

ÍNDICES DE SELEÇÃO PARA PROGÊNIES DE *PINUS OOCARPA*

Sebastião Pires de Moraes Neto ¹ (¹Embrapa Cerrados, BR 020, Km 18, Caixa Postal 08233, CEP 73301-970 Planaltina, DF. e-mail: spmoraesn@cpac.embrapa.br)

Termos para indexação: *Cerrado, pomar de sementes, índice clássico, índice multiplicativo, índice genótipo-ideótipo, ganho genético*

Introdução

Pinus oocarpa Schiede é uma importante conífera nativa do México e América Central. Sua distribuição vai de Sinaloa, México (28° 10' N de latitude) até o centro da Nicarágua (12° 40' N de latitude) e é o pinheiro mais comum da metade sul do México e da América Central. No início de 1970, durante o programa de incentivo florestal, grandes áreas de *P.oocarpa* foram estabelecidas no Brasil Central, especialmente em áreas de Cerrado (Moura et al., 1998). É usado em laminação, particulados [aglomerado, painel de partículas orientadas (OSB), painel de partículas retangulares de comprimento e espessura controlados (waferboard)], resina e serraria (Marto et al., 2006).

Num programa de manejo florestal, a seleção de genótipos é uma das fases que merecem especial atenção. 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 (Missio, 2004). Contudo, existem vários métodos de seleção simultânea de caracteres (Cruz, 2006a), tornando-se necessário a comparação dos mesmos, para cada espécie vegetal em interação com as condições edafoclimáticas do local do plantio.

O objetivo deste trabalho foi comparar quatro índices de seleção para progênies de meios irmãos de *Pinus oocarpa* como subsídio para o estabelecimento de um pomar de sementes em região do Cerrado do Distrito Federal.

Material e Métodos

Um ensaio com seis procedências e 46 progênies centro-americanas de polinização aberta de *Pinus oocarpa* foi estabelecido em Planaltina, Distrito Federal, em dezembro de 1983, em área de cerrado, com latitude de 15° 35' Sul, longitude 47° 42' Oeste, altitude de 1100 m e com precipitação pluviométrica média de 1500 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 água	P mg kg ⁻¹	K	Ca	Mg	Al	H+Al	argila	silte	areia
		cmol _c dm ⁻³					%		
4,6	0,1	0,11	0,13	0,06	0,42	6,13	48	20	32

O experimento seguiu um delineamento experimental de blocos ao acaso, num total de nove repetições, compostos por parcelas lineares de seis indivíduos por progênie. O espaçamento utilizado foi 3 x 3 m. As árvores do ensaio foram avaliadas aos 23 anos de idade para sobrevivência, altura, circunferência à altura do peito (CAP), forma do caule, volume e espessura do galho. A forma do caule foi classificada em quatro níveis (1=árvore torta a 4=árvore reta) e o diâmetro do galho em 3 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.

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 bórax e 2 g de ZnSO₄. Cinquenta por cento desta mistura foi usada em cada aplicação.

Para a análise de variância de todas as características observadas foram utilizados os valores médios das parcelas. O modelo estatístico usado, o quadro da análise de variância e as fórmulas de herdabilidade média de progênies; os coeficientes de variação genético e ambiental;

os coeficientes de correlação genética e fenotípica; o de ganho de seleção; e o índice soma de ranks estão descritos em Moraes Neto (2008). Nas análises estatísticas foram utilizados somente os caracteres forma do caule, diâmetro do galho e volume, e selecionou-se 40% das progênies. As análises de variância genética juntamente com o cálculo dos índices de seleção (descritos na sequência) foi realizado com o programa GENES (Cruz, 2006a,b). Quando necessário, foram feitas transformações dos dados para homogeneizar as variâncias e adequá-los à distribuição normal.

O **índice clássico** proposto por Smith (1936) e Hazel (1943) é estimado de forma a maximizar a correlação entre o índice (I) e o agregado genotípico (H).

O índice I é dado por:

$$I = b_1x_1 + b_2x_2 + \dots b_nx_n \text{ e o agregado genotípico H, por:}$$

$$H = a_1g_1 + a_2g_2 + \dots a_ng_n$$

A correlação entre I e H é dada por:

$$r_{HI} = \frac{Cov(I,H)}{\sqrt{V(I)V(H)}} = \frac{b'Ga}{\sqrt{(b'Pb)(a'Ga)}}$$

sendo:

G: matriz de variâncias e covariâncias genotípicas;

P: matriz de variâncias e covariâncias fenotípicas;

a: vetor de pesos econômicos das características estudadas, estabelecidos pelo melhorista.

$$a' = [a_1 \ a_2 \ \dots a_n]$$

b: vetor de coeficientes do índice estimado de modo que a correlação r_{HI} seja máxima.

$$b' = [b_1 \ b_2 \ \dots b_n]$$

Na teoria de índice de seleção o problema estatístico consiste em obter o vetor **b** de forma que r_{HI} seja maximizada. A solução desta maximização é dada por:

$$Pb = Ga ; \text{ logo: } b = P^{-1}Ga$$

O **índice multiplicativo** de Subandi et al. (1973) é dado por:

$$I = y_1^{k_1} y_2^{k_2} \dots y_n^{k_n} \text{ em que:}$$

y_j = valor da média do caráter j ;

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

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

O índice da **distância genótipo-ideótipo**, descrito por Cruz (2006a) utiliza valores fenotípicos médios transformados (Y_{ij}) e o valor ótimo a ser apresentado pelo genótipo sob seleção (VO_j), os quais são posteriormente padronizados e ponderados pelos pesos atribuídos a cada característica pelo melhorista, obtendo-se os valores y_{ij} e vo_j conforme especificado a seguir:

$$y_{ij} = \sqrt{a_j} \frac{Y_{ij}}{S(Y_j)} \quad ; \quad vo_j = \sqrt{a_j} \frac{VO_j}{S(Y_j)}$$

$S(Y_j)$: desvio-padrão dos valores fenotípicos médios obtidos pela transformação apresentada; a_j : peso ou valor econômico da característica.

Calculam-se então os valores do índice (DGI) expressos pelas distâncias entre os genótipos e o ideótipo, conforme ilustrado:

$$I_{DGI} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - vo_j)^2}{n}}$$

Com base neste índice, são identificados os melhores genótipos e calculados os ganhos por seleção. A partir dos valores y_{ij} , é feita a análise dos componentes principais, obtendo-se autovalores e autovetores associados à matriz de correlação entre as variáveis analisadas.

Resultados e Discussão

Observa-se na Tabela 2, que os índices que tiveram o coeficiente de variação genético (CV_g) como peso para cada caráter, mostraram um ganho total ligeiramente maior ou superior, como no caso do índice clássico, em relação a utilização de pesos iguais para os três caracteres. O maior ganho genético total foi obtido com o índice soma de ranks usando o CV_g como peso e o



índice multiplicativo. Moraes Neto e Melo (2006 a,b) observaram, também, para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus tecunumanii*, que os índices soma de ranks e multiplicativo apresentaram os maiores ganhos totais para os mesmos caracteres.

As herdabilidades de médias de progênies para *Pinus oocarpa*, do presente estudo, foram de 70% para forma do caule, 73% para diâmetro do galho e 70% para volume. Moraes Neto e Melo (2006b) observaram que as herdabilidades de médias de progênies para *Pinus tecunumanii*, de 20 anos de idade instalados no Cerrado do Distrito Federal, foram de 69% para forma do caule, 73% para diâmetro do galho e 82% para volume. Tendo em vista que as herdabilidades dos caracteres foram semelhantes e, o coeficiente de variação genético do caráter volume foi maior que os outros dois, pode-se afirmar que esse caráter possui maior aptidão para seleção direta do que forma do caule e diâmetro do galho.

Conclusões

- O índice soma de ranks, com o coeficiente de variação genético de cada caráter como peso e, o índice multiplicativo, apresentaram um maior ganho total e mais equilibrado do que os outros dois índices de seleção;
- O caráter volume apresentou maior aptidão para melhoramento do que os caracteres forma do caule e diâmetro do galho.

Referências Bibliográficas

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

CRUZ, C.D. **Programa GENES**: estatística experimental e matrizes. Viçosa: Ed. UFV, 2006b. 283p.

HAZEL, L.N. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, Austin, v.28, p. 476-490, 1943.



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>. Acesso em: 13 out. 2006.

MISSIO, R.F.; CAMBUIM, J.; MORAES, M.L.T.; PAULA, R.C. Seleção simultânea de caracteres em progênies de *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.66, p.161-168, 2004.

MORAES NETO, S.P. Comparação entre dois métodos de seleção para *Pinus oocarpa*. In: IX SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE O CERRADO E II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE SAVANAS TROPICAIS, 2008, Brasília. **Anais...**Brasília: EMBRAPA, CPAC, 2008. **Em revisão?**

MORAES NETO, S. P.; MELO, J. T. Comparação entre índices de seleção para famílias de *Pinus caribaea*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006a. 23 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 174).

MORAES NETO, S. P.; MELO, J. T. Comparação entre índices de seleção para famílias de *Pinus tecunumanii*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006b. 23 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 173).

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.

SMITH, H.F. A discriminant function for plant selection. **Annals of Eugenics**, London, 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**, Madison, v.13, p.184-186, 1973.

Tabela 2. Ganhos de seleção (GS) para os três caracteres de *Pinus oocarpa* aos 23 anos, em Planaltina-DF.

Caráter	Índice Clássico 1 ⁽¹⁾			Índice Clássico 2 ⁽²⁾			Índice Soma de Ranks 1 ⁽¹⁾		Índice Soma de Ranks 2 ⁽²⁾		Índice Multiplicativo		Índice Genótipo Ideótipo 1 ⁽¹⁾		Índice Genótipo Ideótipo 2 ⁽²⁾	
	GS	GS%	Peso	GS	GS%	Peso	GS	GS%	GS	GS%	GS	GS%	GS	GS%	GS	GS%
Forma do caule	0,216	3,8	1	0,119	2,1	5,5	0,124	2,2	0,063	1,1	0,072	1,3	0,068	1,2	0,099	1,7
Diâmetro do galho	0,075	5,1	1	0,102	7,0	11,2	0,097	6,7	0,103	7,1	0,102	7,1	0,101	7,0	0,094	6,5
Volume (m ³ . árvore ⁻¹)	0,042	5,1	1	0,069	8,3	13,3	0,071	8,6	0,081	9,8	0,080	9,6	0,065	7,8	0,069	8,3
Ganho total	0,333	14,0		0,290	17,4		0,292	17,5	0,247	18,0	0,254	18,0	0,233	16,0	0,262	16,5

⁽¹⁾ mesmo peso para cada caráter; ⁽²⁾ coeficiente de variação genético como peso para cada caráter; ⁽³⁾ adimensionais