



NOTA CIENTÍFICA

ALUMÍNIO TOTAL E SOLÚVEL EM AMOSTRAS DE ERVA-MATE COMERCIALIZADAS NO RIO GRANDE DO SUL¹

TOTAL AND SOLUBLE ALUMINUM IN SAMPLES OF COMMERCIAL MATE- HERB IN RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL

Fernanda Roberta Pereira TATSCH²
Veridiana Cardozo GONÇALVES³
Egon José MEURER⁴

RESUMO

O cultivo da erva-mate tem importância econômica e social no Estado do Rio Grande do Sul. O chimarrão, infusão de folhas moídas de erva-mate em água quente, é um hábito tradicional dos gaúchos que consomem grandes quantidades do produto anualmente. A erva-mate geralmente é cultivada em solos pobres em nutrientes e ácidos, que apresentam teores variáveis de alumínio. A erva-mate é tolerante ao alumínio, metal que é fitotóxico para a maioria das culturas. O alumínio pode ser absorvido e acumulado no corpo humano e apresentar toxicidade. O objetivo deste trabalho foi quantificar o teor de alumínio em amostras de dez marcas comerciais de erva-mate comercializadas no Rio Grande do Sul. As amostras foram submetidas a dois métodos de extração: com ácido nitroperclórico, para determinar o teor total do elemento nas amostras (Al-total) e seqüencialmente com água quente a 60 °C para determinar a fração solúvel (Al-solúvel). Os teores do Al-total diferiram significativamente entre as amostras, variando de 256,85 a 715,52 mg kg⁻¹. Os maiores teores do Al-total foram determinados nas amostras da “marca 3” (688,00 mg kg⁻¹) e da “marca 10” (715,52 mg kg⁻¹). Os teores do Al-solúvel também diferiram significativamente nas amostras, variando de 0,00 a 56,94 mg dm⁻³. A amostra da “marca 3”, no entanto, não apresentou o maior teor de Al solúvel, o que pode indicar que, possivelmente, o teor de Al solúvel, esteja relacionado às formas iônicas e orgânicas do elemento na planta.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*; composição mineral; infusão.

ABSTRACT

The mate herb has economic and social importance in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. The “chimarrão”, ground leaves infusion of herb mate in hot water, is a traditional habit of “gauchos” who consume large quantities of the product annually. The mate herb is usually grown in acid and poor in nutrients soils, which have varying levels of exchangeable aluminum. The mate herb is tolerant to aluminum, metal which is phytotoxic for most crops. The aluminum can be absorbed and accumulated in the human body and be toxic. The research aimed to quantify the level of aluminum in ten samples of commercial trademarks of mate herb. The samples were submitted to two methods of extraction: with nitroperchloric acid, to determine the total content of the element in the samples (Al-total) and sequentially with hot water at 60 °C to determine the soluble fraction (Al-soluble). The levels of Al-total differed significantly among the samples, ranging from 256.85 to 715.52 mg kg⁻¹. The greatest levels of Al-total were determined in samples of the brand 3 (688.00 mg kg⁻¹) and of the brand 10 (715.52 mg kg⁻¹). The levels of Al-soluble also differed significantly in the samples, ranging from 0.00 to 56.74 mg dm⁻³. The sample of the brand 3, however, not presented the greatest level of Al-soluble, indicating that, possibly, the level of Al-soluble is related to ionic and organic forms of the element in the plant.

Key-works: *Ilex paraguariensis*; mineral composition; infusion.

¹ Trabalho apresentado no XIX Salão de Iniciação Científica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, de 21 a 26 de Outubro de 2007.

² Curso de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (FA-UFRGS), Av. Bento Gonçalves, 7712. Caixa Postal 15100 – Faculdade de Agronomia (Departamento de Solos), Bairro Agronomia, CEP 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: agronomia81@gmail.com.br Autor para correspondência.

³ Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (FA-UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: vericg79@yahoo.com.br

⁴ Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (FA-UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: egon.meurer@ufrgs.br

INTRODUÇÃO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) é originária da América do Sul (Gilberti, 1995). Sua distribuição geográfica abrange diversas regiões tais como: o nordeste da Argentina, leste do Paraguai e o noroeste do Uruguai (Valduga, 1995; Gilberti, 1995). No Brasil, sua área de ocorrência natural está estimada em aproximadamente 450.000 km², correspondendo a quase 5% do território brasileiro. Esta cultura contribui significativamente para a economia brasileira devido a sua exportação e geração de empregos diretos e indiretos. Além disso, é uma cultura basicamente de pequenas e médias propriedades rurais (Zampier et al., 2000).

A erva-mate tem reconhecida importância na região sul do Brasil e também em países vizinhos. Sua principal forma de consumo é o chimarrão (infusão de erva-mate). A composição química da erva-mate é bastante complexa, havendo a ocorrência de metilxantinas, saponinas, taninos, vitaminas, componentes minerais, substâncias aromáticas, ácidos graxos, terpenos, álcoois, cetonas, aldeídos, fenóis entre outros (Athayde, 2000; Athayde et al., 2007; Jacques, 2005; Jacques et al., 2007; Schenkel et al., 1997; Schubert et al., 2007; Zampier et al., 2000). Os alcalóides cafeína, teofilina e teobromina, presentes na planta, conferem propriedades estimulantes à erva-mate (Mazzafera et al., 1996). Além de estimulante foram atribuídas, por diversas farmacopéias, as propriedades antiinflamatória, anti-reumática, tônica e diurética (Valduga, 1995; Kraemer et al., 1996).

A planta é comumente cultivada em solos com baixo teor de nutrientes, portanto pouco férteis, e ácidos, contendo teores variáveis de alumínio trocável. O alumínio (Al) é um metal que está presente em grandes quantidades na crosta terrestre podendo ser encontrado em solos, vegetais, na água e em diversos produtos industrializados, que vão desde cosméticos até aditivos alimentares (Taps, 2006). Este metal é tóxico para as plantas, pois, apesar de não ser elemento essencial, pode ser absorvido pelas mesmas por meio de proteínas carreadoras de íons. No interior das células das raízes, inibe a divisão celular e seu alongamento, causando prejuízos na absorção de água e nutrientes, além de alterações em sinais bioquímicos nos processos fisiológicos (Meurer, 2006). Entretanto, algumas espécies vegetais e mesmo seus genótipos demonstram tolerância a este elemento, como é o caso da erva-mate (Grime & Hodgson, 1969; Thawornwong & Diest, 1974; Fageria, 1982; Schier, 1985; Keltjens & Van Loenen, 1989; Salvador et al., 2000).

O consumo diário de alumínio por humanos varia de 3 a 10 mg por pessoa. Apesar de não ser considerado um metal pesado foi constatado, recentemente, atividade tóxica deste elemento quando em altas concentrações, o que pode acarretar sérios danos à saúde. A toxicidade do Al pode provocar cólicas e distúrbios

gastrintestinais até fibralgias e cansaço crônico (Alerta Médico, 2005). Recentemente níveis tóxicos de alumínio encontrados em tecidos cerebrais estão sendo, possivelmente, relacionados ao Mal de Alzheimer, patologia que provoca progressiva deterioração das funções cerebrais, como perda de memória, linguagem e capacidade do indivíduo de cuidar de si mesmo (Alzheimermed, 2006). Entretanto, essa relação não foi, ainda, comprovada cientificamente.

Pouco se sabe sobre níveis de alumínio presentes e toleráveis em alimentos e demais produtos, como a exemplo da erva-mate. Portanto, devido à importância econômica e cultural da erva-mate para a região Sul do Brasil, aliada à questão de saúde pública dos teores de alumínio em alimentos, justifica-se a realização do presente trabalho.

O objetivo deste trabalho foi quantificar o teor de alumínio em amostras de dez marcas comerciais de erva-mate comercializadas no Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionadas, de acordo com a preferência dos consumidores, 10 amostras de erva-mate comerciais (Tabela 1), em supermercados da cidade de Porto Alegre, nas quais foram quantificados os teores totais e solúveis do alumínio. A determinação do Al-total nas amostras foi realizada segundo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995), adaptada por Scolmeister (1999). Pesou-se 0,5 g de amostra e adicionaram-se 3 cm³ de HNO₃ concentrado. No dia seguinte, as amostras foram colocadas em bloco digestor à temperatura de 120 °C, até restar aproximadamente 1 cm³ de ácido, quando se adicionou 1 cm³ de HClO₄ concentrado, mantendo-se as amostras no bloco digestor a 170 a 180 °C por 2 h. Para a extração do Al-solúvel buscou-se simular a tradição gaúcha de consumo do produto na forma de chimarrão, usando metodologia desenvolvida pelos autores deste trabalho. O método consistiu na percolação seqüencial de 60 cm³ de água na temperatura de 60 °C em 3,0 g de erva-mate, em volumes de 20 cm³ por vez. Posteriormente, o percolado foi centrifugado a 5000 rpm, por 5 min. Após a centrifugação, as amostras foram filtradas com o auxílio de uma bomba de vácuo para reter partículas de erva-mate suspensas na água que poderiam ocasionar entupimento no espectrofotômetro. A quantificação do teor de alumínio nas amostras foi realizada em espectrofotômetro de absorção atômica (EAA-2380) utilizando-se gás acetileno, lâmpada de cátodo oco de Al como fonte de radiação. A leitura foi realizada no modo de absorção. Os cálculos do teor de Al nas amostras foram baseados em curva de calibração obtida com as soluções padrões contendo 0, 10, 20, 30, 40 e 50 mg dm⁻³ do elemento. Todas as análises foram feitas em triplicata e cada bateria incluiu duas amostras em branco para controle.

A análise estatística foi realizada com o

TABELA 1 - Teores de alumínio total e de alumínio solúvel extraídos de dez amostras de erva mate comercializadas no Rio Grande do Sul.

Amostra	Sigla	Procedência	Teor Al ⁺³ total [*]	Teor Al ⁺³ solúvel ^{**}			Total Al ⁺³ solúvel
				1 ^a	2 ^a	3 ^a	
			mg kg ⁻¹	mg dm ⁻³			
1	MARCA 1	RS	582,5 ab	38,27 a	14,28a	1,66ab	54,21 a
2	MARCA 2	RS	435,73 ab	35,78 a	8,32ab	0,0 b	44,10 a
3	MARCA 3	RS	688,00 a	41,18 a	9,15 a	1,66ab	51,99 a
4	MARCA 4	RS	435,73 ab	13,73 b	0,0 b	0,0 b	13,73 bc
5	MARCA 5	RS	518,29 ab	37,44 a	4,99ab	0,0 b	42,43 a
6	MARCA 6	RS	426,56 ab	31,20 a	3,33ab	0,0 b	34,53 ab
7	MARCA 7	SC	399,04 ab	0,0 d	0,0 b	0,0 b	0,0 d
8	MARCA 8	SC	256,85 b	1,66 cd	0,0 b	0,0 b	1,66 d
9	MARCA 9	RS	380,69 ab	4,99 c	2,50ab	0,0 b	7,49 cd
10	MARCA 10	RS	715,52 a	42,10 a	9,48 a	5,16 a	56,94 a
CV (%)			10,28	12,53	16,41	15,74	14,98
DMS 5%			276,04	2,81	5,10	2,75	3,80

*Extração nitroperclórica (Tedesco et al., 1995); ** Três extrações sucessivas com 20 cm³ de água destilada-deionizada. Letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey, a 5% de confiabilidade.

programa SANEST (Zonta & Machado, 1984) e a comparação entre as médias pelo teste de Tukey a 5% de confiabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de alumínio total nas amostras de erva-mate diferiram significativamente ($p < 0,05$) (Tabela 1), situando-se entre 256,85 e 715,52 mg kg⁻¹. Esses valores são similares aos encontrados por Malavolta & Heinrichs (2001) em três marcas comerciais de erva-mate (257 a 616 mg kg⁻¹). Os maiores teores de alumínio total foram encontrados nas amostras da “marca-3” (688,00 mg kg⁻¹) e da “marca-10” (715,52 mg kg⁻¹) e, com exceção da amostra “marca-8” (256,85 mg kg⁻¹), não diferiram estatisticamente do teor de alumínio total das demais amostras, as quais apresentaram teores superiores a 300 mg kg⁻¹. Os maiores teores de alumínio total nas amostras das marcas 3 e 10, devem-se, possivelmente, à condução desses ervaís em solos mais ácidos, com maiores teores de Al trocável.

Os teores de alumínio solúvel nas amostras também diferiram significativamente ($p < 0,05$) (Tabela 1), variando entre 0,00 e 56,94 mg dm⁻³. Malavolta & Heinrichs (2001) encontraram em três marcas comerciais de erva-mate teores de

alumínio solúvel entre 2,99 e 3,75 mg dm⁻³, muito inferiores aos verificados neste trabalho. Observa-se, de uma maneira geral, que as amostras que apresentaram maiores teores de Al-total, também apresentaram os maiores teores de Al-solúvel e quanto maior o teor de Al-total foi maior o teor de Al-solúvel. Verifica-se, igualmente, que a maior fração de Al-solúvel ocorreu na primeira extração sequencial. Entre os resultados encontrados destacam-se os das amostras de marcas 4, 7, 8 e 9 que apresentaram altos teores de Al-total e muito baixos de Al-solúvel. Isto pode indicar que teor de Al solúvel na amostra pode não estar relacionado ao teor de Al total, mas sim, às formas iônicas e orgânicas que o Al pode se encontrar na planta. Estes resultados são importantes, pois o teor de Al solúvel é a forma química do elemento que será ingerida no consumo do chimarrão. Os dados sobre ingestão máxima diária de Al ainda são definitivos: Malavolta & Heinrichs (2001) citam que o consumo de até 20 mg de Al ao dia não seria prejudicial à saúde humana. Sendo assim, os resultados obtidos neste estudo indicam que aproximadamente 60% das amostras avaliadas poderiam ser consideradas nocivas à saúde, pois ultrapassam a quantidade de alumínio que poderia ser ingerido diariamente, de acordo com esses autores.

CONCLUSÕES

1) Nas 10 amostras de erva-mate coletadas em supermercados no estado do Rio Grande do Sul, o teor de Al-total (extração nitroperclórica) variou de 256,85 a 715,52 mg de Al

por kg⁻¹ do produto.

2) Nas três extrações sequenciais com água destilada-desmineralizada a 60 °C, o teor de Al-solúvel nas 10 amostras variou 0,00 a 56,74 mg dm⁻³ de Al.

REFERÊNCIAS

1. ALZHEIMERMED. Informação e Solidariedade. **Etiologia - Fatores de risco**. Disponível em: <<http://www.alzheimermed.com.br/m3.asp?codpagina=1013>>. Acesso em: 4 jul. 2006.
2. ALERTA MÉDICO. **Alumínio**. Online. Disponível em: <<http://www.alertamedico.matrix.com.br/mat/aluminio.html>> . Acesso em: 26 set. 2005.
3. ATHAYDE, M. L.; COELHO, G. C.; SCHENKEL, E. L. Populational diversity on methylxanthines content of maté (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., Aquifoliaceae). **Latin American Journal Pharmacy**, v. 26, n. 2, p. 275-279, 2007.
4. ATHAYDE, M. L. **Metilxantinas e saponinas em quatro populações de *Ilex Paraguariensis* A. St. Hil; triterpenos e saponinas em outras espécies do gênero *Ilex***. 2000. 232 p. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.
5. FAGERIA, N. K. Tolerância diferencial de cultivares de arroz ao alumínio em solução nutritiva. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n. 1, p. 1-9, 1982.
6. GILBERTI, G. C. *Ilex* em Sudamérica: florística, sistemática y potencialidades com relacion a um banco de germoplasma para La yerba mate. In: WINGE, H., FERREIRA, A. G.; MARIATH, J. E. A.; TARASCONI, L. C. (Org.). **Erva-mate: biologia e cultura no Cone Sul**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. p. 289.
7. GRIME, J. P.; HODGSON, J. G. An investigation of the ecological significance of lime chlorosis by means of large scale comparative experiments. In: RORISON, I. H. (Ed.) **Ecological aspects of the mineral nutrition of plants**. Sheffield: British Ecological Society, 1969. p. 67-69.
8. JACQUES, R. A. **Caracterização química da erva mate (*Ilex Paraguariensis* St. Hil): Aplicação de diferentes processos de extração e influência das condições de plantio sobre a composição química**. 2005. 156 f. Tese (Doutorado em Química) - Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. .
9. JACQUES, R. A. et al. Influence of agronomic variables on the macronutrients and micronutrients contents and thermal behavior of mat tea leaves (*Ilex paraguariensis*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 18, p. 7510-7516, 2007.
10. KELTJENS, W. G.; VAN LOENEN, E. Effects of aluminum on growth and chemical composition of hydroponically grown seedlings of five different forest tree species. **Plant and Soil**, v. 119, n. 1, p. 39-50, 1989.
11. KRAEMER, K. H. et al. Matesaponin 5, a highly polar saponin from *Ilex paraguariensis*. **Phytochemistry**, v. 42, n. 4, p. 1119-1122, 1996.
12. MALAVOLTA, E.; HEINRICH, R. Composição mineral do produto da erva-mate (*Ilex Paraguariensis* St. Hil). **Ciência Rural**, v. 31, n. 5, p. 781-785, 2001.
13. MAZZAFERA, P.; YAMAOKA-YONO, D. M.; VITORIA, A. P. Pra que serve a cafeína em plantas? **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 8, n. 1, p. 67-74, 1996.
14. MEURER, E. J. **Fundamentos da química do solo**. 3. ed. Porto Alegre: Evangraf, 2006. 285 p.
15. SALVADOR, J. O. et al. Influência do alumínio no crescimento e na acumulação de nutrientes em mudas de goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 4, p. 787-796, 2000.
16. SCHENKEL, E. P. et al. Saponins from maté (*Ilex paraguariensis*) and other South American *Ilex* species: ten years research on *Ilex* saponins. **Ciência e Cultura**, v. 9, n. 5-6, p. 359-363, 1997.
17. SCHIER, G.A. Response of red spruce and balsam fir seedlings to aluminum toxicity in nutrient solutions. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 15, n. 1, p. 29-33, 1985.
18. SCHUBERT, A. et al. Comparison of antioxidant activities and total polyphenolic and methylxanthine contents between the unripe fruit and leaves of *Ilex paraguariensis*. **Pharmazie**, v. 62, n. 11, p. 876-880, 2007.
19. SCOLMEISTER, D. **Biodisponibilidade de metais pesados em solos do Rio Grande do Sul**. 1999. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
20. TEMAS ATUAIS NA PROMOÇÃO DA SAÚDE (TAPS). **Os perigos do alumínio**. Disponível em: <<http://www.taps.org.br/Paginas/meiopoquim06.html>>. Acesso em: 04 jul. 2006.
21. TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p.
22. THAWORNWONG, N.; DIEST, A. V. Influence of high acidity and aluminum on the growth of lowland rice. **Plant and Soil**, v. 41, n. 1, p. 141-159, 1974.
23. VALDUGA, E. Relação entre os teores totais e a fração hidrossolúvel dos elementos K, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu e Zn em folhas de *Ilex Paraguariensis* St. Hil. **Perspectiva**, v. 19, n. 65, p. 66-75, 1995.
24. ZAMPIER, A. C.; SEITZ, R. A.; REISSMANN, C. B. Avaliação dos níveis de nutrientes após adubação e sua relação com a produtividade da erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) e determinação de cafeína e tanino. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA MATE, 2., 2000, Encantado. **Anais...** Porto Alegre: Edição dos organizadores, 2000. p. 421-423.
25. ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. **Sanest – Sistema de análise estatística para microcomputadores**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1984. 138 p.

Recebido em 17/09/2008

Aceito em 09/09/2009