

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 16***

**CONTROLE GENÉTICO DOS TEORES DE  
POLIFENÓIS TOTAIS, TANINOS E  
CAFEÍNA EM PROGÊNIES DE ERVA-  
MATE (*ILEX PARAGUARIENSIS* ST.  
HIL.) CULTIVADAS EM TRÊS CLASSES  
DE SOLOS**

José Alfredo Sturion  
Gabriel Correa  
Marcos Deon Vilela de Resende  
Euclides Lara Cardozo Junior  
Carmen Maria Donaduzzi

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Florestas**

Estrada da Ribeira km 111 - CP 319

83411-000 - Colombo, PR - Brasil

Fone: (41) 666-1313 / Fax: (41) 666-1276

Home page: [www.cnpf.embrapa.br](http://www.cnpf.embrapa.br)

E-mail (sac): [sac@cnpf.embrapa.br](mailto:sac@cnpf.embrapa.br)

“Para reclamações e sugestões *Fale com o Ouvidor*”

[ouvidoria@sede.embrapa.com.br](mailto:ouvidoria@sede.embrapa.com.br) / [www.embrapa.br/ouvidoria](http://www.embrapa.br/ouvidoria)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Luciano Javier Montoya Vilcahuaman

Secretária-Executiva: Guiomar Moreira Braguinha

Membros: Antônio Maciel Botelho, Edilson B. de Oliveira, Jarbas Y.

Shimizu, José Alfredo Sturion, Patricia P. de Mattos, Susete do

Rocio C. Penteado

Supervisor editorial: Luciano Javier Montoya Vilcahuaman

Normalização bibliográfica: Elizabeth Câmara Trevisan

Lidia Woronkoff

Foto(s) da capa: José Alfredo Sturion

Revisão gramatical: Ralph D. M. de Souza

Editoração eletrônica: Cleide Fernandes de Oliveira

1ª impressão (2004): 500 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.

*Embrapa Florestas*

---

Controle genético dos teores de polifenóis totais, taninos e cafeína em progênies de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) cultivadas em três classes de solos / José Alfredo Sturion et al. – Colombo : Embrapa Florestas, 2004.

16 p. : (Embrapa Florestas. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 16).

ISSN 1676-9449

1. Erva-mate - Variação genética. 2. Erva-mate – Herdabilidade. 3. Erva-mate – Seleção. 4. Polifenol. 5. Tanino. 6. Cafeína. 7. *Ilex paraguariensis*. I. Sturion, Alfredo. II. Correa, Gabriel. III. Resende, Marcos Deon Vilela de. IV. Cardozo Junior, Euclides Lara. V. Donaduzzi, Carmen Maria. VI. Série.

---

CDD 633.77

© Embrapa 2004

# Sumário

RESUMO .....	5
ABSTRACT .....	6
1.INTRODUÇÃO .....	6
2.MATERIAL E MÉTODOS .....	7
2.1. Material .....	7
2.2. Determinação dos Componentes Químicos .....	8
2.3. Caracterização dos Solos .....	9
2.4. Estimativas de parâmetros genéticos .....	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	11
4. CONCLUSÕES .....	14
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	14

# CONTROLE GENÉTICO DOS TEORES DE POLIFENÓIS TOTAIS, TANINOS E CAFEÍNA EM PROGÊNIES DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) CULTIVADAS EM TRÊS CLASSES DE SOLOS

---

*José Alfredo Sturion*<sup>1</sup>  
*Gabriel Correa*<sup>2</sup>  
*Marcos Deon Vilela de Resende*<sup>3</sup>

*Euclides Lara Cardozo Junior*<sup>4</sup>  
*Carmen Maria Donaduzzi*<sup>5</sup>

## RESUMO

A herdabilidade no sentido restrito, em nível de média, foi estimada, por ocasião da segunda poda, aos 4 anos de idade para teores de polifenóis totais, cafeína e tanino em 16 progênies de meios-irmãos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) plantadas em três classes distintas de solo. As estimativas obtidas foram de alta magnitude, indicando que as características avaliadas podem ser melhoradas pela seleção de progênies. Com base em estimativas de correlações genéticas entre locais, conclui-se que o teor de cafeína pode ser melhorado com sucesso para os três locais, pela seleção de progênies em apenas um local, enquanto que o melhoramento para tanino e polifenóis totais deve ser efetuado em nível local.

**Palavras-chave:** variação genética, herdabilidade, correlação genética, seleção, polifenóis totais, tanino, cafeína.

---

<sup>1</sup> Engenheiro Florestal, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*. [sturion@cnpf.embrapa.br](mailto:sturion@cnpf.embrapa.br)

<sup>2</sup> Engenheiro-Agrônomo, Mestre, Pesquisador da *Embrapa Florestas*. [gabrielco@terra.com.br](mailto:gabrielco@terra.com.br)

<sup>3</sup> Engenheiro-Agrônomo, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*. [deon@cnpf.embrapa.br](mailto:deon@cnpf.embrapa.br)

<sup>4</sup> Engenheiro-Agrônomo, Farmacêutico, Mestre, UNIPAR – Universidade Paranaense  
[euclideslc@zipmail.com.br](mailto:euclideslc@zipmail.com.br)

<sup>5</sup> Farmacêutica, Doutora, UNIPAR – Universidade Paranaense. [pratidonaduzzi@uol.com.br](mailto:pratidonaduzzi@uol.com.br)

# GENETIC CONTROL OF TOTAL PHENOLIC COMPOUNDS, CAFFEINE AND TANNIN CONTENTS IN ERVA-MATE PROGENIES GROWN IN THREE SOIL CLASSES

## ABSTRACT

This paper reports estimates of the narrow sense heritability at family mean level for the traits total phenolic compounds, caffeine and tannin contents, evaluated in 16 half sib progenies of erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) at age four. The trial was set out in three different soil classes. The high magnitudes of the estimates showed reasonable possibilities of selection for all traits. Across site genetic correlation revealed that the caffeine content can be successfully improved for the three environments through selection based just in one site. For the traits tannin and phenolic compounds, selection must be practised on every site.

**Keywords:** genetic variation, heritability, genetic correlation; selection, phenolic compounds, tannins, caffeine.

## 1. INTRODUÇÃO

Entre os principais produtores de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) no mundo destacam-se o Brasil, a Argentina e o Paraguai. Nesses países o cultivo desta espécie é de grande importância sócio-econômica pois é realizado por um grande número de pequenos produtores e pelas próprias ervateiras.

Os trabalhos de melhoramento genético da cultura são recentes, 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 (Belingeri & 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 & Resende, 1997). De maneira geral, estes programas têm enfatizado as características silviculturais de adaptação,

produção de massa foliar, resistência a pragas e doenças, desfolhamento e tipo de ramificação ou arquitetura da planta.

Segundo Donaduzzi et al. (2000) um dos problemas vividos pelo setor ervateiro é a falta de padrão comercial que caracterize a marca em termos de sabor e de métodos de controle de qualidade acessíveis às indústrias. Esses autores ressaltaram que variações observadas nos teores de cafeína, polifenóis totais e de taninos em amostras de erva-mate comercializadas na região de Toledo - PR podem estar correlacionadas, em parte, ao material genético.

Em futuro próximo, características associadas à qualidade dos produtos da erva-mate também deverão ser consideradas nos programas de melhoramento. Assim, o presente trabalho tem por objetivos verificar a variabilidade e o controle genético de três variáveis químicas importantes para a qualidade do produto oriundo de erva-mate, com o propósito de verificar a possibilidade de melhorá-las geneticamente.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Material

Três experimentos com material genético comum foram instalados no Paraná em Ivaí (março de 1997), Guarapuava (agosto de 1997) e Rio Azul (julho de 1997). Os materiais avaliados eram compostos das procedências de Antônio Olinto-PR (21 progênies), Barão de Cotegipe-RS (21 progênies), Cascavel-PR (25 progênies), Colombo-PR (25 progênies), Ivaí-PR (25 progênies), Pinhão-PR (25 progênies) e Quedas do Iguaçu-PR (25 progênies).

O delineamento experimental empregado nos três locais foi o de blocos ao acaso com oito repetições em Guarapuava e Rio Azul e 10 repetições em Ivaí, todos com seis plantas por parcela linear. As progênies foram aleatorizadas independentemente das procedências, ou seja não se adotou o arranjo hierárquico de progênies dentro da procedência. O espaçamento adotado foi de 3 m x 2 m. A poda de formação foi efetuada por volta de dois anos de idade; a segunda poda, por volta de dois anos após a primeira.

Para as análises dos teores de cafeína, tanino e de polifenóis foram selecionadas, em três blocos, dezesseis progenies com maior produção de massa foliar oriundas das procedências mais produtivas: Ivai-PR; Barão de Cotegipe-RS; Quedas do Iguaçu e Cascavel (PR). A coleta de folhas (folhas e ramos com diâmetro inferior a 3 mm) foi feita em nível de parcela, sendo efetuada uma amostra composta por parcela, a qual foi homogeneizada. Dessa amostra foram retirados três quilogramas, sendo esse montante enviado ao laboratório para processamento.

## 2.2. Determinação dos Componentes Químicos

O beneficiamento das amostras e a determinação dos teores de polifenóis totais, cafeína e de taninos foi descrito por Donaduzzi et al. (2000), como segue:

1) *Beneficiamento*: As amostras foram submetidas individualmente a um banho em água fervente por 10 segundos. Retiraram-se manualmente as folhas dos galhos selecionando-se folhas com ausência de manchas e sujidades. As folhas verdes foram levadas à estufa com circulação de ar para secagem a 45°C. Depois de secas as folhas foram moídas manualmente, armazenadas em embalagens de papel, envolvidas por plástico e armazenadas em ambiente refrigerado.

2) *Determinação de cafeína, taninos e polifenóis totais*: Na determinação da cafeína nas amostras, a extração baseou-se na solubilidade da mesma em clorofórmio. A quantificação foi realizada por espectrofotometria a 275 nm em espectrofotômetro FEMTO 700, utilizando-se padrão de cafeína (Synth) como referência (Instituto Adolfo Lutz, 1985). A determinação de polifenóis totais e taninos foi realizada segundo metodologia citada por Costa (1982), baseada na redução do ácido fosfotúngstico. Procedeu-se uma extração aquosa dos polifenóis totais e determinou-se a concentração por espectrofotometria a 715 nm em espectrofotômetro FEMTO 700. Determinou-se a concentração de taninos por diferença, baseado na capacidade destes em precipitarem frente ao pó de pele (SIGMA), nas mesmas condições anteriores. Utilizou-se o ácido pirogálico (VETEC) como referência. Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos em g do composto / 100 g de matéria seca.

## 2.3. Caracterização dos Solos

Uma caracterização detalhada dos solos e climas destes experimentos é apresentada a seguir com base em Fasolo et al. (1998). As determinações morfológicas foram realizadas segundo o manual de descrição e coleta de solo no campo (Lemos & Santos, 1996). Para fins de correlação e transferência de resultados, os solos foram classificados conforme Embrapa (1999) e Estados Unidos (1994).

No teste combinado de procedência e progênie de erva-mate instalado no município de Rio Azul - PR, com área total de 4,5 ha, ocorrem predominantemente solos classificados como NITOSSOLO HAPLICO Distrófico A moderado, textura muito argilosa fase relevo suave ondulado segundo Embrapa (1999) e Paleudult de acordo com Estados Unidos (1994). Os solos desta classe caracterizam-se por apresentarem perfis profundos, acentuadamente drenados, porosos, de coloração bruno avermelhada escura na superfície e vermelha em profundidade. Ocorrem em relevo suave ondulado, com declives em torno de 5% e em altitudes variando entre 800 e 830 metros. Estão incluídas nesta área pequenas manchas não representativas da classe de Solos Orgânicos.

De acordo com a Carta Climática do Estado do Paraná (Godoy & Correia, 1976) e baseada em Koeppen, verifica-se que o teste instalado em Rio Azul está sob a influência do tipo climático Cfb - clima subtropical úmido mesotérmico, com verões frescos, com ocorrência de geadas freqüentes, não apresentando estação seca, temperatura média anual variando entre 17°C e 18°C, precipitação pluviométrica média anual em torno de 1.500 mm e excedente hídrico anual variando de 500 a 800 mm.

No teste instalado em Ivaí-PR, ocorrem predominantemente solos da classe LATOSSOLO BRUNO Distrófico A moderado, textura muito argilosa, fase relevo suave ondulado segundo Embrapa (1999) e Haploperox de acordo com Estados Unidos (1994). 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 700 a 750 metros, originários de rochas sedimentares (argilito). A área do



teste instalado em Ivaí-PR está sob a influência do tipo climático Cfb - 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 17°C e 18°C, precipitação média anual em torno dos 1.500 mm e excedente hídrico variando de 500 a 800 mm.

No teste instalado no município de Guarapuava-PR existe a predominância de CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico textura argilosa fase relevo suave ondulado segundo Embrapa (1999) e Haplumbrept conforme Estados Unidos (1994). Esta classe compreende solos minerais não hidromórficos, com horizonte B incipiente, moderadamente profundos (50 a 80 cm), bem drenados, com seqüência de horizontes A, Bi, C.

São solos com um certo grau de evolução, porém não o suficiente para meteorizar completamente minerais primários de mais fácil intemperização, como feldspato, mica, augita e outros. Não possuem acumulações significativas de óxidos de ferro, humus e argilas que permitam identificá-los como possuindo B textural ou B espódico. São solos ácidos, derivados a partir do derrame do Trapp.

Por ocorrerem em clima frio e de precipitações abundantes e bem distribuídas e em altitudes elevadas, favorecem o acúmulo de matéria orgânica na camada superficial, imprimindo à mesma uma tonalidade escura no horizonte A (7,5YR3/2) e bruna escura no B (8,5YR3/3).

Observou-se, ainda na área, a ocorrência de 5% de Solos Litólicos. Neste teste, o experimento está sob a influência do tipo climático Cfb - clima subtropical úmido mesotérmico de verões frescos, com ocorrência de geadas freqüentes, não apresentando estação seca. A temperatura média anual varia de 16°C a 17°C, a precipitação média anual em torno de 1.500 mm e o excedente hídrico variando de 800 a 1.100 mm/ano.

## 2.4. Estimativas de parâmetros genéticos

Os componentes genéticos das esperanças dos quadrados médios e os parâmetros genéticos e fenotípicos foram obtidos através do programa genético-estatístico "Selegem", desenvolvido por Resende et al. (1994).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme pode ser observado na Tabela 1, os teores médios de tanino não diferiram significativamente nos três locais de cultivo, independentemente das procedências. Mas os teores de polifenóis totais e de cafeína variaram significativamente entre as diferentes localidades.

**Tabela 1.** Teores, em porcentagem, de taninos, polifenóis totais e cafeína de quatro procedências de erva-mate cultivadas em três localidades.

Local/Paraná	Procedência	Tanino	Polifenóis Totais	Cafeína
Ivaí	Ivaí	0,935 a	8,601 a	0,559 b
	Cascavel	0,338 b	7,631 b	0,743 a
	Barão de Cotegipe	0,408 b	7,559 b	0,762 a
	Quedas do Iguaçu	0,370 b	7,198 b	0,647 ab
	Média	0,513 A	7,747 C	0,678 B
Guarapuava	Ivaí	0,460 a	9,584 a	0,668 a
	Cascavel	0,604 a	9,881 a	0,836 a
	Barão de Cotegipe	0,534 a	9,735 a	0,758 a
	Quedas do Iguaçu	0,691 a	9,572 a	0,704 a
	Média	0,572 A	9,693 A	0,742 A
Rio Azul	Ivaí	0,386 a	8,580 a	0,453 a
	Cascavel	0,466 a	8,619 a	0,629 a
	Barão de Cotegipe	0,547 a	8,617 a	0,627 a
	Quedas do Iguaçu	0,389 a	8,538 a	0,596 a
	Média	0,447 A	8,589 B	0,576 B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas - comparação entre locais; letras minúsculas - dentro de locais.

Donaduzzi et al. (2000), também verificaram diferenças significativas entre os teores desses três elementos em amostras de erva-mate oriundas de várias regiões, obtidas junto ao comércio de Toledo-PR. A cafeína variou de 0,526%, valor obtido de amostra proveniente de Guarapuava-PR, para 0,9515% de uma amostra de Toledo-PR. O teor de polifenóis totais variou de 8,19% (amostras de Guarapuava-PR) a 10,12% de material oriundo de Jatobá-SC. Para taninos, os valores extremos, compreendidos entre 1,32% a 2,26%, foram obtidos entre amostras de Cascavel-PR.

No presente trabalho também foram obtidos extremos de taninos dentro de uma mesma região, no caso Ivaí, o que pode significar que essa variável pode ser melhorada com mais facilidade nesse local.

Os teores mais elevados de polifenóis totais foram obtidos em Guarapuava, diferindo de Rio Azul e de Ivaí. A cafeína, por sua vez, apresentou valor inferior em Rio Azul quando comparada ao valor obtido nas outras duas regiões. Como os três locais pertencem à região bioclimática 1 e o material genético é o mesmo, as diferenças nos teores desses dois componentes químicos avaliados podem ser atribuídas principalmente aos fatores de solo, sendo que o teor de tanino não foi influenciado por este fator, já que o mesmo não diferiu significativamente entre os locais estudados.

Dentro de cada localidade, diferenças significativas entre procedências para os teores de taninos, polifenóis totais e de cafeína somente foram observadas em Ivaí. Nessa localidade, a procedência de Ivaí apresentou teores de taninos e de polifenóis superiores àqueles obtidos para as outras três procedências. Contudo, essa mesma procedência teve um valor inferior às demais para cafeína.

Ao nível de progenies houve diferenças significativas pelo teste F, entre médias das características avaliadas (Tabela 2). Nas três localidades as diferenças entre as progenies com maiores teores de tanino, polifenóis totais e de cafeína foram marcantes.

**Tabela 2.** Análise química (%) e estimativa de herdabilidades, em nível de média de progenies ( $h_F^2$ ) de erva-mate, em três regiões do estado do Paraná.

Local	Variáveis	Progenies		C.V.(%)	$h_F^2$	Acurácia
		maior	Menor			
Ivaí	Tanino	1,535 (3)**	0,192 (61)	54,7	0,79	0,89
	Polifenóis	9,715 (3)**	6,846 (61)	10,66	0,65	0,81
	Cafeína	0,963 (59)**	0,343 (10)	22,64	0,63	0,79
Rio Azul	Tanino.	1,433 (65)*	0,092 (100)	85,92	0,50	0,71
	Polifenóis.	9,926 (51)**	7,340 (88)	5,80	0,83	0,91
	Cafeína.	0,770 (61) <sup>z</sup>	0,380 (10)	22,42	0,50	0,71
Guarapuava	Tanino	1,553 (100)*	0,164 (10)	86,40	0,58	0,76
	Polifenóis	10,895 (61)*	8,570 (151)	9,06	0,54	0,73
	Cafeína	1,047 (1)**	0,223 (10)	26,25	0,64	0,80

\*\* e \* significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade pelo teste F; Z = 8%

Nas três localidades os valores de herdabilidade obtidos em nível de médias de famílias foram de média a alta magnitudes, indicando boas possibilidades de ganho genético por meio de seleção de progênies. É importante destacar que essas herdabilidades encontram-se inflacionadas pelas diferenças genéticas entre procedências, já que foram estimadas a partir das dezesseis progênies amostradas, independente da procedência, isto é, não foi isolado o efeito genético de procedência.

Correlações genéticas de alta magnitude e significativas estatisticamente, somente foram obtidas para os teores de cafeína (Tabela 3), indicando que a seleção para essa variável pode ser efetuada em qualquer uma das três regiões com resultados similares.

**Tabela 3.** Interação entre locais para teores de taninos, polifenóis totais e cafeína.

Locais	Variável	$r_{gg}$
Ivaí x Rio Azul	Tanino	- 0,064 <sup>ns</sup>
	Polifenóis	0,330 <sup>ns</sup>
	Cafeína	0,731 <sup>*</sup>
Ivaí x Guarapuava	Tanino	0,264 <sup>ns</sup>
	Polifenóis	- 0,361 <sup>ns</sup>
	Cafeína	0,774 <sup>*</sup>
Rio Azul x Garapuava	Tanino	-0,367 <sup>ns</sup>
	Polifenóis	-0,180 <sup>ns</sup>
	Cafeína	0,721 <sup>*</sup>

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t; <sup>ns</sup>não significativo;  $r_{gg}$  = coeficiente de correlação genética.

Para taninos e polifenóis totais as correlações obtidas entre locais foram de baixa magnitude, indicando que o melhoramento das mesmas deve ser efetuada para cada região. É importante destacar que devem ser conduzidos novos estudos, baseados em amostragens mais representativas, para que se possa inferir com maior segurança sobre o comportamento dessas variáveis, tanto no que diz respeito às estimativas destes parâmetros como para as correlações genéticas.

## 4. CONCLUSÕES

Os teores de polifenóis totais, taninos e cafeína podem ser melhorados pela seleção de progênies;

Para cafeína o melhoramento pode ser efetuado com sucesso em apenas uma região;

O melhoramento genético visando a modificação dos teores de polifenóis totais e de taninos deve ser efetuado em nível local.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELINGHERI, L. D.; PRAT KRICUN, S. D. Programa de mejoramiento genetico de la yerba mate en el INTA. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. p. 267-278. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 33).

COSTA, A. F. **Farmacognosia**. 2. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1982. v. 3.

DONADUZZI, C. M.; COELHO, S. R. M.; CARDOSO JUNIOR, E. L.; GALLO, A. G.; HUPPES, G. K.; KUHN, I. M. V.; SCHICHEL, C. Teores de cafeína, polifenóis totais e taninos em amostras de erva-mate comercializadas na região de Toledo Paraná. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA MATE, 2.; REUNIAO TECNICA DA ERVA MATE, 3., 2000, Encantado. **Anais**. Porto Alegre: Comissão dos Organizadores; Universidade do Rio Grande do Sul; Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, 2000. p. 158-161.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa. Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture, Soil Survey Staff. **Keys to soil taxonomy**. Washington, 1994. 306 p.

FASOLO, P. J.; POTTER, R. O.; STURION, J. A. **Classificação dos solos de testes de progênies de erva-mate** (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1998. 4 p. (EMBRAPA-CNPQ. Comunicado Técnico, 29).

FLOSS, A. Programa de melhoramento genético da erva-mate na EPAGRI. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. p. 279. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 33).

GODOY, H.; CORREA, A. R.; SANTOS, D. Clima do Paraná. In: IAPAR. **Manual agropecuário para o Paraná**. Londrina, 1976. p. 16-37.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo, 1985. v. 1. p. 190-192.

LEMO, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1996. 83 p.

RESENDE, M. D. V. de; OLIVEIRA, E. B. de; MELINSKI, L. C.; GOULART, F. S.; OANDA, G. R. **SELEGEN: Seleção computadorizada: Best Prediction: manual do usuário**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 31 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.; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. p. 285-298. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 33).

## AGRADECIMENTOS

Pela cessão de área física, colaboração na instalação, condução e avaliação dos testes combinados de procedência e progênie de erva-mate, os autores agradecem: Eng.-Agrônomo Dalnei Neiverth e Sr. Afonso Oliszeski, da Neiverth & Cia. Ltda. (Chimarrão Bitumirim) de Ivai-PR; Sr. Antônio Fagundes Schier, da Erva-Mate Schier Indústria e Comércio Ltda, de Guarapuava-PR; Engenheiro-Agrônomo Ângelo Luiz Ulbrich, da ALU - Agronomia e Planejamento Agrário Ltda, de Rio Azul-PR.