



TEORES DE Mn, Al, Fe, Zn, Cu, Ni, Cd e Pb EM SOLOS DE ERVAIS E FOLHAS DE ERVA-MATE

Ederlan Magri¹, Antônio Carlos Vargas Motta², Alice Teresa Valduga³, Andrea Oliveira⁴, Iohanna Moreira Nunes Ribeiro Menezes⁵, Patrícia de Andrade Nascimento⁶

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi investigar os teores de Mn, Al, Fe, Zn, Cu, Ni, Cd e Pb em solos de ervais (0 a 20 cm) e em folhas de erva-mate, de sítios manejados e não manejados no estado do Paraná. As amostras de solo foram digeridas com solução nitroperclórica, e as folhas de erva-mate com HNO₃ 65 % e H₂O₂, ambas em forno de micro-ondas. Cd e Pb das amostras vegetais foram quantificados via Espectrometria de Absorção Atômica com Forno de Grafite (GF-AAS), e os demais elementos foliares e do solo por Espectrometria de Emissão Atômica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-AES). Os teores de Fe, Zn, Cu, Ni e Cd no solo estão relacionados ao material de origem, decrescendo na ordem basalto>riodacito>sedimentar. Os teores médios (mg kg⁻¹) de Mn (2388), Al (333), Fe (89), Zn (46), Cu (12), Ni (3), Cd (0,23) e Pb (0,6) nas folhas de erva-mate, confirmam os teores elevados indicados nas literaturas. Os teores máximos estabelecidos pela legislação do Mercosul (RDC 42/2013) para Cd (0,4 mg kg⁻¹) e Pb (0,6 mg kg⁻¹) não condizem com os teores considerados naturais para a espécie, necessitando ser revisado.

PALAVRAS-CHAVE: Metais pesados, *Ilex paraguariensis*, composição elementar.

INTRODUÇÃO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) é uma espécie arbórea perene, nativa da região sul do Brasil, Argentina e Paraguai, onde é cultivada e consumida há décadas (Hao et al., 2013). O seu consumo se dá principalmente nas formas de chimarrão e terrerê, predominante em países Sul-americanos, a exemplo do Brasil, Argentina, Paraguai, Uruguai, Chile, Bolívia, Colômbia e Equador (Wolf e Perreira, 2016). No entanto, o comércio entre

¹Doutorando em Ciências do Solo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR. ederlan.magri@gmail.com.

²Professor titular do departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR.

³Professora do departamento de Ciências Biológicas, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim/RS.

⁴Professora do departamento de Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR.

⁵Mestrada em Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR.

⁶Doutoranda em Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR.

os países da América do Sul estabelece limites para os teores de Cd e Pb nos produtos de erva-mate, com valores máximos de 0,4 mg kg⁻¹ para Cd e 0,6 mg kg⁻¹ para Pb, publicado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, na RDC 42/2013 (Anvisa, 2013).

A presença de Cd e Pb em erva-mate foi investigada recentemente em amostras comerciais (Santos et al., 2017), experimento de casa de vegetação, e em área experimental (Barbosa et al., 2015; Barbosa et al., 2018). Contudo, estudos de campo são escassos, no entanto necessários, pois o material de origem de formação do solo (He et al., 2005) e o manejo da cultura (Li et al., 2009) podem determinar diferentes concentrações de metais pesados no solo, bem como na planta. Ainda, sabe-se que a erva-mate tem grande capacidade de acumular manganês (Mn), ferro (Fe), zinco (Zn), níquel (Ni) e alumínio (Al) e cobre (Cu) (Oliva et al., 2014). Estes elementos também podem ter relação com os fatores citados.

Desta forma, buscou-se investigar os teores de Mn, Al, Fe, Zn, Cu, Ni, Cd e Pb no solo e em folhas de erva-mate de ervais manejados e não manejados sob solos de basalto, riódacito e rochas sedimentares, em diferentes regiões produtoras do estado do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

Em Janeiro de 2018, foram efetuadas coletas de solo e folhas *in natura* de erva-mate em 31 sítios produtores de erva-mate no estado do Paraná, região sul do Brasil. Os sítios amostrados representam cultivos de erva-mate manejados e não manejados.

As amostras de solo foram tomadas na camada de 0 - 20 cm, formada a partir de 20 subamostras. Estas foram secas à temperatura ambiente, moídas, e peneiradas em malha de 0,2 mm. Os teores de Mn, Al, Fe, Zn, Cu, Ni, Cd e Pb foram determinados via digestão nitroperclórica em forno de micro-ondas, seguida de quantificação via Espectrometria de Emissão Atômica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-AES).

Folhas maduras de erva-mate foram coletadas no terço superior da copa das plantas, consistindo em uma amostra composta formada a partir de 20 matrizes. As folhas foram lavadas, secas em estufa com circulação de ar forçado à 35° C, até atingirem peso constante, trituradas em moinho de bolas e peneiradas em malha de 0,2 mm. Após, foram solubilizadas em 4 ml de HNO₃ 65 % e 1 ml de H₂O₂, em forno de micro-ondas. Foram determinados os teores de Mn, Al, Fe, Zn, Cu e Ni por ICP-AES, e os teores de Cd e Pb por Espectrometria de Absorção Atômica com Forno de Grafite GF-AAS.

Foram efetuados testes de ANOVA, seguida de teste Tukey, considerando um intervalo de confiança de 95 %. As análises foram conduzidas no software R.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores dos elementos Fe, Zn, Cu, Ni e Cd mostraram diferença estatística de acordo com o material de origem de formação do solo ($p < 0,05$ para ambos elementos) (Tabela 1). Não houve diferença nos teores destes elementos entre as áreas manejadas e não manejadas. Com relação aos teores elementares obtidos para as folhas de erva-mate, não foram constatadas diferenças com relação ao material de origem do solo e manejo do sítio (Tabela 1).

Tabela 1. Teores elementares das amostras de solo de ervais de acordo com o material de origem de formação do solo, e teores encontrados em folhas maduras de erva-mate.

Elemento	Amostras de solo						Folhas de erva-mate (n=31)			
	Basalto (n= 14)		Riodacito (n=2)		Sedimentares (n= 15)		Min	Máx	Média	CV (%)
	Média	CV (%)	Média	CV (%)	Média	CV (%)				
Al (g kg ⁻¹)	112	19	117	0	97	40	199	614	333	29
Fe (g kg ⁻¹)	151 a*	18	76 a	5	48 b	46	58	173	89	29
Mn (mg kg ⁻¹)	924	68	281	5	500	234	533	4865	2388	44
Cu (mg kg ⁻¹)	209 a	51	10 b	26	30 b	75	8	20	12	24
Zn (mg kg ⁻¹)	89 a	35	85 a	3	28 b	67	13	181	46	91
Ni (mg kg ⁻¹)	35 a	34	5.4 b	18	12 b	52	0.90	8.60	3	56
Pb (mg kg ⁻¹)	14	18	24	6	16	46	0.11	1.40	0.60	52
Cd (mg kg ⁻¹)	1,2 a	19	0,64 b	18	0,41 b	71	0.08	1.61	0.23	123

* Letras diferentes na mesma linha representam diferença no teste de ANOVA, seguida por Tukey ($p < 0,05$).

Quatro amostras apresentaram teores de Cd acima do limite determinado pela legislação do Mercosul (0,4 mg kg⁻¹), com três destes valores muito próximo ao limite (0,41, 0,45 e 0,52 mg kg⁻¹), e um valor mais elevado (1,61 mg kg⁻¹). Para o Pb, o limite determinado (0,6 mg kg⁻¹) foi excedido por 14 das 31 amostras (45 %). Destas, duas excederam simultaneamente os limites de Cd e Pb. Portanto, considerando a legislação vigente, 16 sítios de um total de 31 (mais de 50 %), apresentaram irregularidade. Destes 16 locais, 14 representam ervais não manejados.

Quanto aos demais elementos determinados nas folhas de erva-mate, os resultados

¹Doutorando em Ciências do Solo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR. ederlan.magri@gmail.com.

²Professor titular do departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR.

³Professora do departamento de Ciências Biológica, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim/RS.

⁴Professora do departamento de Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR.

⁵Mestrada em Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR.

⁶Doutoranda em Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR.

confirmam os elevados valores indicados pelas literaturas, especialmente de Mn, Al, Ni e Zn (Tabela 1) (Oliva et al., 2014).

CONCLUSÕES

As práticas de cultivo adotadas para a cultura da erva-mate no estado do Paraná não mostraram efeito nos teores de metais no solo e em folhas de erva-mate. Os teores máximos para Cd ($0,4 \text{ mg kg}^{-1}$) e Pb ($0,6 \text{ mg kg}^{-1}$) estabelecidos pela RDC 42/2013 para o comércio no Mercosul não condizem com os teores considerados naturais para a espécie, necessitando ser revisado.

AGRADECIMENTOS

Ao SINDIMATE-PR, SINDIMATE-SC e SINDIMATE-RS pelo financiamento da pesquisa. À CAPES, pela concessão de bolsa de estudo. À Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI) e à Universidade Federal do Paraná (UFPR).

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução - RDC N° 42, de 29 de agosto de 2013. Dispõe sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos. Brasil, DOU. 2013; 42: 1.
- Barbosa JZ, Motta ACV, Consalter PRGC, Santin D, and Wendling I. Plant growth, nutrients and potentially toxic elements in leaves of yerba mate clones in response to phosphorus in acid soils. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 2018; 90(1): 557-571.
- Barbosa JZ, Zambon LM, Motta ACV, Wendling I. Composition, hot-water solubility of elements and nutritional value of fruits and leaves of yerba-mate. *Ciência e Agrotecnologia*. 2015; 39(6): 593-603.
- Hao D, Gu X, Xiao P, Liang Z, Xu L, Peng Y. Research progress in the phytochemistry and biology of *Ilex* pharmaceutical resources. *Acta Pharmaceutica Sinica B*. 2013; 3(1): 8-19.
- He ZL, Yang XE, Stoffella PJ. Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. *Journal of trace elements in medicine and biology*. 2005; 19: 125-140.
- Li J, Lu Y, Yin W, Gan H, Zhang C, Deng X, Lian J. Distribution of heavy metals in agricultural soils near a petrochemical complex in Guangzhou, China. *Environmental monitoring and assessment*. 2009; 153:365.
- Oliva EV, Reissmann CB, Gaiad S, Batista de Oliveira E, Sturion JA. Composição nutricional de procedências e progênies de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) cultivadas em latossolo vermelho distrófico. *Ciência Florestal*. 2014; 24.
- Santos LMGd, Neto V, Alves S, Iozzi G, Jacob SdC. Arsenic, cadmium and lead concentrations in Yerba mate commercialized in Southern Brazil by inductively coupled plasma mass spectrometry. *Ciência Rural*. 2017; 47(12).
- WOLF R, PEREIRA MWG. Análise dos efeitos dos fluxos de comércio da erva-mate entre estados brasileiros e o Mercosul, entre 2002 e 2012. *Ensaio FEE*, 2016. 37(3):673-690.