

Avaliação Genética de Procedências e Progênes de Erva-Mate Nativa (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) no Estado de Mato Grosso do Sul.

Wagner José Martins⁽¹⁾; Reginaldo Brito da Costa⁽²⁾; Marcos Deon Vilela de Resende⁽³⁾; Paulo de Souza Gonçalves⁽⁴⁾; Adriana Gonela⁽⁵⁾

Resumo.

O presente estudo objetivou avaliar a variabilidade genética de procedências e progênes 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, 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 (populações), 25 tratamentos (progênes) de cada uma das procedências, 5 repetições (blocos) e 4 plantas por parcela. Aos 5 meses de idade, as progênes 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 progênes obtidas, estimulam o monitoramento continuado das procedências e progênes no campo, com perspectivas de maximizar o ganho genético na seqüência das avaliações.

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, 1995). É uma espécie perene bastante apreciada em todo o Brasil na forma de bebidas, insumos para alimentos, produtos de uso e higiene pessoal. No Brasil a maior parte da produção é extrativista, demonstrando que a atividade ainda é muito dependente dos ervais nativos.

Nesse sentido, os testes de procedências e progênes, instrumentos importantes para o trabalho do melhorista, têm sido usados na estimativa 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 (Resende et al., 2000).

O estudo objetivou avaliar a variabilidade genética entre procedências e progênes de erva-mate nativa (*I. 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

¹ Universidade Estadual de Maringá (UEM), Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento - Doutorando, Campus Universitário, Av. Colombo, 5790, CEP 87020-900, Maringá (PR). E-mail: martinswj@hotmail.com

² Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Faculdade de Engenharia Florestal. Programa de Mestrado em Ciências Florestais e Ambiental. Av. Fernando Corrêa, s/n, 78060-900, Cuiabá (MT). E-mail: reg.brito.costa@gmail.com

³ Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (CNPq), Caixa Postal 31, 83411-000 Colombo (PR). E-mail: marcos.deon@gmail.com

⁴ Programa Seringueira - Instituto Agrônômico de Campinas (IAC), Caixa Postal 28, 13001-970 Campinas (SP). E-mail: paulog@iac.sp.gov.br

⁵ Universidade Estadual de Maringá (UEM), Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, Campus Universitário, Av. Colombo, 5790, CEP 87020-900, Maringá (PR). E-mail: adriagonela@uol.com.br

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 (populações), 25 tratamentos (progênies) de cada uma das procedências, 5 repetições (blocos) 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, expressa 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 (2002)., 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.

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 progênies referentes aos caracteres altura - ALT, diâmetro - DIA, e número de lançamentos foliares - LF em indivíduos de erva-mate, aos 5 meses de idade, no município de Aral Moreira, MS.

Estimativas ¹	PROCEDÊNCIAS			PROGÊNIES		
	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 (0,60; 0,49; 0,27) respectivamente. Os resultados referentes à herdabilidade individual no sentido restrito das progênies 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 progênies (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, o que denota uma boa perspectiva de variabilidade genética a ser explorada ao longo de um programa de melhoramento genético.

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 estudados, tanto para procedências (28,39%; 14,57%; 19,22%), como para progênie (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 para procedências, apresentaram valores de: 16,78%; 9,50%; e 17,35%. E para progênie, valores de: 23,35%; 16,52%; e 19,76%, respectivamente. Estes valores podem ser considerados baixos e médios para os caracteres por Garcia (1989).

Valores fenotípicos, genéticos aditivos, ganhos genéticos preditos, número efetivo populacional e nova média da população, das 10 melhores progênie 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 2.

Tabela 2. Valores fenotípicos, genéticos aditivos, ganhos genéticos preditos, e nova média da população, das 10 melhores progênie para os caracteres altura (cm), diâmetro (mm), e número de lançamentos foliares de erva-mate no município de Aral Moreira, MS.

	Blocos	Progênie	Planta	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	
	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	0,793
Diâmetro (mm)	1	66	2	4,000	1,794	0,543	1,7936	
	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	0,713
Nº Lançamentos Foliares	2	59	1	10,000	6,760	2,722	6,7600	
	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	0,801

Em relação aos caracteres analisados, destacaram-se entre os dez melhores materiais genéticos selecionados os indivíduos das progênie 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 estudados 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).

Referências.

Artigos em periódicos:

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. 371-376, 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.

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.

Resende, M.D.V.; Araujo, 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.

Livros

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

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

Scherer, R.A. Early selection of yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) In: Argentina. Bonn: Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universitat, 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.

Van Vleck, L.D.; Pollak, E.J.; Oltenacu, E.A.B. **Genetics for the animal sciences**. New York :W.H. Freeman,1987. 391p.

Congresso:

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 Conesul Sobre a Cultura da Erva-Mate, 2., 1997, Curitiba. **Anais...** Colombo. EMBRAPA-CNPQ, 1997. 467p.