

Avaliação genética de *Eucalyptus camaldulensis* no Estado de Mato Grosso

Reginaldo Brito da Costa¹, Luana Pâmella de Almeida Azevedo¹, Diego Tyszka Martinez¹, Antonio de Arruda Tsukamoto Filho¹, Dayane Ávila Fernandes¹, Oacy Eurico de Oliveira², Marcos Deon Vilela de Resende³

¹Universidade Federal de Mato Grosso, Av. Fernando Corrêa da Costa, 2367, CEP 78060-900, Cuiabá, MT, Brasil

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus São Vicente, Rodovia BR-364, KM-329, s/n, CEP 78106-000, São Vicente da Serra, MT, Brasil

³Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, km 111, CP 319, CEP 83411-000, Colombo, PR, Brasil

*Autor correspondente:
reg.brito.costa@gmail.com

Termos para indexação:

Variabilidade genética
Ganho genético
Seleção precoce
Modelo linear misto

Index terms:

Genetic variability
Genetic gain
Early selection
Mixed linear model

Histórico do artigo:

Recebido em 18/11/2011
Aprovado em 12/06/2012
Publicado em 29/06/2012

doi: 10.4336/2012.pfb.32.70.49

Resumo - O estudo objetivou estimar parâmetros, valores e ganhos genéticos para caracteres de crescimento em progênies de *Eucalyptus camaldulensis*, no estado de Mato Grosso. O teste de progênies foi instalado sob delineamento de blocos ao acaso com 132 progênies, cinco repetições e três plantas por parcela em linhas simples, no espaçamento 3 m x 2 m no município de Santo Antonio do Leverger, MT. Aos 24 meses de idade, as progênies foram avaliadas quanto aos caracteres: a) diâmetro à altura da base (DAB), em centímetros; b) altura total, em metros; c) sobrevivência. As herdabilidades individuais no sentido restrito para os caracteres estudados podem ser consideradas de média a alta magnitude (0,13 e 0,21) para altura e diâmetro, respectivamente. Para a sobrevivência, as herdabilidades foram praticamente nulas, devido à baixa variabilidade genética existente entre as progênies, evidenciada pela alta taxa de sobrevivência das plantas (96,8%). As correlações fenotípicas e genéticas preditas foram de elevada magnitude para DAB e altura. Existe variação genética entre as progênies para os caracteres de crescimento o que proporciona ganhos genéticos significativos com seleção.

Genetic evaluation of *Eucalyptus camaldulensis* in Mato Grosso State, Brazil

Abstract - The study aimed to estimate parameters, values and genetic gain for growth traits in progenies of *Eucalyptus camaldulensis*, in the State of Mato Grosso. The progenies test was conducted under a randomized block design with 132 progenies, five replications and three plants in single rows, spaced 3 m x 2 m in Santo Antonio do Leverger, MT. At 24 months of age, progenies were evaluated for the characters: a) diameter at base height (DBH), in centimeters, b) total height, in meters, c) survival. The individual in the narrow sense heritability for the traits studied can be considered medium to high magnitude (0.13 and 0.21) for height and diameter, respectively. The heritability for survival were practically nil, due to low genetic variability among the progenies, as evidenced by high survival rate of the plants (96.8%). The phenotypic and genetic correlations were of high magnitude for DBH and height prediction. There is genetic variation among progenies for growth traits which will provide significant genetic gains with selection.

Introdução

O gênero *Eucalyptus* pertence à família Myrtaceae, constituído por mais de 600 espécies, muitas variedades e híbridos (Pryor, 1976). Várias espécies do gênero *Eucalyptus* são de grande importância econômica, pois oferecem diversos produtos fundamentais para a sociedade. Além de serem amplamente utilizadas na polpação de celulose e produção de papel, carvão vegetal, lenha, mourões e cercas, possuem grande potencial para a indústria madeireira, devido ao seu rápido crescimento, à boa adaptação às condições ambientais brasileiras e à produção de madeira de boas propriedades físicas e mecânicas. Suas madeiras de cores agradáveis podem ser produzidas a baixos custos, o que contribui para destacar e valorizar algumas espécies desse gênero (Lima, 1984).

Entre as espécies do gênero *Eucalyptus*, o *E. camaldulensis* Dehn apresenta grande plasticidade ambiental, adaptando-se a condições ecológicas muito variadas, no que diz respeito à pluviosidade, solos e outros fatores. Adicionalmente, possui grande número de procedências disponíveis, o que possibilita encontrar condições mais convenientes relacionadas ao solo que se pretende florestar e rapidez de crescimento, que, juntamente com a vigorosa brotação de cepa, proporciona benefícios em curto prazo (Moraes et al., 1997).

Conforme Fonseca et al. (2010), como os programas de melhoramento genético no setor florestal são de médio e longo prazos, é fundamental dispor de matrizes resistentes a doenças. A espécie é suscetível ao percevejo bronzeado (*Thaumastocoris peregrinus*) que causa danos às folhas das árvores através de perfurações, seguindo de secamento e queda destas, deixando a árvore com um aspecto ressecado (Savaris et al., 2011), bem como doenças causadas por patógenos como a ferrugem do eucalipto (*Puccinia psidii*), murcha de ceratocystis (*Ceratocystis fimbriata*) e o cancro do eucalipto (*Chrysoporthe cubensis*) (Fonseca et al., 2010).

Possui crescimento rápido, fuste reto atingindo entre 25 m e 30 m de altura com uma copa densa, raízes profundas e resistentes a ventos fortes e ao frio (Nieto & Rodriguez, 2003).

Sua madeira é dura e com densidade básica de 0,68 g cm⁻³ (Sturion et al., 1987). Tem uma diversidade de aplicações que englobam usos como tábuas, dormentes, postes, mourões e carvão para fins energéticos. Também pode

ser utilizado como quebra-ventos e na fabricação de óleos essenciais (Eldridge & Griffin, 1983).

Os procedimentos usados no melhoramento genético do eucalipto não só têm aumentado a produtividade das florestas plantadas, como também proporcionado melhoria das propriedades tecnológicas da madeira de acordo com as exigências industriais em várias regiões brasileiras.

Porém, em algumas regiões, como no Estado de Mato Grosso, há carência de experimentos e informações sobre os germoplasmas de eucaliptos mais apropriados para as condições ambientais locais. Portanto, o conhecimento sobre o comportamento, a genética quantitativa e a condução de populações segregantes nessas áreas permitirá o desenvolvimento de novos genótipos/clones, com maximização do ganho genético (Bered et al., 1997).

Neste contexto, o presente estudo objetivou estimar parâmetros, valores e ganhos genéticos para caracteres de crescimento, em teste de progênies de *E. camaldulensis* avaliado em Mato Grosso.

Material e métodos

As sementes do material estudado foram coletadas de árvores matrizes de polinização aberta, procedência Katherine River, Estado de Queensland, Austrália, obtidas em parceria com a Embrapa Florestas.

As mudas foram produzidas no *Campus* da Faculdade de Engenharia - UNESP/ Ilha Solteira e plantadas no campo experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – IFMT/Campus São Vicente em Santo Antônio do Leverger. A área está localizada na latitude 15°49'21" S e longitude 55°25'06" W, com altitude de 750 m. O clima é caracterizado como tropical (Aw), segundo a classificação de Köppen e apresenta duas estações bem definidas: uma quente e úmida e outra mais fria e seca com déficit hídrico. A temperatura anual média está em torno de 20 °C e precipitação média anual é de 2.000 mm.

O teste de progênies foi instalado sob delineamento de blocos ao acaso com 132 tratamentos (progênies), cinco repetições e três plantas por parcela em linhas simples, no espaçamento 3 m x 2 m.

Aos 24 meses de idade, as progênies foram avaliadas quanto aos caracteres: a) diâmetro à altura da base (DAB a 30 cm do solo), em centímetros; b) altura total, em metros; c) sobrevivência (adotando “1” para plantas vivas e “0” para plantas mortas).

Os caracteres foram avaliados através da análise de variância e por meio do procedimento de modelo linear misto univariado aditivo REML/BLUP (*restricted maximum likelihood/ best linear unbiased prediction*), disponível no software SELEGEN, apresentado por Resende (2002a), consistindo o Modelo 1, utilizado para experimentos com blocos ao acaso, progênes de meios irmãos, várias plantas por parcela: $y = Xb + Za + Wc + e$, sendo y , b , a , c e e : vetores de dados, dos efeitos das médias de blocos (fixo), de efeitos genéticos aditivos (aleatório), de efeitos de parcela (aleatório) e de erros aleatórios; e X , Z e W : matrizes de incidência para b , a e c , respectivamente.

A partir das análises foram obtidos os parâmetros genéticos via REML e as médias preditas via BLUP. Assim, foram estimados os seguintes parâmetros genéticos, conforme Resende (2002b):

$$h_a^2 = \frac{\hat{\sigma}_a^2}{\hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_c^2 + \hat{\sigma}_e^2} = \text{herdabilidade individual no sentido restrito no bloco;}$$

$$h_{mp}^2 = \frac{0,25\hat{\sigma}_a^2}{0,25\hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_c^2/b + \hat{\sigma}_e^2/(nb)} = \text{herdabilidade média de progênes no sentido restrito no bloco;}$$

$\hat{\sigma}_a^2$ = variância genética aditiva;

$\hat{\sigma}_c^2$ = variância ambiental entre parcelas;

$\hat{\sigma}_e^2$ = variância residual dentro da parcela (ambiental + não aditiva);

$$CV_{gi}(\%) = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_a^2}}{X} 100$$

CV_{gi} = coeficiente de variação genética individual;
Acurácia seletiva ($\hat{r}_{gg}$) foi obtida através da raiz quadrada da herdabilidade média de progênie.

Resultados e discussão

A análise de variância realizada mostrou haver diferença significativa a 5% de probabilidade para os caracteres altura total e DAB entre as progênes (Tabela 1).

Para o caráter sobrevivência, não houve diferença significativa, devido ao alto índice de sobrevivência nos blocos e nos tratamentos, que conduziram a baixas acurácias, demonstrando não ser um caráter adequado para seleção nas condições ambientais do experimento.

As acurácias encontradas com magnitudes baixas (0,45) para DAB e moderada (0,53) para altura total, de acordo com a classificação proposta por Resende (1995), podem estar relacionadas ao número de blocos e repetições utilizados no experimento, como também da variação residual e da variação genética existente (Resende & Duarte, 2007).

As herdabilidades individuais no sentido restrito do bloco (Tabela 1) foram de baixa magnitude para o caráter DAB (0,1331) e de média magnitude para o caráter altura (0,2051). As herdabilidades médias de progênes para DAB e altura foram de média magnitude. Assim, estes caracteres apresentam controle genético, evidenciando possíveis ganhos mediante seleção.

Tabela 1. Estimativas de parâmetros genéticos para os caracteres de crescimento em progênes de *Eucalyptus camaldulensis*.

Estimativas	DAB (cm)	Altura (m)	Sobrevivência
QMt	17,0361*	0,5118*	0,0120 ^{ns}
$\hat{h}_a^2$	0,1331 ± 0,0470	0,2051 ± 0,0583	0,0050 ± 0,0090
$\hat{h}_{mp}^2$	0,2088	0,2839	0,0155
<i>Acprog</i>	0,4569	0,5329	0,1246
<i>Cvgi</i> %	11,5570	12,0650	1,2881
Média geral	4,6460	2,8260	0,9679

* $p < 0,05$; ^{ns} não significativo;

$\hat{h}_a^2$ = herdabilidade individual no sentido restrito, ou seja, dos efeitos aditivos; $\hat{h}_{mp}^2$ = herdabilidade da média de progênes, assumindo sobrevivência completa; *Acprog* = acurácia da seleção de progênes, assumindo sobrevivência completa; *Cvgi*% = coeficiente de variação genética aditiva individual; QMt = quadrado médio dos tratamentos.

A seleção dos vinte melhores indivíduos para DAB proporcionará um ganho genético de 13,84%, elevando a média do caráter de 4,64 cm na população original para 5,28 cm na população melhorada (Tabela 2). Para a altura, a seleção dos 20 melhores indivíduos proporcionará um ganho genético de 18,96%, elevando a média de 2,83 m para 3,36 m (Tabela 3). Estes valores são consideráveis, tendo em vista a magnitude do caráter e a idade precoce de avaliação. Em experimentos com *E. camaldulensis* já melhorado instalados em áreas de Cerrado de Minas Gerais sob o mesmo espaçamento de 3 m x 2 m, o IMA para altura aos 52 meses de idade supera 3 m (Leles et al., 2001). A coincidência entre os 20 indivíduos selecionados para DAB e altura foi boa, correspondendo a 55%, o que é consequência da alta correlação existente entre os caracteres.

Um tamanho efetivo populacional igual a 60 é considerado suficiente para manutenção de variabilidade genética para o melhoramento em curto e longo prazos (Resende, 1995). Neste caso, sugere-se selecionar 107 e 97 indivíduos para DAB (média da população selecionada de 5,12 cm) e para altura (média da população selecionada de 3,21 m), respectivamente. Uma seleção mais intensa poderá maximizar os ganhos em curto prazo. O tamanho efetivo populacional (Tabelas 2 e 3) com a seleção dos vinte melhores indivíduos foi de 15,24 para DAB e de 14,90 para altura. Para DAB constata-se que os vinte indivíduos selecionados pertencem a 12 progênies distintas e para altura, 14 progênies. Neste caso, não haverá problemas de endogamia na geração de plantio.

Tabela 2. Valores fenotípicos, genéticos aditivos, ganhos genéticos preditos, nova média da população selecionada e tamanho efetivo populacional dos 20 melhores indivíduos selecionados de *E. camaldulensis* para o caráter DAB (cm).

Bloco	Progênie	Indivíduo	Valores fenotípicos	Valores genéticos aditivos $\hat{\mu} + \hat{a}$	Ganho genético	Nova Média da população selecionada	Tamanho efetivo populacional (Ne)
2	61	2	9,9310	5,4063	0,7602	5,4063	1,0000
4	61	2	9,7400	5,3654	0,7398	5,3858	1,6000
4	18	2	9,5490	5,3623	0,7319	5,3780	2,4828
4	46	2	9,9310	5,3595	0,7273	5,3734	3,4909
4	46	3	9,9310	5,3595	0,7245	5,3706	4,1096
4	78	3	9,0400	5,3346	0,7185	5,3646	5,0824
3	65	3	7,3210	5,3026	0,7097	5,3557	6,0681
4	65	3	8,0530	5,2858	0,7009	5,3470	6,6841
5	46	3	7,4800	5,2847	0,6940	5,3401	6,9379
5	2	1	7,7990	5,2822	0,6882	5,3343	7,8947
3	4	2	8,5940	5,2769	0,6830	5,3291	8,8614
4	131	2	9,0720	5,2671	0,6779	5,3239	9,8341
1	46	3	6,5250	5,2519	0,6723	5,3184	9,7794
4	52	2	8,1170	5,2476	0,6673	5,3133	10,7356
3	80	1	9,2310	5,2429	0,6626	5,3086	11,6968
2	95	3	8,5940	5,2420	0,6584	5,3045	12,6619
4	18	1	8,9130	5,2362	0,6544	5,3004	13,3068
3	95	2	6,5250	5,2283	0,6504	5,2964	13,9573
4	9	2	9,5490	5,2274	0,6467	5,2928	14,9157
2	18	2	7,6390	5,2214	0,6432	5,2892	15,2425

Tabela 3. Valores fenotípicos, genéticos aditivos, ganhos genéticos preditos, nova média da população selecionada e tamanho efetivo populacional dos 20 melhores indivíduos selecionados de *E. camaldulensis* para o caráter Altura (m).

Bloco	Progênie	Indivíduo	Valores fenotípicos	Valores genéticos aditivos $\hat{\mu} + \hat{a}$	Ganho genético	Nova Média da população selecionada	Tamanho efetivo populacional (N_e)
2	61	1	6,0000	3,5340	0,7080	3,5340	1,0000
4	18	2	6,0000	3,5039	0,6930	3,5190	2,0000
4	46	2	6,0000	3,4826	0,6808	3,5068	3,0000
4	46	3	6,0000	3,4826	0,6748	3,5008	3,4909
3	10	2	5,2000	3,3812	0,6509	3,4769	4,4944
2	61	2	5,5000	3,3643	0,6321	3,4581	5,0824
3	4	2	5,1500	3,3605	0,6182	3,4442	6,0681
4	89	3	5,1500	3,3565	0,6072	3,4332	7,0588
3	11	1	4,4000	3,3562	0,5986	3,4246	8,0521
1	46	3	4,0000	3,3423	0,5904	3,4164	8,2272
4	61	2	5,1500	3,3387	0,5833	3,4093	8,4983
4	65	3	4,6000	3,3353	0,5772	3,4032	9,4648
3	108	2	4,6500	3,3294	0,5715	3,3975	10,4357
5	46	3	4,3000	3,3178	0,5658	3,3918	10,4148
4	78	3	5,0000	3,3166	0,5608	3,3868	11,3684
3	46	2	4,0000	3,3114	0,5561	3,3821	11,1520
5	37	1	4,5000	3,3025	0,5514	3,3774	12,0829
3	102	3	5,3000	3,2807	0,5460	3,3720	13,0192
3	45	3	5,0000	3,2707	0,5407	3,3667	13,9603
2	95	3	4,5000	3,2687	0,5358	3,3618	14,9058

Na Tabela 4, os valores genéticos aditivos preditos ($\hat{\mu} + \hat{a}$) e genotípicos ($\hat{\mu} + \hat{g}$), assumindo-se grau médio de dominância igual a um em uma população com nível intermediário de melhoramento dos vinte melhores genótipos de eucalipto aos 24 meses de idade, para o caráter DAB.

Verifica-se que dentre o material selecionado, considerando-se propagação assexuada (ordenadas por $\hat{g}$) para DAB, os genótipos 61, 46 e 65 foram comuns à propagação sexuada (ordenadas por $\hat{a}$), porém, a sequência dos melhores genótipos é alterada pelo tipo de propagação considerada. Para seleção dos indivíduos para um teste de progênies ou pomar clonal cujo objetivo é produção de sementes, deve se basear no valor genético aditivo. No caso de um teste clonal (propagação assexuada) justifica-se o uso do valor

genotípico. Os valores genéticos aditivos e genotípicos preditos dos 20 melhores genótipos variaram de 5,22 a 5,40 e 5,48 a 5,73, respectivamente.

Para altura (Tabela 5), a média da população selecionada com os 20 melhores indivíduos, pelos valores genéticos aditivos e genotípicos preditos foram de 3,36 m e 3,62 m, respectivamente, com uma coincidência de 16 indivíduos.

Em todos os casos, os valores genotípicos foram maiores que os valores genéticos aditivos, pois na reprodução assexuada, toda a variação genética é passada para os clones, enquanto que na reprodução sexuada, apenas a variação genética aditiva é repassada à próxima geração (Falconer, 1981).

A seleção dos vinte melhores indivíduos (Tabela 6) para o caráter DAB (M1) proporcionará um ganho direto de 13,84%, e indireto 15,41% no caráter altura. Esta

mesma intensidade de seleção considerando o caráter altura (M2) proporcionará um ganho direto de 18,96% e indireto (12,11%) no caráter DAB.

Segundo Resende & Higa (1994) a seleção combinada tende a selecionar mais indivíduos de algumas famílias, em função de seu maior desempenho comparado com as demais. Assim, um dos problemas ocasionados com a seleção dos melhores indivíduos pelo valor genético é a seleção de vários indivíduos de uma mesma progênie, ocasionando uma redução do tamanho efetivo populacional e possíveis problemas de endogamia em gerações futuras. A seleção entre e dentro de progênies pode ser utilizada nesta situação, com a possibilidade de minimizar a redução do tamanho efetivo populacional.

A seleção de um indivíduo das vinte melhores progênies considerando o caráter DAB proporcionará um ganho genético direto de 11,80% e indireto de 12,75% na altura (Tabela 6). A seleção com base no caráter altura (M4), proporcionará um ganho genético direto de 16,03% e indireto de 9,43% no DAB. Os ganhos indiretos estimados foram elevados, devido à alta correlação genética existente entre os caracteres. Resultados semelhantes foram obtidos por outros autores para várias espécies florestais (Paula et al., 2002; Ettori et al., 2004; Missio et al., 2004; Sebbenn et al., 2008; Tambarussi et al., 2010).

Tabela 4. Efeitos aditivos ($\hat{a}$), valores genéticos aditivos preditos ($\hat{\mu} + \hat{a}$), efeitos genotípicos ($\hat{g}$), valores genotípicos preditos ($\hat{\mu} + \hat{g}$) e média da população selecionada (MPS) dos 20 melhores indivíduos de *E. camaldulensis* para o caráter DAB.

Propagação sexuada					Propagação assexuada				
Bloco	Progênie	Indivíduo	$\hat{a}$	$\hat{\mu} + \hat{a}$	Bloco	Progênie	Indivíduo	$\hat{g}$	$\hat{\mu} + \hat{g}$
2	61	2	0,7602	5,4063	2	61	2	1,0833	5,7294
4	61	2	0,7193	5,3654	3	4	2	1,0643	5,7104
4	18	2	0,7162	5,3623	4	78	3	1,0464	5,6925
4	46	2	0,7135	5,3595	4	131	2	1,0347	5,6808
4	46	3	0,7135	5,3595	4	61	2	1,0152	5,6613
4	78	3	0,6886	5,3346	4	18	2	0,9812	5,6273
3	65	3	0,6565	5,3026	4	46	2	0,9515	5,5976
4	65	3	0,6397	5,2858	4	46	3	0,9515	5,5976
5	46	3	0,6386	5,2847	3	80	1	0,9358	5,5819
5	2	1	0,6362	5,2822	3	65	3	0,9309	5,5770
3	4	2	0,6309	5,2769	5	2	1	0,9101	5,5562
4	131	2	0,6211	5,2671	4	65	3	0,9029	5,5490
1	46	3	0,6058	5,2519	2	95	3	0,8885	5,5346
4	52	2	0,6015	5,2476	1	88	2	0,8812	5,5273
3	80	1	0,5968	5,2429	3	95	2	0,8657	5,5118
2	95	3	0,5959	5,2420	3	77	1	0,8606	5,5067
4	18	1	0,5902	5,2362	4	9	2	0,8567	5,5028
3	95	2	0,5823	5,2283	5	1	3	0,8412	5,4873
4	9	2	0,5814	5,2274	2	35	3	0,8366	5,4827
2	18	2	0,5753	5,2214	3	108	2	0,8349	5,4810
MPS				5,2892					5,5797

Tabela 5. Efeitos aditivos ($\hat{a}$), valores genéticos aditivos preditos ($\hat{\mu} + \hat{a}$), efeitos genotípicos ($\hat{g}$), valores genotípicos preditos ($\hat{\mu} + \hat{g}$) e média da população selecionada (MPS) dos 20 melhores indivíduos de *E. camaldulensis* para o caráter altura.

Propagação sexuada					Propagação assexuada				
Bloco	Progênie	Indivíduo	$\hat{a}$	$\hat{\mu} + \hat{a}$	Bloco	Progênie	Indivíduo	$\hat{g}$	$\hat{\mu} + \hat{g}$
2	61	1	0,7080	3,5340	2	61	1	1,0347	3,8607
4	18	2	0,6779	3,5039	4	18	2	0,9921	3,8181
4	46	2	0,6566	3,4826	3	4	2	0,9026	3,7286
4	46	3	0,6566	3,4826	4	46	2	0,8936	3,7196
3	10	2	0,5552	3,3812	4	46	3	0,8936	3,7196
2	61	2	0,5383	3,3643	3	10	2	0,8874	3,7134
3	4	2	0,5345	3,3605	3	108	2	0,8635	3,6895
4	89	3	0,5305	3,3565	3	11	1	0,8084	3,6344
3	11	1	0,5302	3,3562	4	89	3	0,8075	3,6335
1	46	3	0,5163	3,3423	4	65	3	0,7560	3,5820
4	61	2	0,5127	3,3387	2	61	2	0,7517	3,5777
4	65	3	0,5093	3,3353	4	78	3	0,7394	3,5654
3	108	2	0,5034	3,3294	3	45	3	0,7215	3,5475
5	46	3	0,4918	3,3178	3	102	3	0,7199	3,5459
4	78	3	0,4907	3,3166	5	37	1	0,7196	3,5456
3	46	2	0,4854	3,3114	4	61	2	0,7091	3,5351
5	37	1	0,4765	3,3025	1	88	2	0,7025	3,5285
3	102	3	0,4547	3,2807	2	15	2	0,6871	3,5131
3	45	3	0,4447	3,2707	4	131	2	0,6745	3,5005
2	95	3	0,4428	3,2687	4	76	2	0,6693	3,4953
MPS				3,3617					3,6227

Tabela 6. Estimativa do ganho com seleção (Gs) e ganho com seleção em porcentagem (Gs%) em diferentes métodos de seleção de progênies de *E. camaldulensis*.

Método de Seleção		DAB (cm)	Altura (m)
Seleção dos 20 melhores indivíduos para DAB	Gs	0,6431	0,4356
	Gs%	13,8427	15,4133
Seleção dos 20 melhores indivíduos para Altura	Gs	0,5628	0,5358
	Gs%	12,1134	18,9600
20 melhores progênies e a melhor árvore de cada progênie para DAB	Gs	0,5486	0,3605
	Gs%	11,8085	12,7579
20 melhores progênies e a melhor árvore de cada progênie para altura	Gs	0,4382	0,4530
	Gs%	9,4307	16,0297

De maneira geral, a seleção individual proporciona maiores ganhos genéticos imediatos, constituindo-se no procedimento mais apropriado para populações de produção. A seleção entre e dentro proporciona ganhos inferiores que a seleção individual, porém aumenta a variabilidade, o que capitaliza ganhos futuros na população de melhoramento. Ganhos superiores a partir da seleção combinada em relação à seleção entre e dentro de progênies são relatados na literatura para diversas espécies, como em Resende & Higa (1994), Farias Neto & Castro (2000) e Martins et al. (2005), entre outros.

Conclusões

Existe controle genético e potencial para ganho com seleção dos melhores indivíduos de *Eucalyptus camaldulensis* e com seleção entre e dentro de progênies, proporcionando ganhos diretos e indiretos para os caracteres diâmetro e altura.

Os valores genéticos preditos com propagação sexuada e assexuada indicam maiores possibilidades de ganhos esperados com implantação de plantios clonais.

A variabilidade genética reflete nos ganhos com seleção para os caracteres diâmetro e altura.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pelo financiamento do projeto e ao CNPq e CAPES pelas bolsas concedidas.

Referências

- BERED, F.; BARBOSA NETO, F. J.; CARVALHO, F. I. F. Marcadores moleculares e sua aplicação no melhoramento genético de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 27, p. 513-520, 1997.
- ELDRIDGE, K. G.; GRIFFIN, A. R. Selfing effects in *Eucalyptus regnans*. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 32, n. 5/6, p. 216-221, 1983.
- ETTORI, L. C.; SATO, A. S.; SHIMIZU, J. Y. Variação genética em procedências e progênies mexicanas de *Pinus maximinoi*. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, SP, v. 16, n. 1, p. 1-9, jun. 2004.
- FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa, MG: UFV, 1981. 279 p.
- FARIAS NETO, J. T.; CASTRO, A. W. V. Aplicação de diferentes critérios de seleção no melhoramento genético do taxi-branco. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 41, p. 46-54, 2000.
- FONSECA, S. M. da.; RESENDE, M. D. V. de.; ALFENAS, A. C.; GUIMARÃES, L. M. da. S.; ASSIS, T. F. de.; GRATTAPAGLIA, D. **Manual prático de melhoramento genético do eucalipto**. Viçosa, MG: UFV, 2010. 200 p.
- LELES, P. S. dos. S.; REIS, G. G. dos; REIS, M. das. G. F.; MORAIS, E. J. de. Crescimento, produção e alocação de matéria seca de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. pellita* sob diferentes espaçamentos na região de cerrado, MG. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, n. 59, p. 77-87, jun. 2001.
- LIMA, P. C. F. Espécies potenciais para reflorestamento em regiões semiáridas. **Silvicultura**, São Paulo, SP, v. 10, n. 37, p. 28-32, 1984.
- MARTINS, I. S.; CRUZ, C. D.; ROCHA, M. G. B.; REGAZZI, A. J.; PIRES, I. E. Comparação entre os processos de seleção entre e dentro e o de seleção combinada, em progênies de *Eucalyptus grandis*. **Cerne**, Lavras, MG, v. 11, n. 1, p. 16-24, 2005.
- 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, SP, n. 66, p. 161-168, dez. 2004.
- MORAES, M. L. T.; HIGA, A. R.; CAVENAGE, A.; KANO, N. K. Avaliação da densidade básica da madeira e de sua relação com os caracteres de crescimento, em uma população base de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT EUCALYPTS = CONFERÊNCIA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE EUCALIPTOS, 1997, Salvador. **Proceedings = Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPq, 1997. v. 3. p. 43-47.
- NIETO, V. M.; RODRIGUEZ, J. *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. In: VOZZO, J. A. **Tropical tree seed manual**. Santafé de Bogotá: Corporacion Nacional de Investigacion of Forestal, 2003. p. 466-467.
- PRYOR, L. **Biology of Eucalyptus**. London: Edward Arnold, 1976. 82 p.
- PAULA, R. C.; PIRES, I. E.; BORGES, R. C. G.; CRUZ, C. D. Predição de ganhos genéticos em melhoramento florestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 2, p. 159-165, 2002.
- 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 de seus parentes. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 28/29, p. 11-36, 1994.
- RESENDE, M. D. V. Delineamento de experimentos de seleção para a maximização da acurácia seletiva e do progresso genético. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 19, n. 4, p. 479-500, 1995.
- RESENDE, M. D. V. **Software SELEGEN - REML/BLUP**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002a. 67 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 77).
- RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002b. 975 p.

- RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 182-194, 2007.
- SAVARIS, M.; LAMPERT, S.; PEREIRA, P. R. V. S.; SALVADORI, J. R. Primeiro registro de *Thaumastocori peregrinus* para o Estado de Santa Catarina, e novas áreas de ocorrência para o Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 41, n. 11, p. 1874-1876, 2011.
- SEBBENN, A. M.; VILAS BÔAS, O.; MAX, J. C. M. Variação genética, herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênes de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* aos 20 anos de idade em Assis-SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, SP, v. 20, n. 2, p. 103-115, dez. 2008.
- STURION, J. A.; PEREIRA, J. C. D.; ALBINO, J. C.; MORITA, M. Variação da densidade básica da madeira de doze espécies de *Eucalyptus* plantadas em Uberaba, MG. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 14, p. 28-38, 1987.
- TAMBARUSSI, E. V.; SEBBEN, A. M.; MORAES, M. L. T.; ZIMBACK, L.; PALOMINO, E. C.; MORI, E. S. Estimative of genetic parameters in progeny test of *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barret & Golfari by quantitative traits and microsatellite markers. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 69, n. 1, p. 39-47, 2010.

