

**Seleção Simultânea de Caracteres  
por Indivíduo no Melhoramento de  
*Pinus caribaea* var. *hondurensis***



ISSN 1676-918X

Agosto, 2007

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Cerrados  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 189***

## **Seleção Simultânea de Caracteres por Indivíduo no Melhoramento de *Pinus caribaea* var. *hondurensis***

*Sebastião Pires de Moraes Neto  
Lauro Luiz Melim Falqueto  
Tito Goldenberg de Sousa*

Planaltina, DF  
2007

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

### **Embrapa Cerrados**

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina, DF

Fone: (61) 3388-9898

Fax: (61) 3388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

[sac@cpac.embrapa.br](mailto:sac@cpac.embrapa.br)

### **Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: *José de Ribamar N. dos Anjos*

Secretário-Executivo: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Fernanda Vidigal Cabral de Miranda*

Revisão de texto: *Fernanda Vidigal Cabral de Miranda*

Normalização bibliográfica: *Rosângela Lacerda de Castro*

Editoração eletrônica: *Wellington Cavalcanti*

Foto da capa: *Sebastião Pires de Moraes Neto*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*

*Jaime Arbués Carneiro*

Impresso no Serviço Gráfico da Embrapa Cerrados

### **1ª edição**

1ª impressão (2007): tiragem 100 exemplares

### **Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Embrapa Cerrados**

---

M827 Moraes Neto, Sebastião Pires de.

Seleção simultânea de caracteres por indivíduo no melhoramento de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* / Sebastião Pires de Moraes Neto, Lauro Luiz Melim Falqueto, Tito Goldenberg de Sousa. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2007.

19p.— (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X ; 189)

1. Pinus. 2. Seleção genética. 3. Semente. I. Falqueto, Lauro Luiz Melim. II. Sousa, Tito Goldenberg de. III. Título. IV. Série.

634.9751 - CDD 21

---

© Embrapa 2007

# Sumário

Resumo .....	5
Abstract .....	6
Introdução .....	7
Material e Métodos .....	8
Resultados e Discussão .....	12
Conclusões .....	17
Referências .....	17

# Seleção Simultânea de Caracteres por Indivíduo no Melhoramento de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

*Sebastião Pires de Moraes Neto*<sup>1</sup>

*Lauro Luiz Melim Falqueto*<sup>2</sup>

*Tito Goldenberg de Sousa*<sup>3</sup>

## Resumo

*Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Sénécl) Barr. e Golf. é uma espécie tropical que ocorre naturalmente nas terras baixas da América Central e no leste do México. Essa espécie tem sido uma das mais estudadas entre os pinus tropicais no Brasil. O objetivo deste trabalho foi comparar métodos de seleção de progênies de meios irmãos, utilizando a seleção simultânea de três caracteres (forma do tronco, diâmetro do galho e volume) em nível de indivíduo, como subsídio para estabelecimento de pomar de sementes. Os métodos testados dividiram-se em três blocos: A - seleção simultânea de caracteres entre e dentro de progênies usando os índices multiplicativo e soma de ranks; B – seleção direta: sobre os valores reais do caráter volume e do índice multiefeito (IME) desse caráter; e C - seleção simultânea de caracteres, abrangendo todos os indivíduos do povoamento: usando os índices multiplicativo e soma de ranks. O método que propiciou um maior ganho genético na somatória dos três caracteres pertence ao bloco C, o qual usa o IME de cada caráter como fator no índice multiplicativo.

Termos para indexação: pomar de sementes, índice multiefeito, índice multiplicativo, índice soma de ranks.

<sup>1</sup> Eng. Flor., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados, spmoraesn@cpac.embrapa.br

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., Agrosyn, Rua 29 Quadra 19 lote 09, Vila Juracy, Luziânia, GO, laurofalqueto@agrosyn.com.br

<sup>3</sup> Estudante de Agronomia da UPIS (União Pioneira de Integração Social), Planaltina, DF, titogoldenberg@gmail.com

# Simultaneous Selection of Traits by Individual in *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Improvement

---

## Abstract

*Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Sénécl) Barr. e Golf. is a tropical pine that naturally occurs in lowland areas of Belize, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, and eastern Mexico. It has been one of most studied tropical pines and the one with the most commercial importance in Brazil. The objective of this work was compare selection methods for half sib progenies, using simultaneous selection of three traits (stem form, branch diameter and volume) at individual level, as subsidy to the establishment of seed orchards. The tested methods were shared in three blocks: Block A – among and within progenies simultaneous selection of traits: using multiplicative index (method 1), using rank additions index with normalized values (method 2), using rank additions index having as weight the genetic variation coefficient ( $CV_g$ ) of each trait (method 3); Block B – direct selection: on the volume trait (method 4), on the multieffect indexes (IME) of volume trait (method 5) and Block C – simultaneous selection of traits for all individuals of stand: using the IME of each trait as factor of multiplicative index (method 6), using the real values of each trait as factor of multiplicative index (method 7), using the rank additions index with normalized values (method 8) and the rank additions index having as weight the  $CV_g$  of each trait (method 9). The method 7 was that propitiated a greater genetic gain in the sum of the three traits.

**Index terms:** seed orchard, multieffect index, multiplicative index, rank additions index.

## Introdução

*Pinus caribaea* var. *hondurensis* é uma espécie tropical que ocorre naturalmente nas terras baixas de Belize, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicarágua, e numa localidade do Estado de Quintana Roo, México. A espécie tem grande importância comercial em locais como Queensland, Austrália, regiões Norte e Central do Brasil, Ilhas Fiji e Venezuela ([MOURA; DVORAK, 2001](#)). Essa espécie pode ser usada para arborização de parques e jardins, celulose, estacas e moirões, laminação, lenha e carvão, particulados (aglomerado, OSB, waferboard), resina e serraria ([MARTO et al., 2006](#)). Por sua vez, para obtermos madeira em qualidade e quantidades superiores é necessário um plano de manejo e de melhoramento florestal, onde, nesse último, os métodos de seleção são de grande importância.

Dentre os métodos de seleção utilizados no setor florestal, pode-se citar a seleção entre e dentro de progênies (seleção truncada) ([CORNICCHIA et al., 1995](#)), seleção combinada (pondera dados da progênie e do indivíduo dentro da parcela) ([PIRES et al., 1996](#); [MOURA et al., 1998](#)). Uma das formas de seleção combinada é o índice multiefeito proposto por [Resende e Higa \(1994\)](#), o qual pondera além dos dois citados anteriormente, dados das parcelas e das repetições, e é utilizado também para se calcular ganhos genéticos ([ROMANELLI; SEBBENN, 2004](#)). Contudo, em geral, esses métodos utilizam somente uma característica: volume, biomassa ou diâmetro a altura do peito, especialmente. Outro método utilizado é a seleção simultânea de caracteres, o qual utiliza algumas características das árvores de forma combinada, ou seja, tenta fazer a seleção de árvores com atributos superiores de cada característica, onde, em geral, é feito baseado nas médias das melhores progênies ([VALENCIA-MANZO; VARGAS-HERNÁNDEZ 2001](#); [MISSIO et al., 2004](#); [FERREIRA et al., 2005](#)) e não de forma individual. Portanto, o presente estudo tem como objetivo testar vários métodos de seleção, propondo a utilização da seleção simultânea de caracteres em nível de indivíduo.

## Material e Métodos

Um ensaio com 52 progênies centro-americanas de polinização aberta de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* foi estabelecido em Planaltina, Distrito Federal, em dezembro de 1984, em área de Cerrado, com latitude de 15° 35' Sul, longitude 47° 42' Oeste, altitude de 1.100 m e com precipitação pluviométrica média de 1.500 mm/ano, com pronunciada estação seca de quase seis meses de duração. O solo é laterítico (oxisol), profundo, altamente lixiviado e de baixa fertilidade (Tabela 1).

**Tabela 1.** Características químicas e texturais do solo.

pH em	P	K	Ca	Mg	Al	H+ Al	argila	silte	areia
água	mg kg <sup>-1</sup>	-----	cmol <sub>c</sub>	dm <sup>-3</sup>	-----	-----	%	-----	-----
4,8	0,1	0,07	0,17	0,07	0,38	6,16	52	13	35

O experimento seguiu um delineamento experimental de blocos ao acaso, com nove repetições ou blocos completos, compostas por parcelas lineares de seis indivíduos por progênie. O espaçamento utilizado foi 3 m x 3 m. As árvores do ensaio foram avaliadas aos 20 anos de idade para sobrevivência, altura, circunferência à altura do peito (CAP), forma do caule, volume e diâmetro do galho. A forma do caule foi classificada em quatro níveis (1 = árvore torta a 4 = árvore reta) e o diâmetro do galho em três níveis (1 = galho grosso a 3 = galho fino). Quando necessário, os valores foram fracionados no intervalo de 1 a 4 para o primeiro e 1 a 3 para o segundo. O volume foi calculado como se fosse um cilindro, ou seja:

$$\text{volume (m}^3\text{)} = \pi \cdot (\text{raio})^2 \cdot \text{altura} \quad \Delta \text{raio} = \frac{\text{CAP}}{2\pi},$$

em que CAP = circunferência à altura do peito (m)

Na ocasião do plantio (adubação na cova) e 90 dias após (adubação de cobertura), as mudas foram fertilizadas com uma mistura de 100 g de



superfosfato simples, 40 g de KCl, 3 g de borax e 2 g de  $ZnSO_4$ . Cinquenta por cento desta mistura foi usada em cada aplicação. O modelo estatístico usado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + b_j + e_{ij} + d_{ijk}$$

em que:  $Y_{ijk}$  = valor do  $k$ -ésimo indivíduo, do  $j$ -ésimo bloco, da  $i$ -ésima progênie;  $\mu$  = média geral;  $t_i$  = efeito da  $i$ -ésima progênie ( $i = 1, 2, \dots, I$ );  $b_j$  = efeito do  $j$ -ésimo bloco ( $j = 1, 2, \dots, J$ );  $e_{ij}$  = efeito da interação entre a  $i$ -ésima progênie do  $j$ -ésimo bloco;  $d_{ijk}$  = efeito da  $k$ -ésima árvore dentro da  $ij$ -ésima parcela.

As análises de variância e correlação linear de Pearson foram feitas com auxílio do programa SAS ([SAS INSTITUTE, 2003](#)), utilizando-se o procedimento VARCOMP na opção REML (máxima verossimilhança restrita) e CORR, respectivamente. Das análises de variância, foram estimados os componentes:  $\sigma_g^2$  = variância genética entre progênies;  $\sigma_b^2$  = variância entre blocos;  $\sigma_e^2$  = variância entre parcelas;  $\sigma_d^2$  = variância dentro de parcelas.

O coeficiente de correlação genético aditivo entre plantas dentro de progênies ( $r$ ) foi assumido ser de 0,33 em vez de 0,25, já que um grau de autopolinização (cerca de 15 %) é passível de ocorrer em populações relativamente pequenas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, de onde as sementes foram coletadas na América Central ([VÁSQUEZ; DVORAK, 1996](#)). Com o aumento no coeficiente  $r$ , as estimativas da herdabilidade a nível individual são mais conservadoras ([SQUILLACE, 1974](#)) e  $\sigma_a^2 = \sigma_g^2 / r$ . O coeficiente de variação genética aditiva ( $CV_a$ ), entre parcelas ( $CV_e$ ), dentro de parcelas ( $CV_d$ ) e coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ) foi calculado assim:

$$CV_a = \frac{\sqrt{\sigma_a^2}}{\bar{x}} \times 100 \quad CV_e = \frac{\sqrt{\sigma_e^2}}{\bar{x}} \times 100 \quad CV_d = \frac{\sqrt{\sigma_d^2}}{\bar{x}} \times 100 \quad CV_g = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{x}} \times 100 \quad \bar{x} =$$

média do caráter

O cálculo da seleção simultânea de três caracteres (volume, forma do tronco e diâmetro do galho) entre médias de progênies foi feito com o programa GENES (CRUZ, 2006), onde o índice multiplicativo (SUBANDI et al., 1973) e o índice soma de ranks (MULAMBA; MOCK, 1978) mostraram-se promissores. Utilizaram-se também esses dois índices para cada árvore mensurada, tanto dentro de cada progênie escolhida (seleção entre e dentro) como para todos os indivíduos do povoamento. A seleção de árvores somente pelo caráter volume foi utilizado também para comparações. Simulou-se um descarte de 40 % das progênies e impôs-se limite de no máximo três árvores por parcela (total de seis árvores) mesmo que os valores genéticos das outras três árvores (dentro da mesma parcela) estivessem entre o número limite de árvores selecionadas, para garantir maior espaçamento entre as árvores e diminuir a endogamia. Por meio desse procedimento, as árvores que permanecerem terão área média de aproximadamente 31 m<sup>2</sup> (816 plantas selecionadas). Em todos os métodos testados, manteve-se essa mesma área média. Então, para o índice multiplicativo temos:

$$I = y_1^{k_1} y_2^{k_2} \dots y_n^{k_n} \quad \text{ou} \quad I = (y_1 + 2)^{k_1} (y_2 + 2)^{k_2} \dots (y_n + 2)^{k_n} \quad \text{em que:}$$

$y_j$  = valor médio ou individual do caráter  $j$  ou valor individual do índice multifeito (valor genético) do caráter  $j$ .

$k_j = 1$ , se for considerada a relação direta com a variável.

$k_j = -1$ , se for considerada a relação inversa do índice com a variável.

Quando o valor genético de cada caráter foi usado como fator, acresceu-se a constante 2 para cada valor genético, já que existiam também valores negativos.

Para o índice soma de ranks, o ordenamento foi normalizado pelo caráter com valores de menor amplitude (diâmetro do galho), utilizando regra de três para determinar o fator de multiplicação para os caracteres com

valores de maior amplitude (volume e forma do tronco) e, então, somou-se a posição dos três caracteres. Adicionalmente, fizeram-se cálculos com os valores normalizados dos três caracteres multiplicados por seus respectivos coeficientes de variação genética. Portanto, utilizaram-se as seguintes fórmulas:

$$I = r_1 + r_2 + \dots + r_n \text{ OU } I = p_1 r_1 + p_2 r_2 + \dots + p_n r_n$$

sendo:

$I$  = valor do índice para determinado indivíduo ou progênie.

$r_j$  = classificação (ou rank) de um indivíduo em relação à  $j$ -ésima variável de forma normalizada.

$p_j$  = peso econômico atribuído pelo usuário à  $j$ -ésima característica, onde neste estudo foi usado o coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ).

$n$  = número de variáveis consideradas no índice.

O valor genético ( $I$ ) individual ou índice multiefeito (RESENDE; HIGA, 1994) foi estimado por:

$$I = h_d^2(Y_{ijk}) + (h_p^2 - h_d^2)\bar{Y}_{ij.} + (h_b^2 - h_p^2)\bar{Y}_{.j.} + (h_m^2 - h_p^2)\bar{Y}_{i..} + (h_p^2 - h_b^2 - h_m^2)\bar{Y}_{...}$$

em que:

$Y_{ijk}$  = valor individual;  $\bar{Y}_{...}$  = efeito da média geral;  $\bar{Y}_{i..}$  = média da progênie no ensaio;  $\bar{Y}_{.j.}$  = média do bloco;  $\bar{Y}_{ij.}$  = média da progênie em determinado bloco (média da parcela).

Os coeficientes do índice correspondem às herdabilidades associadas aos efeitos de indivíduo dentro de parcelas ( $h_d^2$ ), de progênie ( $h_m^2$ ), de parcela ( $h_p^2$ ), de blocos ( $h_b^2$ ) e individual ( $h_i^2$ ).

As herdabilidades foram calculadas pelas seguintes fórmulas:

$$h_d^2 = \frac{(1-r)\sigma_a^2}{\sigma_d^2} \quad h_m^2 = \frac{[1+(nb-1)r]\sigma_a^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2/b + \sigma_d^2/nb} \quad h_p^2 = \frac{[(1-r)/n]\sigma_a^2}{\sigma_e^2 + \sigma_d^2/n}$$

$$h_b^2 = \frac{[(1-r)/ng]\sigma_a^2}{\sigma_b^2 + \sigma_e^2/g + \sigma_d^2/ng} \quad h_i^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2 + \sigma_d^2}$$

em que:

$r$  = coeficiente de correlação genética aditiva entre plantas dentro de progênies;  $\sigma_a^2$  = variância genética aditiva;  $g$  = número de progênies;  $b$  = número de repetições;  $n$  = média harmônica de número de plantas por parcela.

A resposta esperada na seleção foi estimada pela média dos valores genéticos dos indivíduos selecionados.

O tamanho efetivo populacional foi obtido de acordo com Resende e Bertolucci (1995), como segue:

$$N_e = \frac{4N_f \bar{k}_f}{\bar{k}_f + 3 + (\sigma_{k_f}^2 / \bar{k}_f)} \quad \text{em que:}$$

$\bar{k}_f$  = número médio de indivíduos selecionados por progênie ( $\bar{k}_f = N/N_f$ ).

$\sigma_{k_f}^2$  = variância do número de indivíduos selecionados por progênie.

$N_f$  = número de progênies selecionadas.

$N$  = número total de indivíduos selecionados.

## Resultados e Discussão

Observa-se, na [Tabela 2](#), que não houve correlação entre forma do tronco e diâmetro do galho. Existe correlação positiva entre forma do tronco e

volume e, negativa entre diâmetro do galho e volume. Depreende-se desses resultados que se fizermos uma seleção direta do caráter volume, provavelmente haverá melhora na forma do tronco e apresentará ramos mais grossos. Caso selecione-se para forma do tronco, provavelmente o diâmetro do galho não será afetado.

**Tabela 2.** Coeficientes de correlação linear de Pearson para os caracteres forma do tronco, espessura do galho e volume para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* aos 20 anos de idade em Planaltina, DF.

	Forma do tronco	Diâmetro do galho	Volume
Forma do tronco	1,000	0,02670 n.s.	0,365**
Espessura do galho		1,000	-0,178**
Volume			1,000

n.s. = não significativo; \*\* =  $P < 0,01$

Verifica-se, na [Tabela 3](#), que o método de seleção que proporcionou maior ganho total foi a seleção simultânea usando o índice multiefeito (IME) de cada caráter como fator de multiplicação (índice multiplicativo – método 7). Caso enfatizemos o caráter volume, sem desprezar a forma do tronco e o diâmetro do galho, o método 3 [seleção simultânea entre e dentro usando o índice soma de ranks com o coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ) como peso] e o método 9 (seleção simultânea abrangendo todos os indivíduos usando o índice soma de ranks com o  $CV_g$  como peso) são promissores. Quanto ao tamanho efetivo populacional ( $N_e$ ), os valores para todos os métodos podem ser considerados altos, notando-se que os métodos de seleção que abrangem todos os indivíduos mostraram maiores valores do que os métodos baseados na seleção entre e dentro de progênies. Número efetivo igual a 60 é considerado adequado para obtenção de ganhos nos próximos ciclos seletivos ([RESENDE, 1990](#)).

**Tabela 3.** Ganhos de seleção (GS) por caráter, referentes a média do povoamento, somatória ( $\Sigma$ ) dos três caracteres em termos percentuais e tamanho efetivo populacional ( $N_e$ ) de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* aos 20 anos de idade em Planaltina, DF.

Métodos de seleção	Volume (m <sup>3</sup> árvore <sup>-1</sup> )		Forma do tronco <sup>(1)</sup>		Diâmetro do galho <sup>(1)</sup>		$\Sigma$	$N_e$
	GS	GS %	GS	GS %	GS	GS %	GS %	
1. Seleção simultânea entre e dentro de progênies usando os valores reais de cada caráter como fator no índice multiplicativo (IMU)	0,136	11,8	0,181	6,3	0,043	1,60	19,7	111
2. Seleção simultânea entre e dentro (soma de ranks dos três caracteres com valores normalizados- V.N.)	0,152	13,2	0,159	5,5	0,028	1,03	19,7	111
3. Seleção simultânea entre e dentro (soma de ranks com o CV <sub>g</sub> <sup>(2)</sup> como peso)	0,162	14,1	0,151	5,3	0,012	0,43	19,8	111
4. Seleção direta do caráter volume abrangendo todos os indivíduos do povoamento (TIs)	0,170	14,8	0,13	4,5	-0,020	-0,73	18,6	157
5. Seleção direta usando a ordenação do índice multifeito (IME) do caráter volume (TIs)	0,194	16,8	0,107	3,7	-0,025	-0,92	19,6	130
6. Seleção simultânea abrangendo TIs, usando os valores reais de cada caráter no IMU	0,154	13,4	0,177	6,1	0,031	1,15	20,7	156
7. Seleção simultânea (TIs) usando o IME de cada caráter como fator no IMU	0,130	11,3	0,250	8,7	0,050	1,83	21,8	131
8. Seleção simultânea (TIs) usando a soma de ranks com V.N.	0,140	12,2	0,210	7,3	0,040	1,47	20,9	152
9. Seleção simultânea (TIs) usando a soma de ranks com o CV <sub>g</sub> como peso	0,160	13,91	0,180	6,2	0,010	0,37	20,5	157

<sup>(1)</sup>adimensionais <sup>(2)</sup> CV<sub>g</sub> – coeficiente de variação genética.

Nota-se, na [Tabela 4](#), que a variância dentro de parcelas foi a que mais contribuiu para a variância total nos três caracteres. Em relação as herdabilidades, a  $h^2_m$  (de progênie) mostrou os maiores valores para os três caracteres em relação aos outros tipos. Ressalta-se valor relativamente alto para  $h^2_d$  (dentro de parcelas) e  $h^2_i$  (individual) no caráter forma do tronco. [Cornacchia et al. \(1995\)](#) observaram em povoamentos de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus tecunumanii* de 5,5 anos que o  $h^2_m$  da forma do tronco foi 0,93 para o primeiro e 0,77 para o segundo. O efeito de parcelas ( $h^2_p$ ) e de blocos ( $h^2_b$ ) foi significativo. A razão entre o coeficiente de variação dentro de parcelas e entre parcelas ( $CV_d/CV_e$ ) e o coeficiente de variação genética aditiva ( $CV_a$ ) foram mais representativos para o caráter volume.

Nos métodos de seleção ([Tabela 3](#)), observa-se maior ganho no caráter volume, o qual pode ser atribuído aos valores de herdabilidade de progênie, ao  $CV_a$  e a razão  $CV_d/CV_e$ . Nessa última, quanto maior for o valor em relação a 1, mais a seleção dentro da parcela fica favorecida. Os valores relativamente altos de ganho de seleção para forma de tronco podem ser explicados especialmente por suas herdabilidades de progênie ( $h^2_m$ ) e dentro de parcelas ( $h^2_d$ ), e o valor do  $CV_a$ . Os baixos valores de ganhos em seleção para diminuição do diâmetro do galho decorreram do fato de esse caráter possuir um menor  $CV_a$  ([Tabela 4](#)) e de existir uma correlação negativa com o caráter volume ([Tabela 2](#)).

**Tabela 4.** Estimativas da variância genética entre progênes ( $\sigma_g^2$ ), variância entre parcelas ( $\sigma_c^2$ ), variância entre blocos ( $\sigma_b^2$ ), variância dentro das parcelas ( $\sigma_d^2$ ), herdabilidade de progênie ( $h_m^2$ ), herdabilidade, dentro de parcelas ( $h_d^2$ ), herdabilidade de parcelas ( $h_p^2$ ), herdabilidade de blocos ( $h_b^2$ ), herdabilidade individual ( $h_i^2$ ) e dos coeficientes de variação genética aditivo ( $CV_a$ ), entre parcelas ( $CV_c$ ) e dentro de parcelas ( $CV_d$ ) para os três caracteres estudados em *P. caribaea* var. *hondurensis*, aos 20 anos, em Planaltina, DF.

	$\sigma_g^2$	$\sigma_c^2$	$\sigma_d^2$	$\sigma_b^2$	$h_m^2$	$h_d^2$	$h_p^2$	$h_b^2$	$\frac{CV_d}{CV_c}$	$CV_a$	$h_i^2$
Forma do tronco	0,0498 (18%) <sup>(1)</sup>	0,0381 (13,7%)	0,1867 (68%)	0,00089 (0,3%)	0,89	0,53	0,26	0,16	2,2	13,4	0,54
Espessura do galho	0,0192 (7%)	0,0518 (20%)	0,1876 (73%)	0 (0%)	0,69	0,20	0,08	0,08	1,9	8,8	0,22
Volume	0,0314 (8%)	0,0033 (1%)	0,3444 (90,9%)	0,00038 (0,1%)	0,84	0,18	0,17	0,13	10,2	26,7	0,25

<sup>(1)</sup>Porcentagem que cada tipo de variância representa em relação a somatória total.



## Conclusões

- A seleção simultânea de caracteres, abrangendo todos os indivíduos, e usando o índice multifeito de cada caráter como fator de multiplicação (índice multiplicativo – método 7) foi o método que apresenta maior ganho genético total.
- Caso se enfatize o caráter volume e haja pequeno progresso genético na características forma do tronco e diâmetro do galho, os métodos usando o índice soma de ranks [tanto a seleção entre e dentro de progênies (método 3) como abrangendo todos os indivíduos (método 9)], com o coeficiente de variação genética como peso, o ganho genético em termos volumétricos é superior ao método 7.

## Referências

CRUZ, C. D. **Programa GENES**: biometria. Viçosa: UFV, 2006. 382 p.

CORNACCHIA, G.; CRUZ, C. D.; PIRES, W. Seleção combinada entre e dentro de progênies de meio-irmãos de três espécies do gênero *Pinus*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 19, n. 2, p. 200-212, 1995.

FERREIRA, A.; CECON, P. R.; CRUZ, C. D.; FERRÃO, R. G.; SILVA, M. F.; FONSECA, A. D. A. da; FERRÃO, M. A. G. Seleção simultânea de *Coffea canephora* por meio da combinação de análise de fatores e índices de seleção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 12, p. 1189-1195, dez. 2005.

MARTO, G. B. T.; BARRICHELO, L. E. G.; MÜLLER, P. C. H. **Indicações para escolha de espécies de pinus**. Disponível em: < [http://www.ipef.br/silvicultura/escolha\\_pinus.asp](http://www.ipef.br/silvicultura/escolha_pinus.asp) > . Acesso em: 13 out. 2006.

MISSIO, R. F.; CAMBUIM, J.; MORAES, M. L. T. de; PAULA, R. C. de. Seleção simultânea de caracteres em progênies de *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 66, p. 160-168, dez. 2004.

MOURA, V. P. G.; DVORAK, 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.; DVORAK, W. S.; HODGE, G. R. Provenance and family variation of *Pinus oocarpa* grown in the Brazilian cerrado. **Forest Ecology and Management**, v. 109, p. 315-322, 1998.

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**, Alexandria, v. 7, p. 40-51, 1978.

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**, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 191-197, 1996.

RESENDE, M. D. V. Delineamento de experimentos de seleção para a maximização da acurácia seletiva e do progresso genético. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 21, p. 1-25, 1990.

RESENDE, M. D. V.; HIGA, A. R. Maximização da eficiência da seleção em testes de progênie de *Eucalyptus* através da utilização de todos os efeitos do modelo matemático. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 28/29, p. 37-55, 1994.

RESENDE, M. D. V.; BERTOLUCCI, F. L. G. Maximization of genetic gain with restriction on effective population size and inbreeding in *Eucalyptus grandis*. In: IUFRO CONFERENCE "EUCALYPT PLANTATIONS: IMPROVING FIBRE YIELD AND QUALITY", 1995, Hobart. **Proceedings...** Hobart: CRC for Temperate Hardwood Forestry, 1995. p. 167-170.

ROMANELLI, R. C.; SEBBENN, A. M. Parâmetros genéticos e ganhos na seleção para produção de resina em *Pinus elliottii* var. *elliottii*, no sul do Estado de São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 11-23, jun. 2004.

SAS INSTITUTE. **The SAS-system for windows**: release 9.1. Cary, 2003.

SQUILLACE, A. E. Average genetic correlations among off-spring from open-pollinated forest trees. **Silvae Genetica**, v. 23, p.149-156, 1974.

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**, Madison, v. 13, p. 184-186, 1973.

VALENCIA-MANZO, S.; VARGAS-HERNÁNDEZ, J. J. Correlaciones genéticas y selección simultânea del crecimiento y densidade de la madera en *Pinus patula*. **Agrociencia**, v. 35, n. 1, p. 109-120, 2001.

VÁSQUEZ, J.; DVORAK, W. S. Trend in variances and heritabilities with stand development of tropical pines. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 26, p. 1473-1480, 1996.