

Melhoramento Genético da Erva-mate

José Alfredo Sturion¹

Marcos Deon Vilela de Resende²

1. Introdução

A erva-mate consiste numa das espécies arbóreas de grande importância econômica, ambiental social e cultural para o Sul e Centro-Oeste do Brasil, Nordeste da Argentina e grande parte do Paraguai. No Brasil, é explorada economicamente, em cerca de 486 municípios dos Estados do Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Mato Grosso do Sul, englobando cerca de 180 mil propriedades rurais, a maioria familiares, congregando cerca de 725 empresas processadoras e mais de 710 mil trabalhadores, com uma produção de, aproximadamente, 450 mil toneladas por ano do produto industrializado (Da Croce & Floss, 1999). Apresenta um mercado potencial que ultrapassa o seu uso como bebida; a área dos fármacos é um deles. Cerca de 80% da produção brasileira de erva-mate é comercializada internamente, ficando o restante para exportação. Dentre os países importadores, o Uruguai absorve quase integralmente a erva-mate exportada, ficando pequenos volumes para o Chile, Alemanha e Estados Unidos, de forma mais representativa (Winge et al., 1996).

Em função do desmatamento, expansão da fronteira agrícola e, por outro lado, do aumento do consumo, esta espécie está sendo plantada em cultivos homogêneos puros ou em associação. Estima-se que mais de quinze milhões de mudas de erva-mate são produzidas anualmente na região Sul, com

¹ Engenheiro Florestal, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*, sturion@cnpf.embrapa.br

² Engenheiro-Agrônomo, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*, deon@cnpf.embrapa.br

sementes oriundas, em sua grande maioria, de árvores de ervais nativos ou implantados, sem qualquer critério de seleção, ou de áreas de coleta de sementes. Como conseqüência os ervais apresentam alta taxa de mortalidade, desenvolvimento heterogêneo e baixa qualidade da massa foliar produzida. Levantamentos indicam que em ervais produtivos 35% das plantas são responsáveis por mais de 50% da produção de massa foliar (Belingheri & Prat Kricun, 1992).

O melhoramento genético da cultura é recente, tendo-se iniciado a partir de 1974 na Argentina e na década de 1990 no Brasil. Basicamente três programas estão em desenvolvimento: o do Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA) na Argentina (Belingheri e Prat Kricun, 1997), o da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) (Floss, 1997) e o da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (Sturion e Resende, 1997). De maneira geral, estes programas tem enfatizado as seguintes características silviculturais: adaptação, produção de massa verde, resistência à pragas e doenças, desfolhamento e tipo de ramificação ou arquitetura. Em um futuro próximo, características associadas qualidade dos produtos da erva-mate também deverão ser consideradas nos programas de melhoramento.

2. Origem e variabilidade genética do germoplasma de erva-mate

A área de distribuição natural de *Ilex paraguariensis* é bastante ampla, ocupando 5% do território nacional (considerando apenas a ocorrência em território brasileiro) e 3% da América do Sul (considerando também a ocorrência em territórios argentino e paraguaio) (Oliveira & Rotta, 1985). Esses autores fornecem uma relação de 235 municípios brasileiros com ocorrência de erva-mate, sendo 90 em Santa Catarina, 65 no Paraná, 63 no Rio Grande do Sul e 17 no Mato Grosso do Sul. Assumindo o número de populações como sendo igual ao número de municípios, poder-se-ia dizer que apenas do material existente no Brasil, haveria ao menos 235 populações ou procedências diferentes. Populações adicionais decorrem da existência, menos conhecida, da erva-mate em outros pontos das Regiões Sudeste e Centro-Oeste. Assim, supõe-se que o germoplasma de erva-mate deve ter grande variabilidade genética, em função da amplitude da área de distribuição da espécie. De fato, resultados de campo tem revelado a presença de considerável variabilidade entre populações (Resende et al., 2000).

Tem sido observada, visualmente, grande variabilidade fenotípica em populações de erva-mate, principalmente quanto às características cor do talo (pecíolo) da folha (roxo, branco ou amarelo), tamanho de folha (pequenas, grandes), pilosidade das folhas (com pelos, sem pelos) e susceptibilidade à queda-de-folhas. Técnicos e produtores envolvidos com a silvicultura da espécie têm-se referido a esta variabilidade com o termo “**variedades**” de erva-mate. Analisando plantios e exemplares nativos dessa espécie, conclui-se que provavelmente não existem variedades quanto à cor do talo e ao tamanho das folhas, mas sim que existe uma grande segregação para estas duas características. Assim, em uma população geralmente são observadas gradações entre os diferentes tamanhos de folhas e cores do talo. Esta variação faz parte da variabilidade genética intrapopulacional natural da espécie, mesmo porque parece não haver barreiras impedindo o fluxo gênico entre indivíduos dos diferentes tipos. Estes relatos concordam com a abordagem realizada por Mattos (1983). Por outro lado, além da variedade típica *Ilex paraguariensis*, são relatadas em literatura mais duas variedades botânicas (Carvalho, 1994): a) *Ilex paraguariensis* var. *vestita*, conhecida popularmente como erva-mate peluda, com ocorrência em Minas Gerais, Paraná e São Paulo; b) *Ilex paraguariensis* var. *sincorensis*, com ocorrência na Serra de Sincorá, na Bahia, a 1.500 m de altitude.

Diferenciações fenéticas, ou seja, morfológicas, existem em cada população (procedência e/ou origem) de erva-mate, e devem ser adequadamente utilizadas em benefício da conservação e melhoramento genético. Esta espécie é diplóide ($2n = 40$) (Scherer, 1997), de forma que os modelos básicos e tradicionais de genética quantitativa, baseados em diploidia, podem ser aplicados à erva-mate.

O programa do INTA tem-se concentrado na avaliação de clones e progênies em ensaios comparativos de rendimento de massa foliar. A rede experimental consta de 20 ensaios com 346 materiais sob avaliação (Belingheri e Prat Kricun, 1997).

O programa da EPAGRI, baseia-se em 4 experimentos (2 em Água Doce - SC e 2 em Chapecó - SC) e 22 populações (procedências), sendo 8 do Paraná, 7 do Rio Grande do Sul, 6 de Santa Catarina e 1 da província de Misiones, Argentina, totalizando cerca de 400 progênies (Floss 1994 e 1997).

Por sua vez, o programa de melhoramento genético da erva-mate coordenado pela *Embrapa* (PROMEGEM/EMBRAPA), apóia-se na avaliação de 14 procedências, amostradas na natureza, com um número total de 256 progênies e 14 clones, totalizando 7 experimentos, sendo um deles teste clonal (Tabela 1). Esses experimentos estão instalados nas seguintes localidades; Colombo - PR (dois experimentos em propriedade da *Embrapa*); Ponta Grossa (dois experimentos em propriedade da *Embrapa*); Ivaí - PR (1 experimento em propriedade da Ervateira Bitumirim); Guarapuava - PR (1 experimento em propriedade da Ervateira 81) e Rio Azul - PR em propriedade do Sr. Ângelo Ulbrich. O número total de indivíduos submetidos à avaliação genética é de, aproximadamente, 35.000. Adicionalmente, o PROMEGEM/EMBRAPA (Resende et al., 2000) contribuiu com os programas de melhoramento da EPAGRI e da UFPR (Departamento de Genética) fornecendo mudas de cerca de 138 e 64 progênies, respectivamente, de 7 procedências. Com as mudas a EPAGRI estabeleceu dois ensaios, um em Três Barras - SC e outro em Chapecó - SC e a UFPR em Pinhais - PR. Recentemente, a rede experimental do PROMEGEM está sendo expandida para o Rio Grande do Sul (Município de Erechim) e Mato Grosso do Sul (Município de Dourados), empregando-se progênies de segunda geração do material genético selecionado em Colombo, PR.

3. Promegem / Embrapa

Os testes da rede experimental coordenada pela Embrapa Florestas e que compõem o programa de melhoramento genético da erva-mate – PROMEGEM, estão sendo conduzidos com os seguintes objetivos:

- a) Avaliar o comportamento de procedências, progênies e clones de erva-mate de valor econômico e ecológico para diversas regiões potenciais ;
- b) Desenvolver material propagativo melhorado de erva-mate com alto potencial produtivo para várias localidades do Sul e Centro-Oeste do Brasil;
- c) Gerar conhecimentos básicos em genética quantitativa e molecular de características poligênicas de erva-mate, visando dar subsídios técnicos ao desenvolvimento de programas eficientes de melhoramento da espécie.

4. Controle genético para peso de massa foliar e avaliação genética de populações, progênies, indivíduos e clones

Seguem resultados de oito experimentos de erva-mate implantados no Paraná. Os experimentos foram avaliados para o caráter produção de massa verde na primeira poda ou poda de formação. Foram avaliadas 14 populações, 256 progênies e 14 clones. Nos experimentos de Colombo foram obtidas as estimativas de 0,19 e 0,28 para as herdabilidades individuais no sentido restrito e amplo, respectivamente, para o caráter produção de massa verde. A superioridade da herdabilidade no sentido amplo é esperada para caracteres que apresentam dominância alélica. Em Ponta Grossa, os experimentos foram instalados em duas classes de solos. O teste número 1 foi instalado em solo classificado como LATOSSO VERMELHO ESCURO Álico e o teste número 2 foi instalado em solo classificado como CAMBISSOLO DISTRÓFICO. A produção de massa foliar foi 88% superior no Latossolo em relação ao Cambissolo e as estimativas de herdabilidade para produção de massa foliar equivaleram a 0,27 e 0,44 para o Latossolo e Cambissolo, respectivamente. Três experimentos com o mesmo material genético foram instalados em Ivaí, Guarapuava e em Rio Azul. Os materiais avaliados constituíram-se das procedências de Antônio Olinto (21 progênies), Barão de Cotegipe (21 progênies), Cascavel (25 progênies), Colombo (25 progênies), Ivaí (25 progênies), Pinhão (25 progênies) e Quedas do Iguaçu (25 progênies). Os resultados referentes ao comportamento das procedências por local e as estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos são apresentados na Tabela 1. Verifica-se que Ivaí foi o local que propiciou maior produção (de) massa verde, sendo que Guarapuava e Rio Azul praticamente não diferiram em produtividade. Em termos de variabilidade genética expressa, Ivaí, sobressaiu-se em relação a Guarapuava e este em relação a Rio Azul. Mas quando se analisa a variabilidade expressa em relação a média do local, a ordem dos locais que apresentaram maior coeficiente de variação genética aditiva (CV_a) é Guarapuava, Rio Azul e Ivaí. Essa ordem coincide com a ordem para os maiores valores de herdabilidade, revelando que Guarapuava é o local mais favorável para seleção. Para plantios em Ivaí e Rio Azul, as melhores procedências são Barão de Cotegipe, Quedas do Iguaçu, Ivaí e Cascavel. Para

cultivo em Guarapuava, as procedências não diferenciaram entre si. De maneira geral, destacaram-se as procedências Barão de Cotegipe, Quedas do Iguaçu, Ivaí e Cascavel. A superioridade destas procedências foi também verificada em Pinhais – PR. As estimativas da herdabilidade em Ivaí (0,15) e em Rio Azul (0,23) apresentaram magnitudes semelhante a estimada para o teste de Colombo. Em Guarapuava, a estimativa da herdabilidade foi bem superior (0,62). A estimativa da média geral da herdabilidade equivaleu a cerca de 0,33, podendo ser classificada como moderada a alta. Os resultados obtidos fornecem subsídios para um melhor embasamento dos programas de melhoramento tendo em vista o comportamento do germoplasma em diferentes ambientes e as informações sobre o controle genético do caráter produção de massa foliar. Adicionalmente, os próprios resultados da avaliação genética guiarão a seleção com vista a obtenção de cultivares adaptados aos diferentes ambientes. Neste sentido, as perspectivas são ótimas tendo em vista os ganhos em produtividade estimados.

TABELA 1. Valores genéticos (G) das procedências por local de plantio, bem como estimativas da herdabilidade individual no sentido restrito (h^2), correlação intraclasse devida ao ambiente comum da parcela (c^2), coeficiente de variação genética aditiva (CV_a), variância genética aditiva (σ_a^2) para cada procedência. Locais Ivaí (LATOSSOLO BRUNO VERMELHO ESCURO Álico), Guarapuava (CAMBISSOLO Álico húmico) e Rio Azul (NITOSSOLO háptico distrófico).

Local	Procedência	G	h^2	c^2	CV_a (%)	
Ivaí	Ivaí	0,84	0,15	0,11	27,44	0,047
	Barão de Cotegipe	0,89	0,23	0,14	32,60	0,075
	Quedas do Iguaçu	0,88	0,14	0,14	24,11	0,041
	Pinhão	0,58	0,17	0,09	36,99	0,037
	Cascavel	0,82	0,15	0,11	27,33	0,042
	Colombo	0,36	0,22	0,08	54,77	0,027
	Média	0,73	0,18	0,11	33,87	0,045
Guarapuava	Ivaí	0,24	0,78	0,05	77,78	0,032
	Barão de Cotegipe	0,26	0,92	0,08	86,75	0,059
	Quedas do Iguaçu	0,24	0,74	0,18	90,35	0,036
	Pinhão	0,22	0,46	0,12	52,16	0,012
	Cascavel	0,25	0,53	0,14	70,63	0,022
	Colombo	0,20	0,04	0,30	72,44	0,017
	Média	0,24	0,58	0,15	75,02	0,030
Rio Azul	Ivaí	0,28	0,43	0,13	55,74	0,021
	Barão de Cotegipe	0,32	0,06	0,19	20,40	0,004
	Quedas do Iguaçu	0,28	0,22	0,17	45,61	0,013
	Pinhão	0,21	0,56	0,17	72,46	0,021
	Cascavel	0,30	0,45	0,15	52,05	0,025
	Colombo	0,13	0,00	0,08	79,06	0,009
	Antônio Olinto	0,23	0,19	0,26	40,46	0,008
	Média	0,25	0,27	0,16	52,28	0,014

5. Necessidade de pesquisa e tendências futuras

Atualmente, a erva oriunda de ervais nativos têm obtido um preço maior que aquela de ervais implantados à céu aberto. O produtor atribui a erva sombreada um chimarrão de sabor mais suave que aquele oriundo de folhas colhidas de ervais à céu aberto. Entretanto, acredita-se ser possível produzir chimarrão de sabor suave em ervais solteiros, a partir da identificação de procedências, progênies e de árvores, por meio de análises químicas e sensoriais. A identificação simultânea de indivíduos mais produtivos, mais resistentes a pragas e doenças e, também, à queda de folhas, que pode diminuir em até 30% a produção de massa foliar, deve ser uma constante nos programas de melhoramento dessa espécie. Além disso, o desenvolvimento de técnicas de propagação vegetativa, que permitam a multiplicação dos melhores genótipos, é uma prioridade. Nesse sentido, é necessário aprimorar a técnica de propagação de matrizes adultas por estaquia, com o propósito de aumentar a quantidade de estacas que enraizam. Por outro lado, o cultivo da erva-mate orgânica, sem o uso de agrotóxicos e de fertilizantes químicos, abre a perspectiva para a seleção de genótipos produtivos e menos exigentes em nutrientes minerais. A obtenção de novos produtos dessa espécie consiste, também, num importante segmento para novas pesquisas. É oportuno ressaltar que a seleção e recombinação do material genético dos testes conduzirá à formação de populações de melhoramento propriamente ditas, populações estas com bom nível de produtividade e com ampla variabilidade genética. Estas populações deverão prover o melhoramento gradativo da espécie para plantio com fins industriais. A coleta e avaliação de novo germoplasma também é recomendável. Por fim, programas de melhoramento como este, representa um importante passo no cultivo racional da erva-mate, o que vem, em última instância beneficiar toda sua cadeia produtiva, bem como a conservação de recursos genéticos da espécie.

6. Referências Bibliográficas

- BELINGHERI, L. D.; PRAT KRICUN, S. D. Evaluación preliminar de clones y progenies policlonales de yerba mate en San Vicent, Misiones, Argentina. In: REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 1., 1992, Porto Alegre. **Resumos**. Porto Alegre: UFRS, 1992a. p. 45.
- BELINGHERI, L. D.; PRAT KRICUN, S. D. Programa de mejoramiento genético de la yerba mate en el INTA. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIAO TECNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997. p. 267-278. (EMBRAPA-CNPf. Documentos, 33).
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: EMBRAPA-CNPf; Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 640 p.
- DA GROCE, D. M.; FLOSS, P. A. **Cultura da erva-mate no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 1999. 81 p. (EPAGRI. Boletim Técnico, 100).
- FLOSS, P.A. Programa de melhoramento genético da erva-mate na EPAGRI. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIAO TECNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997. p.279-284. (EMBRAPA-CNPf. Documentos, 33).
- FLOSS, P.A. **Variações genéticas entre populações naturais de *Ilex paraguariensis* St. Hil. (erva-mate) avaliadas em Chapecó-SC e Três Barras-SC**. 1994. 94 f. Tese (Mestrado) – ESALQ, Piracicaba.
- MATTOS, N .F. Revisão taxonômica da erva-mate - *Ilex paraguariensis* St. Hil. In: SEMINARIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: Silvicultura da Erva-mate (*Ilex paraguariensis*), 10., 1983, Curitiba. **Anais**... Curitiba: EMBRAPA-CNPf, 1983. p. 37-46. (EMBRAPA-CNPf. Documentos, 15).

OLIVEIRA, Y. M. M. de; ROTTA, E. Área de distribuição geográfica nativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10.: Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), 1983, Curitiba. **Anais**. Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1985. p. 17-36. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 15).

RESENDE, M. D. V. de; STURION, J. A.; MENDES, S. **Genética e melhoramento da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1995. 33 p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 25).

RESENDE, M. D. V. de; STURION, J. A.; CARVALHO, A. P. de; 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**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 65 p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 43).

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

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: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIAO TECNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. p. 285-298. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 33).

WINGE, H.; DA GROCE, D.; MAZUCHOVSKI, J. Z. **Diagnóstico e perspectivas da erva-mate no Brasil**. Chapecó. EPEGRI / UFRS / EMATER-PR, 1996. 27 p.