

# Concentração de Micronutrientes, Al e Na em Procedências de Erva-Mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) cultivadas em LATOSSOLO VERMELHO Distrófico

**ELAINE VIVIAN OLIVA**<sup>(1)</sup>, **CARLOS BRUNO REISSMANN**<sup>(2)</sup>, **JOSÉ ALFREDO STURION**<sup>(3)</sup>, **SERGIO GAIAD**<sup>4</sup>, **CELINA WISNIEWSKI**<sup>(5)</sup>, **EDILSON BATISTA de OLIVEIRA**<sup>(6)</sup>, **AFONSO OLISZESKI**<sup>(7)</sup> & **DALVA PAULISTA MIAQUI**<sup>(8)</sup>

**RESUMO** - A determinação da composição química foliar é um fator importante para avaliar o estado nutricional da planta e, em conjunto com a análise de solo, serve de base para corrigir eventuais deficiências nutricionais. Com o objetivo de determinar a composição química foliar da erva-mate e a concentração dos nutrientes do solo, coletaram-se amostras foliares e de solo em povoamento de erva-mate comercial, aos oito anos de idade em LATOSSOLO VERMELHO distrófico, no município de Ivaí, Pr. Foram coletadas 120 amostras de erva-mate de duas procedências (Ivaí e Barão de Cotegipe) e suas respectivas progênies. As amostras foram secadas em laboratório até peso constante de 60 °C moídas e acondicionadas em frascos herméticos, e submetidas à análise química de micronutrientes, Al e Na. Foram coletadas 40 amostras de solo à profundidade de 0–20 cm, sendo secadas ao ar e peneiradas em peneira de 2 mm e, submetidas à análise química para fins de avaliação de fertilidade. Para as duas procedências, as concentrações foliares de Fe, Cu e Mn foram consideradas satisfatórias, porém, foi encontrada baixa concentração de Zn foliar e elevada de B. Os teores de Al encontrados são considerados normais para a espécie.

## Introdução

A erva-mate é uma espécie florestal de grande importância principalmente para os estados sulinos do Brasil, onde ocorre naturalmente, inclusive, em solos de baixa fertilidade natural. Sua composição química varia significativamente com o tipo de solo, clima,

época de amostragem, idade da planta e características genéticas. A erva-mate é explorada para comercialização através da retirada de folhas e ramos, sucessivamente, a cada dois anos. Este procedimento tem por consequência, intensa exportação tanto de macronutrientes como micronutrientes. A análise foliar é uma das melhores técnicas para avaliar o estado nutricional das plantas [1] e, em conjunto com a análise de solo pode trazer melhores informações para a recomendação de fertilizantes. A presente pesquisa objetivou investigar os teores de micronutrientes Fe, Mn, Cu, Zn, B, além de Al e Na de duas procedências de erva-mate, Ivaí, PR e Barão de Cotegipe, RS cultivadas em LATOSSOLO VERMELHO distrófico e sua relação com os nutrientes do solo.

**Palavras-Chave:** composição química foliar, nutrientes, análise de solo

## Material e métodos

### A. Caracterização do Experimento

O experimento foi instalado em 1997, por pesquisadores da Embrapa Florestas, na Fazenda Vila Nova da erva-mate Bitumirim, situada no segundo planalto paranaense, na cidade de Ivaí do Sul à 210 Km de Curitiba. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, com esquema hierárquico de duas procedências e cinco progênies por procedência, cada unidade experimental foi composta de três plantas. A região é caracterizada pela formação de Floresta Ombrofila Mista. Conforme Resende et al. [2] o solo do experimento é LATOSSOLO VERMELHO distrófico textura argilosa O

<sup>(1)</sup> Primeira Autora é Mestranda do PPG Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná. Rua dos Funcionários, 1540, Juvevê, Curitiba, PR, CEP 80035-050. E-mail: [elainevivian\\_bio@hotmail.com](mailto:elainevivian_bio@hotmail.com) (apresentadora do trabalho). Apoio Financeiro EMBRAPA e UFPR

<sup>(2)</sup> Segundo Autor é Professor Sênior do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Estado do Paraná. Rua dos Funcionários, 1540, Juvevê, Curitiba, PR, CEP 80035-050

<sup>(3)</sup> Terceiro Autor é Pesquisador da EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. Estrada da Ribeira, Km 111. Colombo – PR, CEP 83411-000

<sup>(4)</sup> Quarto Autor é Pesquisador da EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. Estrada da Ribeira, Km 111. Colombo – PR, CEP 83411-000

<sup>(5)</sup> Quinta Autora é Professora Adjunta do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná. Rua dos Funcionários, 1540, Juvevê, Curitiba, PR, CEP 80035-050

<sup>(6)</sup> Sexto Autor é Pesquisador da EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. Estrada da Ribeira, Km 111. Colombo – PR, CEP 83411-000

<sup>(7)</sup> Sócio Diretor da Empresa Neiverth Filho, Fazenda Vila Nova, s/n – Bairro Vila Nova – Ivaí – PR, [geral@bitumirim.com.br](mailto:geral@bitumirim.com.br)

<sup>(8)</sup> Oitava Autora é Mestranda do PPG Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná. Rua dos Funcionários, 1540, Juvevê, Curitiba, PR, CEP 80035-050.

Clima pertence ao tipo Cfb, conforme a classificação de Koeppen. A temperatura média anual varia entre 17 °C e 18 °C, com uma precipitação média anual de aproximadamente 1500 mm. O experimento possui dez anos de idade, com uma área total de 52.170 m<sup>2</sup> e, espaçamento de 3 x 2 (2 metros entre árvores e 3 metros entre as linhas) totalizando 8.460 plantas.

### B. Análise Química Foliar

As amostras foliares foram coletadas no período de inverno, agosto de 2005, na porção mediana da copa viva [3], com exposição norte, visando à máxima exposição luminosa [4]. De seis plantas de cada progênie, foram selecionadas as três mais homogêneas, totalizando doze indivíduos por progênie. As determinações de Fe, Zn, Cu, Mn, B, Al e Na foram efetuadas após a incineração em mufla à 500 °C [5] e solubilização em ácido clorídrico 3 mol L<sup>-1</sup> [6].

### C. Análise Química do Solo

As amostras de solo foram coletadas com trado holandês, à profundidade 0 - 20 cm, na projeção da periferia da copa de cada planta. Esta profundidade de coleta vem sendo adotada na área de estudo fornecendo boas calibrações [7]. Coletaram-se três sub-amostras por planta, agrupando-as em uma amostra composta por unidade experimental, totalizando 40 amostras de solo. Após a coleta, as amostras foram secadas ao ar e, peneiradas posteriormente em peneira de dois mm (TFSA). Os micronutrientes Fe, Cu, Mn e Zn, foram obtidos com ácido cítrico a 1% [8]. E, para o Al e Na foram obtidos, respectivamente, pelos extratores KCL 1N e Mehlich, conforme metodologia da Embrapa [9].

### D. Análise Estatística

Os dados da análise química da planta, por tratamento, representados por micronutrientes, Al e Na foram submetidos à análise de variância, teste de médias por Duncan, pelo programa estatístico SANEST [10].

## Resultados e Discussão

Os teores de Zn obtidos nas procedências analisadas não apresentaram diferenças significativas, com níveis variando de 15,3 a 16,5 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 3). Comparando com outras pesquisas os resultados obtidos são baixos Pandolfo et al. [11]; Reissmann e Carneiro [12]. A concentração crítica de deficiência do Zn em folhas de essências florestais varia de 15 a 30 mg kg<sup>-1</sup>, logo, esses valores podem ser alterados com a idade da planta, concentração de outros nutrientes, principalmente com o fósforo Abreu et al. [13]. Sem considerar a idade da planta, os teores obtidos encontram-se na concentração crítica. Provavelmente

esses baixos teores, na faixa de deficiência de Zn, sejam decorrentes de algum antagonismo iônico, ou efeitos de diluição, ou ainda, estar relacionada com a granulometria do solo, uma vez que, o solo é argiloso e as argilas podem absorver fortemente o Zn, tornando indisponível para planta Gupta [14]. No entanto, de acordo com os teores amostrados na Tabela 1, e relacionando os valores da referência COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO [15], os teores no solo, são considerados altos.

O teor mais elevado de Fe foi determinado para a procedência de Ivaí com teor médio de 98,3 mg kg<sup>-1</sup>, porém, para a procedência de Barão de Cotegipe o teor obtido foi de 85,7 mg kg<sup>-1</sup>, apresentando diferenças significativas. Os dados do presente estudo, quando comparados com Robassa [7]; Reissmann et al. [16] são satisfatórios, no entanto, inferiores aos de Ribeiro [17] e elevados em relação aos de Pandolfo et al. [11].

A concentração de Cu para as procedências analisadas apresentou diferenças significativas (Tabela 3). Os teores do nutriente, quando comparados Pandolfo et al. [11]; Reissmann e Carneiro [12] são satisfatórios. Comparados aos de Reissmann et al. [18]; Reissmann et al. [16] os resultados são considerados inferiores, uma vez que, os autores encontraram teores de 19 a 29 mg kg<sup>-1</sup> e teor médio de 20 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente. No solo, os teores são considerados adequados.

O Mn não diferiu estatisticamente entre as procedências. De modo geral, os teores de Mn variam bastante em erva-mate Reissmann et al. [18]; Pandolfo et al. [11], sendo que a espécie é tolerante a altíssimos níveis do elemento Reissmann et al. [16]. Os teores altíssimos de Mn obtidos nas procedências de Barão de Cotegipe e Ivaí são coerentes com o levantado para a espécie, confirmando assim que a mesma é realmente acumuladora do nutriente. Além disso, este aspecto do Mn é coerente com a análise de solo, tendo em vista que já acima de 5 mg kg<sup>-1</sup> solo, os teores de Mn são considerados altos. Nota-se que o solo do estudo apresenta um teor de até seis vezes mais. No caso do Fe, discutido acima, nota-se o oposto. Os teores do solo em questão superam em até 60 vezes o valor mais alto da tabela de referência COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC [15], sendo que na planta são aproximadamente 20 vezes inferiores aos teores do Mn.

Com teores variando de 85 a 170 mg kg<sup>-1</sup> as concentrações de B nas procedências analisadas apresentaram diferenças significativas. Os resultados são relativamente altos, quando comparados com outros autores que pesquisaram o nutriente na erva-mate Pandolfo et al. [11], Reissmann et al. [16] e Fossati [19]. Diante disso, Epstein e Blomm [20], enfatizam que a concentração de boro nos tecidos foliares varia bastante, com teores de 5 a 300 mg kg<sup>-1</sup> na matéria seca, o que tem respaldo em Amberger [21], considerando diferentes espécies, porém, cujos limites se situam entre 2,3 a 95 mg kg<sup>-1</sup>.

Para o Al, a concentração obtida em ambas as procedências não diferiram estatisticamente. No entanto, a concentração de Al na erva-mate é bastante variada, uma vez que, a planta pode ser considerada acumuladora do

elemento, conforme Chenery e Sporne [22] cuja classificação enquadra plantas acumuladoras de Al a partir de 1000 mg kg<sup>-1</sup> de Al, limite que já foi superado Fossatti [19]; Reissmann et al. [16]. Os dados da pesquisa são elevados, quando comparados com Carneiro et al. [23]; Robassa [7], inferiores em relação aos de Reissmann et al. [24]. O mecanismo de tolerância ao Al ainda é desconhecido na erva-mate. Possivelmente esteja ligado à mecanismos que envolvem a ação de ácidos orgânicos, sabidamente envolvidos no processo de tolerância Ma et al. [25].

Para as procedências analisadas a concentração de Na não diferiu estatisticamente (Tabela 3). São escassas as pesquisas realizadas com o elemento na erva-mate e, não foram encontradas pesquisas referentes às concentrações do elemento em folhas de erva-mate coletadas no mesmo período. No entanto, pesquisas devem ser realizadas para determinar a amplitude de variação deste elemento na erva-mate. Pois, de acordo com Marschner [26] esse elemento tem função de substituir o K em determinadas funções fisiológicas e, em determinadas espécies 95% do K presente no substrato pode ser substituído por Na.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a Ervateira Bitumirim pela cessão da base física para a instalação do experimento.

## Referências

- [1] ULRICH, A. & HILLS, F.J. 1990. Plant analysis as na aid in sugarbeet. In: WESTERMANN et al. Soil Testing and Plant analysis. 3ª Ed. (Eds). SSSA, Book Series. p. 429-446.
- [2] RESENDE, M.D.V. de; STURION, J.A.; CARVALHO, A.P. de.; SIMEÃO, R.M & FERNANDES, J.S.C 2000. Programa de melhoramento da erva-mate coordenado pela Embrapa: resultados da avaliação genética de populações, progênies, indivíduos e clones. Colombo: Embrapa/CNPF, Circular Técnica, n.43, p.65
- [3] Weetmann e Wells
- [4] ZÖTTL, H.W. 1973. International Symposium on Forest Fertilization. University of Freiburg Deredal Republic of Germany. Ministere de L`agriculture. 3-7 de December.
- [5] JONES JR, J.B.; CASE, V.W. 1990. Sampling handling, and analyzing plant tissue samples. In: WESTERMAN et al (eds) Soil testing and plant analysis. SSSA Book Series n°3, Madison, p. 389-427.
- [6] PERKIN-ELMER. 1976. Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Norwalk.
- [7] ROBASSA, J. de C. 2005. Caracterização química de três morfotipos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) em Latossolo Vermelho Escuro Álico na região de Ivai-Pr. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Setor de Ciências Agrárias. UFPR. Curitiba.
- [8] HILDEBRAND, C.; HILDEBRAND, E.E. & REISSMANN, C.B. 1977. Manual de análise química de solo e planta. Curitiba. Departamento de Solos, Universidade Federal do Paraná, p. 225.
- [9] EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1979. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos.
- [10] ZONTA, E. P; MACHADO, A. A. 1985. Sistema de Análise Estatística (SANEST) para microcomputadores. Simpósio de Estatística aplicada à Experimentação Agronômica 1. Piracicaba. Anais... Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria de 22 a 26 de Julho de 1985. Piracicaba. Campinas: Fundação Cargil. p.91-99.
- [11] PANDOLFO, C.M.; FLOSS, P.A.; DA CROCE, D. M. & DITTRICH, R.C. 2000 Resposta da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) à adubação mineral e orgânica em Latossolo Vermelho aluminoférrico. Ciência Florestal, Santa Maria, V. 13, n. 2, p. 37-45.
- [12] REISSMANN, C.B; CARNEIRO, C. 2004. Crescimento e Composição química de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), transcorridos oito anos de calagem. Floresta, v. 34. n.3. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná.
- [13] ABREU, C. A. DE.; FERREIRA, M.E.; & BORKERT, C.M. 2001. Disponibilidade de Avaliação de Elementos Catiônicos: Zinco e Cobre. In: Micronutrientes e Elementos Tóxicos na Agricultura. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS. p. 125-141.
- [14] GUPTA, U.C. 2001. Micronutrientes e elementos tóxicos em plantas e animais. In: Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. CNPq/FAPESP/POTAFOS. p. 13-41.
- [15] COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. Recomendação de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 3.ed. Passo Fundo: SBSC - Núcleo Regional Sul, 1994.
- [16] REISSMANN, C. B.; KOEHLER, C.W.; ROCHA, H.O. da.; HILDEBRAND, E.E. 1987. Níveis foliares e exportação de micronutrientes pela exploração da erva-mate. Revista do Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, v.9, p.103-106.
- [17] RIBEIRO, M.M. 2005. Influência da adubação nitrogenada na incidência de *Gyropsylla spegazziniana* (Hemiptera: Psyllidae) praga da erva-mate cultivada. Curitiba. Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Setor de Ciências Agrárias. UFPR. Curitiba.
- [18] REISSMANN, C. B.; ROCHA, H.O. DA & KOEHLER, C. W. 1983. Bioelementos em folhas e hastes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) sobre cambissolo na região de Mandirituba – PR. Curitiba. Revista Floresta. V.14, n. 2. p. 49-54.
- [19] FOSSATI, L. C. 1997. Avaliação do estado nutricional e da produtividade da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil), em função do sítio e da dioícia. Curitiba. 113f. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. UFPR. Curitiba.
- [20] EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. 2006. Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas. 2ª Ed. Londrina: Editora Planta.
- [21] AMBERGER, A. 1988. Pflanzenernährung. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer. p. 237.
- [22] CHENERY, E. M. ; SPORNE, K. R. 1976. A note on the evolutionary status of Aluminium-accumulators among dycotiledons. New Phytol, 76, p. 551-554.
- [23] CARNEIRO, C; REISSMANN, C.B. & MARQUES, R. 2006. Comparação de Métodos de Análise Química de K, Ca, Mg e Al, em folhas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) Revista Cerne, v.12, n.2, p.113
- [24] REISMANN, C.B; RADOMSKI, M.I & QUADROS, R.M.B. 1994. Relação entre os teores totais e hidrossolúveis dos elementos K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn e Al em folhas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil). Arquivos de Biologia de Tecnologia, Curitiba, v.37, n.4. p. 959-971.
- [25] MA, J. F.; RYAN, P. R.; DELHAIZE, E. 2001. Aluminium tolerance in plants and the complexing role of organic acids. Trends in plant Science. v.6(6), p.273-278, 2001.
- [26] MARCHNER, H. 1997. Mineral nutrition of higler plants. San Diego: Academic Press Inc .p. 889.

**Tabela 1** – Atributos químicos do solo do experimento amostrado à profundidade de 0 – 20 cm (média de 40 amostras).

pH CaCl2	pH SMP	Al	H + Al	Ca	Mg	K	Na	N	P	Fe	Mn	Cu	Zn	M.O
		----- cmolc/dm <sup>-3</sup> -----						g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	----- mg kg <sup>-1</sup> -----				g dm <sup>-3</sup>
3,7	4,3	5,4	18,2	0,7	0,6	0,4	0,01	2,7	1,4	333	32,8	1,20	0,60	55,2

**Tabela 2** – Granulometria do solo do experimento (média de 40 amostra).

Argila	Areia	Silte
----- % -----		
72,63	1,98	25,39

**Tabela 3** – Teores médios de micronutrientes, Al e Na (mg kg<sup>-1</sup>) em folhas de erva-mate de duas procedências.

Procedência	Zn	Fe	Cu	Mn	B	Al	Na
Barão de Cotegipe	16,5 a	85,7 b	7,7 b	2033 a	85 b	695 a	220 a
Ivaí do Sul	15,3 a	98,3 a	11,8 a	2074 a	170 a	726 a	210 a

Médias seguidas por letras distintas na vertical diferem pelo teste de Duncan ao nível de 5%.