

## Seleção simultânea de caracteres em progênies de *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis*

### Simultaneous selection of traits in progenies of *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis*

Robson Fernando Missio  
José Cambuim  
Mario Luiz Teixeira de Moraes  
Rinaldo Cesar de Paula

---

**RESUMO:** Para obtenção de materiais superiores é necessário que o genótipo selecionado reúna, simultaneamente, uma série de atributos favoráveis e confira rendimento mais elevado satisfazendo, tanto as exigências do consumidor quanto a dos produtores. Desse modo, o objetivo do presente trabalho foi determinar as expectativas de ganhos por meio da seleção direta em cada caráter (altura - ALT, diâmetro à altura do peito - DAP, forma do fuste - FOR e volume - VOL), bem como na seleção simultânea com base no índice clássico de seleção (Smith e Hazel) e na Soma de Postos ou "ranks" em progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*. O experimento contendo 119 progênies fornecidas pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF-ESALQ/USP - Piracicaba, SP e oriundas do Centro de Conservação Genética e Melhoramento de Pinheiros Tropicais (CCGMPT) em Aracruz, ES, está implantado na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira em Selvíria, MS, desde março de 1990, tendo sido avaliado aos 13 anos de idade. Foram verificadas diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) entre as progênies em relação aos quatro caracteres estudados. Os índices de seleção mostraram-se promissores para seleção simultânea dos caracteres avaliados, distribuindo os ganhos de forma mais equilibrada que a seleção direta e favorecendo a seleção de progênies superiores, o que proporciona condições para a transformação do teste de progênies em um Pomar de Sementes por Mudas e de fornecer material para a instalação de um Pomar de Sementes Clonais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pinheiros tropicais, Melhoramento florestal, Ganho na seleção, Índices de seleção

**ABSTRACT:** In order to obtain superior materials, the selected genotype needs to simultaneously have a group of favorable attributes and give a higher yield, so as to satisfy both the consumer and the producer. The objective of this work was to determinate the gain expected trough direct selection in each trait studied (height, breast-high diameter, stem form and volume), as well as through simultaneous selection based on the classic selection index (Smith and Hazel) and trough rank additions in progenies of *Pinus caribaea* var. *bahamensis*. The 119 progenies were supplied by the Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF-ESALQ/USP (ESALQ/USP Forest Study and Research Institute) in Piracicaba city, São Paulo State, Brazil, originated from the Centro de Conservação Genética e Melhoramento de Pinheiros Tropicais - CCGMPT (Tropical Pines Improvement and Genetic Conservation Center), in the city of Aracruz, ES, Brazil. The experiment was established in March 1990 at the school and research farm of Ilha Solteira's engineering faculty in the city of Selvíria, MS, Brazil, and was evaluated when it was 13 years old. Significant differences were detected ( $P < 0.01$ ) among progenies in relation to the four traits studied. Selection indexes were shown to be adequate for the selection of the evaluated traits and, when compared to the direct selection, they distributed the obtained gains in a more equilibrated manner, and so favored superior progenies selection, which in turn propitiated the conditions necessary to turn the progenies test in a seedling seed orchard and to supply material to establish a clonal seed orchard.

**KEYWORDS:** Tropical pines, Forest improvement, Gain through selection, Selection indexes

## INTRODUÇÃO

Nos programas de melhoramento genético de *Pinus* no Brasil, vêm sendo utilizados vários métodos de seleção de progênies meios-irmãos. Dentre esses métodos, destacam-se as seleções entre e dentro de progênies (Moraes, 2001), seleção combinada e seleção com base no índice multi-efeitos (Resende e Higa, 1994), porém baseados somente em um caráter. Entretanto, a avaliação de apenas um caráter pode não ser adequada para representar o mérito econômico de uma planta, pois pode resultar no desenvolvimento de tipos economicamente insatisfatórios, seja pela não consideração de outros caracteres de importância econômica ou pelas correlações negativas com estes (Resende, 2002).

O objetivo da seleção ou do melhoramento genético pode ser definido como o caráter econômico final, sobre o qual se deseja o ganho genético, podendo ser um caráter único ou uma combinação de caracteres. Desse modo, o critério de seleção representa o caráter ou conjunto de caracteres em que a seleção se baseia, visando avaliar e ordenar os candidatos à seleção para cumprir o objetivo do melhoramento (Resende, 2002). A seleção simultânea de caracteres, por meio de índices de seleção, é vista, por Resende e Rosa-Perez (1999), como uma estratégia para atender o objetivo do melhoramento.

A seleção por meio de índices de seleção foi inicialmente introduzida no melhoramento de plantas por Smith (1936) e de animais por Hazel (1943). Os índices de seleção vêm sendo utilizados com sucesso no melhoramento de várias espécies. Dentre elas, podem-se citar: cenoura (Vieira, 1988), arroz (Morais, 1992; Rangel et al., 1998; Rodriguez et al., 1998), milho (Castoldi, 1997; Granate et al., 2002), batata (Barbosa e Pinto, 1998) e eucalipto (Resende et al., 1990; Pires et al., 1996; Paula et al., 2002).

Segundo Cruz e Regazzi (2001), muitos índices de seleção estão disponíveis na literatura. Entre eles, podem-se citar: índice clássico (Smith, 1936; Hazel, 1943), índice de ganhos desejados (Pesek e Baker, 1969), índice base (Williams, 1962), soma de postos ou "ranks" (Mulamba e Mock, 1978), índice livre de pesos e parâmetros (Elston, 1963) e índice multiplicativo (Subandi et al., 1973).

O presente trabalho teve como objetivo verificar as expectativas de ganhos com a seleção

direta e simultânea de caracteres de importância silvicultural com base nos índices clássico de seleção (Smith e Hazel) e de Soma de Postos ou "ranks", em progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foi instalado nos dias 20 e 21 de março de 1990, um teste de progênies de *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis*, na Fazenda de Ensino e Pesquisa da UNESP, localizada no município de Selvíria, MS, a uma latitude de 20°20'S, longitude de 51°23'O e altitude de 370 metros. O clima do local é do tipo Aw, pela classificação de Köppen, com temperatura média anual de 24,5°C, precipitação média anual de 1232,2mm, umidade média anual de 64,8% e insolação média de 7,3horas/dia (Hernandez et al., 1995). O solo é classificado (EMBRAPA, 1999) como Latosolo vermelho distrófico típico argiloso, a moderado, hipidistrofico, álico, caulinitico, férrico, compactado, muito profundo e moderadamente ácido.

As sementes das progênies que constituem o experimento foram oriundas de um pomar de sementes clonal do Centro de Conservação Genética e Melhoramento de Pinheiros Tropicais - CCGMPT, localizado em Aracruz, ES. O material foi cedido pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF-ESALQ/USP - Piracicaba, SP.

O delineamento experimental utilizado na instalação do teste de progénie foi o látice quadrado 11 x 11, sêxtuplo, parcialmente balanceado, tendo 119 progênies oriundas do CCGMPT e duas testemunhas comerciais da Duratex SA - Agudos, SP. Foram adotadas parcelas lineares, com seis plantas no espaçamento de 3,0 m x 3,0 m. Neste trabalho, só as 119 progênies foram consideradas na seleção. Aos 13 anos de idade, avaliaram-se o diâmetro à altura do peito - DAP (cm), com suta manual, a altura total - ALT (m), com auxílio de um "vertex", a forma do fuste - FOR, por meio de uma escala de notas (variando de 1 - nenhuma tora reta, a 5 - uma tora reta de 4 metros, a partir da base, segundo Kageyama, 1977), e o volume de madeira - VOL (m<sup>3</sup>.árv<sup>-1</sup>), utilizando-se da seguinte expressão:

$$V = \frac{\pi}{4} (DAP)^2 \cdot ALT \cdot q; \text{ sendo } q = \frac{Dma}{DAP}$$

onde:

q = quociente de forma

Dma = diâmetro à metade da altura total.

As análises de variância foram realizadas em nível de médias de parcelas, considerando-se o delineamento em blocos completos casualizados, conforme o modelo estatístico citado por Cruz e Regazzi (2001):

$$Y_{ij} = m + G_i + B_j + e_{ij}$$

em que:

$Y_{ij}$ : observação na  $i$ -ésima progênie ( $i=1,2,\dots,p$ ) do  $j$ -ésimo bloco ( $j=1,2,\dots,r$ );

$m$ : média geral;

$G_i$ : efeito da  $i$ -ésima progênie, com  $G_i \approx \text{NID}(0, \sigma_g^2)$ ;

$B_j$ : efeito do  $j$ -ésimo bloco;

$e_{ij}$ : erro experimental, com  $e_{ij} \approx \text{NID}(0, \sigma^2)$ .

A partir das análises de variância realizadas (Tabela 1) foram obtidas as estimativas de variâncias e coeficientes de variação genética e fenotípica, do coeficiente de herdabilidade e de correlações genética, fenotípica e de ambiente, conforme Cruz e Regazzi (2001).

**Tabela 1**

Esquema da análise de variância utilizada para cada caráter. (Analysis of variance used to each character)

FV	GL	QM	E(QM)
Repetição	r-1	Q1	$(1/\bar{n}) \hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_e^2 + p\hat{\sigma}_r^2$
Progênie	p-1	Q2	$(1/\bar{n}) \hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_e^2 + r\hat{\sigma}_p^2$
Erro	(r-1)(p-1)	Q3	$(1/\bar{n}) \hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_e^2$
Dentro	(n-1)pr	Q4	$\hat{\sigma}_d^2$

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

**Tabela 2**

Análise de variância para os caracteres diâmetro à altura do peito - DAP (cm), altura total - ALT (m), forma do fuste - FOR(notas) e volume - VOL (m<sup>3</sup>.árv<sup>-1</sup>), em progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos, em Selvíria, MS.

(Variance analysis for diameter at breast height - DAP(cm), height - ALT(m), stem -FOR (scores) and volume - VOL (m<sup>3</sup>.tree<sup>-1</sup>), among progenies of *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, at 13 years old, in Selvíria, MS.

FV	Quadrados Médios			
	DAP (cm)	ALT (m)	FOR	VOL (m <sup>3</sup> .árv <sup>-1</sup> )
Repetição	63,8381	1,8459	0,1711	0,0606
Progênie	14,1826**	2,0655**	0,0229**	0,0355**
Erro	6,2670	1,2108	0,0156	0,0157
Média	20,63	18,85	1,70	0,54662
CV <sub>exp</sub> (%)	12,13	5,84	7,34	22,92

\*\*significativo a 1%, pelo teste F.

A seleção simultânea de caracteres foi simulada entre as progênies, adotando-se três critérios de seleção: seleção direta e indireta sobre cada um dos caracteres avaliados (segundo Cruz e Regazzi, 2001); seleção com base no índice clássico de Smith (1936) e Hazel (1943) e seleção com base em Soma de Postos ou “ranks”, proposta por Mulamba e Mock (1978). A intensidade de seleção praticada entre as progênies foi de 30%, que corresponde a 36 progênies selecionadas. Os vetores de pesos econômicos dos índices de seleção foram estabelecidos com os próprios dados experimentais (Cruz, 1990), considerando-se três alternativas: estimativa do coeficiente de variação genética; estimativa do coeficiente de herdabilidade média das progênies; e estimativa da correlação genética entre o DAP e os demais caracteres.

Os dados foram processados no programa computacional GENES (Cruz, 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se variação genética entre as progênies (teste-F,  $P < 0,01$ ) de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, para os quatro caracteres estudados (Tabela 2), indicando com isso a presença de variabilidade genética e a possibilidade de ganhos genéticos com a seleção das melhores progênies.

Os coeficientes de variação experimental foram de 12,13%, 5,84%, 7,34% e 22,92%, para diâmetro à altura do peito (DAP), altura (ALT), forma do fuste (FOR) e volume (VOL), respectivamente. Esses valores são considerados dentro dos limites aceitáveis na experimentação florestal. Resende et al. (1990), estudando índices de seleção em progênies de *Eucalyptus viminalis*, aos 3 anos de idade, encontraram coeficientes de variação experimental de 20,58% e 23,11% para altura e DAP, respectivamente.

As estimativas de herdabilidade (Tabela 3) são ferramentas de suma importância nos trabalhos de melhoramento, pois expressam a variabilidade genética disponível na população, proporcionando o conhecimento da magnitude relativa das variações genéticas e ambientais (Wright, 1976). Neste trabalho, os maiores valores de herdabilidade foram encontrados para os caracteres volume (0,56) e DAP (0,56).

As maiores correlações genéticas (Tabela 4) sempre envolveram o caráter DAP, sendo de 0,62 com a altura total, 0,44 com a forma do fuste e 0,97 com volume. Tal fato, também, se verifica para as correlações fenotípicas e ambientais. As correlações genotípicas foram superiores às fenotípicas e ambientais, evidenciando a importân-

cia dos efeitos genéticos nos caracteres estudados. As correlações encontradas foram favoráveis (positivas) entre todos os caracteres, o que torna o processo seletivo, segundo Paula (1997), mais simples, pois aumentos em um caráter tendem a serem acompanhados de aumentos em outro e vice-versa, não necessitando de restrições na seleção para obtenção de ganhos desejados.

Com relação às progênies selecionadas pela seleção direta em cada caráter (Tabela 5), 9 (25%) progênies (25, 26, 53, 58, 70, 96, 99, 109 e 112) são comuns a todos os caracteres estudados. Quando se comparam caracteres de alta correlação, caso do DAP e volume, 30 (83%) progênies são comuns a estes dois caracteres.

**Tabela 3**

Estimativas da variância genética ( $\sigma_p^2$ ), fenotípica ( $\sigma_f^2$ ), herdabilidade média de progênies ( $\hat{h}_f^2$ ) e dos coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ) e fenotípico ( $CV_f$ ), para os quatro caracteres estudados em *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos, em Selvíria, MS.

(Estimative of genetic variance ( $\sigma_p^2$ ), phenotypic ( $\sigma_f^2$ ), progeny heritability means ( $\hat{h}_f^2$ ), coefficient of genetic variation ( $CV_g$ ) and phenotypic ( $CV_f$ ) to four characters studied in *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, at 13 years old, in Selvíria, MS)

Parâmetros	Caracteres			
	DAP (cm)	ALT (m)	FOR	VOL(m <sup>3</sup> .ár <sup>-1</sup> )
$\sigma_p^2$	1,3193	0,1425	0,0012	0,0033
$\sigma_f^2$	2,3638	0,3443	0,0038	0,0059
$\hat{h}_f^2$	0,56	0,41	0,32	0,56
$CV_g$	5,57	2,00	2,04	10,51
$CV_f$	7,45	3,11	3,62	14,05
$CV_g/CV_{exp}$	0,46	0,37	0,28	0,46

DAP – diâmetro à altura do peito; ALT – altura; FOR – forma do fuste; VOL – volume.

**Tabela 4**

Estimativas das correlações genotípicas ( $r_g$ ), fenotípicas ( $r_f$ ) e ambiental ( $r_e$ ), entre pares de caracteres em *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos, em Selvíria, MS.

(Estimative of genotypic correlation ( $r_g$ ), phenotypic ( $r_f$ ) and environmental ( $r_e$ ) among pairs of characters in *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, at 13 years old, in Selvíria, MS)

Caráter	Correlação	Caráter		
		ALT (m)	FOR	VOL (m <sup>3</sup> .ár <sup>-1</sup> )
DAP (cm)	$r_g$	0,62	0,44	0,97
	$r_f$	0,55	0,21	0,90
	$r_e$	0,50	0,05	0,83
ALT (m)	$r_g$		0,09	0,71
	$r_f$		0,13	0,64
	$r_e$		0,16	0,59
FOR	$r_g$			0,34
	$r_f$			0,17
	$r_e$			0,06

DAP – diâmetro à altura do peito; ALT – altura; FOR – forma do fuste; VOL – volume

**Tabela 5**

Estimativas dos progressos genéticos com a seleção direta e indireta, entre progênies de meios-irmãos, em *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria, MS.

(Estimative of genetic gains for direct and indirect selection, among half-sibs progeny in *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, at 13 years old, in Selvíria, MS)

Caráter selecionado	Progênies Selecionadas	Resposta				
		DAP	ALT	FOR	VOL	
DAP (cm)	1,2,3,7,17,20,21,22,25,26,31,35,45,46,47,49,50,53,58,66,70,71,73,77,80,92,96,98,99,104,106,107,109,111,112,113	X <sub>O</sub>	20,6324	18,8580	1,6717	0,4666
		X <sub>S</sub>	22,6535	19,2174	1,6899	0,5441
		h <sup>2</sup>	0,5581	0,4139	0,3158	0,5593
		GS	1,1281	0,1488	0,0058	0,0433
		GS(%)	5,47	0,79	0,34	9,29
ALT (m)	7,8,19,20,22,23,24,25,26,27,37,38,40,48,49,53,58,62,69,70,74,75,76,78,80,92,96,98,99,104,106,107,108,109,112,118	X <sub>O</sub>	20,6324	18,8580	1,6717	0,4666
		X <sub>S</sub>	21,7413	19,5327	1,6774	0,5276
		h <sup>2</sup>	0,5581	0,4139	0,3158	0,5593
		GS	0,6190	0,2793	0,0018	0,0341
		GS(%)	3,00	1,48	0,11	7,31
FOR	1,2,5,8,11,13,17,24,25,26,27,33,41,44,50,53,56,58,60,64,67,68,69,70,71,77,79,96,99,102,109,112,113,115,117,118	X <sub>O</sub>	20,6324	18,8580	1,6717	0,4666
		X <sub>S</sub>	21,0959	18,9063	1,7449	0,4854
		h <sup>2</sup>	0,5581	0,4139	0,3158	0,5593
		GS	0,2587	0,0200	0,0231	0,0105
		GS(%)	1,25	0,11	1,38	2,24
VOL (m <sup>3</sup> .árv <sup>-1</sup> )	1,2,3,7,8,17,19,20,22,25,26,27,31,45,46,47,49,50,53,58,69,70,71,77,78,92,96,98,99,104,106,107,109,111,112,114	X <sub>O</sub>	20,6324	18,8580	1,6717	0,4666
		X <sub>S</sub>	22,2984	19,2643	1,7000	0,5504
		h <sup>2</sup>	0,5581	0,4139	0,3158	0,5593
		GS	0,9299	0,1682	0,0090	0,0469
		GS(%)	4,51	0,89	0,54	10,04

DAP – diâmetro à altura do peito; ALT – altura; FOR – forma do fuste; VOL – volume; X<sub>O</sub>: média original; X<sub>S</sub>: média dos selecionados; h<sup>2</sup>: herdabilidade média; GS: ganho na seleção; GS(%): ganho na seleção em relação a X<sub>O</sub>.

A maneira mais fácil e rápida de se obter ganhos genéticos sobre um determinado caráter é através da seleção direta sobre este. Entretanto, a seleção direta em um caráter pode afetar os ganhos em outros caracteres. O maior progresso genético em cada caráter (Tabela 5), foi estimado quando a seleção foi praticada diretamente sobre o mesmo. Os maiores progressos pela seleção direta foram preditos para o volume (10,04%), DAP (5,47%), altura (1,48%) e forma do fuste (1,38%). Com relação à seleção indireta, tanto a seleção sobre o DAP como sobre altura, promoveram ganhos indiretos satisfatórios em volume. Isso era previsível, devido à alta correlação genética entre estes caracteres.

O índice clássico (Smith e Hazel) apresentou pouca flexibilidade nos ganhos genéticos totais, mesmo com a variação nos pesos econômicos estabelecidos (Tabela 6). Esse resultado foi observado também por Paula et al. (2002), em pro-

gênies de meios-irmãos de *Eucalyptus camaldulensis*. O índice com base na soma de postos mostrou ganhos inferiores aos obtidos pelo índice clássico. Os índices de seleção apresentaram maiores ganhos totais quando comparados com a seleção direta e indireta sobre os caracteres estudados (Tabela 7). Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Paula et al. (2002), com progênies de meios-irmãos de *Eucalyptus camaldulensis*, mas contrastantes com os obtidos por Maêda et al. (2001) com *Virola surinamensis*. Nesse trabalho, os autores encontraram menores ganhos totais com o índice clássico, comparativamente à seleção direta. Como os ganhos praticamente não tiveram variação com o uso dos diferentes pesos econômicos, é recomendável o uso do CVg de cada caráter como o vetor de pesos econômicos pois, segundo Cruz (1990), o CVg é adimensional e diretamente proporcional à variabilidade genética existente na população.

**Tabela 6**

Pesos econômicos (PE) estabelecidos, coeficientes de ponderação do índice (CP) e o progresso genético esperado com a seleção (GS), com base nos índices clássico de Smith e Hazel (ISH) e da Soma de Postos ou "ranks" (Ranks), para os caracteres em estudo, em *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos, em Selvíria, MS.

(Economic weights (PE), coefficient of index ponderation (CP) and genetic gains expected with the selection (GS), based in the classical index of Smith and Hazel (ISH) and ranks (Ranks) for characters studied, in *Pinus caribaea* var. *bahamensis* at the 13 years old, in Selvíria, MS)

Índice		DAP (cm)	ALT (m)	FOR	VOL (m <sup>3</sup> .árv <sup>-1</sup> )	Ganho(%)
ISH <sub>1</sub>	PE	5,57	2,00	2,04	10,51	
	CP	2,0957	-0,3448	11,2890	33,5861	
	GS	4,90	1,12	0,89	10,68	17,59
ISH <sub>2</sub>	PE	0,55813	0,41388	0,31579	0,55932	
	CP	0,2083	0,0376	1,0631	3,3425	
	GS	4,87	1,18	0,85	10,68	17,59
ISH <sub>3</sub>	PE	1,0000	0,6244	0,4353	0,96661	
	CP	0,3711	0,0297	1,9045	5,8731	
	GS	4,88	1,16	0,86	10,68	17,58
Ranks <sub>1</sub>	PE	5,57	2,00	2,04	10,51	
	GS	4,98	0,90	0,52	9,83	16,23
Ranks <sub>2</sub>	PE	0,55813	0,41388	0,31579	0,55932	
	GS	5,27	0,95	0,48	9,65	16,35
Ranks <sub>3</sub>	PE	1,0000	0,6244	0,4353	0,96661	
	GS	5,27	0,95	0,48	9,65	16,35

DAP – diâmetro à altura do peito; ALT – altura; FOR – forma do fuste; VOL – volume; ISH<sub>1</sub> e Ranks<sub>1</sub> – com base na estimativa do coeficiente de variação genética; ISH<sub>2</sub> e Ranks<sub>2</sub> – com base na estimativa do coeficiente de herdabilidade média das progênies; ISH<sub>3</sub> e Ranks<sub>3</sub> – com base na estimativa da correlação genética entre o DAP e os demais caracteres.

**Tabela 7**

Estimativas dos progressos genéticos, com a seleção direta e indireta, índice clássico (ISH) e índice com base na soma de postos ou "ranks" (Ranks), entre progênies de meios-irmãos de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, aos 13 anos de idade, em Selvíria, MS.

(Estimative of genetic gains for direct and indirect selection classic index (ISH) and ranks (Ranks) among half-sibs progeny in *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, at the 13 years old, in Selvíria, MS)

Seleção	Resposta em				Ganho total (%)
	DAP (cm)	ALT (m)	FOR	VOL (m <sup>3</sup> .árv <sup>-1</sup> )	
DAP(cm)	5,47	0,79	0,34	9,29	15,89
ALT(m)	3,00	1,48	0,11	7,31	11,90
FOR	1,25	0,11	1,38	2,24	4,98
VOL(m <sup>3</sup> .árv <sup>-1</sup> )	4,51	0,89	0,54	10,04	15,98
ISH <sub>1</sub>	4,90	1,12	0,89	10,68	17,59
ISH <sub>2</sub>	4,87	1,18	0,85	10,68	17,59
ISH <sub>3</sub>	4,88	1,16	0,86	10,68	17,58
Ranks <sub>1</sub>	4,98	0,90	0,52	9,83	16,23
Ranks <sub>2</sub>	5,27	0,95	0,48	9,65	16,35
Ranks <sub>3</sub>	5,27	0,95	0,48	9,65	16,35

DAP – diâmetro à altura do peito; ALT – altura; FOR – forma do fuste; VOL – volume; ISH<sub>1</sub> e Ranks<sub>1</sub> – com base na estimativa do coeficiente de variação genética; ISH<sub>2</sub> e Ranks<sub>2</sub> – com base na estimativa do coeficiente de herdabilidade média das progênies; ISH<sub>3</sub> e Ranks<sub>3</sub> – com base na estimativa da correlação genética entre o DAP e os demais caracteres.

## CONCLUSÕES

» As progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* apresentam variação genética, o que permite a continuidade do programa de melhoramento genético desta população;

» A utilização dos Índices de seleção prediz ganhos genéticos satisfatórios e maior ganho genético total do que a seleção direta e indireta;

» O índice clássico (Smith e Hazel) mostra-se promissor para a seleção simultânea de caracteres, podendo-se utilizar como vetor de pesos econômicos o CVg de cada caráter.

## AUTORES E AGRADECIMENTOS

ROBSON FERNANDO MISSIO é Pós-graduando em Sistemas de Produção da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira / UNESP e Bolsista da FAPESP. Caixa Postal 31 - Ilha Solteira, SP - 15385-000 - E-mail: rfmisso@agr.feis.unesp.br

JOSÉ CAMBUIM é Técnico de Nível Superior da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira / UNESP - Caixa Postal 31 - Ilha Solteira, SP - 15385-000

MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES é Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-economia da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira / UNESP e bolsista do CNPq - Caixa Postal 31 - Ilha Solteira, SP - 15385-000 - E-mail: teixeira@agr.feis.unesp.br

RINALDO CESAR DE PAULA é Professor Doutor do Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária de Jaboticabal / UNESP - Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n - Jaboticabal, SP - 14884-900 - E-mail: rcpaula@fcav.unesp.br

Os autores agradecem ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF) pelo fornecimento das sementes das progênies; à Duratex S.A. pela produção das mudas; à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq) pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, M.H.P.; PINTO, C.A.B.P. Eficiência de índices de seleção na identificação de clones superiores de batata. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.33, p.149-156, 1998.

CASTOLDI, F.L. **Comparação de métodos multivariados aplicados na seleção em milho**. Viçosa, 1997. 118p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa

CRUZ, C.D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. Piracicaba, 1990. 188p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo

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**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2001. 390p.

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.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 1999. 412p.

GRANATE, M.J.; CRUZ, C.D.; PACHECO, C.A.P. Predição de ganho genético com diferentes índices de seleção no milho pipoca CMS-43. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.37, p.1001-1008, 2002.

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, 1995. 45p.

KAGEYAMA, P.Y. **Varição genética entre procedências de *Pinus oocarpa* Schiede na região de Agudos, SP**. Piracicaba, 1977. 82p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo

MAÊDA, J.M.M.; PIRES, I.E.; BORGES, R.C.G.; CRUZ, C.D. Critérios de seleção uni e multivariados no melhoramento genético da *Virola surinamensis* Warb. **Floresta e ambiente**, v.8, n.1, p.61-69, 2001.

MORAES, M. L. T. **Varição genética e aplicação da análise multivariada em progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barret e Golfari**. Ilha Solteira, 2001. 124p. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira / Universidade Estadual Paulista

MORAIS, O.P. **Análise multivariada da divergência genética dos progenitores, índices de seleção combinada numa população de arroz oriunda de inter cruzamentos, usando macho esterilidade**. Viçosa, 1992. 251p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa

- 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.
- PAULA, R.C. **Avaliação de diferentes critérios de seleção aplicados em melhoramento florestal**. Viçosa, 1997. 74p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa
- PAULA, R.C.; PIRES, I.E.; BORGES, R.C.G.; CRUZ, C.D. Predição de ganhos genéticos em melhoramento florestal. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.37, p.159-165, 2002.
- PESEK, J.; BAKER, R.J. Desired improvement in relation to selected indices. **Canadian journal of plant science**, v.49, p.803-804, 1969.
- PIRES, I.E.; CRUZ, C.D.; BORGES, R.C.G.; REGAZZI, A.J. Índice de seleção combinada aplicado ao melhoramento genético de *Eucalyptus* spp. **Revista árvore**, v.20, p.191-197, 1996.
- RANGEL, P.H.N.; ZIMMERMANN, F.J.P.; NEVES, P.C.F. Estimativas de parâmetros genéticos e resposta à seleção nas populações de arroz irrigado CNA-IRAT 4PR E CNA-IRAT 4ME. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.33, p.905-912, 1998.
- RESENDE, M.D.V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: EMBRAPA, **Informação Tecnológica**, 2002. 975p.
- RESENDE, M.D.V.; HIGA, A.R. Estimativa de valores genéticos no melhoramento de *Eucalyptus*: seleção em um caráter com base em informações do indivíduo e seus parentes. **Boletim de pesquisa florestal**, n.28/29, p.11-36, 1994.
- RESENDE, M.D.V.; ROSA-PEREZ, J.R.H. **Genética quantitativa e estatística no melhoramento animal**. Curitiba: Imprensa Universitária. UFPR, 1999. 496p.
- RESENDE, M.D.V.; OLIVEIRA, E.B.; HIGA, A.R. Utilização de índices de seleção no melhoramento de eucalipto. **Boletim de pesquisas florestais**, v.21, p.1-13, 1990.
- RODRIGUEZ, R.E.S.; RANGEL, P.H.N.; MORAIS, O.P. Estimativas de parâmetros genéticos e de respostas à seleção na população de arroz irrigado CNA 1. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.33, p.685-691, 1998.
- SMITH, H.F. A discriminate function for plant selection. **Annals of eugenics**, v.7, p.240-250, 1936.
- SUBANDI, W.; COMPTON, A.; EMPIG, L.T. Comparison of the efficiencies of selection indices for three traits in two variety crosses of corn. **Crop science**, v.13, p.184-186, 1973.
- VIEIRA, J.V. **Herdabilidades, correlações e índices de seleção em populações de cenoura (*Daucus carota* L.)**. Viçosa, 1988. 86p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa
- WILLIAMS, J.S. The evaluation of a selection index. **Biometrics**, v.18, p.375-393, 1962.
- WRIGHT, J.W. **Introduction to forest genetics**. New York: Academic Press, 1976. 464p.