

**Variabilidade genética de procedências e progênes
de erva-mate nativa (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)
no sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul**

***Genetic variability of provenances and progenies
of native erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)
in the southwest of Mato Grosso do Sul statee***

Reginaldo Brito da Costa¹

Wagner José Martins²

Raul Alfonso Rodrigues Roa³

Natasha Brianez Rodrigues⁴

Antonio de Arruda Tsukamoto Filho⁵

¹ Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Faculdade de Engenharia Florestal, Av. Fernando Corrêa, n. 2367, Bairro Boa Esperança, 78060-900, Cuiabá (MT). Programa de Mestrado em Ciências Florestais e Ambiental e Mestrado em Desenvolvimento Local da Universidade Católica Dom Bosco (UCDB). E-mail: reg.brito.costa@gmail.com.

² Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Programa de Mestrado em Biologia Vegetal, Cidade Universitária, Caixa Postal 549, 79070-900, Campo Grande (MS). E-mail: martinswj@hotmail.com.

³ Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Av. Brasil, 56, 15385-000, Ilha Solteira (SP). E-mail: geneticraul@ig.com.br.

⁴ Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Faculdade de Engenharia Florestal, Graduanda do curso de Engenharia Florestal, Bolsista PET/CAPES.

⁵ Universidade Federal de Mato Grosso, (UFMT), Faculdade de Engenharia Florestal. Programa de Mestrado em Ciências Florestais e Ambiental. Av. Fernando Corrêa, s/n, Coxipó, Av. Fernando Corrêa, n. 2367. Bairro Boa Esperança, 78060-900, Cuiabá (MT). E-mail: tsukamoto@ufmt.br

RESUMO

O presente estudo objetivou avaliar a variabilidade genética de procedências e progênies de erva-mate nativa (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em fase inicial de crescimento no município de Aral Moreira-MS. O teste de procedência e progênie, para avaliação do crescimento inicial das mudas, foi instalado no viveiro de mudas da Fazenda Rancho Esperança localizada no município de Aral Moreira, sob o delineamento de blocos ao acaso com 3 procedências,

25 tratamentos (progênies) de cada uma das procedências, 5 repetições e 4 plantas por parcela em linhas simples.

Aos 5 meses de idade, as progênies foram avaliadas quanto aos caracteres:

a) altura total das plantas, expressas em centímetros; b) diâmetro do coleto expresso em milímetros; e c) número de lançamentos foliares. Os resultados demonstraram haver variabilidade genética, e as herdabilidades individuais e de médias de progênies obtidas, estimulam o monitoramento continuado das procedências e progênies no campo, com perspectivas de maximizar o ganho genético na seqüência das avaliações. A procedência Laguna Carapã apresentou melhor desempenho para todos os caracteres avaliados com ganhos genéticos estimados com seleção, seguido da procedência Aral Moreira.

PALAVRAS-CHAVE

Ilex paraguariensis
variabilidade genética
progênies

ABSTRACT

The present work had as objectives, to evaluate the genetic variability of provenances and progenies of native erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) In initial phase of growth in the municipal district of Aral Moreira-MS. Provenance and progeny test, for evaluation of the initial growth of the plants, was installed in Rancho Esperança Farm located in municipal district Aral Moreira-MS, under randomized block design, with 3 provenances, 25 treatments (progenies), 5 repetitions and 4 plants per plot in simple lines. At the age of 5 months, progenies were evaluated for seedlings total heights characters, stem diameter, number of leaf flushes. Results demonstrated that there's genetic variability, and individuals and obtained progeny average heritability stimulate the continued monitoring of the provenances and progenies on field, with perspectives of maximizing genetic gain in the sequence of evaluations. The Laguna Carapã provenance – followed by the Aral Moreira provenance – presented better performance for all evaluated characters with genetic gains estimated along with selection.

KEY-WORDS

Ilex paraguariensis
genetic variability
progenies

INTRODUÇÃO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), a espécie mais comumente utilizada do gênero, pertence à família Aquifoliaceae com cerca de 600 espécies. Destas, 220 são nativas da América do Sul e 68 ocorrem no Brasil (SCHERER, 1997; STURION e RESENDE, 1997). Pode-se considerar a erva-mate como dióica, onde nas plantas femininas encontram-se estames não funcionais e, nas masculinas o pistilo se deprime e aborta (FERREIRA, *et al.*, 1983).

A cultura constitui uma excelente opção de geração de emprego e de renda, especialmente entre os pequenos e médios produtores rurais. Ela forma um dos sistemas agroflorestais mais característicos da região sul do Brasil, sendo produzida em aproximadamente 600 empresas e 180 mil propriedades rurais, rendendo anualmente mais de R\$ 150 milhões (RODIGHERI, 1996). É uma espécie perene bastante apreciada em todo o Brasil na forma de bebidas, insumos para alimentos, produtos de uso e higiene pessoal.

Depois do Uruguai, os maiores mercados compradores em potencial ficam em países como Alemanha, Espanha, Itália, Estados Unidos (BOGUSZEWSKI, 2007), Canadá e Japão (ANDRADE, 1999), além do Oriente Médio, especialmente a Síria (GOVERNO DO PARANÁ, 2007). Este mercado continua em expansão tanto na América do Sul como nos demais continentes, sendo a Argentina o maior produtor de mate no Cone Sul. No Brasil a maior parte da produção é extrativista, demonstrando que a atividade ainda é muito dependente dos ervais nativos.

Por outro lado, o aumento da população humana e suas atividades, têm resultado na degradação e fragmentação de habitats causando declínio da biodiversidade (EHRlich, 1988). A redução do tamanho original das áreas com cobertura vegetal nativa e o aumento do isolamento dos fragmentos florestais remanescentes tem provocado erosão genética em populações de *I. paraguariensis*, ao longo de anos de avanço da fronteira agrícola no Brasil, particularmente no Estado de Mato Grosso do Sul.

As populações nativas da espécie têm diminuído consistentemente o seu tamanho efetivo populacional levando à perda de variabilidade

genética entre e dentro das populações. A detecção e resgate da referida variabilidade ainda presente nessas populações torna-se importante, a partir do material genético ainda disponível em áreas que compreendem a divisa do Brasil e Paraguai.

A pesquisa de Andrade (1999) quantificou a produtividade média das árvores nativas, estabilizadas a partir dos 10 anos de idade, podendo chegar a produzir anualmente acima de 80 kg de matéria verde por árvore. Portanto, a disponibilidade de material genético autóctone para um mercado crescente de consumo nos diversos países citados deve fazer parte dos objetivos do melhoramento genético da erva-mate nativa do Brasil.

Nesse sentido, os testes de procedências e progênies, instrumentos importantes para o trabalho do melhorista, têm sido usados na estimação de parâmetros genéticos e seleção de indivíduos, quando se procura avaliar a magnitude e a natureza da variância genética disponível, com vistas a quantificar e maximizar os ganhos genéticos, utilizando-se procedimento de seleção adequado. Assim, a seleção de árvores superiores em programas de melhoramento genético com espécies arbóreas, envolve testes combinados de procedências e progênies. Esses testes permitem a seleção das populações mais adaptadas e produtivas para os locais onde se pretende realizar os plantios, bem como, a seleção das melhores progênies e plantas dentro das procedências, simultaneamente (RESENDE *et al.*, 2000).

O estudo objetivou avaliar a variabilidade genética entre procedências e progênies de erva-mate nativa (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em fase inicial de crescimento no município de Aral Moreira-MS.

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de erva-mate foram coletadas de três procedências nos municípios de Ponta Porã, Aral Moreira e Laguna Carapã, localizados em área de fronteira entre Brasil e Paraguai, na região sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul. De cada procedência, foram coletadas sementes de 25 matrizes nativas de polinização aberta.

O município de Ponta Porã, está localizado a 22°32'09" S e 55°43'33" W, com 655m de altitude, tipo de solo predominante Latossolo Vermelho Escuro. O município de Aral Moreira localiza-se a

22°55`95``S e 55°38`30``W e à 609m de altitude, com solo predominante do tipo Latossolo Roxo. E o município de Laguna Carapã situa-se a 22°32`45``S e 55°09`00``W e à 509m de altitude, com solo predominante do tipo Latossolo Vermelho Escuro. Nas três regiões de origem das procedências, o clima segundo classificação de Köppen, é do tipo Cfa – Clima subtropical e, o tipo de vegetação predominante é do tipo Floresta Estacional Semidecidual.

O testes de procedência e progênie, para avaliação do crescimento inicial das mudas, foi instalado no viveiro de mudas da Fazenda Rancho Esperança localizada no município de Aral Moreira, sob o delineamento de blocos ao acaso com 3 procedências, 25 tratamentos (progênies) de cada uma das procedências, 5 repetições e 4 plantas por parcela em linhas simples. Aos 5 meses de idade, as progênies foram avaliadas quanto aos caracteres: a) altura total das plantas, expressas em centímetros; b) diâmetro do coleto expresso em milímetros; e c) número de lançamentos foliares.

As variáveis foram analisadas usando-se o Modelo 5 da metodologia de modelo linear misto univariado aditivo do software SELEGEN - REML/BLUP (*restricted maximum likelihood*) apresentado por Resende (2002b) , consistindo do seguinte:

$$y = Xr + Za + Wp + Ts + e, \text{ em que:}$$

y é o vetor de dados, r é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral, a é o vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (assumidos como aleatórios), p é o vetor dos efeitos de parcela (assumidos como aleatórios), s é vetor dos efeitos de população ou procedência (aleatórios) e e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas (X, Z, W, e T) representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Os parâmetros genéticos e variâncias foram obtidas a partir do que segue:

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

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

$$\hat{r}_{gg} = \sqrt{\hat{h}_{mp}^2} = \text{Acurácia seletiva;}$$

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

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

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

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

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

CV_{gi} = coeficiente de variação genética individual;

$$CV_e(\%) = \frac{\sqrt{c^2 + \hat{\sigma}_{parc}^2 / n}}{\bar{X}} \cdot 100$$

CV_e = coeficiente de variação experimental;

A utilização da metodologia Reml/Blup, desenvolvida para o melhoramento de plantas perenes tem maximizado os ganhos genéticos com seleção (RESENDE, 2002, COSTA *et al.*, 2002; COSTA *et al.*, 2005; MISSIO *et al.*, 2005), por tratar-se de um procedimento preditivo, especialmente para dados desbalanceados dos valores genéticos dos indivíduos em testes de procedências e progênies (RESENDE, 2002a).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes às estimativas dos parâmetros genéticos para os caracteres altura, diâmetro, e número de lançamentos foliares das procedências e progênies são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Estimativas de parâmetros genéticos para procedências e progênes referentes aos caracteres altura (ALT), diâmetro (DIA), e n. de lançamentos foliares (LF) em indivíduos de erva-mate, aos 5 meses de idade, no município de Aral Moreira, MS.

Estimativas ¹	PROCEDÊNCIAS			PROGÊNES		
	ALT	DIA	LF	ALT	DIA	LF
\hat{h}^2	0,604 ± 0,116	0,497 ± 0,105	0,273 ± 0,076	0,415 ± 0,093	0,256 ± 0,074	0,423 ± 0,095
\hat{h}_{mp}^2	-	-	-	0,631	0,518	0,643
$\hat{\sigma}_a^2$	0,353	0,364	0,602	0,296	0,035	0,917
$\hat{\sigma}_c^2$	0,005	0,0006	0,021	0,075	0,014	0,203
$\hat{\sigma}_e^2$	0,206	0,031	1,428	0,352	0,091	1,051
$\hat{\sigma}_f^2$	0,584	0,073	2,206	0,722	0,138	2,171
Média geral	2,093	1,31	4,038	1,999	1,251	4,038
CV _{gi} (%)	28,397	14,572	19,221	27,197	15,068	23,722
CV _e (%)	16,784	9,501	17,359	23,352	16,520	19,763

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

A herdabilidade individual no sentido restrito das procedências para os caracteres estudados podem ser consideradas de altas magnitudes para altura, diâmetro, e número de lançamentos foliares (0,60;

0,49; 0,27) respectivamente. Os resultados referentes à herdabilidade individual no sentido restrito das progênes encontrados foram de baixa a moderada magnitude (0,41; 0,25; 0,42) para os caracteres estudados, respectivamente.

Os resultados mais expressivos foram obtidos para média de progênes (0,63; 0,51; e 0,64) para os caracteres avaliados, o que indica que a seleção pode ser efetiva usando-se as informações, tanto de indivíduos, como de famílias. Estes valores são superiores àqueles encontrados por COSTA *et al.* (2005) para progênes nativas da região, o que denota uma boa perspectiva de variabilidade genética a ser explorada ao longo de um programa de melhoramento genético. As informações de famílias encontradas são coerentes com os resultados observados na literatura relativa a outras espécies florestais (KAGEYAMA, 1980; STURION, 1993; CORNELLIUS, 1994; SAMPAIO, 1996) e quanto à erva-mate (SIMEÃO *et al.*, 2002).

A mais importante função da herdabilidade no estudo genético do caráter métrico é o seu papel preditivo expressando a confiança do valor fenotípico como um guia para o valor genético, ou o grau de correspondência entre o valor fenotípico e o valor genético (FALCONER, 1987; VENCOVSKY; BARRIGA, 1992). Segundo Falconer (1987), a herdabilidade é uma propriedade não somente de um caráter, mas também da população e das circunstâncias de ambientes às quais os indivíduos estão sujeitos. O valor da herdabilidade poderá ser afetado se houver alteração em qualquer um dos componentes da variância.

Os coeficientes de variação genética individual ($CV_{gi}\%$), que expressam em percentagem da média geral a quantidade de variação genética existente, apresentaram valores expressivos para os caracteres altura, diâmetro e número de lançamentos foliares, tanto para procedências (28,39%; 14,57%; 19,22%), como para progênes (27,19%; 15,06%; 23,72%), condizentes àqueles obtidos por Costa *et al.* (2005). Estes resultados revelam que as populações podem ser consideradas apropriadas para o programa de melhoramento genético. Em outros termos, ganho genético é esperado aplicando-se procedimento adequado de seleção. Os dados encontrados sugerem que, em futuras avaliações de campo, poderá haver maior expressão da variação genética para os caracteres estudados e produção de massa foliar associada.

Os coeficientes de variação residual (CV_e%) encontrados para os caracteres estudados (altura, diâmetro, e número de lançamentos foliares) para procedências, apresentaram valores de: 16,78%; 9,50%; e 17,35%. E para progênies, valores de: 23,35%; 16,52%; e 19,76%, respectivamente. Estes valores podem ser considerados baixos e médios para os caracteres por Garcia (1989).

Na Tabela 2 são apresentados os valores correspondentes ao efeito genético (g), valores genotípicos (u+g), ganho e nova média das procedências, quanto aos caracteres altura, diâmetro, e número de lançamentos foliares, avaliados no município de Aral Moreira-MS.

Tabela 2 - Efeito genético (g), valores genéticos (u+g), ganho e nova média das procedências avaliadas experimentalmente em Aral Moreira, quanto aos caracteres altura, diâmetro, e número de lançamentos foliares.

Caráter	Ordem	Procedência	g	U+g	Ganho	Nova Média
Altura (cm)	1	Laguna Carapã	0,0738	2,1672	0,0738	2,1672
	2	Aral Moreira	0,0721	2,1656	0,0729	2,1664
	3	Ponta Porã	-0,1458	1,9476	0,0000	2,0935
Diâmetro (mm)	1	Laguna Carapã	0,0627	1,3722	0,0627	1,3722
	2	Aral Moreira	0,0004	1,3100	0,0315	1,3411
	3	Ponta Porã	-0,0631	1,2465	0,0000	1,3095
N. Lançamentos Foliares	1	Laguna Carapã	0,3647	4,4027	0,3647	4,4027
	2	Aral Moreira	0,0430	4,0810	0,2038	4,2418
	3	Ponta Porã	-0,4077	3,6303	0,0000	4,0380

Observa-se que a procedência Laguna Carapã apresentou os melhores desempenhos para todos os caracteres avaliados, seguida da procedência Aral Moreira. Em contrapartida, a procedência Ponta Porã apresentou os menores valores, não obtendo ganho nesta fase de avaliação. Nesse contexto, os valores preditos permitem indicar com mais segurança que o germoplasma em estudo maximizará as possibilidades de progresso genético com seleção, considerando a procedência Laguna Carapã. Os ganhos genéticos estimados com a seleção de procedência para os caracteres estudados foram mais expressivos para as procedências Laguna Carapã e Aral Moreira, diferentemente de Ponta Porã, que não apresentou ganho nesta fase de avaliação. Porém, se faz necessário, avaliações em idades mais avançadas para confirmação dos

resultados e assim, delinear estratégias a serem adotadas ao longo do programa de melhoramento genético da erva-mate.

Valores fenotípicos, genéticos aditivos, ganhos genéticos preditos, número efetivo populacional e nova média da população, das 10 melhores progênies para os caracteres altura (cm), diâmetro (mm), e número de lançamentos foliares de erva-mate nativa, avaliadas no município de Aral Moreira-MS, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Valores fenotípicos, genéticos aditivos, ganhos genéticos preditos, e nova média da população, das 10 melhores progênies para os caracteres altura (cm), diâmetro (mm), e número de lançamentos foliares de erva-mate no município de Aral Moreira, MS.

	Blocos	Progênie	Árvore	Valores fenotípicos	Valores genéticos (u + a)	Ganho genético	Nova Média	Acurácia Seletiva
Altura (cm)	1	50	1	4,800	3,082	1,0828	3,0824	0,793
	3	68	2	4,600	3,027	1,0555	3,0551	
	4	50	2	3,500	3,014	1,0418	3,0414	
	4	49	4	3,500	2,977	1,0257	3,0253	
	4	71	4	3,900	2,943	1,0093	3,0089	
	5	49	3	3,900	2,931	0,9963	2,9959	
	2	52	4	4,000	2,916	0,9850	2,9846	
	5	8	2	4,000	2,911	0,9758	2,9754	
	4	8	4	3,800	2,903	0,9678	2,9674	
	1	10	1	4,500	2,901	0,9613	2,9609	
Diâmetro (mm)	1	66	2	4,000	1,794	0,543	1,7936	0,713
	1	54	1	2,600	1,548	0,420	1,6710	
	2	71	1	2,000	1,535	0,375	1,6260	
	4	71	4	1,900	1,506	0,345	1,5961	
	3	71	2	2,000	1,505	0,327	1,5779	
	4	54	2	2,100	1,502	0,315	1,5654	
	4	56	2	2,000	1,498	0,305	1,5557	
	2	51	4	1,900	1,487	0,296	1,5471	
	5	69	1	2,000	1,482	0,290	1,5402	
	3	71	1	1,900	1,482	0,284	1,5342	
N. Lançamentos Foliares	2	59	1	10,000	6,760	2,722	6,7600	0,801
	5	49	1	9,000	6,067	2,375	6,4138	
	4	57	1	8,000	5,922	2,211	6,2499	
	5	74	1	8,000	5,904	2,125	6,1635	
	3	73	4	8,000	5,871	2,067	6,1051	
	1	59	1	8,000	5,860	2,026	6,0644	
	1	59	2	8,000	5,860	1,997	6,0353	
	4	73	4	7,000	5,830	1,971	6,0097	
	2	73	1	8,000	5,788	1,947	5,9851	
	2	73	4	8,000	5,788	1,927	5,9655	

Em relação aos caracteres analisados, destacaram-se entre os dez melhores materiais genéticos selecionados os indivíduos das progênes 49, 71, e 73. Assim, avaliações posteriores em idades mais avançadas poderão confirmar o desempenho desses materiais para efeito de seleção, visando maximizar o ganho genético. 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.

Os ganhos genéticos estimados com a seleção individual para os caracteres altura, diâmetro, e número de lançamentos foliares elevaram a nova média da população após um ciclo de seleção de 1,999 (ALT); 1,250 (DIA); e 4,038(LF), para 3,081; 1,793; e 6,760, respectivamente.

Os valores expressivos de acurácia seletiva correspondentes ao três caracteres analisados (ALT = 0,793; DIA = 0,713; e LF = 0,801), reforça a importância do uso da informação de progênie. De maneira geral, os valores genéticos preditos não são iguais aos valores genéticos verdadeiros dos indivíduos. A proximidade entre estes dois valores pode ser avaliada com base na estatística denominada acurácia (VAN VLECK *et al.*, 1987). A literatura prática pertinente ao assunto tem demonstrado a importância da acurácia para apontar o grau de confiabilidade dos resultados obtidos na avaliação genética (RESENDE *et al.*, 1995; COSTA *et al.*, 2000).

Na Tabela 4 são apresentados os valores genéticos preditos para altura, diâmetro, e número de lançamentos foliares por seleção com sobreposição de geração dos 10 melhores indivíduos de progênes de erva-mate, aos 5 meses de idade, no município de Aral Moreira-MS.

Os dados obtidos remetem para a importância da estratégia a ser utilizada adotando-se pomares de sementes usando o modelo linear misto Reml/Blup, com as possibilidades seguintes: a) pomar testado de 1,5 geração com seleção de parentais; b) pomares de sementes com seleção de indivíduos no experimento (pomares de segunda geração); c) Pomar com sobreposição de geração que é uma modalidade recente. Estes pomares são compostos de uma mistura de Indivíduos selecionados no experimento com algum parental superior. Nesse caso, somente um ranking simples por valores genéticos preditos é utilizado e os materiais superiores são incluídos no pomar não levando

em consideração se pertencem à geração atual ou anterior (RESENDE, 2002a).

Tabela 4 - Valores genéticos preditos para altura, diâmetro, e número de lançamentos foliares por seleção com sobreposição de geração dos 10 melhores indivíduos de progênes de ervamate, aos 5 meses de idade, no município de Aral Moreira, MS.

	Progênie	Indivíduo	Efeito Genético aditivo predito (a)	Ganho genético	Nova Média
Altura (cm)	50	1	1,0828	1,0828	3,0824
	68	2	1,0281	1,0555	3,0551
	50	2	1,0144	1,0418	3,0414
	49	4	0,9774	1,0257	3,0253
	71	4	0,9438	1,0093	3,0089
	49	3	0,9314	0,9963	2,9959
	52	4	0,9168	0,985	2,9846
	8	2	0,9119	0,9758	2,9754
	8	4	0,9038	0,9678	2,9674
	10	1	0,9023	0,9613	2,9609
Diâmetro (mm)	66	2	0,5433	0,5433	1,7936
	54	1	0,2982	0,4207	1,6710
	71	1	0,2856	0,3757	1,6260
	71	0	0,2661	0,3483	1,5986
	71	4	0,2561	0,3299	1,5801
	71	2	0,2549	0,3174	1,5676
	54	2	0,2524	0,3081	1,5583
	56	2	0,2478	0,3005	1,5508
	51	4	0,2367	0,2934	1,5437
	52	0	0,2359	0,2877	1,5380
N. Lançamentos Foliares	59	1	2,7220	2,7220	6,7600
	49	1	2,0296	2,3758	6,4138
	59	0	1,9306	2,2274	6,2654
	57	1	1,8841	2,1416	6,1796
	71	0	1,8667	2,0866	6,1246
	74	1	1,8662	2,0499	6,0879
	73	4	1,8333	2,0189	6,0569
	59	1	1,8228	1,9944	6,0324
	59	2	1,8228	1,9754	6,0134
	73	4	1,7924	1,9571	5,9951

Observa-se na Tabela 4 que entre os 10 melhores indivíduos selecionados para os caracteres avaliados, a serem incluídos no pomar de sementes com sobreposição de geração, dois deles, (identificados por “zero” na coluna “indivíduos”) para os caracteres diâmetro e número de lançamentos foliares, são os próprios genitores 71 e 52 para diâmetro, 71 e 59 para lançamentos foliares. Isto demonstra que, em geral indivíduos da geração atual tendem a ser melhores do que aqueles provenientes da geração anterior, como esperado. Entretanto, os parentais mencionados apresentaram-se superiores a vários indivíduos da geração atual e deverão ser mantidos na população de melhoramento.

CONCLUSÕES

A variabilidade genética demonstrada e as herdabilidades individuais e de médias de progênies obtidas, estimulam o monitoramento continuado das procedências e progênies no campo, com perspectivas de maximizar o ganho genético na sequência das avaliações.

A procedência Laguna Carapã apresentou os melhores desempenhos para todos os caracteres avaliados com ganhos genéticos estimados com seleção, seguido da procedência Aral Moreira.

A sobreposição de geração demonstrou que, em geral, os indivíduos da geração atual tendem a ser melhores do que aqueles provenientes da geração anterior. Devendo, entretanto, considerar o genitor que apresente potencial acima dos demais para a composição do pomar de produção de sementes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Empresa Ervateira Santo Antônio Ind. Com. Imp. Exp. de Alimentos Ltda. pelo apoio prestado na execução deste trabalho, em especial, ao seu João Benites, bem como, à contribuição de todos os funcionários da Fazenda Rancho Esperança.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. M. *Diagnóstico da cadeia produtiva da erva-mate (Ilex paraguariensis St. Hil)*. São Mateus do Sul-PR: Consultoria, 1999. 92 p.

BOGUSZEWSKI, J. H. *Uma história cultural da erva-mate: o alimento e suas representações*. 2007. 130f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CORNELLIUS, J. Heritabilities and additive genetic coefficients of variation in forest trees. *Canadian Journal of Forestry Research*, Ottawa, v. 24, p. 371-79, 1994.

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*, Santa Maria-RS, v. 15, n. 4, p. 371-76, 2005.

COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V. de; GONÇALVES, P. de S.; HIGA, A. R. Selection and genetic gain in populations of *Hevea brasiliensis* with a mixed mating system. *Genetics and Molecular Biology*, v. 23, n. 3, 2000.

COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V.; GONÇALVES, P. S.; ARRUDA, E. J.; OLIVEIRA, L. C. S.; BORTOLETTO, N. Prediction of genotypic values for yield in rubber tree-clone test trials using REML/BLUP procedure. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Viçosa, v. 2, n. 4, p. 575-82, 2002.

EHRlich, P. R. The loss of diversity: causes and consequences. In: E. O. WILSON (Ed.). *Natl. Acad. Press. Biodiversity*, Washington, DC, USA, p. 29-35, 1988.

FALCONER, D. S. *Introdução à genética quantitativa*. Viçosa: UFV, 1987. 279 p.

FERREIRA, A. G.; KASPARY, R.; FERREIRA, H. B.; ROSA, L. M. Proporção de sexo e polinização em *Ilex paraguariensis* St. Hil. *Brasil Florestal*, n. 53, p. 29-33, 1983.

GARCIA, C. H. *Tabela para classificação do coeficiente de variação*. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF, 1989. 10p. (Circular Técnica, 171).

GOVERNO DO PARANÁ. Parque Histórico do Mate. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/phmate/consumo.html>>. Acesso em: 20 dez. 2007.

KAGEYAMA, P. Y. *Variação genética em progênies de uma população de Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. 1980. 125p. Tese (Doutorado) – ESALQ - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1980.

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 kesyia* progenies. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Viçosa, v. 5, n. 4, p. 394-401, 2005.

RESENDE, M. D. V.; ARAÚJO, L. A.; SAMPAIO, P. T. B.; WIECHETECK, M. S. S. Acurácia seletiva, intervalos de confiança e variância de ganhos genéticos

associados a 22 métodos de seleção em *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. *Revista Floresta*, Curitiba, v. 24, n. 1/2, p. 35-45, 1995.

RESENDE, M. D. V.; STURION, J. A.; CARVALHO, A. P.; SIMEÃO, R. M.; FERNANDES, J. S. C. Programa de melhoramento da erva-mate coordenado pela EMBRAPA: resultados da avaliação genética de populações, progênies, indivíduos e clones. *Circular Técnica*, Colombo, n. 43, 2000.

RESENDE, M. D. V. *Software Seleção-REML/BLUP*. Colombo: Embrapa Florestas, 2002a. 67 p.

RESENDE, M. D. V. de. *Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002b. 975 p.

RODIGHERI, H. R.; NETO, L. S.; CICHACZEWSKI, I. F. *Custos, produtividade e renda da erva-mate cultivada na região de Guarapuava, PR*. Colombo: EMBRAPA/CNPQ, 1995. 22p. (Documento n. 24).

SAMPAIO, P. T. B. *Variação genética entre procedências e progênies de Pinus oocarpa Schiede, Pinus caribaea var. hondurensis Barr. & Golf. e Pinus maximinoi, H.E. Moore e métodos de seleção para melhoramento genético*. 1996. 169p. Tese (Doutorado) - SEA/UFPR, Curitiba, 1996.

SCHERER, R. A. Early selection of yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) In: Argentina. Bonn: Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, 1997. 58p.

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, nov. 2002.

STURION, J. A. *Variação genética de características de crescimento e da qualidade da madeira em progênies de Eucalyptus viminalis*. 1993. 112f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V. de. Programa de melhoramento genético da erva-mate no Centro Nacional de Pesquisa de Florestas da Embrapa. In: I CONGRESSO SUL AMERICANO DA ERVA-MATE. II REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. *Anais...* Colombo. EMBRAPA-CNPQ, 1997. 467p.

VAN VLECK, L. D.; POLLAK, E. J.; OLTENACU, E. A. B. *Genetics for the animal sciences*. New York: W. H. Freeman, 1987. 391p.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética Biométrica no Fitomelhoramento. *Sociedade Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, 496p. 1992.