

CRESCIMENTO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* ST. HIL.), TRANSCORRIDOS OITO ANOS DE CALAGEM

Carlos Bruno Reissmann¹
Charles Carneiro²

RESUMO

O estudo com a erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) foi desenvolvido com o intuito de avaliar o efeito residual da calagem no crescimento e na composição química foliar, transcorridos oito anos da aplicação. O delineamento estatístico utilizado foi de blocos ao acaso com 5 tratamentos, 6 repetições e 16 plantas úteis por parcela. Os tratamentos visaram atingir as seguintes saturações por bases na implantação: T1=11,6% (testemunha); T2=25%; T3=50%; T4=75% e T5=100% em um Cambissolo Álico. Concomitantemente com o plantio foi realizada uma adubação básica com uréia, cloreto de potássio e superfosfato simples. Foram avaliados o diâmetro, a altura da copa, o peso da massa verde, o peso da massa seca e os teores foliares de K, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu e Zn, através de digestão sulfúrica. Não foram observadas diferenças significativas para as variáveis de biomassa analisadas. Não se constatou efeito significativo da calagem na composição química foliar, transcorrido um período de 8 anos. Conclui-se que o efeito da calagem cessou de influenciar as plantas após este período, considerando-se os elementos investigados e o processo analítico. Palavras-chave: calagem, efeito residual, análise de plantas

GROWTH AND CHEMICAL COMPOSITION OF ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* ST. HIL.), AFTER EIGHT YEARS FROM LIMING

ABSTRACT

The study was developed with the purpose to detect a residual effect of a liming treatment after 8 years from application on the development and leaf composition of erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil). The treatments were arranged in a complete block design. Five levels of base saturation were established: T1=11,6% (control); T2=25%; T3=50%; T4=75% e T5=100%. The soil is a typical "Cambissolo Álico" (Inceptisol). Each experimental unit was represented by 16 plants with 6 repetitions. A basic fertilization with urea, simple superphosphate and potassium chloride was also applied. The plants were measured for height growth and crown diameter. Leaf samples were collected from the middle of the crown and analysed for K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu and Zn by the sulfuric acid method. In this sense, no significant effect of the liming treatment was observed after a period of eight years. The contrary was observed at eight month of age, where significant differences in the leaves were observed for K, Ca, Mg, Mn and Cu according to the liming treatments. Based on the first evaluation at eight months, the results lead to the conclusion that there is no residual effect of liming after that period of time concerning development and leaf composition for the studied elements.

Keywords: liming, residual effect, plant analysis

INTRODUÇÃO

Como inúmeras espécies nativas, a erva-mate também é dependente de informações que maximizem tanto a produção quanto a qualidade. É sabido que o número de consumidores que atentam para as

características físico-químicas e organolépticas dos produtos está aumentando progressivamente. Pesquisas recentes têm dado ênfase a essas características (Schenkel et al., 1995; Känzig, 1995; Ricco; Wagner;

¹ Engenheiro Florestal, Doutor em nutrição florestal, Professor do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná. Rua dos Funcionários, 1540. CEP.: 80035-050. E-mail: reissman@ufpr.br

² Engenheiro Agrônomo, Mestre em ciência do solo (UFPR), Pesquisador junto a Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR / Grupo Específico de Consultoria, Intercâmbio e Pesquisa – GECIP. R.: Eng. Rebouças, 1376 Rebouças., 80215-900. E-mail: charlesc@sanepar.com.br

Recebido para publicação: 14/11/2002

Aceito para publicação: 28/09/2004

Gurni, 1995; Del Pero Martinez et al., 1997; Filip et al., 2001). A composição química mineral também é um aspecto altamente relevante considerando-se o valor nutritivo dos elementos químicos (Pennington, 1996).

A avaliação do estado nutricional de ervais auxilia na determinação destas características, bem como em todo o processo produtivo da erva-mate. A possibilidade de poder relacionar a composição química mineral com os compostos orgânicos como cafeína, teobromina e tanino representa um importante passo na direção da qualidade, principalmente, considerando a grande variabilidade genotípica da espécie (Scherer et al., 2002). Pesquisas no sentido de obter esta relação acham-se em desenvolvimento em alguns plantios do Paraná (Reissmann, 2003).

A condição nutricional da planta tem relação direta com o genótipo do indivíduo, forma, disposição, arquitetura e idade da folha e da planta, condições climáticas, tratamentos culturais, competição, origem e condição de solo, pragas e agentes patogênicos (Marschner, 1986; Jones JR; Wolf & Mills, 1991).

A prática da calagem proporciona vários efeitos benéficos, dentre os quais a diminuição dos efeitos tóxicos do Al, Mn, e Fe; aumento da solubilização de P, e melhoria da disponibilidade de N, P, K, Ca, Mg, S e Mo no solo; e conseqüentemente, aumento de produtividade.

Neste sentido, o presente trabalho analisou o estado nutricional da planta em função da condição prévia, procurando identificar um possível efeito residual de calagem, decorrido um período de oito anos, baseando-se em variáveis de produção e níveis foliares dos nutrientes Ca, K, Mg, Fe, Mn, Cu e Zn.

MATERIAL E MÉTODOS

O material foi coletado de um experimento implantado em dezembro de 1991, na Fazenda Experimental do Canguiri, da Universidade Federal do Paraná. A área situa-se no município de Quatro Barras – PR, aproximadamente 20

Km à leste de Curitiba. Apresenta clima Cfb (Koeppen), com temperatura média variando entre 12 e 24°C. O solo é classificado como Cambissolo Álico (inceptisol) (Reissmann et al., 1999), em relevo forte ondulado, sendo a vegetação natural caracterizada por capoeirão e campo nativo.

O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, com 5 tratamentos e 6 repetições, sendo 16 plantas úteis por parcela com bordadura simples. Os tratamentos basearam-se em diferentes saturações por bases como segue: T1=11,6% (testemunha); T2=25%; T3=50%; T4=75% e T5=100%, onde T1 é a saturação natural do solo, sendo considerado como testemunha (Reissmann et al., 1994).

Os dados foram avaliados através das medidas de altura e diâmetro de copa de 6 árvores por parcela, e da composição química. A seleção das árvores foi definida segundo a fórmula de Stein (Steel & Torrie, 1960), resultando em 6 plantas dominantes por parcela, dentre as 16 plantas passíveis de utilização. A coleta de folhas ocorreu no mês de julho, onde foram retirados ramos com 1 ano de idade, de cada quadrante do terço médio da copa e determinado o peso da massa verde. As amostras foram secas em estufa à 70°C até peso constante e então determinado o peso da massa seca. Para a análise química foram utilizadas folhas pecioladas moídas até a consistência de pó.

A digestão do material foi por via úmida, utilizando ácido sulfúrico concentrado e adições de água oxigenada a 30% até a clarificação das amostras (Jones JR. & Case, 1990). O K foi determinado por fotometria de emissão. Os demais nutrientes, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu e Zn por espectrofotometria de absorção atômica.

A análise de variância foi realizada por meio de Teste F (0,05) e a comparação das médias feita pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um efeito residual proporcionado pela calagem, após um período de oito anos, sobre o crescimento e produtividade da cultura não foi detectado nesta avaliação (tabela 1). Na época da avaliação, a saturação em bases apresentou o valor de $V\% = 10,4$ e uma saturação em Al, $m = 72,0\%$, portanto, muito próximos da condição original. No entanto, apesar da ausência de significância estatística ($P < 0,05$), é importante frisar que o

tratamento com saturação por bases de 50% foi o que apresentou os maiores valores para a altura da copa. Porém, não resultou em melhor relação peso seco/peso verde, que é a relação de maior interesse em se tratando de comercialização. De modo

geral, o tratamento testemunha representando a condição natural do solo por ocasião da implantação, com V=11,6%, no decorrer do tempo, apresentou um ótimo comportamento. Isto demonstra um possível caráter calcífugo da espécie.

Tabela 1: Relação entre dados de biomassa de erva-mate e a saturação por bases (V%)

Table 1: Relation between biomass data of erva-mate and base saturation (V%)

V%	Diâmetro de copa (cm)	Altura de copa (cm)	Relação Peso Seco/Peso Verde
11,6 (T1)	100,9 a	97,9a	0,53 a
25 (T2)	83,7 a	93,5 a	0,54 a
50 (T3)	99,5 a	109,2 a	0,54 a
75 (T4)	86,7 a	84,2 a	0,56 a
100 (T5)	92,6 a	101,1a	0,54 a

NOTA: Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo Teste de Tukey(0,05).
Means followed by the same letter in the columns do not differ significantly at Tukey(0,05).

Nas avaliações efetuadas aos 8 meses de idade, período em que o corretivo apresenta grande efetividade, foram observadas diferenças significativas nos teores foliares de nutrientes em razão das

diferentes saturações por bases (tabela 2), (Reissmann et al., 1994; Reissmann et al., 1997). É possível observar que a calagem teve efeitos substanciais na composição química, sendo que os maiores efeitos em termos quantitativos incidiram sobre o Mn.

Tabela 2: Composição química de folhas de *Ilex paraguariensis*, com idade de oito meses após a calagem

Table 2: Chemical composition of *Ilex paraguariensis*, after liming with eight months of age

V%	g kg ⁻¹ MS			mg kg ⁻¹ MS			
	Ca	K	Mg	Mn	Zn	Fe	Cu
11,6	4,60 b	16,9 a	3,20 c	1024 a	22 a	133 a	16 c
25	4,60 b	15,9 ab	3,80 b	809 a	22 a	112 a	20 b
50	5,20 a	15,0 b	4,50 a	753 ab	21 a	135 a	25 a
75	5,20 a	14,7 b	4,80 a	443 bc	19 a	143 a	22 ab
100	5,30 a	14,7 b	4,80 a	217 c	16 a	118 a	22 ab

FONTE/SOURCE: Reissmann et al., (1994).

De acordo com a tabela 3, pode-se constatar que atualmente o efeito da calagem não exerce mais uma significativa influencia (F 0,05) sobre os teores foliares dos nutrientes analisados, comparativamente ao período inicial.

A partir da tabela 3, pode-se deduzir que transcorrido o tempo inicial, em que a calagem é comprovadamente mais eficaz, os teores para K diminuíram, para uma média atual de 6,48 g kg⁻¹ M.S., sugerindo uma redução dos teores de K no

solo, visto que os níveis foliares inicialmente apresentavam-se em média com 15,44 g kg⁻¹ M. S., em todos os tratamentos, evidenciando o efeito da adubação básica e calagem no plantio. Em levantamentos anteriores foi sugerido que os teores satisfatórios de K, situam-se entre 14 e 18 g kg⁻¹ M. S., (Reissmann et al., 1983). Apesar disso, comparando-se as tabelas 2 e 3, observa-se que os teores de Ca praticamente mantiveram-se constantes decorridos os oito anos, indicando o comportamento de espécie calcífuga da erva-mate, como sugerido no trabalho de Reissmann et al. (1997) e Gaiad (2003).

Tabela 3: Composição química de folhas de erva-mate, 8 anos após a calagem

Table 3: Chemical leaf composition of erva-mate after 8 years from liming

V%	Ca	K	Mg	Mn	Zn	Fe	Cu
	g Kg-1 MS			mg Kg-1 MS			
11,6 (T1)	5,0 a	6,6 a	8,5 a	1165 a	54 a	197 a	8,7 a
25 (T2)	5,4 a	6,8 a	7,3 a	1188 a	66 a	198 a	8,7 a
50 (T3)	5,0 a	5,9 a	8,4 a	1113 a	53 a	194 a	7,7 a
75 (T4)	5,0 a	6,4 a	8,3 a	1018 a	66 a	202 a	8,3 a
100 (T5)	4,2 a	6,2 a	8,7 a	930 a	54 a	199 a	8,0 a

NOTA: F-teste(0,05). Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo Teste de Tukey(0,05).

Em contrapartida, os teores de Mg aumentaram expressivamente com a idade, onde sugere-se que baixos teores de K e possivelmente a manutenção dos níveis de Ca reflitam uma diminuição da competição iônica pelos sítios de absorção (Mello, 1983; Malavolta, 1989), permitindo maior absorção de Mg.

Os valores de Fe, assim como Zn, apresentaram um relativo aumento comparativamente aos valores iniciais (tabelas 2 e 3), indicando a não mais influência do efeito proporcionado pela calagem, já que a disponibilidade destes elementos é influenciada diretamente pelo pH do solo, aumentando proporcionalmente com a acidez. No caso do Fe, há que se considerar a relativa maior importância do genótipo e do ambiente rizosférico para atuação dos mecanismos específicos de absorção deste elemento (Mengel & Kirkby, 1987; Jolley & Brown, 1994). Quanto ao Mn, a erva-mate apresenta um diferencial. É possível que a mesma seja uma planta Mn-tolerante e acumuladora uma vez que apresenta teores elevadíssimos, acima de 1000 mg Kg-1 M. S., quando comparada a outras plantas, sem apresentar sintomas de toxidez. Fato já relatado por Reissmann et al., (1983), e também observado por Fossati (1997), originando uma das mais baixas relações Fe/Mn nas folhas. De certa forma este aspecto é bastante coerente considerando sua ocorrência natural em solos ácidos. Os teores de Cu, ao contrário do que se esperava, diminuíram em relação aos encontrados inicialmente. Dadas as condições, deveria aumentar

proporcionalmente com o passar do tempo da calagem, uma vez que a acidez do solo seria restaurada e mais Cu disponível seria absorvido. (Malavolta, 1989; Ferreira & Cruz, 1991). É provável que outros fatores estejam afetando a absorção e/ou disponibilidade de Cu. Algumas inferências podem ser feitas: apesar da disponibilidade de Cu aumentar com o decréscimo de pH, num primeiro estágio, a calagem inicial pode ter proporcionado uma melhor condição para a decomposição da matéria orgânica estimulando a atividade microbiana, o que favorece a formação de complexos altamente estáveis de Cu com a matéria orgânica (Alva et al., 2000); e/ou, ainda, sendo adsorvido à óxidos de Fe, Mn e Al, formando complexos de difícil liberação (Barber, 1984). De qualquer forma, os valores ora observados equivalem aos detectados por Fossati (1997) para a mesma idade, em condições de não calagem cujos valores apresentam uma média de 8 mg kg-1 de M.S., determinados em digestão nitroperclórica. Embora, o desenvolvimento das plantas esteja aquém do observado pelo referido autor para esta idade. Ainda quanto aos níveis de Cu, há referências que o mesmo pode variar na faixa de 5,0 – 50,0 mg kg-1 de M. S., na erva-mate (Radomonski et al., 1992).

Em síntese, a principal diferença entre os dados químicos foliares da primeira avaliação e a presente, abrange os níveis de Mg, Mn e Zn que aumentaram, e os de K e Cu, que diminuíram. No entanto, esta avaliação concentrou-se em analisar os dados presentes, tendo em vista que diferentes métodos químicos foram utilizados nas solubilizações, embora todos de digestão total, e ainda, a idade das plantas representando um fator diferenciador da concentração foliar.

CONCLUSÃO

Decorridos oito anos da implantação não se constatam efeitos significativos da calagem sobre os teores dos elementos K, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu e Zn, bem como, na biomassa produzida.

Há indícios claros que o material analisado reforça a hipótese de planta acumuladora de Mn no tecido foliar.

REFERÊNCIAS

ALVA, A. K.; HUANG, B. & PARAMASIVAM, S. Soil pH affects copper fractionation and phytotoxicity. **Soil Sci. Soc. Am. J.** V. 64, p. 955-962. 2000.

AMBERGER, A. **Pflanzenernährung. Ökologische und physiologische Grundlagen.** Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer. 1988. 264 p.

BARBER, S. A. Copper. In: Barber, S. A. **Soil Nutrient Bioavailability: a mechanistic approach.** New York: John Wiley & Sons, Inc., 1984, p.313-323.

DEL PERO MARTINEZ, M.; PELLOTO, J. P. & BASUALDO, N. Distribution of Flavanoid Aglycones in *Ilex* Species (Aquifoliaceae). **Biochemical Systematics and Ecology.** V.25 (7), p. 619-622. 1997.

FERREIRA, M.E; CRUZ, M.C.P. da; **Micronutrientes na Agricultura.** Piracicaba: POTAFOS/CNPq, p. 131-236, 1991.

GOMES, F.P. **A estatística moderna na pesquisa agropecuária.**, Piracicaba: POTAFOS 1984. 160p.

JOLLEY Von, D. & BROWN, J. C. Genetically controlled uptake and use of iron by plants. In: MANTHEY, J. A.; COWLEY, D. E.; LUSTER, D. G. (Ed.). **Biochemistry of metal micronutrients in the rhizosphere.** Boca raton: Lewis Publishers, 1994, p. 251-266.

JONES JR; J. B.; WOLF, B.; MILLS, H. A. **Plant Analysis Handbook,** Georgia, 1991.

JONES JR, J.B.; CASE, V.W. Sampling handling and analysing plant tissue samples. In: WESTERMAN et al (eds) **Soil**

testing and plant analysis. SSSA Book Series nº3 Madison: p 389-427, 1990.

KAMINSKI, et al. **Corretivos da acidez do solo.** Anais do 2º seminário... UFSM; Santa Maria, p 74-94, 1989.

KÄNZIG, R.G.; Control de calidad; In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (eds) **Erva Mate, biologia e cultura no Cone Sul.** Editora da Universidade/UFRGS, Porto Alegre, p. 243-250, 1995.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; **Nutrição Mineral e Adubação de Plantas Cultivadas.** Editora Livraria Pioneira, 1974.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A.; **Avaliação do estado nutricional das plantas (princípios e aplicações).** Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Piracicaba, 201p, 1989.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants.** AP. London., 674 p.,1986.

MAZZAFERA, P. Cafeine, Theobromine and Theophylline distribution in *Ilex paraguariensis*. R. Bras. Fisiol. Veg., V. 6, n.2, p. 149-151, 1994.

MELLO, F. de A.F. **Fertilidade do Solo.** Editora Nobel, 2ª edição, Piracicaba, p 243-371, 1983.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of Plant Nutrition.** 4ª edição, Bern: International Potash Institute, 1987.

PENNINGTON J. A. Intakes of minerals from diets and foods: Is there a need for concern? **J. Nutrition.** V. 126, p. 2304S-2308S, 1996.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação.** São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1991.343 p.

RADOMSKI, M. I.; SUGAMOSTO, M. L.; GIAROLA, N. F. B.; CAMPIOLO, S. Avaliação dos teores de macro e micronutrientes em folhas jovens e velhas de erva-mate nativa. 2o Congresso Nacional sobre Essências Nativas. **Revista do Instituto Florestal.** Parte 2 – Edição Especial. V. 4, p. 453-456. 1992.

REISSMANN, C. B.; RADOMSKI, M. I.; QUADROS, R. M. B. de. Chemical Composition of *Ilex paraguariensis*, St. Hil., under Different Management Conditions in Seven Localities of

Paraná State. **Arq. Biol. Tecnol.** V. 42 (2), p. 187-194, 1999.

REISSMANN, C.B.; PREVEDELLO, B.M.S.; QUADROS, R.M.B de; RADOMSKI, M.I. Production and foliar N, P, K, Ca and Mg levels in erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) related to increasing base saturation levels. **Arq. Biol. Tecnol.** V. 40 (1), p. 241-249, 1997.

REISSMANN, C.B.; ROCHA, H.O. da; KOEHLER, C.W.; CALDAS, R.L.S.; HILDEBRAND, E.E. Bio-elementos em folhas e hastes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) sobre cambissolos na região de Mandirituba - PR. **Floresta**, V. XIV (2), p. 49-54, 1983.

REISSMANN, C.B. et al. **Efeito do pH e da calagem no crescimento e na composição química de erva-mate.** Curitiba: UFPR/CNPq-Relatório de Pesquisa. Não Publicado. 1994.

REISSMANN, C. B.; DÜNISCH, O.; BOEGER, M. R. T. Beziehungen Zwischen Ernährungsbiologischen (Fe, Mn und Ca) und Strukturellen Merkmalen Ausgewälter Morphotypen der Mate-Pflanze (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: HÜTTEL, R. (Ed.) **Boden, Wald und Wasser.** Aachen: Shaker Verlag. 2003. 249 p.

REISSMANN, C. B. Composição química interespecífica da erva-mate em plantios comerciais do Paraná. Curitiba: CNPq/DSEA/UFPR. Relatório Técnico Final-Fase I. 2004. 68 p.

RICCO R.A., WAGNER M.L.E.; 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. (eds) **Erva Mate, biologia e cultura no Cone Sul.** Editora da Universidade/UFRGS, Porto Alegre, p. 243-250, 1995.

SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; HEINZMANN, B.M.; MONTANHA, J.A.; ATHAYDE, M.L.; E TAKETA, A.C. Saponinas em espécies do gênero *Ilex*. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A; TARASCONI, L.C. (eds) **Erva Mate, biologia e cultura no Cone Sul.** Editora da Universidade/UFRGS, Porto Alegre, p. 243-250, 1995.

SCHERER, R.; URFER, P.; MAYOL, M. R. et al. Inheritance studies of caffeine and theobromine content of Mate (*Ilex paraguariensis*) in Misiones, Argentina. *Euphytica* V. 126, p. 203-210, 2002.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H.; **Principles and procedures of statistics with special reference to the biological sciences.** New York, Mc Graw Hill, 481 p. 1960.