

INFLUÊNCIA DO NÚMERO DE REPETIÇÕES NAS ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM PROGÊNIES DE MEIOS-IRMÃOS DE TAXI-BRANCO (*Sclerolobium paniculatum*)

João Tomé de FARIAS NETO¹, Silas MOCHIUTTI², Alberto W. Viana de CASTRO³

RESUMO — Visando determinar o número adequado de repetições para seleção e estimar parâmetros genéticos com economicidade e precisão adequada, 21 progênies de meios-irmãos de Taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel), com quatro anos de idade, foram analisadas em um experimento de blocos casualizados implantado no Campo Experimental do Cerrado, pertencente ao Centro de Pesquisa Agroflorestal do Amapá — Embrapa Amapá, no Estado do Amapá, Brasil. Foram obtidas estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos para os caracteres de crescimento em altura, diâmetro à altura do peito (DAP) e biomassa, considerando os números de repetições variando de duas até dez. Foi estimada a eficiência da seleção com diferentes números de repetições relativamente ao experimento com dez repetições. Constatou-se não haver vantagem em empregar número de repetições superiores a três, visto que a precisão experimental praticamente não se alterou nos demais tratamentos, o mesmo ocorrendo com as estimativas dos parâmetros genéticos e seus desvios padrões associados. A eficiência de seleção foi alta, evidenciando uma concordância quase plena entre as progênies selecionadas com menor número de repetições comparativamente ao experimento com dez repetições, sugerindo que o emprego de menor número de repetições (três) e avaliação de maior número de progênies é uma estratégia promissora para aumentar as chances de sucesso no processo seletivo de *Sclerolobium paniculatum*

Palavras-chave: avaliação de progênies, precisão experimental, eficiência da seleção, teste de progênie.

Influence of Replication Number on the Estimates of Genetic Parameters in Half-Sib Progenies of Taxi-Branco (*Sclerolobium paniculatum*)

ABSTRACT — To determine the appropriate replication numbers for selection and estimation of genetic parameters economically and with appropriate precision, 21 four-year-old half-sib progenies of taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) were studied in a randomized block design planted in savanna belonging to the Agroforestry Research Center of Amapá-Embrapa Amapá, Amapá, Brazil. Estimates of genetic and phenotypic parameters were made for the growth characteristics height, diameter at breast height (DAP) and biomass, with the number of replications varying from two to ten. The efficiency of selection with different numbers of replications was compared to the experiment with ten replications. There was no advantage in using more than three replications, because the experimental precision did not change with more replications; the same occurred with the estimates of the genetic parameters and their associated standard deviations. The selection efficiency was high, showing almost full agreement between progenies selected using smaller replication numbers and with ten replications. This suggests that a smaller replication number (three) can be used, permitting the evaluation of larger numbers of progenies. This is a promising strategy to increase the chances of success in the selection process of *Sclerolobium paniculatum*.

Key-Words: family evaluation, experimental precision, selection efficiency, progeny test.

INTRODUÇÃO

O aumento da produtividade e qualidade da madeira em cada ciclo de seleção se constitui em meta principal do

melhoramento florestal, sendo necessário para isso extensivas e demoradas avaliações de progênies a nível de campo. Portanto, todo cuidado deve ser tomado visando maior precisão na avaliação

^{1,2} EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agroflorestal do Amapá, Caixa Postal 10, 68902-280 Macapá, AP, Brasil. tome@cpafap.embrapa.br

³ EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, 66095-100 Belém, PA, Brasil. william@cpatu.embrapa.br

das progênies, haja vista que o ganho será tanto maior quanto mais precisos forem os experimentos de avaliação das famílias. Dentre os fatores que apresentam importância nesta etapa, o número de repetições assume papel relevante (Paterniani, 1980).

Em geral quanto maior for o número de repetições mais precisas serão as comparações entre os tratamentos e melhores estimativas dos parâmetros genéticos podem ser obtidas (Steel & Torrie, 1960; Paterniani, 1980). Entretanto, em espécies perenes, os altos custos na implantação e condução de experimentos com número elevado de repetições são considerados fatores limitantes. Além disso, experimentos com maior número de repetições ocupam área maior, restringindo o número de genótipos a serem testados em uma área de terreno pré-estabelecida. Este fato contribui para a redução do ganho esperado com a seleção, em função da pequena intensidade de seleção que poderá ser empregada para não restringir a variabilidade genética da população, em virtude da redução do tamanho efetivo (Vencovsky, 1987)

Informações experimentais sobre o número ideal de repetições em experimentos com espécies perenes são raras. Sobre o efeito de diferentes números de repetições na eficiência da seleção de progênies de meios-irmãos em *E. camaldulensis*, aos 17 meses de idade, Arriel *et al.* (1993) concluíram não haver grande vantagem em utilizar um número superior a três repetições, pois a precisão experimental foi praticamente a mesma nos diferentes experimentos, o mesmo ocorrendo com as estimativas dos parâmetros

genéticos e fenotípicos e seus erros.

Considerando-se a potencialidade silvicultural do Taxi-branco, verificado em vários estudos em amplas condições edafoclimáticas da região amazônica e a qualidade da sua madeira para produção de carvão (Castro *et al.*, 1990; Dias *et al.*, 1995), grande ênfase está sendo dada a essa espécie em termos de melhoramento genético. Desse modo, há necessidade de se obter informações que possam apontar o número ideal de repetições em experimentos de avaliação de progênies, de modo a assegurar a identificação de genótipos superiores na população sob seleção, proporcionar a obtenção de estimativas de parâmetros fenotípicos e genéticos consistentes, e sobrepujar as limitações de recursos humanos e financeiros.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas 21 progênies de polinização livre, obtidas de árvores selecionadas na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará, Brasil. Na seleção fenotípica das árvores utilizouse como critérios o crescimento em altura, diâmetro e volume.

O experimento foi instalado em 1989 no Campo Experimental do Cerrado, pertencente ao Centro de Pesquisa Agroflorestal do Amapá – Embrapa Amapá, situado a 0° 22' de latitude Norte, 51° de latitude Oeste e 50 metros de altitude, a 45 km da cidade de Macapá, Amapá, Brasil. A área apresenta topografia plana, cobertura vegetal original de Savana, clima tipo "Ami" segundo a classificação de Köppen, temperatura média anual de 27° C, umidade média relativa do ar de 82% e precipitação média anual de

2.300 mm (Embrapa, 1990). O solo é do tipo Latossolo Amarelo, textura média e de baixa fertilidade.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com as parcelas experimentais lineares e representadas por cinco plantas, no espaçamento de 3 x 3 m, e com 10 repetições. O experimento foi avaliado no campo aos 48 meses após o plantio, medindo-se a altura e o diâmetro à altura do peito (DAP) de cada planta. A biomassa (BMS) foi estimada por meio da expressão $BMS = -3,64 + 0,593 \times CSA$, onde $CSA = \text{somatório dos diâmetros ao quadrado dos fustes numa mesma árvore a uma altura de 1,3 m}$ (Milton Kanashiro, Embrapa Amazônia Oriental, comunicação pessoal).

A análise de variância foi realizada empregando o programa PAGIS (Oliveira *et al.*, 1994). Para quantificar a influência do número de repetições sobre as estimativas dos parâmetros genéticos, foram casualizados experimentos teóricos com número de repetições variando de dois a dez, escolhidas ao acaso (Steel & Torrie, 1960). A partir da análise de cada experimento foram estimados os parâmetros genéticos e fenotípicos para altura, DAP e biomassa segundo Kageyama & Vencovsky (1983).

Os desvios padrões associados às estimativas dos coeficientes de herdabilidade foram estimados segundo Vello & Vencovsky (1974). A eficiência da seleção (ES%) nos experimentos com diferentes números de repetições em relação ao experimento com dez repetições baseou-se em Hamblin & Zimmermann (1986), empregando-se uma intensidade de

seleção entre famílias de 30%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação à altura, verificou-se que foram detectadas diferenças significativas entre progênies somente a partir de três repetições ($p < 5\%$ e $< 1\%$) (Tab. 1). Notou-se que os diferentes números de repetições provocaram oscilações mínimas nas médias em relação ao experimento com dez repetições. Quanto aos coeficientes de variação experimental (CV's) notou-se, para altura, valores semelhantes e de baixa magnitudes, tanto empregando duas repetições quanto dez repetições, indicando boa precisão experimental (Garcia, 1989).

A mesma tendência foi observada com relação ao DAP, sendo porém, detectadas diferenças significativas entre progênies ($p < 1\%$) a partir do tratamento com três repetições (Tab. 2). Quanto aos CV's foram encontrados também valores semelhantes tanto com duas quanto com dez repetições.

Para o caráter biomassa, foram detectadas diferenças significativas entre progênies ao nível de $p < 5\%$ empregando duas repetições e ao nível de $p < 1\%$ para as demais (Tab. 3). Semelhante ao caso de altura e DAP, praticamente não ocorreram diferenças entre os CV's nos diferentes experimentos.

Houve um aumento substancial das estimativas dos coeficientes de herdabilidade ao nível de médias de famílias para os caracteres DAP e biomassa, com o emprego de três repetições em lugar de duas repetições, a partir da qual ocorreu uma estabilização dos seus valores (Tab. 4). Por outro lado, foi observado uma significativa

Tabela 1. Quadrados médios para altura de plantas estimados em experimentos com diferentes números de repetições num ensaio de progênies de meios-irmãos de *Sclerolobium paniculatum* aos 48 meses de idade, em Macapá, AP.

Fontes de variação	Número de repetições								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Repetição	0,55	0,41	0,89	0,50	0,40	0,38	0,50	0,43	0,56
Progênies	0,22 ^{ns}	0,28*	0,34*	0,32**	0,44**	0,38**	0,43**	0,41**	0,45**
Resíduo	0,10	0,13	0,13	0,13	0,14	0,12	0,12	0,13	0,13
Média geral	3,9	4,0	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
CV(%)	8,5	8,9	9,4	9,2	9,4	9,1	8,9	9,1	9,2

* e **: significativo a 5% e 1%, respectivamente. ns: não significativo

Tabela 2. Quadrados médios para DAP estimados em experimentos com diferentes números de repetições num ensaio de progênies de meios-irmãos de *Sclerolobium paniculatum* aos 48 meses de idade, em Macapá, AP.

Fontes de variação	Número de repetições								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Blocos	1,661	1,351	1,894	2,579	1,632	1,896	2,588	2,340	1,971
Progênies	0,399 ^{ns}	0,66**	0,711**	0,656**	0,878**	0,821**	0,730**	0,851**	0,933**
Resíduo	0,261	0,261	0,268	0,293	0,283	0,277	0,265	0,273	0,291
Média geral	4,0	4,3	4,2	4,3	4,2	4,1	4,1	4,2	4,2
CV (%)	12,7	11,8	12,5	12,6	12,7	12,8	12,6	12,6	12,8

* e **: significativo a 5% e 1%, respectivamente. ns: não significativo.

Tabela 3. Quadrados médios para biomassa estimados em experimentos com diferentes números de repetições num ensaio de progênies de meios-irmãos de *Sclerolobium paniculatum* aos 48 meses de idade, em Macapá, AP.

Fontes de variação	Número de repetições								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Blocos	115,49	114,65	104,66	139,21	101,58	135,03	124,65	121,19	124,40
Progênies	70,635*	119,50**	120,7**	115,89**	149,2**	110,36**	153,91**	160,12**	178,4**
Resíduo	30,635	28,41	31,603	30,71	32,9	31,52	34,71	34,8	35,36
Média geral	18,1	18,7	18,2	15,5	18,5	17,9	18,3	18,7	17,9
CV (%)	30,3	28,4	30,9	29,9	31,1	31,2	32,1	31,5	33,3

* e **: significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Tabela 4. Coeficientes de herdabilidade (%) ao nível de médias de famílias e desvios padrões associados estimados em experimentos com diferentes números de repetições num ensaio de progênies de meios-irmãos de *Sclerolobium paniculatum*, aos 48 meses de idade, em Macapá, AP.

REPETIÇÕES	ALTURA	DAP	BIOMASSA
2	68,0 ± 13,6	44,7 ± 23,6	72,5 ± 11,7
3	71,9 ± 14,2	72,6 ± 10,0	83,4 ± 5,4
4	70,8 ± 10,2	71,5 ± 9,9	84,9 ± 5,3
5	67,7 ± 11,1	70,9 ± 9,9	80,4 ± 6,6
6	75,9 ± 7,9	75,2 ± 8,2	79,2 ± 5,1
7	73,6 ± 8,6	67,2 ± 10,1	81,9 ± 5,7
8	73,2 ± 7,7	69,9 ± 10,4	83,6 ± 5,5
9	74,2 ± 8,2	69,9 ± 10,1	80,7 ± 6,1
10	74,5 ± 8,1	72,9 ± 8,6	84,9 ± 4,8

redução dos desvios padrões associados a partir de três repetições. Para biomassa, a estimativa de herdabilidade obtida com três repetições correspondeu a 98,2% da obtida com dez repetições. Esses resultados sugerem não haver vantagem de se avaliar progênies de meios-irmãos de *Sclerolobium paniculatum* para os dois caracteres com número de repetições superior a três. Isto concorda com Arriel *et al.* (1993), que verificaram não haver necessidade de se avaliar progênies de *E. camaldulensis* para DAP em experimentos acima de três repetições. Para o caráter altura, não foram verificadas mudanças nas estimativas para os diversos tipos de experimentos, visto que a estimativa obtida com duas repetições (68,0%) equivale a 91,3% da obtida com dez repetições (74,5%). Considerando-se que quanto maior o número de progênies em teste maiores são as chances de sucesso num programa de melhoramento, os resultados obtidos sugerem que a

estratégia a ser adotada deveria envolver um menor número de repetições (três) e a avaliação de um maior número de progênies.

As estimativas para altura, DAP e biomassa tiveram significativo ganho com o emprego de três repetições (4,5%, 7,6% e 26,8%, respectivamente), permanecendo praticamente constante para os demais experimentos (Tab. 5). Vale ressaltar

Tabela 5. Estimativas de ganhos genéticos (%) para os caracteres altura, DAP e biomassa estimadas num ensaio de progênies de meios-irmãos *Sclerolobium paniculatum* aos 48 meses de idade, utilizando experimentos com diferentes números de repetições, em Macapá, AP.

REPETIÇÕES	ALTURA	DAP	BIOMASSA
2	4,2	4,5	21,8
3	4,5	7,6	26,8
4	5,4	7,3	25,9
5	4,6	5,6	23,7
6	5,5	6,3	23,0
7	4,7	5,8	22,1
8	4,8	5,5	24,0
9	4,5	5,5	22,5
10	4,4	5,8	22,0

que os valores obtidos para altura, DAP e biomassa são ligeiramente superiores aos obtidos com dez repetições (4,4%, 5,8% e 22,0%, respectivamente). A semelhança entre os ganhos genéticos esperados obtidos nos experimentos com três e dez repetições para todos os caracteres concordam com Arriel *et al.* (1993) em *E. camaldulensis*, que constataram uma tendência de similaridade entre os ganhos com três e oito repetições.

O sucesso de um programa de melhoramento genético depende da presença da variabilidade genética e da capacidade de se identificar genótipos superiores na população sob seleção. A avaliação da eficiência da seleção mostra uma situação diferente para os três caracteres. Considerando-se os caracteres altura e biomassa houve boa concordância (87,7%) entre as progênies selecionadas com duas e três repetições com aquelas selecionadas com dez repetições. Quanto ao caráter DAP, somente a partir do emprego de três repetições é que se verifica boa concordância relativamente ao experimento com dez repetições.

CONCLUSÕES

Constatou-se a ineficiência de se empregar número de repetições superior a três, haja vista que a precisão experimental praticamente não se alterou nos experimentos com mais de três repetições, ocorrendo o mesmo com as estimativas genéticas e seus desvios padrões associados e a eficiência de seleção. Tais fatos sugerem que a estratégia a ser adotada

deveria envolver um menor número de repetições (três) e a avaliação de um maior número de progênies.

Bibliografia citada

- Arriel, N.H.C.; Ramalho, M.A.P.; Andrade, H.B. 1993. Número de repetições e eficiência da seleção em progênies de meios-irmãos de *Eucalyptus camaldulensis*. *Revista Árvore*, 17(2): 213-223.
- Castro, A.W.V. de; Yared, J.A.G.; Alves, R.N.B.; Silva, L.S.; Meirelles, S.M.L.B. 1990. Comportamento silvicultural de *Sclerolobium paniculatum* (Taxi-branco) no cerrado amapaense. *Comunicado Técnico*, 7. EMBRAPA-CPAF-AP, Macapá, AP. 4p.
- Dias, L.E.; Brienza Júnior, S.; Pereira, C.A. 1995. Taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel): uma leguminosa arbórea nativa da Amazônia com potencial para recuperação de áreas degradadas. In: Kanashiro, M.; Parrota, J.A., (eds.) *Manejo e reabilitação de áreas degradadas e florestas secundárias na Amazônia*. UNESCO. Paris, France. p.148-153.
- Embrapa. 1990. *Boletim Agrometeorológico*, 1990. EMBRAPA-UEPAE de Macapá, Macapá, AP. 55p.
- Garcia, C.H. 1989. Tabelas para classificação do coeficiente de variação. *Circular Técnica*, 171. Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais, Piracicaba. 12p.
- Hamblin, J.; Zimmermann, M.J. de O. 1986. Breeding common bean for yield in mixtures. *Plant Breeding Reviews*, 4: 245-272.
- Kageyama, P.Y.; Vencovsky, R. 1983. Variação genética em uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. *Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais*, 24: 9-26.
- Oliveira, E.B. de; Resende, M.D.V.; Higa, A.R.; Oida, G.R.P. 1994. PAGIS Um software para análise genética e índice de seleção em experimentos florestais. *Documentos*, 24. EMBRAPA-CNPQ, Colombo, PR. 19p.
- Paterniani, E. 1980. Fatores que afetam a eficiência da seleção nas plantas. In: Congresso Latinoamericano de Genética, 4, *Actas*, Vol. 2. p.37-43.

- Steel, R.G.H.; Torrie, J.H. 1960. *Principles and Procedures of Statistics*. McGraw Hill, New York. 481p.
- Vello, N.A.; Vencovsky, R. 1974. Variâncias associadas às estimativas de variância genética e coeficientes de herdabilidade. *Relatório Científico do Instituto do Departamento de Genética*. ESALQ/USP, Piracicaba, Vol. 8. p. 238-248.
- Vencovsky, R. 1978. Herança quantitativa. In: Paterniani, E.; Viegas, G.P. (eds). *Melhoramento e produção do milho*. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, Vol. 1. p. 137-214.

Aceito para publicação em 19.05.99