléstias das árvores, entre outras características.

As alternativas para produção de sementes geneticamente melhoradas nos programas de melhoramento florestal baseiam-se em esquemas relativamente simples e podem ser resumidos nas etapas de seleção de populações, seguidas de seleção dentro de populações. Em caso de não existirem populações bases adequadas, nos locais onde pretende-se desenvolver o programa de melhoramento, torna-se necessária a introdução de material selecionado em outras regiões ou países (KAGEYAMA et al. 1977).

A troca de material genético entre instituições de pesquisas de diferentes países é procedimento comum que visa o aproveitamento de um grande número de germoplasmas.

O Instituto Florestal de São Paulo desenvolve pesquisa com o *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis* Bar. et Gol., espécie de grande potencial para o Estado de São Paulo e Estados vizinhos. Nesses experimentos são estudados parâmetros genéticos para futuros programas de melhoramento. Dada a situação acima, um teste de progênies com o *P. caribaea* var. *bahamensis* foi instalado na Floresta Estadual de Bebedouro, tendo como objetivos:

a) analisar o comportamento de 23 progênies de *P. caribaea* var. *bahamensis* na região de Bebedouro, SP;

b) estudar a variação genética entre e dentro de famílias de meios-irmãos para algumas características silviculturais, e

c) estimar os componentes de variância e os parâmetros genéticos da população em estudo, visando fornecer subsídios para seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos, transformando o ensaio em pomar de sementes por mudas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O *P. caribaea* var. *bahamensis* tem sua região de origem nas Ilhas das Bahamas, em áreas separadas e distanciadas em 600 Km. A primeira inclui as Ilhas Grand Bahama, Great Abaco, 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 em altitudes que variam desde o nível do mar até 30 metros, em clima tropical (25 °C), sub-úmido (chuvas anuais de 750 a 1300 mm), com período de seca de seis meses, solos alcalinos (pH 7,5 a 8,5), e com crescimento intermediário entre o *Pinus caribaea* Mor. var. *caribaea* Bar. et Gol. e o *Pinus elliottii* Eng. var. *elliottii* (BARRETT & GOLFARI, 1962).

GOLFARI (1978), em trabalho de zoneamento ecológico para reflorestamento de regiões tropicais e subtropicais, classifica o *P. caribaea* var. *bahamensis*, como espécie que requer chuvas predominantes de verão, suporta seca invernal mais ou menos pronunciada, exigente de solo de fertilidade mediana, e tolerante a solo com profundidade e drenagem lenta.

Por sua vez, NIKLES (1967) e BURLEY & WOOD (1976), afirmam que o *P. caribaea* var. *bahamensis* constitui uma variedade com elevadíssimo potencial para as regiões tropicais sendo um excelente produtor de resina.

A variabilidade genética existente em uma população é a ferramenta básica do melhorista. O conhecimento de sua distribuição entre e dentro de famílias de meios-irmãos, é de fundamental importância para as definições corretas das estratégias de melhoramento a serem aplicadas à população, sendo por isso, necessária a estimativa de seus parâmetros

SEBBENN, A. M. *et al.* Variação genética em progênies de meios-irmãos de *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis* Bar. et Gol. na região de Bebedouro-SP.

genéticos e não genéticos.

Dentro deste contexto, KAGEYAMA *et al.* (1977) afirmam que a estimativa de parâmetros de uma população, visando o melhor conhecimento do controle genético das características sob seleção, são altamente importantes dentro do programa de melhoramento. A variância genética e principalmente sua parte aditiva, mostra, para uma determinada característica, o potencial da população, sendo esse para fins de seleção e melhoramento um fator de alta relevância.

Da mesma forma, o conhecimento dos parâmetros genéticos obtidos em testes de progênies de meios-irmãos, torna-se importante no delineamento das diretrizes a serem tomadas no melhoramento genético do taxon, como também para a produção de madeira, celulose e resina (NIKLES, 1967 e BURLEY & WOOD, 1976).

Um grupo de meios-irmãos, segundo a definição de FALCONER (1972), é um indivíduo acasalado ao acaso, e tendo um filho para cada acasalamento. Dessa forma, o valor genotípico médio de um grupo de meios-irmãos é a metade do valor genotípico do pai comum. A covariância, que é a variância das médias dos grupos de meios-irmãos, é, portanto, a variância da metade dos valores genéticos dos pais, isto é, um quarto da variância aditiva.

O coeficiente de herdabilidade é um parâmetro genético próprio de uma população num determinado ambiente, não sendo, portanto, propriedade de um caráter numa espécie e, quando estimado em uma idade precoce, seus valores devem ser utilizados apenas como indicativo, sendo o ideal estimar a herdabilidade na idade de corte (FALCONER, 1972).

A qualidade genética de um progenitor comum, pelo julgamento de um teste de progênies de meios-irmãos, pode ser calculada pela sua capacidade de combinação geral, ou seja, pela sua habilidade em produzir descendentes superiores ao cruzar-se com indivíduos médios da população (NIKLES, 1967 e KALIL FILHO, 1982).

Pelo teste de progênies, medindo e analisando as características fenotípicas dos descendentes, o melhorista julga a qualidade genéti-

ca das árvores fornecedoras de sementes (KAGEYAMA, 1980).

NAMIKAWA *et al.* 1986, ressaltam que a seleção é um mecanismo que atua sobre a variabilidade existente em uma população, sendo a base do melhoramento florestal. BRUNE (1979), por sua vez, define a seleção como um processo no qual indivíduos com certas características são favorecidos na reprodução, sendo que a eficiência de seleção ocorre apenas em características que variam devido a diferenças na constituição gênica. Portanto, a seleção não cria variabilidade, apenas altera as frequências gênicas, que por sua vez alteram as frequências genotípicas. Desta forma, se os genes que afetam uma característica agirem de forma aditiva, tanto a nível e alelo como de locus, a seleção tenderá a aumentar a frequência dos alelos que produzem o genótipo desejado.

Namkoong apud KAGEYAMA *et al.* 1977, relata a alternativa de pomar de sementes por mudas instalado a partir da seleção das melhores famílias e dos melhores indivíduos dentro dessas famílias, no próprio teste de progênies, não se voltando, desta forma, às árvores matrizes originais.

Para formação final do pomar de sementes por mudas tem sido relatada uma intensidade de seleção de 25% entre famílias e de 20% dentro de famílias (KAGEYAMA *et al.* 1977).

3 MATERIAL E MÉTODO

3.1 Material

3.1.1 Local de Experimentação

O teste de progênies foi instalado a partir da formação de mudas na Floresta Estadual de Bebedouro, município de Bebedouro, SP, com as seguintes características: 48°30' W e 20°57' S, com altitude de 570 m. O clima é do tipo Cwa com temperatura média anual do mês mais quente de 22,7 C e do mês mais frio de 17,2° C (extremos registrados de 1,0 e 39,0 °C),

SEBBENN, A. M. *et al.* Variação genética em progênes de meios-irmãos de *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis* Bar. et Gol. na região de Bebedouro-SP.

com precipitação média anual de 1.263mm (VENTURA *et al.* 1965/66). O relevo do local de ensaio é plano com inclinação em torno de 5%.

3.1.2 Origem do Material Genético

As sementes para implantação deste ensaio foram obtidas junto ao Departamento Florestal de Queensland, Austrália.

3.2 Método

3.2.1 Tratamentos do Ensaio de Progênes

As progênes utilizadas na experimentação foram originadas de 23 árvores superiores australianas selecionadas em população base (10 ortets¹) e em pomar clonal (13 ramets²) de *P. caribaea* var. *bahamensis* de Queensland.

As sementes correspondentes às progênes, foram obtidas através de polinização livre.

3.2.2 Delineamento Experimental

O experimento foi instalado no campo em 1983, no delineamento blocos casualizados, com 23 tratamentos, 7 repetições, e a unidade experimental composta de 4 plantas, dispostas em linha, obedecendo ao espaçamento 3,0 x 2,0 m. As sobras de mudas foram utilizadas para formar bordadura externa de duas linhas.

3.2.3 Avaliação do Ensaio no Campo

As variáveis dendrométricas DAP e altura foram avaliadas no 2º e 5º ano, sendo que, nesta última avaliação, as características de retidão do tronco, espessura dos ramos, comprimento dos internódios, número de ramos por verticilo, mortalidade e volume real com casca por hectare, também foram analisadas, segundo os critérios especificados a seguir: a) **DAP** - mediu-se o diâmetro das árvores com o auxílio de uma suta dendrométrica; b) **Altura** - a altura total das árvores

foi medida com um hipsômetro de Haga; c) **Retidão do tronco** - para esta variável utilizou-se o método proposto por ELDRIDGE (1972), dando-se nota 1 para tronco tortuoso e bifurcado, 2 para tronco tortuoso, 3 para tronco levemente tortuoso e 4 para tronco com acentuada retidão; d) **Comprimento dos internódios** - mediu-se o comprimento dos internódios, considerando-se o internódio onde se encontra o ponto de DAP, um acima e um abaixo; e) **Espessura dos ramos** - com o auxílio do paquímetro, mediu-se a espessura de todos os ramos a 10 cm de distância do tronco, dos 2 verticilos mais próximos ao DAP (um acima e um abaixo), desconsiderando-se o ramicórnico caso ocorresse; f) **Número de ramos por verticilo** - contou-se o número de ramos por verticilos, dos 4 mais próximos ao DAP (2 acima e 2 abaixo), não considerando o caso de taça, e g) **Volume real com casca por hectare** - foi obtido pela equação $Vr=0,04712388x\text{DAP}^2xh$.

3.2.4 Análise Estatística

a) Análise de Variância

A análise de variância individual para cada característica foi realizada a nível de planta e de média de parcelas, conforme TABELA 1.

As características retidão do tronco foram transformadas a nível de plantas em $\sqrt{X + 1}$ e a característica mortalidade foi transformada a nível de médias de parcelas em $\sqrt{X} + 1$, para análise de variância. Foram, então, testadas as hipóteses sobre as variâncias e estimados seus componentes, por característica, usando as expressões:

$$\sigma^2d = Q3 = \text{variância fenotípica dentro da parcela;}$$

$$\sigma^2e = (Q2-Q3)/K = \text{variância ambiental entre parcelas ao nível de plantas individuais;}$$

$$\sigma^2p = (Q1-Q2)/JK = \text{variância genética entre progênes;}$$

$$\sigma^2A = 4\sigma^2p = \text{variância genética aditiva;}$$

$$\sigma^2f = \sigma^2p + \sigma^2e + \sigma^2d = \text{variância fenotípica entre plantas dentro do bloco.}$$

(1) Ortet - Árvore matriz selecionada para uma ou algumas características e que irá dar origem a um ramet quando propagada vegetativamente.

(2) Ramet - Árvore matriz oriunda de um ortet por propagação vegetativa e selecionada da mesma forma que a ortet.

SEBBENN, A. M. et al. Variação genética em progênies de meios-irmãos de *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis* Bar. et Gol. na região de Bebedouro-SP.

TABELA 1 - Quadro da análise da variância com as esperanças dos quadrados médios, para *P. caribaea* var. *bahamensis*, na Floresta Estadual de Bebedouro, SP.

FV	GL*	QM	E(QM)
Blocos	J-1	-	-
Progênies	I-1	Q1	$\sigma^2d + K\sigma^2e + JK\sigma^2p$
Erro entre	(J-1)(I-1)	Q2	$\sigma^2d + K\sigma^2e$
Dentro de parcelas	IJ(K-1)	Q3	σ^2d
Total	IJK-1		

(*J = repetições; I = progênies; K = média harmônica do nº de plantas por parcela.

b) Estimativas dos Parâmetros Genéticos

Os coeficientes de herdabilidade para seleção ao nível de plantas individuais (h^2i), referentes à seleção entre as médias de famílias de meios-irmãos (h^2m) e para seleção massal dentro de famílias de meios-irmãos (h^2d), foram estimados por:

$$h^2i = \frac{\sigma^2p}{\sigma^2d + \sigma^2e + \sigma^2p} \quad h^2m = \frac{\sigma^2p}{\frac{\sigma^2d}{JK} + \frac{\sigma^2e}{J} + \sigma^2p} \quad h^2d = \frac{(3/4)\sigma^2A}{\sigma^2d}$$

Os coeficientes de variação genéticos entre progênies (CVg), ambientais entre parcelas (CVe), fenotípicos dentro de parcelas (CVd), fenotípicos ao nível de planta (CVf) e experimentais (CVexp) foram calculados, respectivamente, por:

$$CVg = \frac{\sqrt{\sigma^2p}}{\bar{X}} \times 100 \quad CVe = \frac{\sqrt{\sigma^2e}}{\bar{X}} \times 100 \quad CVd = \frac{\sqrt{\sigma^2d}}{\bar{X}} \times 100$$

$$CVf = \frac{\sqrt{\sigma^2f}}{\bar{X}} \times 100 \quad CVexp = \frac{\sqrt{Q3}}{\bar{X}} \times 100$$

A razão $b = CVg/CVexp$ foi estimada como sendo uma estatística indicadora do potencial do ensaio para a seleção (KAGEYAMA, 1980).

Foram estimados os progressos esperados na seleção (GS) por médias nas progênies e massal dentro de progênies de meios-irmãos, fazendo do experimento um pomar de sementes por mudas, para as diversas características:

$$GS = \frac{K1(1/4)\sigma^2A}{\sqrt{\frac{\sigma^2d}{JK} + \frac{\sigma^2e}{J} + \sigma^2p}} + \frac{K2(3/4)\sigma^2A}{\sqrt{\sigma^2d}}$$

onde: K1 e K2 são as intensidades de

seleção, em unidades de desvio padrão, entre e dentro de progênies, respectivamente.

Estes ganhos em porcentagem foram expressos por: $GS\% = \frac{GS}{\bar{X}} \times 100$,

onde GS % = ganho para seleção entre e dentro de famílias e \bar{X} = média harmônica da característica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Assumiram-se as progênies como de meios-irmãos, mesmo considerando que 13 progênies foram provenientes de sementes de ramets e 10 provenientes de ortets de Queensland, já que, o comportamento de ambas, no campo, foi bastante semelhante. Desta forma, todas as progênies tiveram um comportamento em torno da média nas características estudadas e uma variação dentro de parcela também muito semelhante. Devido a estas observações pode-se justificar as análises de variância e estimativas efetuadas considerando-se as progênies como de meios-irmãos. Cabe ainda ressaltar que KAGEYAMA et al (1980), estudando progênies de *P. caribaea* Mor. var. *hondurensis* Bar. et Gol. provenientes de sementes de ortets e ramets, consideraram ambas como sendo meias-irmãs para análise de variância.

As médias das características por progênies, média geral, resultados do teste F da análise de variância e os coeficientes de variações experimentais são apresentados na TABELA 2.

SEBBENN, A. M. et al. Variação genética em progênes de meios-irmãos de *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis* Bar. et Gol. na região de Bebedouro-SP.

TABELA 2 - Médias dos tratamentos por característica, média geral, resultados do teste F da análise de variância e coeficiente de variação experimental (CVexp), para *P. caribaea* var. *bahamensis*, na Floresta Estadual de Bebedouro, SP.

Trat.	Altura		DAP		Retidão do intern. tronco	Compto. dos ramos (cm)	Espessura dos ramos (mm)	Nº de ramos	Volume real (m ³ /ha)
	2 anos (m)	5 anos	2 anos (cm)	5 anos					
1	3,25	10,42	4,63	13,72	2,57	31,42	11,82	3,53	99,66
2	3,33	10,18	4,36	13,50	2,02	38,77	11,48	3,92	96,65
3	3,18	10,02	4,34	13,58	2,11	31,56	13,14	3,94	94,05
4	3,23	10,72	4,14	14,23	2,94	29,93	11,36	3,55	111,36
5	3,46	11,02	4,95	15,49	2,25	38,09	13,78	4,16	134,6
6	3,53	10,74	4,75	14,01	2,54	37,78	12,73	3,84	114,83
7	3,18	10,36	4,27	13,73	2,64	32,94	11,45	3,47	100,89
8	3,21	10,53	4,57	13,45	2,46	34,77	12,47	3,66	99,55
9	3,34	10,89	4,48	14,47	2,64	36,52	12,20	3,47	117,12
10	3,13	10,41	4,64	14,77	2,43	32,84	15,32	3,34	117,62
11	3,28	10,51	4,68	14,52	2,43	34,16	12,39	3,51	127,66
12	3,34	10,52	4,61	14,48	2,29	36,95	14,06	3,78	109,66
13	3,23	10,96	4,36	13,79	1,79	38,35	14,70	4,03	105,42
14	3,20	10,12	4,55	12,05	1,64	37,15	13,26	3,77	85,14
15	3,11	10,10	4,32	12,40	1,93	38,55	12,48	4,02	88,87
16	3,20	10,35	4,30	13,33	2,29	34,82	12,98	3,33	103,20
17	3,41	10,23	4,77	13,66	2,07	36,04	12,40	3,61	96,87
18	3,20	10,51	4,32	14,03	1,93	35,65	12,87	3,56	108,95
19	3,31	10,62	4,61	14,53	2,64	32,23	13,42	2,98	110,12
20	3,10	10,66	4,50	14,13	2,18	35,32	14,31	4,69	107,48
21	3,17	10,34	4,33	14,67	2,67	35,24	14,47	4,27	110,57
22	3,00	10,51	4,07	13,55	2,04	36,91	13,60	3,22	101,09
23	2,83	10,10	3,65	12,64	2,29	33,35	13,24	3,42	82,54
Média	3,23	10,47	4,44	13,97	2,29	34,51	13,04	3,70	105,39
F	2,06**	2,15**	2,64**	2,40**	2,93**	1,52*	2,14**	2,40**	2,17**
CVexp	8,49	4,83	10,04	7,69	7,48	14,70	14,90	17,53	21,33

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade;

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Os resultados da análise de variâncias para a mortalidade de plantas no ensaio não foram relacionados na TABELA 2, já que estes não se apresentaram significativos pelo teste F (1,13). Ainda, esta variável apresentou um percentual de 5% de plantas mortas e um coeficiente de variação experimental de 3,69%.

As análises de variância na TABELA 2 revelaram variações genéticas entre progênes significativas ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F, para as características DAP e altura na duas idades estudadas, retidão do tronco, espessura dos ramos, número de ramos por verticilo e volume real e, a nível de 5% para

comprimento dos internódios.

O crescimento médio anual observado para as progênes até o 6º ano foi de 2,33 cm para o DAP e 1,75 m para altura total. Esses dados revelaram, juntamente com a mortalidade de plantas no ensaio (5%), como muito bons quando comparados com outras espécies de "pinus tropicais" plantados na região de experimentação, mostrando assim, o potencial adaptativo da espécie à região de Bebedouro. Por outro lado, as variações observadas entre progênes, para altura, embora significativas, não foram tão expressivas. A diferença entre a progênie de melhor crescimento, relativamente à

SEBBENN, A. M. et al. Variação genética em progênies de meios-irmãos de *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis* Bar. et Gol. na região de Bebedouro-SP.

de crescimento inferior em altura e DAP aos 5 anos de idade foi de 9,07% e 17,60%, respectivamente.

Em relação aos coeficientes de variações experimentais (CV_{exp}) das análises de variância, os resultados revelaram valores consideravelmente baixos para DAP e altura nas idades estudadas, retidão do tronco e mortalidade (8,49, 4,83, 10,04, 7,69, 7,48 e 3,69%, respectivamente), médios para comprimento dos internódios, espessura dos ramos e número de ramos por verticilo (14,70, 14,90 e 17,53%, respectivamente) e alto para volume real (21,33), o que mostra a confiabilidade das estimativas no

ensaio. O comportamento do coeficiente de variação para as características que apresentam valores de médios a altos, pode ser atribuído à forma com que estas características foram avaliadas, já que estas são de difícil mensuração, ou devido à dependência de mais de uma variável, como é o caso do volume real (dependente do DAP e altura) entretanto, acarretando em um maior erro amostral.

Os componentes de variância obtidos a partir da decomposição das esperanças dos quadrados médios da análise de variância, para as características aqui estudadas, são apresentadas na e TABELA 3.

TABELA 3 - Variâncias fenotípicas dentro de parcela (σ^2d), ambientais entre parcelas (σ^2e), genéticas entre progênies (σ^2p), aditivas (σ^2A) e fenotípicas ao nível de plantas (σ^2f), para algumas características silviculturais em *P. caribaea* var. *bahamensis*, na Floresta Estadual de Bebedouro, SP.

Variável		σ^2d	σ^2e	σ^2p	σ^2A	σ^2f
DAP	2 anos	0,1230	0,0190	0,0117	0,0467	0,1537
(cm)	5 anos	0,8331	0,0803	0,0676	0,2706	0,9810
Altura	2 anos	0,0423	0,0082	0,0036	0,0143	0,0541
(m)	5 anos	0,2028	0,0131	0,0123	0,0492	0,2282
Retidão do tronco		0,0139	0,0010	0,0012	0,0049	0,0161
Espessura dos ramos (mm)		2,2634	0,3777	0,1944	0,7777	2,8356
Comprimento dos internódios (cm)		12,8803	3,2093	0,8659	3,4636	16,9555
Nº de ramos por verticilo		0,2664	0,0385	0,0211	0,0843	0,3259
Volume real (m ³ /ha)		337,3061	42,0057	21,0267	84,1067	400,3385

A variância genética (σ^2p) para DAP e altura, aumentaram com a idade das árvores, podendo-se atribuir este comportamento ao aumento de competição entre plantas com a maturação dos indivíduos, portanto, permitindo uma maior expressão gênica dos indivíduos no ensaio. Esta tendência da variação genética foi também observada por KALIL FILHO et al (1982), em *Eucalyptus saligna* S. Outro fator interessante, é que a variação genética apresentou-se superior para DAP em relação à altura total, tendência esta dissonante da

maioria dos autores em trabalhos semelhantes.

Por sua vez, as estimativas de variâncias fenotípicas dentro de parcelas (σ^2d) apresentaram-se no mínimo quatro vezes superiores à variância ambiental entre parcelas (σ^2e), indicando que a estratégia de seleção deva ser conduzida mais intensivamente dentro de progênies, do que entre progênies.

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade, de variações genéticas e não genéticas e o potencial de seleção ($b = CVg/CVe$), são apresentados na TABELA 4.

SEBBENN, A. M. et al. Variação genética em progênies de meios-irmãos de *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis* Bar. et Gol. na região de Bebedouro-SP.

TABELA 4 - Estimativas dos coeficientes de herdabilidades para seleção ao nível de plantas individuais (h^2_i), entre médias de famílias (h^2_m) e dentro de famílias (h^2_d), coeficientes de variações fenotípicas dentro de parcelas (CVd), ambientais entre parcelas (CVe), genéticos entre progênies (CVg), fenotípicos a nível de plantas (CVf), e a razões $b = CVg/CVe$ para *P. caribaea* var. *bahamensis*, na Floresta Estadual de Bebedouro, SP.

Variável		h^2_i	h^2_m	h^2_d	CVd*	CVe*	CVg*	CVf*	b
DAP (cm)	2 anos	0,30	0,62	0,28	7,89	3,10	2,43	8,82	0,31
	5 anos	0,28	0,59	0,24	6,53	2,03	1,86	7,09	0,24
Altura (m)	2 anos	0,26	0,54	0,25	6,37	2,81	1,85	7,20	0,22
	5 anos	0,22	0,54	0,18	4,30	1,09	1,06	4,56	0,22
Retidão do tronco		0,31	0,66	0,27	6,61	1,76	1,96	7,11	0,26
Espessura dos ramos (mm)		0,27	0,55	0,26	11,54	4,71	3,38	12,91	0,23
Comprimento dos internódios (cm)		0,20	0,40	0,20	10,40	5,19	2,70	11,93	0,18
Nº de ramos por verticilo		0,26	0,58	0,24	13,96	5,30	3,93	15,44	0,74
Volume real (m ³ /ha)		0,21	0,54	0,19	17,43	6,15	4,35	18,99	0,71

* Dados em percentual.

Os coeficiente de herdabilidade ao nível de planta (h^2_i), média (h^2_m) e dentro (h^2_d) de famílias para as características DAP e altura, apresentam uma redução em seus valores, com o aumento da idade. Pode-se explicar este comportamento pelo aumento da variação fenotípica (TABELA 3), com a maturação das árvores, relativamente à variância genética. Por outro lado, Franklin, apud VALERA (1986), atribui este comportamento das herdabilidades, ao efeito da competição entre plantas, afirmando que quanto maior a competição, menor os coeficientes de herdabilidade se apresentam. Menciona ainda, que este quadro pode inverter-se com a maturidade das árvores. Ainda, este comportamento das herdabilidades sugere que o melhor momento para selecionar os indivíduos de *P. caribaea* var. *bahamensis*, com o intuito de maximizar os ganhos genéticos, poderia ser na idade de 2 anos, mais do que aos 5 anos.

O coeficiente de herdabilidade ao nível de média de famílias (h^2_m), não apresentou variação entre idades na característica altura total.

As herdabilidades (h^2_i , h^2_m e h^2_d) apresentaram-se maiores para a característica DAP em relação à altura, coerentes com as variâncias genéticas encontradas, e com o trabalho de NAMIKAWA et al. (1986) que

encontraram um comportamento semelhante para estas herdabilidades em *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Ainda, estas herdabilidades para todas as características estudadas, apresentaram valores expressivos, variando de 0,18 para altura total aos 5 anos na herdabilidade dentro de famílias a 0,66 para retidão do tronco na herdabilidade a nível de médias de famílias, revelando um forte controle genético em sua variação fenotípica, portanto, aptas à seleção.

A herdabilidade a nível de médias de famílias (h^2_m) foram notadamente superiores comparadas às outras herdabilidades para todas as características, variando de 0,40 para comprimento dos internódios, a 0,66 para retidão do tronco, coerente aos trabalhos de KAGEYAMA (1980), KAGEYAMA et al. (1983), KALIL FILHO et al. 1982), NAMIKAWA et al. (1986) e MORI et al. (1988), que encontraram um comportamento semelhante para este parâmetro em diversas espécies de *Eucalyptus* e OSORIO & DVORAK (1993) para *Pinus tecunuanii* Schw. (Equ. et Per.) Styles.

Às características que apresentaram maiores valores de herdabilidades ao nível de plantas, a seleção massal dentro do ensaio resultará em maiores ganhos, enquanto que na de menores herdabilidades, a seleção a nível

SEBBENN, A. M. *et al.* Variação genética em progênes de meios-irmãos de *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis* Bar. et Gol. na região de Bebedouro-SP.

de famílias resultará em maiores ganhos, levando-se em conta, a intensidade de seleção utilizada.

Os coeficientes de variação genética variaram de 1,06% para altura aos 5 anos a 4,35% para volume real, mostrando-se, assim, relativamente baixos, indicando que o potencial para a seleção não é alto, apesar das diferenças significativas apresentadas pelo teste F. Este comportamento se deve, provavelmente, ao fato de que as progênes serem provenientes de material selecionado na origem (inclusive em pomar de sementes onde a variabilidade é pequena).

Os valores obtidos para o potencial de seleção (b) variaram de 0,18 para comprimento dos internódios a 0,31 para DAP aos 2 anos, estando, por conseguinte distantes da unidade, mostrando que o controle genético das características é fraco sugerindo, portanto, que a resposta à seleção poderá ser pouco efetiva, conforme coloca

Vencovsky apud VENCOVSKY & BARRIGA (1992).

A transformação de ensaios, em pomar de sementes por mudas, a partir da seleção entre progênes, dentro de progênes e total, visando a produção de sementes melhoradas, é procedimento comum na área florestal.

Na TABELA 5, são apresentadas as estimativas de ganhos entre, dentro e total de famílias, para as características estudadas. Estes ganhos foram obtidos com a seleção de 34,8% das melhores médias de famílias (8 das 23 famílias de meios-irmãos) e de 25% (1:4) das plantas dentro da parcela.

Os valores de ganhos esperados na seleção dentro de famílias, obtidos para todas as características, foram superiores àqueles entre progênes, devido mais à intensidade de seleção aplicada do que aos valores obtidos nas herdabilidades.

TABELA 5. Estimativas de ganhos esperados na seleção entre progênes, dentro de progênes e total em *P. caribaea* var. *bahamensis* em várias características silviculturais, na Floresta Estadual de Bebedouro, SP.

Variável		Ganhos (%)		
		Entre	Dentro	Total
DAP (cm)	2 anos	2,33	2,87	2,20
	5 anos	1,74	2,03	3,78
Altura (m)	2 anos	1,65	2,06	3,71
	5 anos	0,95	1,00	1,95
Retidão do tronco		1,90	2,22	4,12
Espessura dos ramos (mm)		3,06	3,80	6,85
Comprimento dos internódios (cm)		2,08	2,68	4,75
Nº de ramos por verticilo		3,65	4,23	7,88
Volume real (m ³ /ha)		3,87	4,39	8,26

Os ganhos totais obtidos para a seleção entre e dentro de famílias variaram de 1,95% para a altura, aos 5 anos, a 8,26% para volume real, sendo assim, pouco expressivos para a maioria das características avaliadas. Apesar dos valores relativamente altos para os coeficientes de herdabilidade ao nível de plantas, os ganhos genéticos não foram mais expressivos, dados os va-

lores relativamente baixos dos coeficientes de variação genética. Cabe ressaltar que estes ganhos foram estimados considerando-se a seleção para cada característica, no entanto como colocam NAMIKAWA *et al.* (1986), estes valores são superestimados quando praticamos a seleção simultânea para duas ou mais características, sendo que, a combinação da seleção entre e dentro de famí-

SEBBENN, A. M. et al. Variação genética em progênies de meios-irmãos de *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis* Bar. et Gol. na região de Bebedouro-SP.

lias e a escolha da característica a ser melhorada em cada fase de melhoramento, é que determina o ganho a ser obtido.

Da mesma forma, os coeficientes de herdabilidade para DAP e altura e as estimativas de ganhos totais, sugerem que o melhor momento para a seleção seria na idade de 2 anos, mais do que aos 5 anos, maximizando desta forma, os avanços genéticos.

Finalmente, é interessante ressaltar, que quanto maior a espessura e o número de ramos por verticilo, maior é o nó e o número de nós resultantes na madeira serrada, considerando-se, neste caso, as progênies de menores valores para estes caracteres como as melhores para a seleção.

4 CONCLUSÕES

A análise das características de crescimento e forma de *P. caribaea* var. *bahamensis*, envolvidas no ensaio, revelaram um alto potencial produtivo para o material genético no local de experimentação. O incremento médio anual observado para DAP e altura, até o quinto ano, revelou-se bom quando comparado com outras espécies de "pinus tropicais" plantados na região de ensaio.

As análises de variância para as características DAP e altura total nas idades avaliadas, retidão do tronco, comprimento dos internódios, espessura dos ramos, número de ramos por verticilo e volume real, revelaram variações genéticas significativas pelo teste F.

Os coeficientes de herdabilidade ao nível de planta, médias de famílias e dentro de famílias para todas as características analisadas demonstraram um forte controle genético, o que sugere a possibilidade de avanços genéticos pela seleção.

Os ganhos genéticos esperados não foram muito expressivos devido aos baixos valores dos coeficientes de variação genética.

Para transformar o ensaio em Pomar de Sementes por Mudanças, a seleção dentro de

progênies revelou maiores estimativas de ganhos genéticos, relativamente à seleção entre progênies. As características que apresentaram maiores ganhos totais (entre e dentro de famílias), foram: volume real, comprimento dos internódios, e espessura dos ramos. Finalmente, estes ganhos genéticos totais, juntamente com os coeficientes de herdabilidades, sugerem que para DAP e altura, a seleção em idades precoces maximizaria os avanços genéticos.

5 SUGESTÃO

Devido ao fato do ensaio conter apenas 23 famílias, estando, desta forma, próximo ao número mínimo admissível de famílias (25), a seleção das 8 melhores resultará em um Pomar de Sementes por Mudanças com ganhos genéticos restritos nas próximas seleções, visto que nas futuras gerações podem ocorrer problemas de endogamia. Neste caso, a melhor estratégia seria a propagação dos melhores indivíduos das melhores famílias por propagação vegetativa, a fim de compor Banco Clonal e/ou um Pomar de Sementes Clonal, juntamente com material genético selecionado de outras fontes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRETT, W. H. G. & GOLFARI, L. 1962. Description de los Nuevas Variabilidade del "Pino del cariben". *Caribbean Forester*, Porto Rico, 23(2):59-71.
- BRUNE, A. 1979. *Seleção em ensaios de progênies*. Viçosa, COOPASUL. 6p. (Mimeografado)
- BURLEY, J. & WOOD, P. J. 1976. *Manual on species and provenance research with particular reference to the tropics*. Oxford, Department of Forestry. 226p. (Tropical Forestry Papers, 10)
- ELDRIDGE, K. G. 1972. *Genetic variation in the growth of Eucalyptus regnans from an altitudinal transect of Mount Erica*,

SEBBENN, A. M. et al. Variação genética em progênes de meios-irmãos de *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis* Bar. et Gol. na região de Bebedouro-SP.

- Victoria. Canberra, Aust. Gov. Serv. 72p.
- FALCONER, D. S. 1972. *Introduction a la genetica cuantitativa* México, Ed. CECSA. 430p.
- GOLFARI, L. 1978. *Zoneamento ecológico para reflorestamento de regiões tropicais e subtropicais* Belo Horizonte, PRODEPEF. 14p. (Série Divulgação, 14)
- KAGEYAMA, P. Y. et al. 1977. Variação genética entre e dentro de progênes de *Pinus patula* Shiede e Deppe na região de Telemaco Borba, PR. IPEF, Piracicaba, (15):21-39.
- _____ et al. 1980. *Teste de progênes de meios-irmãos de Pinus caribaea var. hondurensis Barr. et Golf. de árvores superiores selecionadas em populações australianas* IPEF, Piracicaba. 8p. (Circular Técnica, 114)
- _____. 1980. *Variação genética em progênes de uma população de Eucalyptus grandis (Hill) ex Maiden* ESALQ/USP, Piracicaba. 125p. (Tese de Doutorado)
- _____ et al. 1983. *Variação genética para densidade da madeira em progênes de Eucalyptus grandis (Hill) ex Maiden*. *Silvicultura*, São Paulo, 8(28):318-324.
- KALIL FILHO, A. N. 1982. *Potencial de produtividade e estabilidade fenotípica na caracterização de clones de seringueira (Havea sp.)* ESALQ/USP, Piracicaba. 101p. (Dissertação de Mestrado)
- _____ et al. 1982. *Estimação de parâmetros genéticos e observações de comportamento em Eucalyptus saligna Smith, em Angatuba, SP. In: CONGRESSO ANUAL DA ABCP, XV, São Paulo, 1982. Anais... São Paulo, Associação Brasileira de Celulose e Papel. p. 21-33.*
- MORI, E. S. et al. 1988. *Variação genética e interação progênes x locais em Eucalyptus urophylla* IPEF, Piracicaba, (39):53-62.
- NAMIKAWA, I. S. et al. 1986. *Teste de progênes de Eucalyptus grandis (Hill) ex Maiden na Klabin do Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 5, Olinda-PE, nov. 23-28, 1986. Anais... Silvicultura, São Paulo, 11(41):96-100.*
- NIKLES, D. G. 1967. *Comparative variability and relationship of caribbean pine (Pinus caribaea Mor.) and slash pine (Pinus elliottii Eng.)*. North Carolina, N.C. State University. 201p. (Tese de PhD)
- OSORIO, L. F. & DVORAK, W. 1993. *Volume y densidad de la madera de Pinus tecunumanii em Colombia. Resultados a 8 anos de edad*. Cali, SCC. 8p. (Informe de Investigación, 153)
- VALERA, F. P. 1986. *Variação genética em progênes de Eucalyptus saligna Smith e sua interação com o espaçamento* Piracicaba, ESALQ/USP. 193p. (Dissertação de Mestrado)
- VENCOVSKY, R. & BARRIGA, P. 1992. *Genética biométrica no fitomelhoramento* São Paulo, Sociedade Brasileira de Genética. 496 p.
- VENTURA, A. et al. 1965/1966. *Características edafoclimáticas das dependências do Serviço Florestal do Estado de São Paulo. Silvicultura, São Paulo, 4:57-139.*