

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997

v.6, n.4, p.685-693, out.-dez., 2011

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI:10.5039/agraria.v6i4a1277

Protocolo 1277 - 23/12/2010 *Aprovado em 20/06/2011

Reginaldo B. da Costa^{1,2}

Erica V. Almeida¹

Pedro Kaiser¹

Luana P. de A. Azevedo¹

Diego T. Martinez¹

Antonio de A. Tsukamoto Filho¹

Avaliação genética em progênes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. na região do Pantanal, estado do Mato Grosso

RESUMO

O presente estudo objetivou estimar parâmetros e valores genéticos em progênes de aroeira para caracteres de crescimento e sobrevivência de forma a subsidiar o primeiro programa de melhoramento genético da espécie na região do Pantanal do estado de Mato Grosso. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com 30 tratamentos (progênes), seis repetições (blocos) e seis plantas por parcela, no espaçamento de 3 x 2 m. Aos dois anos de idade, as progênes foram avaliadas quanto aos caracteres: altura total, diâmetro a altura da base, número de lançamentos foliares e sobrevivência. As herdabilidades médias de progênes foram de moderadas magnitudes, especialmente para os caracteres altura (0,19) e número de lançamentos foliares (0,30). Os valores genéticos preditos com propagação sexuada e assexuada indicam maiores possibilidades de ganhos genéticos com a implantação de plantios clonais. Embora a maioria dos indivíduos da geração atual apresente desempenho superior àqueles provenientes da geração anterior, os genitores com potencial acima dos demais devem fazer parte da composição do pomar de sementes.

Palavras-chave: Ganho genético, modelo linear misto, seleção, variabilidade genética.

Genetic evaluation in progenies of *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. in the Pantanal region, State of Mato Grosso - Brazil

ABSTRACT

The goal of this study was to estimate parameters and genetic values in aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) progenies for growth and survival traits. These estimates are intended to support the first genetic improvement program for the species in the Pantanal region of the State of Mato Grosso, Brazil. The adopted experimental design was the random blocks with 30 treatments (progenies), six replications (blocks) and six plants per plot distributed in single rows with 3 x 2m allotment. When the progenies were two years old, they were evaluated for height, diameter at base height, number of leaf shoots and survival. The progenies mean heritability showed moderate magnitudes, especially regarding height (0.19) and number of leaf shoots (0.30). The genetic values predicted with sexual and asexual propagation indicate higher possibilities of genetic gains using clone plantations. Even though most of the individuals from the present generation show superior performance than the former generation, genitors with potential above the others must be part of the seed orchard composition.

Key words: Genetic gain, mixed linear models, selection, genetic variability.

¹ Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Engenharia Florestal, Avenida Fernando Corrêa, 2367, Boa Esperança, CEP 78060-900, Cuiabá-MT, Brasil. Fone: (65) 3615-8283. E-mail:

reg.brito.costa@gmail.com;

erica_vitoria_@hotmail.com; pedrokaiser@ufmt.br;

eng.luanapamella@gmail.com;

diegotyszka@hotmail.com; tsukamoto@ufmt.br

² Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

INTRODUÇÃO

A aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) é uma espécie arbórea preferencialmente alógama pertencente à família Anacardiaceae. Apresenta ampla distribuição geográfica, boa rebrota e sua dispersão ocorre por sementes (Carvalho, 1994; Freitas et al., 2007).

Em comunidades naturais a espécie é comum, porém se encontra em processo contínuo de erosão genética em seu *habitat*, compondo a lista da *Food and Agriculture Organization* - FAO de espécies ameaçadas de extinção (FAO, 1986).

A sua madeira é conhecida pela durabilidade e resistência mecânica, decorrentes de características como a presença de álcoois, fenóis e outros compostos químicos. As árvores possuem reconhecido valor econômico e dentre as diversas aplicações, pode-se citar o uso da madeira para a confecção de esteios, postes, moirões e dormentes; as flores podem ser usadas na apicultura e as folhas maduras na alimentação do gado; do cerne é extraído tanino utilizado em curtume; e a casca tem propriedades balsâmicas (Carvalho, 1994; Queiroz et al., 2002; Paes et al., 2003).

A exploração inadequada de populações naturais de aroeira vem comprometendo sua capacidade de sobrevivência em *habitats* naturais (Freitas et al., 2007), bem como reduzindo o potencial reprodutivo para programas de melhoramento genético.

A diversidade genética é amplamente reconhecida como uma componente chave para garantir a sobrevivência das espécies por um longo período, ou seja, é fundamental para a sustentabilidade, pois fornece material genético para a adaptação, evolução e sobrevivência das espécies, especialmente quando elas estão sob condições de alterações ambientais (Rajora & Mosseller, 2001).

Uma estratégia de eficiência comprovada para a seleção de genótipos é a realização de testes de progênies, que permitem a determinação do valor reprodutivo dos indivíduos, de estimativas de parâmetros genéticos e de ganhos com seleção (Aguiar, 2004). Dessa forma, é possível manter amostras representativas de populações para programas de melhoramento genético e/ou pesquisas correlatas (Lleras, 1992).

Alguns trabalhos têm sido desenvolvidos com a aroeira, relacionados à variabilidade genética em populações (Oliveira et al., 1999; Moraes et al., 2005; Freitas et al., 2006, entre outros), porém não estão disponíveis informações referentes à variação genética da espécie, na região de abrangência do Pantanal do estado de Mato Grosso.

Os testes de progênies, instrumentos importantes para o trabalho do melhorista, têm sido usados para estimativas de parâmetros genéticos e seleção de indivíduos, quando se procura avaliar a magnitude e a natureza da variância genética disponível entre progênies, com vistas a quantificar e maximizar os ganhos genéticos, utilizando-se técnicas e procedimentos adequados para a seleção.

A utilização da metodologia Reml/Blup, desenvolvida para o melhoramento de plantas perenes, tem maximizado os ganhos genéticos com seleção (Resende, 2002b; Costa et al.,

2005; Missio et al., 2005), por tratar-se de um procedimento estimativo, adequado a dados balanceados e desbalanceados, predizendo valores genéticos dos indivíduos em testes de progênies (Resende, 2006).

O presente estudo objetivou estimar parâmetros e valores genéticos em progênies de aroeira em estágio precoce para caracteres de crescimento, no primeiro programa de melhoramento genético para a espécie na região do Pantanal Matogrossense, disponibilizando material genético melhorado para o setor florestal do estado.

MATERIAL E MÉTODOS

O material avaliado neste estudo é constituído de progênies de polinização aberta coletadas na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso, no município de Santo Antônio do Leverger (MT), na região de abrangência do Pantanal.

O teste de progênies foi estabelecido no mesmo município a 15°47'11"S e 56°04'17"W, na localidade denominada Morro Grande, com temperatura média anual de 25,6°C e 179 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Aw (subtipo savana), tropical quente e subúmido, característico da baixada cuiabana.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com 30 tratamentos (progênies), seis repetições (blocos) e seis plantas por parcela, com espaçamento de 3 x 2 m em linhas simples.

Aos dois anos de idade, as progênies foram avaliadas quanto aos caracteres: altura total, diâmetro a altura da base, número de lançamentos foliares e sobrevivência.

As variáveis foram analisadas utilizando-se a metodologia de modelo linear misto univariado aditivo do programa Selegen - Reml/Blup (*restricted maximum likelihood / best linear unbiased prediction*) apresentado por Resende (2002b), consistindo do seguinte modelo:

$$y = Xb + Za + Wc + e,$$

em que: 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, respectivamente; X, Z e W: matrizes de incidência para b, a e c, respectivamente.

Os parâmetros genéticos foram obtidos conforme Resende (2002b):

$$\hat{h}_a^2 = \frac{\hat{\sigma}_a^2}{\hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_c^2 + \hat{\sigma}_e^2} = \text{herdabilidade individual no sentido}$$

restrito no bloco;

$$\hat{h}_{mp}^2 = \frac{0,25\hat{\sigma}_a^2}{0,25\hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_c^2 / b + \hat{\sigma}_e^2 / (nb)} = \text{herdabilidade média de}$$

progênies no sentido restrito no bloco;

$$\hat{c}^2 = \hat{\sigma}_c^2 / (\hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_c^2 + \hat{\sigma}_e^2) = \text{correlação devida ao ambiente}$$

comum da parcela;

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

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

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

$$CV_e (\%) = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_e^2}}{\bar{X}} \cdot 100$$

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

CV_{gi} = coeficiente de variação genética individual;

CV_e = coeficiente de variação experimental;

A acurácia seletiva foi obtida a partir da raiz quadrada da herdabilidade média de progênie.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As herdabilidades individuais no sentido restrito no bloco (Tabela 1) variaram de 0,02 para diâmetro e sobrevivência, até valores de 0,10 para número de lançamentos foliares. Segundo Resende (2002a), valores de herdabilidades individuais menores que 0,15 são de baixa magnitude. Neste caso, as progênies podem não ter expressado o seu potencial genético, tendo em vista que a seleção foi precoce e ainda não teve início a competição lateral entre as árvores. Entretanto, esses valores são condizentes com os dados obtidos por Baleroni (2003), que encontrou valores de herdabilidades individuais de até 0,08 para a altura e 0,10 para o diâmetro. Porém, em futuras avaliações, poderá haver maior expressão da variação genética, com perspectiva de aumento das herdabilidades individuais.

A função mais importante da herdabilidade no estudo genético biométrico é predizer a correspondência entre o valor fenotípico e o valor genético, sendo uma propriedade não

somente de um caráter, mas também da população e das condições ambientais às quais os indivíduos estão sujeitos, podendo ser afetada se houver alteração em qualquer um dos componentes das variâncias genética e fenotípica (Falconer, 1981).

As herdabilidades médias de progênies (Tabela 1) encontradas foram maiores que as herdabilidades individuais no sentido restrito, que são condizentes com os valores obtidos por Canuto (2009). Isso sugere que a seleção entre as 30 progênies pode ser efetiva e com ganhos expressivos. Esses parâmetros variaram entre 0,09 para diâmetro a 0,30 para número de lançamentos foliares, sendo consideradas de baixas a moderadas magnitudes (Cornelius, 1994), revelando certo controle genético nos caracteres estudados em nível de média de progênies. Os resultados das herdabilidades encontrados indicam que as possibilidades de ganhos genéticos são moderadas, pois o ganho depende da herdabilidade do caráter, da intensidade de seleção e, inversamente, do desvio fenotípico (Dudley & Moll, 1969).

Os coeficientes de variação genética individual (CV_{gi} %), que expressam em porcentagem da média geral a quantidade de variação genética existente entre indivíduos, variou de 7,86% para a sobrevivência a 19,86% para o número de lançamentos foliares. Quanto maior a variação genética existente, maiores são as possibilidades de ganhos genéticos ao longo do programa de melhoramento. Os valores encontrados revelam que existe a possibilidade de uso do material para o melhoramento, mediante o uso de métodos de seleção apropriados. Além disso, em avaliações em idades avançadas, poderá haver maior expressão de variação genética para os caracteres.

A seleção dos 10 melhores indivíduos para cada caráter avaliado (Tabela 2) permitiu estimar os ganhos e aumento

Tabela 1. Estimativas de parâmetros genéticos para os caracteres altura, diâmetro, número de lançamentos foliares e sobrevivência em um teste de progênies, no município de Santo Antônio do Leverger, Estado de Mato Grosso

Table 1. Estimates of genetic parameters for height, diameter, number of leaf shoots and survival in a progenies test, in the municipality of Santo Antônio do Leverger, Mato Grosso, Brazil

Estimativas ¹	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Nº lançamentos foliares	Sobrevivência
\hat{h}_a^2	0,054 ± 0,045	0,022 ± 0,029	0,099 ± 0,061	0,022 ± 0,026
\hat{h}_{mp}^2	0,190	0,088	0,303	0,125
σ_a^2	56,427	0,600	7,417	0,004
$\hat{\sigma}_{parc}^2$	226,548	5,725	16,148	0,0135
$\hat{\sigma}_e^2$	761,881	20,840	51,180	0,150
$\hat{\sigma}_f^2$	1044,857	27,166	74,745	0,167
Média geral	48,782	9,494	13,710	0,776
(CV_{gi} %)	15,398	8,159	19,864	7,860
Acprog	0,436	0,297	0,550	0,354

¹ Herdabilidade individual no sentido restrito no bloco (\hat{h}_a^2), herdabilidade média de progênie (\hat{h}_{mp}^2), variância genética aditiva (σ_a^2), variância ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}_{parc}^2$), variância residual dentro de parcela (ambiental + não aditiva, $\hat{\sigma}_e^2$), variância fenotípica individual ($\hat{\sigma}_f^2$), coeficiente de variação genética (CV_{gi} %), Acurácia seletiva (Acprog).

Tabela 2. Valores fenotípicos, genéticos aditivos, ganho genético predito, nova média da população e acurácia seletiva dos dez melhores indivíduos para o caráter altura, diâmetro, número de lançamentos foliares e sobrevivência de aroeira, no município de Santo Antônio do Leverger, Estado de Mato Grosso

Table 2. Phenotype values, additive genetic values, predicted genetic gains, new population mean and selective accuracy of the ten best individuals for height, diameter, number of leaf shoots and survival of aroeira, in the municipality of Santo Antônio do Leverger, Mato Grosso, Brazil

Bloco	Progênie	Árvore	Valores fenotípicos	Valores genéticos ($\hat{\mu} + \hat{a}$)	Ganho genético	Nova média
Altura (cm)						
4	17	6	300,000	62,797	14,014	62,797
4	8	1	275,000	60,113	12,672	61,455
2	4	5	204,000	57,977	11,513	60,295
4	7	6	162,000	56,527	10,571	59,353
2	21	3	183,000	56,037	9,907	58,690
3	7	3	143,000	55,599	9,392	58,175
4	17	5	161,000	55,482	9,008	57,790
3	7	2	138,000	55,336	8,701	57,483
2	13	3	176,500	55,033	8,429	57,211
2	29	3	172,000	54,966	8,204	56,987
Diâmetro (mm)						
4	8	1	45,810	10,279	0,784	10,279
4	17	6	35,810	10,094	0,692	10,187
2	4	5	28,600	10,071	0,654	10,148
6	4	1	22,990	9,988	0,614	10,108
2	4	4	21,740	9,926	0,577	10,072
1	4	4	19,210	9,918	0,552	10,046
3	9	5	36,500	9,916	0,533	10,027
1	4	6	19,060	9,915	0,519	10,013
3	4	3	23,800	9,891	0,505	10,000
4	18	1	26,560	9,891	0,494	9,989
Número de lançamentos foliares						
4	8	1	96,000	21,679	7,969	21,679
4	17	6	62,000	18,865	6,562	20,272
2	4	5	53,000	17,964	5,793	19,503
4	7	6	52,000	17,612	5,320	19,030
4	2	5	52,000	16,995	4,913	18,623
3	7	3	43,000	16,799	4,609	18,319
4	17	5	39,000	16,610	4,365	18,075
3	19	3	42,000	16,523	4,171	17,881
3	9	5	52,000	16,359	4,002	17,712
3	13	5	40,000	16,350	3,866	17,576
Sobrevivência						
5	8	1	1,000	0,796	0,020	0,796
5	8	2	1,000	0,796	0,020	0,796
5	8	4	1,000	0,796	0,020	0,796
5	8	6	1,000	0,796	0,020	0,796
5	18	2	1,000	0,796	0,020	0,796
5	18	3	1,000	0,796	0,020	0,796
5	18	4	1,000	0,796	0,020	0,796
5	18	6	1,000	0,796	0,020	0,796
2	22	1	1,000	0,795	0,020	0,795
2	22	2	1,000	0,795	0,020	0,795

Tabela 3. Efeitos aditivos (\hat{a}), valores genéticos preditos ($\hat{\mu} + \hat{a}$), efeitos genotípicos (\hat{g}) e valores genotípicos preditos ($\hat{\mu} + \hat{g}$) para os dez melhores genótipos de aroeira aos 24 meses de idade para o caráter altura, diâmetro, número de lançamentos foliares e sobrevivência, no município Santo Antônio do Leverger, Estado de Mato Grosso

Table 3. Additive effect (\hat{a}), predicted genetic values ($\hat{\mu} + \hat{a}$), genotype effects (\hat{g}) and predicted genotype values ($\hat{\mu} + \hat{g}$) for the ten best aroeira genotypes at 24 months of age for height, diameter, number of leaf shoots and survival, in the municipality of Santo Antônio do Leverger, Mato Grosso, Brazil

Propagação sexuada					Propagação assexuada				
Bloco	Genótipo	Indivíduo	\hat{a}	$\hat{\mu} + \hat{a}$	Bloco	Genótipo	Indivíduo	\hat{g}	$\hat{\mu} + \hat{g}$
Altura (cm)									
4	17	6	14,014	62,796	4	17	6	21,276	70,059
4	8	1	11,330	60,112	4	8	1	17,820	66,602
2	4	5	9,194	57,976	2	4	5	14,088	62,871
4	7	6	7,744	56,526	2	21	3	11,439	60,222
2	21	3	7,254	56,036	4	7	6	10,486	59,268
3	7	3	6,816	55,598	2	29	3	9,647	58,429
4	17	5	6,699	55,481	2	20	3	9,526	58,308
3	7	2	6,553	55,335	2	13	3	9,222	58,004
2	13	3	6,250	55,033	4	17	5	9,085	57,867
2	29	3	6,183	54,965	4	3	5	8,993	57,776
Diâmetro (mm)									
4	8	1	0,784	10,278	4	8	1	1,207	10,702
4	17	6	0,599	10,094	4	17	6	0,887	10,381
2	4	5	0,576	10,071	2	4	5	0,810	10,304
6	4	1	0,493	9,988	3	9	5	0,713	10,207
2	4	4	0,431	9,926	6	4	1	0,672	10,166
1	4	4	0,423	9,918	4	18	1	0,618	10,113
3	9	5	0,421	9,915	2	4	4	0,568	10,063
1	4	6	0,420	9,914	1	4	4	0,555	10,050
3	4	3	0,396	9,891	1	4	6	0,550	10,044
4	18	1	0,396	9,890	3	7	3	0,543	10,037
Número de lançamentos foliares									
4	8	1	7,969	21,679	4	8	1	12,473	26,183
4	17	6	5,155	18,865	4	17	6	7,678	21,388
2	4	5	4,253	17,963	2	4	5	6,421	20,131
4	7	6	3,901	17,611	4	7	6	5,772	19,482
4	2	5	3,285	16,995	4	2	5	5,161	18,871
3	7	3	3,088	16,798	3	9	5	4,630	18,340
4	17	5	2,900	16,610	3	7	3	4,417	18,127
3	19	3	2,812	16,522	3	19	3	4,202	17,912
3	9	5	2,649	16,359	2	24	2	4,187	17,897
3	13	5	2,639	16,350	4	18	1	4,088	17,798
Sobrevivência									
5	8	1	0,019	0,795	5	8	1	0,023	0,799
5	8	2	0,019	0,795	5	8	2	0,023	0,799
5	8	4	0,019	0,795	5	8	4	0,023	0,799
5	8	6	0,019	0,795	5	8	6	0,023	0,799
5	18	2	0,019	0,795	5	18	2	0,023	0,799
5	18	3	0,019	0,795	5	18	3	0,023	0,799
5	18	4	0,019	0,795	5	18	4	0,023	0,799
5	18	6	0,019	0,795	5	18	6	0,023	0,799
2	22	1	0,019	0,795	4	11	1	0,023	0,799
2	22	2	0,019	0,795	4	11	2	0,023	0,799

Tabela 4. Valores genéticos preditos ($\hat{\mu} + \hat{a}$), ganho genético e nova média da população para altura (cm) e diâmetro (mm) das plantas por seleção com sobreposição de geração dos 20 melhores indivíduos (Ind.) de progênies de aroeira, no município de Santo Antônio do Leverger, Estado de Mato Grosso

Table 4. Predicted genetic value ($\hat{\mu} + \hat{a}$), genetic gain and new population mean for plant height (cm) and diameter (mm) through selection with generation overlapping for the 20 best individuals (Ind.) of aroeira progenies, in the municipality of Santo Antônio do Leverger, Mato Grosso, Brazil

Altura (cm)						Diâmetro das plantas (mm)					
Progênie	Bloco	Ind.	Valores genéticos preditos ($\hat{\mu} + \hat{a}$)	Ganho genético (cm)	Nova média da população	Progênie	Bloco	Ind.	Valores genéticos preditos ($\hat{\mu} + \hat{a}$)	Ganho genético (mm)	Nova média da população
17	4	6	62,796	14,014	62,796	8	4	1	10,278	0,784	10,278
8	4	1	60,112	12,672	61,454	17	4	6	10,094	0,692	10,186
4	2	5	57,976	11,512	60,295	4	2	5	10,070	0,653	10,148
7	4	6	56,526	10,570	59,353	4	6	1	9,988	0,613	10,108
7	0	0	56,044	9,908	58,691	4	0	0	9,945	0,581	10,075
21	2	3	56,036	9,466	58,249	4	2	4	9,925	0,556	10,050
7	3	3	55,598	9,087	57,870	4	1	4	9,918	0,537	10,031
17	4	5	55,481	8,789	57,571	9	3	5	9,915	0,522	10,017
7	3	2	55,335	8,540	57,323	4	1	6	9,914	0,511	10,005
13	2	3	55,032	8,311	57,094	4	3	3	9,891	0,499	9,994
17	0	0	55,022	8,123	56,906	18	4	1	9,890	0,490	9,984
29	2	3	54,965	7,961	56,744	7	3	3	9,887	0,482	9,976
20	2	3	54,856	7,816	56,599	7	4	6	9,863	0,473	9,968
4	1	4	54,708	7,681	56,464	13	3	5	9,853	0,465	9,959
7	2	1	54,548	7,553	56,336	7	3	4	9,848	0,458	9,952
7	3	5	54,283	7,425	56,208	8	6	3	9,844	0,451	9,945
3	4	5	54,245	7,310	56,092	7	2	1	9,844	0,445	9,939
2	5	1	54,177	7,203	55,986	7	0	0	9,832	0,439	9,933
2	4	5	54,117	7,105	55,887	11	2	1	9,831	0,434	9,928
4	3	3	54,077	7,014	55,797	17	0	0	9,831	0,429	9,923

expressivo da nova média da população de 28,19% para o número de lançamentos foliares. A altura apresentou estimativa de ganhos intermediários (16,81%) e o diâmetro apresentou a menor estimativa (5,21%). Neste sentido, apesar das baixas herdabilidades individuais, os ganhos estimados com seleção são consideráveis, em função da idade precoce da avaliação. Estas estimativas deverão ser confirmadas com o monitoramento em idades avançadas.

A seleção dos melhores indivíduos baseada na propagação assexuada ou sexuada (Tabela 3) está intimamente ligada aos objetivos do programa de melhoramento da espécie. Se o objetivo visa à transformação do teste de progênie em pomar de semente por mudas, o ideal será selecionar os indivíduos com base no efeito aditivo (\hat{a}). Por outro lado, se o objetivo é fornecer material para a instalação de um pomar de semente clonal, então deve-se selecionar os indivíduos baseando-se no efeito genotípico (\hat{g}), visando maximizar o ganho genético com seleção (Canuto, 2009; Costa et al., 2008). Os valores genéticos aditivos ($\hat{\mu} + \hat{a}$) e genotípicos ($\hat{\mu} + \hat{g}$) preditos dos dez melhores genótipos para a altura variaram de 54,96 a 62,79 e de 57,77 a 70,05, respectivamente. Para o diâmetro, tais valores variaram de 9,89 a 10,27 e de 10,03 a 10,70 e para o número de lançamentos foliares, os valores variaram de 16,35 a 21,67 e de 17,79 a 26,18, respectivamente. Simeão et al. (2002) enfatizam que os valores genéticos preditos em relação a

todos os indivíduos candidatos possibilitam estabelecer a melhor estratégia para o aumento da eficiência do melhoramento.

De maneira geral, os valores genotípicos encontrados foram maiores que os valores genéticos aditivos. Isso se deve ao fato de que, com a reprodução assexuada, toda a variação genética (aditiva e dominante) é passada para os clones, o que não ocorre com a reprodução sexuada, em que apenas a variação genética aditiva é responsável pela semelhança entre parentes (Falconer, 1981), ou seja, é a parte da variação fenotípica que efetivamente será passada para a próxima geração. Essa diferença é maior para o caráter altura, e menor para os caracteres número de lançamentos foliares e sobrevivência. Segundo Resende & Barbosa (2005) a estratégia de uso da propagação vegetativa maximiza a intensidade de seleção, capitaliza a heterozigose (e o efeito de dominância) e permite obter homogeneidade dos materiais genéticos.

A correspondência entre os melhores indivíduos para a propagação sexuada (ordenados por $\hat{\mu} + \hat{a}$) e assexuada (ordenados por $\hat{\mu} + \hat{g}$) não ocorreu de maneira homogênea e comum (Tabela 3). A correspondência entre propagação sexuada e assexuada foi de 9 indivíduos para diâmetro, de 8 indivíduos para altura e número de lançamentos foliares, porém, não na mesma ordem. Isso revela que as progênies

não apresentam o mesmo desempenho quanto às duas formas de propagação, ou seja, se selecionadas com base nos valores genéticos aditivos e genotípicos preditos não apresentariam o mesmo ganho se destinadas à formação de pomar de sementes por mudas ou clonal. Dados condizentes foram encontrados por Canuto (2009) para o caráter diâmetro em vários testes de progênies de aroeira, e por Resende & Dias (2000) para o caráter número de frutos por planta, em progênies de cacau. Martins (1999) argumenta que a possibilidade de predição de ganhos a serem obtidos por estratégia adequada de melhoramento, constitui uma das mais importantes contribuições da genética quantitativa ao cultivo de plantas.

A seleção com sobreposição de geração é realizada através de uma classificação simples por valores genéticos preditos das progênies e parentais, não levando em consideração se os materiais superiores a serem selecionados pertencem à geração atual ou anterior. Assim, os pomares formados através desse tipo de seleção são compostos por uma mistura de indivíduos selecionados no experimento com algum parental superior (Resende, 2002a).

Entre os 20 melhores indivíduos selecionados para a composição do pomar de sementes com sobreposição de geração, alguns estão identificados pelo número 0 (zero) na

coluna "indivíduos", o que significa que os parentais (geração anterior) apresentaram melhor desempenho que os indivíduos da geração atual. Isso ocorreu para o caráter altura, com dois indivíduos, relacionados com as progênies 7 e 17 (Tabela 4); para o caráter diâmetro, com 3 indivíduos, relacionados com as progênies 4, 7 e 17 (Tabela 4); para o caráter número de lançamentos foliares, com dois indivíduos, relacionados com as progênies 8 e 17 (Tabela 5); para o caráter sobrevivência, os parentais 8, 10, 11, 18, 21, 22 e 24 superiores à geração atual, também com dois indivíduos, relacionados com as progênies 24 e 21 (Tabela 5).

Os resultados demonstram que, de maneira geral, os indivíduos da geração atual tendem a ser melhores do que aqueles provenientes da geração anterior, pois foram poucos os parentais superiores às suas progênies, o que era esperado, indicando uma boa representatividade do potencial genético originado das matrizes.

Portanto, a seleção com base na sobreposição de geração tende a apresentar maior ganho genético, mantendo-se os parentais superiores aos indivíduos da geração atual na população de melhoramento. Estes resultados subsidiarão a sequência das avaliações de campo ao longo do programa de melhoramento da aroeira.

Tabela 5. Valores genéticos preditos ($\hat{\mu} + \hat{\sigma}$) para número de lançamentos foliares e sobrevivência das plantas por seleção com sobreposição de geração dos 20 melhores indivíduos de progênies de aroeira, no município de Santo Antônio do Leverger, Estado de Mato Grosso

Table 5. Predicted genetic value ($\hat{\mu} + \hat{\sigma}$) for the number of leaf shoots and survival of the plants through selection with generation overlapping for the 20 best individuals of aroeira progenies, in the municipality of Santo Antônio do Leverger, Mato Grosso, Brazil

Número de lançamentos foliares						Sobrevivência					
Progênie	Bloco	Ind.	Valores genéticos preditos ($\hat{\mu} + \hat{\sigma}$)	Ganho genético (cm)	Nova média da população	Progênie	Bloco	Ind.	Valores genéticos preditos ($\hat{\mu} + \hat{\sigma}$)	Ganho genético (mm)	Nova média da população
8	4	1	21,679	7,969	21,679	8	0	0	0,804	0,028	0,804
17	4	6	18,865	6,562	20,272	18	0	0	0,804	0,028	0,804
4	2	5	17,963	5,792	19,502	21	0	0	0,804	0,028	0,804
7	4	6	17,611	5,319	19,030	22	0	0	0,804	0,028	0,804
2	4	5	16,995	4,913	18,623	10	0	0	0,797	0,026	0,802
7	3	3	16,798	4,608	18,319	11	0	0	0,797	0,026	0,801
17	4	5	16,610	4,364	18,074	24	0	0	0,797	0,025	0,801
19	3	3	16,522	4,170	17,880	8	5	1	0,795	0,024	0,800
17	0	0	16,451	4,012	17,722	8	5	2	0,795	0,024	0,800
9	3	5	16,359	3,875	17,585	8	5	4	0,795	0,023	0,799
13	3	5	16,349	3,763	17,473	8	5	6	0,795	0,023	0,799
18	4	1	16,298	3,665	17,375	18	5	2	0,795	0,022	0,798
24	2	2	16,258	3,579	17,289	18	5	3	0,795	0,022	0,798
13	2	5	16,213	3,502	17,212	18	5	4	0,795	0,022	0,798
29	2	3	16,190	3,434	17,144	18	5	6	0,795	0,022	0,798
8	4	4	16,189	3,374	17,084	22	2	1	0,795	0,022	0,798
8	0	0	16,136	3,319	17,029	22	2	2	0,795	0,021	0,797
17	1	3	16,076	3,266	16,976	22	2	5	0,795	0,021	0,797
7	2	3	16,062	3,218	16,928	22	2	6	0,795	0,021	0,797
7	3	5	16,014	3,172	16,882	21	5	1	0,794	0,021	0,797

CONCLUSÕES

A variabilidade genética foi relativamente baixa, porém, a seleção dos 10 melhores indivíduos proporcionou ganhos consideráveis com a seleção precoce.

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

A sobreposição de geração demonstrou que, em geral, os indivíduos da geração atual tendem a ser melhores do que aqueles provenientes da geração anterior. Contudo, deve-se considerar o genitor que apresenta potencial acima dos demais para a composição do pomar.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pelo financiamento do projeto e ao CNPq pelas bolsas concedidas.

LITERATURA CITADA

- Aguiar, A.V. Emprego de parâmetros moleculares e quantitativos na conservação e melhoramento de *Eugenia dysenterica*. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2004. 186p. Tese Doutorado.
- Baleroni, C.R.S. Comportamento de populações de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All procedentes de área com perturbação antrópica. Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista, 2003. 123p. Dissertação Mestrado.
- Canuto, D.S. de O. Diversidade genética em populações de *Myracrodruon urundeuva* (F.F. & M.F. Allemão) utilizando caracteres quantitativos. Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista, 2009. Tese Doutorado.
- Carvalho, P.E.R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: Embrapa-CNPQ/SPI, 1994. 641p.
- Cornelius, J. Heritabilities and additive genetic coefficients of variation in forest trees. *Canadian Journal of Forestry Research*, v.24, n.2, p.372-379, 1994. <http://dx.doi.org/10.1139/x94-050>
- Costa, R.B. da; Resende, M.D.V. de; Gonçalves, P. de S.; Chichorro, J.F.; Roa, R.A.R. Variabilidade genética e seleção para caracteres de crescimento da seringueira. *Bragantia* v.67, n.2, p.299-305, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052008000200005>
- Costa, R.B.; Resende, M.D.V. de; Contini, A.Z.; Rego, F.L. H.; Roa, R.A.R.; Martins, W.J. Avaliação genética dentro de progênies de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), na região de Caarapó, MS, pelo procedimento REML/BLUP. *Ciência Florestal*, v.15, n.4, p.371-376, 2005.
- Dudley, J.W.; Moll, R.H. Interpretation and use of estimation of heritability and genetic variance in plant breeding. *Crop Science*, v.2, n.3, p.257-262, 1969. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1969.0011183X000900030001x>
- Falconer, D.S. Introdução á genética quantitativa. Viçosa MG: UFV, 1981. 279p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. Databook on endangered tree and shrub species and provenances. Roma: FAO, 1986. 548p. (FAO Forestry Paper, 77).
- Freitas, M.L.M.; Sebbenn, A.M.; Zanatto, A.C.S.; Moraes, E. Pomar de Sementes por mudas a partir da seleção dentro em teste de progênies de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. *Revista Instituto Florestal*, v.19, n.2, p.65-72, 2007.
- Freitas, M.L.M.; Aukar, A.P.A.; Sebbenn, A.M.; Moraes, M.L.T.; Lemos, E.G.M. Variação genética em progênies de *Myracrodruon urundeuva* F.F. & Allemão em três sistemas de cultivo. *Revista Árvore*, v.30, n.3, p.319-329, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000300001>
- Lleras, E. Conservação de recursos genéticos florestais. In: Congresso Nacional sobre Essências Nativas, 2., 1992, São Paulo. Anais. São Paulo: IEF, 1992. p.1179-1184.
- Martins, I.S. Comparação entre métodos uni e multivariados aplicados na seleção em *Eucalyptus grandis*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 94p. Tese Doutorado.
- Missio, R.F.; Silva, A.M.; Dias, L.A.S.; Moraes, M.L.T.; Resende, M.D.V. Estimates of genetic parameters and prediction of additive genetic values in *Pinus kesyra* progenies. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v.5, n.4, p.394-401, 2005.
- Moraes, M.L.T.; Kageyama, P.Y.; Sebbenn, A.M. Diversidade e estrutura genética espacial em duas populações de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. Sob diferentes condições antrópicas. *Revista Árvore*, v.29, n.2, p.281-289, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622005000200011>
- Oliveira, S.A.; Moraes, M.L.T.; Buzetti, S. Aspectos nutricionais da variação genética em progênies de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. sob diferentes condições de cultivo. *Floresta*, v.29, n.12, p.3-14 1999.
- Paes, J.B.; Morais, V.M.; Farias Sobrinho, D.W.; Bakke, O.A. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a cupins subterrâneos, em ensaio de laboratório. *Cerne*, v.9, n.1, p.36-47, 2003.
- Queiroz, C.R.A.A.; Marais, S.A.L.; Nascimento, E.A. Caracterização dos taninos de aroeira-preta (*Myracrodruon urundeuva*). *Revista Árvore*, v.26, n.4, p.485-492, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622002000400011>
- Rajora, O.M.; Mosseler, A. Challenges and opportunities for conservation of forest genetic resources. *Euphytica*, v.118, n.2, p.197-212, 2001. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1004150525384>
- Resende, M.D.V. de. O Software Selegen-REML/BLUP. Campo Grande: Empresa Florestas, 2006. 305p.
- Resende, M.D.V. Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes. Embrapa Informação Tecnológica: Brasília, 2002b. 975p.
- Resende, M.D.V. Software Selegen - REML/BLUP. Curitiba: Embrapa Florestas, 2002a. 67p. (Documentos, 77).
- Resende, M.D.V.; Barbosa, M.H.P. Melhoramento genético de plantas de propagação assexuada. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 975p.
- Resende, M.D.V.; Dias, L.A.S. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de parâmetros genéticos e predição de valores genéticos e aditivos e genotípicos em espécies frutíferas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 22, n.1, p.44-52, 2000.

Simeão, R.M.; Sturion, J.A.; Resende, M.D.V. Avaliação genética em erva-mate pelo procedimento BLUP individual multivariado sob interação genótipo x ambiente. Pesquisa

Agropecuária Brasileira, v.37, n.11, p.1589-1596, 2002.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2002001100010>