

### 3.01- CONTROLE GENÉTICO DA PRODUÇÃO DE MASSA FOLIAR EM ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)

J. A. Sturion<sup>15</sup>; D. M. Da Croce<sup>16</sup>; M. D. Vilela de Resende<sup>3</sup>; P. A. Floss<sup>4</sup>; A. Oliszeski<sup>5</sup>; D. D. Neiverth<sup>6</sup>

#### Resumo

Verificou-se a magnitude da variabilidade genética, para massa foliar, em dois testes de progênie de meios-irmãos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Os testes foram instalados com sementes de sete populações de erva-mate, nos municípios de Ivaí – PR e Chapecó - SC, no delineamento de blocos casualizados com seis plantas por parcelas, com dez repetições em Ivaí e cinco em Chapecó. O peso foliar foi avaliado, em ambos os testes, por volta dos seis anos de idade. A herdabilidade para peso de massa foliar, no sentido restrito, estimada ao nível de plantas, no experimento, no geral, variou de baixa ( $\leq 20\%$ ) à média magnitude ( $\leq 40\%$ ). Assim, é necessário recorrer a métodos de seleção que utilizem, simultaneamente, as informações do indivíduo e da média de sua família, para melhorar o peso de massa foliar.

Palavras-Chave: *Ilex paraguariensis*, massa foliar, variabilidade genética, herdabilidade, seleção.

#### GENETIC VARIABILITY FOR FOLIAR WEIGHT PRODUCTION IN MATÉ (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)

#### Abstract

Estimates were obtained for the genetic parameters of foliar weight production in half-sib families of seven populations of maté (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). The progenies' leaf production was analyzed in two regions of Southern Brazil: Ivaí and Chapecó. The leaf weight of six plants (6 years old) per plot was evaluated, in a randomized complete block with ten replications for Ivaí and five for Chapecó. The narrow sense heritability for leaf weight production varied from low ( $\leq 20\%$ ) to medium ( $\leq 40\%$ ) magnitude. Thus, to improve leaf weight production in maté, it is necessary to apply selections methods based on information of the analyzed individuals and of their families.

Key words: *Ilex paraguariensis*, foliar weight, genetic variability, heritability, selection

#### Introdução

Os plantios com erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) tem sido efetuados com o propósito de suprir a demanda de massa foliar das empresas produtoras de matéria prima para chimarrão, chás e refresco. Em geral, o material genético utilizado para a produção de mudas, constitui-se de sementes colhidas de árvores nativas e povoamentos implantados sem seleção. Geralmente, essas sementes têm originado povoamentos heterogêneos, de baixa produtividade. Segundo Belingheri e Prat Kricun (1992) em ervais produtivos, menos de 35% das plantas são responsáveis por mais de 50% da produção de massa foliar. Esse dado evidencia o grande potencial de melhoramento dessa espécie.

A genética quantitativa possibilita, a partir de estimativas de parâmetros genéticos, a predição de ganhos para uma determinada característica e, conseqüentemente, estabelecer a melhor estratégia de

<sup>15</sup> Eng. Florestal, Dr., Embrapa Florestas, C. P. 319, CEP: 83.411-000, Colombo-PR, Brasil. [sturion@cnpl.embrapa.br](mailto:sturion@cnpl.embrapa.br)

<sup>16</sup> Eng. Florestal, Mestre, CEPAF/EPAGRI, C. P. 791, CEP: 89.801-970, Chapecó-SC, Brasil. [dacroce@epagri.ret-sc.br](mailto:dacroce@epagri.ret-sc.br)

<sup>3</sup> Eng.-Agrônomo, Dr., Embrapa Florestas, C. P. 319, CEP: 83.411-000, Colombo-PR, Brasil. [marcosdeon@cnpgc.embrapa.br](mailto:marcosdeon@cnpgc.embrapa.br)

<sup>4</sup> Eng. Florestal, Mestre, CEPAF/EPAGRI, C. P. 791, CEP: 89.801-970 Chapecó-SC, Brasil. [pfloss@epagri.ret-sc.br](mailto:pfloss@epagri.ret-sc.br)

<sup>5</sup> Sócio-diretor da Chimarrão Bitumirim, C.P. 11, CEP: 84.460-000, Ivaí-PR, Brasil. [bitumirim@br10.com.br](mailto:bitumirim@br10.com.br)

<sup>6</sup> Eng.-Agrônomo, B.S., Chimarrão Bitumirim, C.P. 11, CEP: 84.460-000, Ivaí-PR, Brasil. [bitumirim@br10.com.br](mailto:bitumirim@br10.com.br)

melhoramento a qual depende, fundamentalmente, do conhecimento do controle genético dos caracteres a serem melhorados. Entende-se por controle genético, ou base genética de um caráter, todos os mecanismos genéticos responsáveis pela herança do caráter, tais como o número de genes que o governam, regulação gênica, herdabilidade, repetibilidade e associações genéticas com outros caracteres (Resende, 2002a). Dentre estes fatores, o parâmetro genético populacional denominado de herdabilidade é de particular importância para o melhoramento. A herdabilidade diz respeito à proporção relativa das influências genéticas e ambientais na manifestação fenotípica dos caracteres e indica, portanto, o grau de confiabilidade ou dificuldade para melhorar determinados caracteres (Allard, 1971; Falconer, 1987; Vencovski e Barriga, 1992; Ramalho, 1993; Resende, 2002a). Caracteres com herdabilidade baixa demandarão métodos de seleção mais elaborados que aqueles com herdabilidade alta (Resende, 2002a). A herdabilidade pode ser estimada em sentido amplo, ou em sentido restrito. No sentido amplo, expressa a proporção de variância genética total em relação à variância fenotípica determinada. Tal coeficiente só tem significado no melhoramento florestal quando se está testando material propagado vegetativamente. A herdabilidade no sentido restrito é determinada pela relação entre a variância genética aditiva e a variância fenotípica (Dudley e Moll, 1969) e tem a finalidade de orientar o melhorista sobre a quantidade relativa da variância genética que é utilizável no melhoramento, em descendências propagadas sexualmente (Vencovsky, 1969).

Com base nessas considerações, este trabalho tem por objetivo verificar o controle genético do peso da biomassa foliar, por ocasião da segunda poda de produção (efetuada por volta dos seis anos de idade), de sete procedências de erva-mate plantadas em Ivaí – PR e Chapecó - SC, Brasil.

## Material e Métodos

O material genético consiste de sete procedências de erva-mate plantadas, respectivamente, em março e julho de 1997, em dois testes combinados de procedência e progênie em Ivaí – PR e Chapecó – SC, de acordo com a Tabela 1.

TABELA 1. Procedências e progênies de erva-mate coletadas em sete regiões do sul do Brasil e plantadas em Ivaí – PR.

| Procedências                | Coordenadas |               |          | N <sup>o</sup> progênies |         |
|-----------------------------|-------------|---------------|----------|--------------------------|---------|
|                             | Lat. (Sul)  | Long. (Oeste) | Alt. (m) | Ivaí                     | Chapecó |
| Ivaí – PR (IV)              | 25° 01'     | 50° 48'       | 600      | 25                       | 25      |
| Colombo – PR (CO)           | 25° 20'     | 49° 14'       | 920      | 18                       | 18      |
| Barão de Cotegipe – RS (BR) | 27° 38'     | 52° 23'       | 530      | 21                       | 17      |
| Quedas do Iguaçu – PR (QUE) | 25° 25'     | 52° 55'       | 590      | 24                       | 17      |
| Pinhão – PR (PI)            | 25° 41'     | 51° 40'       | 1.050    | 22                       | 22      |
| Cascavel – PR (CA)          | 24° 57'     | 53° 27'       | 750      | 25                       | 24      |
| Antonio Olinto – PR (AO)    | 25° 59'     | 50° 12'       | 790      | -                        | 13      |
| Total                       |             |               |          | 135                      | 136     |

Ivaí está localizada na latitude de 25° 01' Sul, longitude de 50° 48' oeste, altitude de 600 m e está sob a influência do tipo climático Cfb - clima subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes e geadas pouco frequentes, com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida. A média das temperaturas dos meses mais quentes é superior a 22 °C e a dos meses mais frios é inferior a 18 °C, temperatura média anual entre 17 °C e 18 °C, precipitação média anual em torno dos 1.500 mm e excedente hídrico variando de 500 a 800 mm. O experimento foi instalado em solo da classe LATOSSOLO BRUNO Distrófico A moderado, textura muito argilosa, fase relevo suave ondulado segundo (EMBRAPA, 1999). Estes solos caracterizam-se por serem profundos acentuadamente drenados, porosos, muito argilosos (72% de argila) e de coloração bruno avermelhada-escuro. Quimicamente, são ácidos com saturação de bases baixa e saturação com alumínio elevada. Ocorrem em relevo suave ondulado com declives em torno de 4% e em altitudes variando de 650 a 750 metros e originados de rochas sedimentares (argilito).

Chapecó está localizada na latitude de 27° 07' Sul, longitude de 52° 37' oeste, altitude de 679 m, tipo climático Cfb, precipitação de 1900 a 2000 mm, sob a influência do tipo climático Cfa - clima subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes e geadas pouco freqüentes, com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida. A média das temperaturas dos meses mais quentes é superior a 22 °C e a dos meses mais frios é inferior a 18 °C, temperatura média anual entre 18 °C e 19 °C. No teste de progênie instalado nessa região, ocorre predominantemente solos da classe LATOSSOLO VERMELHO Distrófico (EMBRAPA, 1999). Estes solos caracterizam-se por serem profundos acentuadamente drenados, porosos, muito argilosos (72% de argila) e de coloração bruno avermelhada-escura. Quimicamente, são ácidos com saturação de bases baixa e saturação com alumínio elevada. Ocorrem em relevo suave ondulado com declives em torno de 4% e em altitudes variando de 650 a 750 metros e originados de rochas sedimentares (argilito).

O delineamento experimental empregado nos dois locais foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições de seis plantas por parcela, no espaçamento de 3m x 1,5m em Chapecó. Em Ivaí foram dez repetições de 6 plantas por parcela, no espaçamento de 3m x 2m. As progênies foram aleatorizadas independentemente das procedências, ou seja não se adotou o arranjo hierárquico de progênies dentro de procedência. Em Chapecó a poda de formação foi efetuada no mês de agosto de 1999. A podas de produção foram efetuadas nos meses de agosto/setembro de 2001 e janeiro/fevereiro de 2003, portanto por volta de quatro anos e aos cinco anos e seis meses após o plantio, respectivamente. Em Ivaí, a poda de formação foi efetuada em julho de 1999, portanto por volta de dois anos de idade. As podas de produção foram efetuadas, respectivamente em julho de 2001 e agosto de 2003. Os resultados apresentados nesse trabalho referem-se ao peso de massa foliar obtido por ocasião da segunda poda de produção, portanto, em torno dos seis anos de idade.

As estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos foram efetuadas através do programa genético-estatístico "Software SELEGEN-REML/BLUP", desenvolvido por Resende (2002b).

## **Resultados e Discussão**

As estimativas de parâmetros genéticos para o peso de biomassa foliar obtidos por ocasião da segunda poda de produção, encontram-se na Tabelas 2.

TABELA 2. Parâmetros genéticos para peso foliar em erva-mate por ocasião da segunda poda de produção

| Local   | Procedência | $\hat{\sigma}_a^2$ | $\hat{\sigma}_{parc}^2$ | $\hat{\sigma}_e^2$ | $\hat{\sigma}_F^2$ | $\hat{h}_a^2$ | Desvio   | $c_{parc}^2$ | $\hat{h}_{mp}^2$ | $A_{cprog}$ | $\hat{h}_{ad}^2$ | CV <sub>gi</sub> (%) | CV <sub>gp</sub> (%) | CV <sub>e</sub> (%) | Média |
|---------|-------------|--------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------|----------|--------------|------------------|-------------|------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-------|
| Chapecó | IV          | 6,9872             | 1,1242                  | 4,8384             | 12,9499            | 0,5395        | ±0,1761  | 0,0868       | 0,7569           | 0,8700      | 0,5199           | 38,14                | 19,07                | 24,16               | 6,930 |
|         | CO          | 0,0530             | 0,4055                  | 5,1097             | 5,5683             | 0,0095        | ±0,0522  | 0,0728       | 0,0498           | 0,2232      | 0,0077           | 6,78                 | 3,39                 | 33,12               | 3,394 |
|         | BA          | 2,1171             | 0,9540                  | 8,2477             | 11,3188            | 0,1870        | ±0,1226  | 0,0842       | 0,5050           | 0,7106      | 0,1614           | 19,88                | 9,94                 | 22,00               | 7,318 |
|         | QUE         | 0,8673             | 0,4120                  | 8,4633             | 9,7427             | 0,0890        | ±0,0837  | 0,0422       | 0,4025           | 0,6344      | 0,0713           | 11,58                | 5,79                 | 17,27               | 8,045 |
|         | PI          | 2,7499             | 2,0074                  | 3,7400             | 8,4973             | 0,3236        | ±0,1740  | 0,2362       | 0,5360           | 0,7321      | 0,3554           | 38,48                | 19,24                | 40,02               | 4,310 |
|         | AO          | 1,0118             | 1,0158                  | 2,3801             | 4,4078             | 0,2295        | ±0,1898  | 0,2304       | 0,4511           | 0,6716      | 0,2417           | 28,25                | 14,12                | 34,84               | 3,561 |
|         | CA          | 1,9753             | 0,6515                  | 9,7180             | 12,3449            | 0,1600        | ±0,0955  | 0,0527       | 0,4950           | 0,7036      | 0,1322           | 19,50                | 9,75                 | 22,02               | 7,207 |
|         | TODAS       | 2,4157             | 0,9166                  | 7,0969             | 13,8109            | 0,1749        | ±0,0466  | 0,0663       | -                | -           | -                | 24,14                | 12,07                | 24,07               | 6,439 |
| Ivai    | IV          | 1,4587             | 1,1813                  | 8,3020             | 10,9421            | 0,1333        | ± 0,0056 | 0,1079       | 0,5070           | 0,7552      | 0,1164           | 22,15                | 12,58                | 34,52               | 4,801 |
|         | CO          | 0,8228             | 0,0190                  | 2,1702             | 3,0121             | 0,2732        | ±0,01497 | 0,0063       | 0,8097           | 0,8998      | 0,2214           | 66,52                | 33,26                | 50,99               | 1,364 |
|         | BA          | 4,7457             | 0,9388                  | 6,0536             | 11,7383            | 0,4042        | ±0,1067  | 0,0799       | 0,8236           | 0,9075      | 0,3702           | 40,74                | 20,37                | 29,81               | 5,347 |
|         | QUE         | 2,2005             | 1,3413                  | 8,1188             | 11,6607            | 0,1887        | ±0,0663  | 0,1150       | 0,6494           | 0,8058      | 0,1689           | 27,61                | 13,80                | 32,07               | 5,373 |
|         | PI          | 2,2981             | 0,4828                  | 2,0171             | 4,7981             | 0,4789        | ±0,1291  | 0,1006       | 0,8385           | 0,9157      | 0,4607           | 57,52                | 28,76                | 39,91               | 2,636 |
|         | CA          | 3,8667             | 1,4968                  | 5,3487             | 10,7123            | 0,3609        | ±0,0908  | 0,1397       | 0,7709           | 0,8780      | 0,3515           | 41,83                | 20,92                | 36,05               | 4,700 |
|         | TODAS       | 2,6182             | 1,0206                  | 6,1445             | 12,4873            | 0,2096        | ±0,0320  | 0,0817       | -                | -           | -                | 40,07                | 20,03                | 38,14               | 4,038 |

$\hat{\sigma}_a^2$  = variância genética aditiva;  $\hat{\sigma}_{parc}^2$  = variância ambiental entre parcelas;  $\hat{\sigma}_e^2$  = variância residual entre parcelas (ambiental + não aditiva);  $\hat{\sigma}_F^2$  = variância fenotípica individual;  $\hat{h}_a^2$  = herdabilidade individual no sentido restrito no bloco, ou seja dos efeitos aditivos;  $c_{parc}^2$  = coeficiente de determinação dos efeitos de parcela;  $\hat{h}_{mp}^2$  = herdabilidade da média de progênie (com sementes remanescentes);  $A_{cprog}$  = acurácia da seleção de progênies (com sementes remanescentes);  $\hat{h}_{ad}^2$  = herdabilidade aditiva dentro de parcela;  $CV_{gi}$  = coeficiente de variação genética aditiva;  $CV_{gp}$  = coeficiente de variação genética entre famílias de meios-irmãos;  $CV_e$  = coeficiente de variação experimental

Verificou-se, nas duas regiões, a presença de variabilidade genética significativa entre as progênies, conforme demonstrado pelo coeficiente de variação genético e pela estimativa de herdabilidade e seu respectivo desvio padrão, que foi de pequena magnitude em comparação com a magnitude da herdabilidade, garantindo que a mesma não atinja o valor zero, via limite inferior do intervalo de confiança (dado por aproximadamente duas vezes o desvio padrão) fato que denotaria ausência de variabilidade genética (Tabela 2). As herdabilidades individuais, no sentido restrito no bloco, estimada para o peso de massa foliar, por ocasião segunda poda de produção variaram entre as distintas populações. Contudo, no geral, foram de baixa (em torno de 20%) à média magnitude (em torno de 40%). Isto significa que grande parte da variabilidade fenotípica desse caráter é devida à variação ambiental. Desse modo, a seleção baseada no fenótipo pode ser ineficiente. Portanto, a instalação de testes combinados de procedência e progênie, com o intuito de selecionar indivíduos com base em seus valores genéticos preditos, empregando-se os valores individuais e também a informação de família, é adequada para aumentar a eficiência da produção de massa foliar em erva-mate.

O coeficiente de variação genética aditiva, que expressa, em porcentagem da média geral, a quantidade de variação genética existente para o peso de massa foliar, também variou significativamente entre as progênies das diferentes populações. Com exceção das progênies de Colombo e de Quedas do Iguaçu que apresentaram baixa variabilidade, esses coeficientes variaram de 20 a 100%, indicando boas perspectivas de ganho no melhoramento do material genético considerado nessa análise. Os coeficientes de variação experimental variaram entre as populações atingindo para alguma delas alta magnitude. Contudo, valores da ordem de 40% é coerente com os valores obtidos para o peso foliar avaliado em condições de campo.

Com relação aos coeficientes de determinação dos efeitos de parcela os quais revelam, principalmente, a variação de solo entre parcelas, (Resende e Sturion, 2001), esclareceram que valores de  $c^2_{\text{parc}}$  observados em bons experimentos em plantas perenes situa-se em torno de 0,10 (quando a herdabilidade estimada é da ordem de 0,30), ou seja, 10% da variação total dentro do bloco. Assim, para um nível de herdabilidade individual ao redor de 0,30,  $c^2_{\text{parc}} \leq 0,10$  podem ser classificados como baixos e  $c^2_{\text{parc}} > 0,10$  podem ser classificados como altos, permitindo assim, alguma inferência sobre a variabilidade espacial dentro dos blocos. Com base nessa classificação devem ser interpretados todos os coeficientes de determinação dos efeitos de parcela apresentados na Tabela 2.

Considerando cada material genético isoladamente, as procedências de Colombo e de Pinhão foram aquelas que apresentaram um menor desenvolvimento, expresso pela média do peso de massa foliar em ambas as safras, tanto em Ivaí como em Chapecó. Assim, para o plantio, nessas localidades, as melhores procedências são: Barão de Cotegipe, Quedas do Iguaçu, Cascavel e Ivaí. Excetuando a população de Quedas do Iguaçu, em Chapecó, essas populações apresentaram boa variabilidade genética, revelando boas possibilidades para seleção. Contudo, deve-se ressaltar que a seleção em espécies perenes deve ser efetuada com base em valores genéticos de indivíduos, independente de procedências. Isto porque é possível identificar entre as procedências com desenvolvimento inferior, indivíduos com altas produções de massa foliar.

## Conclusões

O controle genético do peso foliar da erva-mate variou entre distintas procedências de erva-mate consideradas nesse trabalho. De um modo geral o controle genético, expresso pela herdabilidade individual no sentido restrito no bloco foi de baixa e de média magnitude, indicando que essa variável é fortemente influenciada pelas condições ambientais. Desse modo, para melhorar com eficiência esse caráter, é necessário recorrer a métodos de seleção que utilizem, simultaneamente, as informações do indivíduo e da média de sua família.

## Referências bibliográficas

- Allard, E.W. Princípios do melhoramento genético das plantas. São Paulo, Edgard Blucher, 1971. 381p.
- Belingheri, L. D.; Prat Kricun, S. D. Selection de plantas. In: CURSO DE CAPACITACIÓN EN PRODUCCIÓN DE YERBA MATE, 1., 1992, Cerro Azul. Resúmenes Técnicos. Cerro Azul: INTA, 1992. P. 17-21.

- Dudley, J.W. and Moll, R.H. Interpretation and use of estimation of heretability and genetic variances in plant breeding. *Crop Science*, v.2, n.3, p.257-262, 1969.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa. Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- Falconer, D.S. Introdução à genética quantitativa. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1987. 279p.
- Ramallo, M. A. P. Emprego da seleção recorrente no melhoramento de essências florestais. In.: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA FLORESTAL, 1., 1993. Belo Horizonte. Anais...Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993. P.21-37.
- Resende, M. D. V. de. Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002a. 975p.
- Resende, M.D.V. de. Software SELEGEN-REML/BLUP. Colombo: Embrapa Florestas, 2002b. 67p. (Embrapa florestas – documento, 77).
- Resende, M. D. V. de; Sturion, J. A. Análise genética de dados como dependência espacial e temporal no melhoramento de plantas perenes via modelos geoestatísticos e de séries temporais empregando REML/BLUP ao nível de individual. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 80 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 65).
- Vencovsky, R. Genética quantitativa. In.: KERR, W.C. Coord. Melhoramento e Genética. São Paulo, Melhoramento, 1969, p.17-37.
- Vencovsky, R.; Barriga, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética, 1992. 486p.