

# Morfometria e nervação foliar em procedências de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hill.) (Aquifoliaceae)

Vânia Helena Techio<sup>1\*</sup>, Alexandro Cagliari<sup>1</sup>, Paulo Alfonso Floss<sup>2</sup> e Dorli Mário da Croce<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Contestado, Rua Victor Sompela, 3000, 89700-000, Concórdia, Santa Catarina, Brasil. <sup>2</sup>Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Chapecó, Santa Catarina, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: vaniatechio@yahoo.com.br

**RESUMO.** O presente trabalho objetivou analisar a morfologia foliar (morfometria e nervação foliar) de procedências de erva-mate coletadas no Sul do Brasil e Argentina. Analisaram-se 30 folhas de cada procedência, obtendo-se cinco medidas (comprimento total da folha, largura máxima, comprimento desde a base até a largura máxima, comprimento do pecíolo e área) e calculando-se dois índices (comprimento total sobre a largura máxima e comprimento desde a base até a largura máxima sobre o comprimento total da folha). Para a nervação foliar, as folhas foram clarificadas por meio da técnica de diafanização. Os maiores e menores valores morfométricos foram, respectivamente, 118 e 67 mm para comprimento da folha, 51 e 34 mm para largura máxima, 78 e 42 mm para comprimento desde a base até a largura máxima, 16 e 10 mm para comprimento do pecíolo, 2,3 e 2 mm para comprimento sobre largura máxima e 0,65 e 0,6 para comprimento desde a base até a largura máxima sobre o comprimento da folha. Quanto à nervação foliar, não foram observadas diferenças entre as folhas das distintas procedências, as quais apresentaram nervação primária penada, nervação secundária semicraspedódroma, nervuras terciárias com percurso alternado e sinuoso, nervação quaternária reticulada, constituída por polígonos regulares e nervação de 5ª ordem dicotomizante.

**Palavras-chave:** erva-mate, morfometria e nervação foliar, germoplasma.

**ABSTRACT. Morphometry and foliar venation in origins of maté (*Ilex paraguariensis* A. St. Hill.) (Aquifoliaceae).** The present research aimed to evaluate the foliar morphology (morphometry and leaf venation) of origins of maté collected in southern Brazil and Argentina. For the study of the morphometry, thirty leaves/plant were analyzed, and five measurements (leaf total length, maximum width, length from the base until maximum width, area and petiole length) and two indices were obtained (total leaf length on maximum width and length from basis until maximum width on total leaf length). The leaves were clarified by the clarification technique and examined in stereomicroscope. The highest and lowest values of leaf morphometry were, respectively, 118 and 67 mm for total leaf length, 51 and 34 mm for maximum width, 78 and 42 mm for length from the base until the maximum width, 16 and 10 mm for petiole length, 2.3 and 2 mm for total length on maximum width, and 0.65 and 0.6 for length from the base until the maximum width on total leaf length. In regards to leaf venation, differences between leaves of different origins were not observed, which presented pinnate primary venation; semicraspedodromous secondary venation, alternate percurrent and sinuous tertiary venation, regular polygonal reticulate quaternary venation and dichotomizing 5<sup>th</sup> vein category.

**Key words:** maté, morphometry and leaf venation, germplasm.

## Introdução

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hill., família Aquifoliaceae) é uma das 68 espécies do gênero encontradas no Brasil, cuja área de distribuição ocupa cerca de 3% do território da América do Sul e 5% do território brasileiro (RICCO et al., 1995). Além do tradicional uso da erva-mate para preparo de chimarrão e chás, verifica-se a crescente evolução no mercado para outros produtos derivados, incluindo a produção de

sucos e outras bebidas, cosméticos, corantes e conservantes e a elaboração de produtos farmacêuticos (CORRÊA et al., 1999; VIDOR et al., 2002).

De todas as partes da planta, a folha é a mais utilizada comercialmente porque reúne a maior quantidade de metabólitos secundários, os quais se constituem em moléculas bioativas de importância fitoterápica. Vários estudos (RESENDE et al., 1995; WINGE et al., 1995; COELHO et al., 2002) apontam a existência de grande variabilidade

fenotípica nas folhas de populações de erva-mate, demonstrando sua grande capacidade de adaptação às condições ambientais. Esta ampla diversidade morfológica pode ser um fator complicador, pois favorece o cultivo simultâneo da erva-mate com outras espécies *Ilex* usadas como adulterantes na produção da erva-mate, tais como *I. theezans*, *I. conocarpa* e *I. amara* (ANDREWS, 1985). Embora o conhecimento acerca das propriedades fitoquímicas ainda não seja suficiente para conclusões definitivas sobre o uso dessas outras espécies, a legislação (Portaria nº 234, de 25 de março de 1998 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde) estabelece claramente que o produto comercial (erva-mate para chimarrão, tererê e chá-mate) deverá ser industrializado a partir de *I. paraguariensis* (GIBERTI, 1989).

Estudos preliminares realizados pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri, por meio do Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar – Cepaf de Chapecó, Estado de Santa Catarina, têm demonstrado que árvores com diferentes formas de folha apresentam distinto sabor em sua infusão e podem ter diferentes níveis de aceitabilidade para consumo, dependendo das exigências do mercado (VIDOR et al., 2002).

Neste sentido, estudos que visem estabelecer metodologias e parâmetros morfoanômicos os quais possibilitem detectar com precisão as diferenças existentes entre variedades de erva-mate e outras espécies de *Ilex* são fundamentais, pois podem auxiliar na definição de posicionamentos taxonômicos e no controle da qualidade dos produtos industrializados. O presente trabalho objetivou analisar morfometria e nervação foliar de procedências de erva-mate obtidas em coletas na região Sul do Brasil e Argentina.

## Material e métodos

Foram avaliadas 11 procedências de erva-mate (plantas masculinas), sendo duas provenientes de coletas em propriedades rurais de Arabutã e Ipumirim, Estado de Santa Catarina, e as demais encontradas na Área de Produção de Sementes (APS) do Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar – Cepaf da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri, Chapecó, Estado de Santa Catarina. As plantas mantidas na APS são originárias de diferentes áreas fisiográficas da região Sul do Brasil e uma é da Província de Misiones, na Argentina (Tabela 1). A Área de Produção de Sementes está localizada na latitude 27°07'S, longitude 52°37'0 e altitude 679 m e apresenta solo do tipo Latossolo Roxo álico (DA CROCE et al., 1994).

**Tabela 1.** Posição geográfica, latitude, longitude e altitude das árvores amostradas em cada procedência.

Procedência	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (M)
1 Quedas do Iguazu – Estado do Paraná	25°26'	52°55'	514
2 Passo Fundo – Estado do Rio Grande do Sul	28°15'	52°24'	676
3 Arabutã – Estado de Santa Catarina	*	*	*
4 Palmas – Estado do Paraná	26°29'	51°59'	1090
5 São Francisco de Paula – Estado de Santa Catarina	29°07'	50°35'	912
6 Venâncio Aires – Estado do Rio Grande do Sul	29°37'	52°12'	210
7 Concórdia – Estado de Santa Catarina	27°14'	52°08'	550
8 Catanduvas – Estado de Santa Catarina	27°04'	51°40'	800
9 Ipumirim – Estado de Santa Catarina	27°03'	52° 12'	831
10 Mafra – Estado de Santa Catarina	26°06'	49°48'	808
11 Cerro Azul – Argentina	27°38'	55°29'	284

\*Dados não-disponíveis.

Para a definição da morfometria foliar foi adotada a metodologia descrita por Winge et al. (1995). As medições foram realizadas com auxílio de paquímetro digital Digimess® (*stainless steel*), e a área foliar foi obtida com auxílio do software *Image tool*® (WILCOX et al., 2005). Para o estudo da nervação foliar, as folhas foram clarificadas por meio da técnica de diafanização, descrita por Strittmatter (1973) e adaptada para a espécie, considerando as seguintes etapas: ebulição durante 15 a 20 min. em álcool etílico absoluto; ebulição durante 15 a 20 min. em solução de álcool etílico absoluto e em hipoclorito de sódio em partes iguais; lavagem em água destilada; clarificação com solução aquosa de hipoclorito de sódio durante 10 a 15 min., seguida de lavagem em água destilada; imersão em hidrato de cloral 5% durante 10 a 15 min; coloração em solução hidroalcolica de safranina 1% e montagem da lâmina. O padrão vascular e morfológico foi determinado de acordo com Hickey (1973) e com o LAWG (1999).

Para comparação da magnitude das variações das amostras para cada característica foi realizada uma análise de variância seguida de teste de Scott e Knott (1974), adotando-se o nível de significância de 5%.

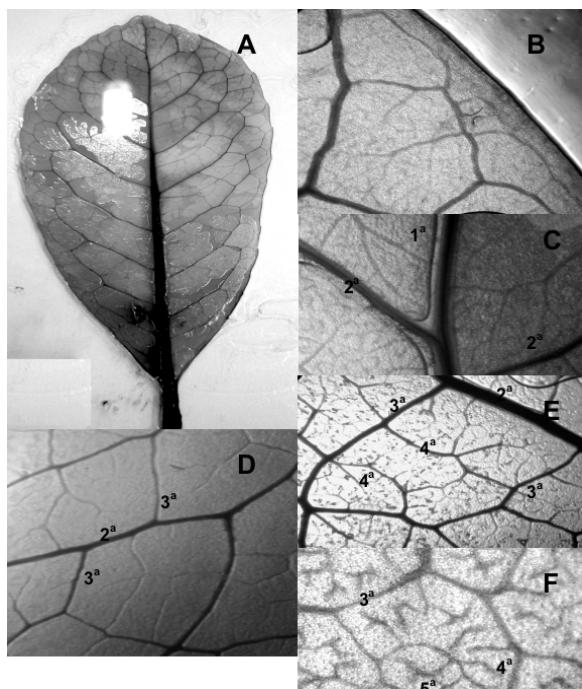
## Resultados e discussão

A maior e a menor área foliar foram observadas, respectivamente, para as procedências de Passo Fundo, Estado do Rio Grande do Sul, com média de 39,68 cm<sup>2</sup> e São Francisco de Paula, Estado do Rio Grande do Sul, com 15,11 cm<sup>2</sup> (Tabela 2, Figura 1A).

**Tabela 2.** Morfometria foliar de 11 procedências de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.Hill)\*.

Procedência	Área (cm <sup>2</sup> )	Comprimento Total (mm)	Largura (mm)	Comprimento base-largura (mm) <sup>1</sup>	Comprimento/ Largura	Comprimento base-largura/comprimento <sup>2</sup>	Comprimento do pecíolo (mm)
1 Quedas do Iguaçu - Estado do Paraná	22,95 b	81,66 b	42,41 b	51,30 a	12,53 a	1,93 b	0,62 b
2 Passo Fundo - Estado do Rio Grande do Sul	39,68 d	118,12 d	50,96 c	78,05 a	14,39 b	2,33 c	0,65 b
3 Arbutã - Estado de Santa Catarina	27,46 c	88,67 b	45,95 c	56,25 a	14,66 b	1,94 b	0,63 b
4 Palmas - Estado do Paraná	22,36 b	78,96 b	42,65 b	47,84 a	11,42 a	1,85 a	0,6 a
5 S. Francisco de Paula - Estado do Rio Grande do Sul	15,11 a	67,35 a	33,68 a	41,79 a	9,54 a	1,99 d	0,61 b
6 Venâncio Aires - Estado do Rio Grande do Sul	31,61 c	97,07 c	48,22 c	59,25 a	13,57 b	2,02 d	0,60 a
7 Concórdia - Estado de Santa Catarina	31,79 c	95,82 c	48,43 c	56,32 a	12,08 a	1,99 d	0,58 a
8 Catanduvas - Estado de Santa Catarina	28,35 c	92,98 c	46,65 c	58,26 a	12,25 a	1,99 d	0,62 b
9 Ipumirim - Estado de Santa Catarina	22,23 b	81,44 b	40,55 b	46,86 a	10,77 a	2,02 d	0,56 a
10 Mafra - Estado de Santa Catarina	21,49 b	83,29 b	39,49 b	51,26 a	14,52 b	2,11 e	0,61 b
11 Cerro Azul - Argentina	26,55 c	88,41 b	45,28 c	53,26 a	15,56 b	1,95 b	0,59 a

\*Médias numa mesma coluna seguidas da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente pelo teste de Scott e Knott (1974) ( $p \leq 0,05$ ). <sup>1</sup>Comprimento desde a base até a largura máxima. <sup>2</sup>Comprimento desde a base até a largura máxima sobre o comprimento total.



**Figura 1.** Nervação foliar em procedências de erva-mate (*Ilex paraguariensis*). **A.** Aspecto geral da vascularização da folha mostrando padrão da nervura principal penado e da nervura secundária semicraspedódromo; **B.** Nervação marginal terminando em alça; **C.** Disposição alternada das nervuras secundárias (2<sup>o</sup>) em relação à primária (1<sup>o</sup>); **D.** Detalhes das areolações intersecundárias e nervação terciária (3<sup>o</sup>) com percurso alternado; **E.** Nervação quaternária (4<sup>o</sup>) em padrão reticulado com polígonos regulares; **F.** Nervação de 5<sup>o</sup> ordem do tipo dicotomizante e terminando livremente (F.E.V.S.) com duas ou mais ramificações (5<sup>o</sup>).

A análise de variância indicou que existem diferenças significativas em nível de 5% de probabilidade entre as procedências para área foliar ( $p \leq 0,05$ , Tabela 2). Pelo teste de Scott e Knott (1974), constituíram-se quatro grupos (Tabela 2): o primeiro, formado pela procedência de São Francisco de Paula, Estado do Rio Grande do Sul, com área foliar média de 15,11 cm<sup>2</sup>; o segundo, constituído pelas procedências de Quedas do Iguaçu e Palmas, no Paraná, Ipumirim e Mafra, em Santa Catarina, com área foliar média de

22,26 cm<sup>2</sup>; o terceiro, composto pelas procedências de Venâncio Aires, no Rio Grande do Sul, Arbutã, Concórdia e Catanduvas, em Santa Catarina, e Cerro Azul, na Argentina, com área foliar média de 29,15 cm<sup>2</sup>; e o quarto agrupamento, formado pela procedência de Passo Fundo, Estado do Rio Grande do Sul, com área foliar média de 39,68 cm<sup>2</sup>.

Os resultados obtidos para área foliar são importantes do ponto de vista econômico, uma vez que indicam quais procedências apresentam maior potencial de produção de massa verde, um dos caracteres relevantes a serem observados e utilizados em futuros programas de melhoramento genético da espécie, tendo em vista o incremento da produção de matéria-prima utilizada na indústria ervateira. Entretanto, esse dado deve ser utilizado com cautela, pois existem relatos de plantas com grande capacidade de produção de folhas, seja quanto à quantidade ou ao tamanho delas (área foliar), que podem apresentar maior desfolheamento, ocasionando inclusive, menor produtividade. Neste caso, o estudo da fenologia das procedências analisadas seria importante como forma de reconhecer o comportamento do crescimento das plantas no decorrer do ano, buscando delinear possíveis associações ou correlações entre morfometria e fenologia da espécie.

A procedência de Passo Fundo, Estado do Rio Grande do Sul, apresentou também as maiores médias para as características comprimento total da folha, largura máxima, comprimento desde a base até a largura máxima e comprimento desde a base até a largura máxima sobre o comprimento total da folha e comprimento do pecíolo (Tabela 2).

Com exceção do comprimento base-largura/comprimento, as demais características diferiram estatisticamente entre as procedências, conforme Tabela 2. A procedência de São Francisco de Paula, Estado do Rio Grande do Sul, apresentou as menores médias para as características comprimento total da folha e largura máxima e para

o índice comprimento total sobre largura máxima. Para o índice comprimento desde a base até a largura máxima sobre o comprimento total da folha, as menores médias foram, respectivamente, Quedas do Iguaçu, Estado do Paraná; Arabutã, Estado de Santa Catarina; Cerro Azul, Argentina (Tabela 2).

Vários estudos têm demonstrado a existência de grande variabilidade fenotípica nas folhas de populações de erva-mate. Winge et al. (1995), num experimento utilizando dez plantas de três 'variedades' de erva-mate (talo branco, talo roxo e piriquita), provenientes da Estação Experimental de Veranópolis, Estado do Rio Grande do Sul, não observaram diferenças entre as 'variedades', com exceção do comprimento total das folhas que diferiram para as 'variedades' talo branco e piriquita. Entretanto, no mesmo experimento, as análises revelaram diferenças significativas entre plantas da mesma 'variedade', em quase todas as medidas, comprovando a grande plasticidade fenotípica apresentada para a erva-mate quanto a este aspecto.

Avaliando populações de erva-mate coletadas em Santa Catarina, Paraná e Mato Grosso do Sul, Coelho et al. (2002) verificaram que o índice de área retangular (IAR) foi menor para as plantas de Santa Catarina, enquanto as plantas de Mato Grosso do Sul e Paraná apresentaram maior similaridade.

De acordo com Larcher (2000), os diferentes valores médios para área foliar podem ser resultado das diferenças individuais de cada folha, como o ângulo de inserção no ramo e autossombreamento durante algumas horas do dia ou estações do ano. Coelho et al. (2002) acrescentam que as variações na forma da folha entre elíptica e obovada refletem na capacidade de absorção de luz e, por consequência, podem afetar a área e o peso foliar.

Em relação à morfologia (Tabela 3), as folhas das plantas analisadas apresentaram forma obovada, ângulo da base agudo, ângulo do ápice obtuso e forma da margem crenada, concordando com a descrição feita por Edwin e Reitz (1967). Os demais dados apresentados na Tabela 3 não foram analisados por Edwin e Reitz (1967).

**Tabela 3.** Morfologia foliar das procedências de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) baseada na classificação proposta por Hickey (1973) e LAWG (1999).

Característica Observada	Classificação
1. Forma da lâmina	Obovada
2. Simetria Laminar	Simétrica
3. Ângulo da Base	Agudo
4. Ângulo do Ápice	Obtuso
5. Forma da Base	Cuneada
6. Posição de inserção do pecíolo na lâmina	Marginal
7. Forma do Ápice	Retuso
8. Forma da Margem	Crenada
9. Lobação	Sem lobos

A Tabela 4 e a Figura 1 apresentam o padrão de nervação foliar observado para as procedências analisadas, para as quais não foram observadas diferenças. O resultado da classificação para as características nervação primária (penada) e secundária (semicraspedódroma) concordam com a descrição feita por Winge et al. (1995). Análises superiores à nervação de 3ª ordem não foram encontradas para erva-mate na literatura consultada.

**Tabela 4.** Nervação foliar das procedências de erva-mate (*I. paraguariensis*) baseada na classificação proposta por LAWG (1999).

Característica	Classificação
1. Nervação Primária (1ª)	Penada
2. Nervação Secundária (2ª)	Semicraspedódroma
2.1. Espaçamento entre nervuras	Uniforme
2.2. Ângulo da Nervura	Uniforme
2.3. Nervuras internas	Intersecundárias fracas
3. Nervação Terciária (3ª)	Percurso Alternado
3.1. Curso da Nervação	Sinuoso
3.2. Ângulo da 3ª em relação à 1ª	Obtuso
3.3. Variabilidade dos ângulos da nervura	Inconsistente
4. Nervação Quaternária (4ª)	Reticulada com Polígonos Regulares
5. Nervação de 5ª ordem	Dicotomizantes
6. F.E.V.E.S.*	Com duas ou mais ramificações

\*Freely Ending Ultimate Veins of the Leaf.

## Referências

- ANDREWS, S. A checklist of the Aquifoliaceae of Bahia. **Rodriguesia**, v. 37, n. 63, p. 34-44, 1985.
- COELHO, G. C.; MARIATH, J. E. A.; SCHENKEL, E. P. Populational diversity on leaf morphology of maté (*Ilex paraguariensis* St. Hill., Aquifoliaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 45, n. 1, p. 47-51, 2002.
- CORRÊA, S.; KIST, B. B.; QUINTANA, A. **Anuário brasileiro de erva-mate**. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 1999.
- DA CROCE, D.; HIGA, A. R.; FLOSS, P. A. **Escolha de fontes de sementes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) para Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 1994.
- EDWIN, G.; REITZ, P. R. **Flora ilustrada catarinense - Aquifoliaceas**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1967.
- GIBERTI, G. C. Los parientes silvestres de la yerba mate y el problema de su adulteración. **Dominguezia**, v. 7, n. 1, p. 1-22, 1989.
- HICKEY, L. J. Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. **American Journal of Botany**, v. 60, n. 1, p. 17-33, 1973.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: Rima, 2000.
- LAWG-Leaf Architecture Working Group. **Manual of leaf architecture: morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous angiosperms**. Washington, D.C.: Smithsonian Institution, 1999.
- RESENDE, M. D. V.; STURION, J. A.; MENDES, S. **Genética e melhoramento da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. Colombo: Embrapa-CNPQ, 1995. (Documento, 25).

RICCO, R. A.; WAGNER, M. L.; GURNI, A. A. Estudio comparativo de flavonoides en especies austrosudamericanas del genero *Ilex*. In: WINGE, H.; FERREIRA, A. G.; MARIATH, J. E. A.; TARASCONI, L. C. (Ed.). **Erva-mate**: biología e cultura no Cone Sul. Porto Alegre: UFRGS, 1995. p. 243-249.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for group means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

STRITTMATTER, C. G. D. Nueva técnica de diafanización. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, v. 14, n. 1, p. 126-129, 1973.

VIDOR, M. A.; RUIZ, C. P.; MORENO, S. V.; FLOSS, P. A. Marcadores moleculares em estudos de caracterização de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.): o sabor. **Ciência Rural**, v. 32, n. 3, p. 415-420, 2002.

WILCOX, D.; DOVE, B.; McDAVID, D.; GREER, D. **Software Image tool**: Versão 3.0. Texas: The University

of Texas, Health Science Center in San Antonio, 2005.

WINGE, H.; WOLLHEIM, C.; CAVALLI-MOLINA, S.; ASSMANN, M.; BASSANI, K.; AMARAL, M.; COELHO, G. C.; SACCHET, A. M.; BUTZKE, A.; VALDUGA, A. T.; MARIATH, J. E. A variabilidade genética em populações nativas de erva-mate e a implantação de bancos de germoplasma. In: WINGE, H.; FERREIRA, A. G.; MARIATH, J. E. A.; TARASCONI, L. C. (Ed.). **Erva-mate**: biología e cultura no Cone Sul. Porto Alegre: UFRGS, 1995. p. 323-345.

*Received on May 19, 2008.*

*Accepted on November 17, 2008.*

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.