

“Calagem como Suprimento de Ca e Mg para Erva-Mate”

**ELIZIANE LUIZA BENEDETTI⁽¹⁾, JÉSSICA FERNANDES KASEKER⁽²⁾, DELMAR SANTIN⁽³⁾,
MARÍLIA BASTOS CAMOTTI⁽²⁾, CARLOS BRUNO REISSMANN⁽⁴⁾, NAIRAM FÉLIX DE
BARROS⁽⁵⁾ & IVAR WENDLING⁽⁶⁾.**

RESUMO - A erva-mate é nativa do Sul do Brasil e, apesar de ocorrer naturalmente em solos ácidos é comum seu cultivo em consórcio com culturas anuais que requerem solos menos ácidos. Assim, o objetivo desse estudo foi verificar a produção e o teor de Ca e Mg em plantas de erva-mate e o teor destes nutrientes no solo, influenciados por doses de calcário. As mudas foram transplantadas para vasos de polietileno com 3 dm³ de Latossolo Vermelho distrófico, ao qual foram aplicadas 0 (T1); 1,3 (T2); 3,2 (T3); 5,0 (T4); 6,9 (T5); 8,7 (T6) e 10,5 (T7) t ha⁻¹ de calcário. Após 21 dias de incubação, duas mudas de erva-mate foram transferidas para cada vaso. Aos 210 dias determinou-se matéria seca da folha (MSF), do caule (MSC), da raiz (MSR) e total (MST), além do teor de Ca e Mg nesses compartimentos. Os componentes da matéria seca foram separados, lavados, secos em estufa, pesados e moídos e depois analisados para Ca e Mg. Amostras de solo foram submetidas à análise química de rotina. Os teores de Ca, Mg e K no solo foram elevados com a aplicação de calcário. A produção máxima de MSF, MSC, MSR e MST ocorreu em pequenas doses de calcário, sendo reduzida nas maiores doses. A erva-mate mostrou ser pouco responsiva à calagem e muito tolerante ao Al. Desta forma, a aplicação de calcário deve visar o suprimento de Ca e Mg para as plantas, e não a correção da acidez provocada pelo Al³⁺.

Palavras-Chave: (calcário; *Ilex paraguariensis*; nutrição)

Introdução

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) é uma espécie nativa da Região Sul do Brasil e tem importância histórica na cultura e na economia dessa região e de países vizinhos. Além de ser usada no preparo do tradicional chimarrão e tereré [1], atualmente vem surgindo como importante matéria-prima para produção de bebidas, medicamentos, cosméticos e produtos de higiene, além de protagonizar vários estudos fitoquímicos para melhor explorar o seu potencial [2].

A erva-mate encontra-se associada ao sub-bosque

das matas mais evoluídas de Araucária, é uma espécie perene com porte arbóreo e de grande longevidade. Ela ocorre naturalmente em solos de baixa fertilidade, com baixos teores de cátions trocáveis, altos teores de alumínio e pH ácido [3]. Essas condições de solo são normalmente consideradas como limitantes à produção agrícola [4], requerendo a aplicação de fertilizantes e de corretivos da acidez do solo. A calagem além de corrigir a acidez do solo supre cálcio e magnésio para as plantas [5]. Estes nutrientes participam de importantes funções fisiológicas nas plantas, destacando-se para Ca seu papel como componente da parede celular. Já o magnésio participa como ativador enzimático e constituinte da molécula de clorofila [6]. Porém, espécies que se desenvolvem naturalmente em solos ácidos, como a erva-mate, podem não responder à calagem [7], como observado por Reissmann et al. [8]. Por outro lado, em condições de baixos teores de Ca e Mg no solo, pequenas doses de calcário podem suprir as plantas desses elementos.

Em sistemas agroflorestais, a erva-mate é uma das culturas de maior importância no Sul do Brasil, sendo explorada na forma natural, consorciada com outras espécies florestais ou intercalada com culturas anuais [9]. Diante do exposto, o objetivo desse estudo foi verificar a produção de matéria seca e o teor de Ca e Mg em plantas de erva-mate e o teor destes nutrientes no solo influenciados por doses de calcário.

Material e Métodos

O experimento foi instalado em agosto de 2006 em casa de vegetação no Departamento de Solos da Universidade Federal do Paraná (UFPR) - Curitiba. Foram utilizadas mudas produzidas por miniestaquia a partir de propágulos de plantas juvenis de erva-mate, de duas matrizes (F6 e F7) provenientes, respectivamente, dos municípios de Bituruna e Rebouças, PR. Após cinco meses de idade, quando atingiram aproximadamente 9 cm de altura, as mudas foram transplantadas para vasos de polietileno com capacidade de 3,5 dm³, e submetidas aos tratamentos.

O substrato utilizado foi um Latossolo Vermelho distrófico, coletado na profundidade de 05 a 25 cm, em São Mateus do Sul - PR. O solo correspondente a cada tratamento foi incubado com o calcário (dolomítico filler)

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Eng. Agrônoma, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas da UFV, Rua PH Rolfs, Campus Universitário, Viçosa, MG, CEP 36570-000. E-mail: eliziane.benedetti@ufv.br (Apresentadora do trabalho). Bolsista Fapemig.

⁽²⁾ Segundo Autor são Acadêmicas do curso de Agronomia da UFPR, Rua dos Funcionários, 1540, Juvevê, Curitiba, PR, CEP 80035-050.

⁽³⁾ Terceiro Autor é Eng. Florestal, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas da UFV, Rua PH Rolfs, Campus Universitário, Viçosa, MG, CEP 36570-000. Bolsista Capes.

⁽⁴⁾ Quarto Autor é Eng. Florestal, Dr. Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo da UFPR, SCA, Curitiba, PR, CEP 80035-050.

⁽⁵⁾ Quinto Autor é Eng. Florestal, Dr. Professor do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas da UFV, Rua PH Rolfs, Campus Universitário, Viçosa, MG, CEP 36570-000.

⁽⁶⁾ Sexto Autor é Eng. Florestal, D.S., Pesquisador da Embrapa Florestas - CNPF, Estrada da Ribeira Km 111, Colombo, PR, CEP 83411-000.

por 21 dias, com a umidade correspondente a 65 % da capacidade de campo. Após este período, pesou-se o equivalente a 3 dm³ de solo seco ao ar em vasos, os quais receberam duas mudas de erva-mate, sendo uma de cada matriz (F6 e F7).

Todos os tratamentos receberam adubação NPK para a cultura da erva-mate (plantio) [10], a partir da análise química e física do solo (Tabela 1), considerando 2.000 plantas ha⁻¹.

As doses de calcário foram calculadas para se atingir 0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 % de saturação por base (V %), correspondendo respectivamente a: 0 (T1); 1,3 (T2); 3,2 (T3); 5,0 (T4); 6,9 (T5); 8,7 (T6) e 10,5 (T7) t ha⁻¹ de calcário. Cada tratamento foi repetido quatro vezes.

Aos 210 dias após a instalação do experimento foram determinados matéria seca da folha (MSF), matéria seca do caule (MSC), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca total (MST) e o teor de Ca e Mg nesses compartimentos e no solo. Para isso, o material vegetal foi separado, lavado e seco em estufa à 65 °C até peso constante. Em seguida, efetuou-se a moagem e posterior análise química dos tecidos. A determinação dos teores de Ca e Mg ocorreu após incineração em mufla à 500 °C, com posterior solubilização em HCl 3 mol L⁻¹, com leitura em espectroscopia de absorção atômica [11]. A determinação de Ca e Mg no solo foi realizada segundo metodologia descrita por Embrapa [12].

Os dados de matéria seca, teor de Ca e Mg dos compartimentos e teor de Ca e Mg no solo foram analisados por regressão. A distribuição relativa de Ca e Mg entre compartimentos foi submetida à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ambos a 5 %.

Resultados

A aplicação de calcário aumentou o teor de Ca, Mg, P e de K do solo. Porém, as doses não foram suficientes para neutralizar todo Al³⁺ (Tabela 2).

A produção máxima de MSF, MSC e de MSR foi atingida com baixas doses de calcário (2,7; 3,1 e 0,6 t ha⁻¹, respectivamente). A produção de todos esses componentes foi menor na maior dose do que na testemunha (Figuras 1A e 1B). Os teores de Ca e Mg no solo aumentaram linearmente com o aumento das doses de calcário (Figura 1B).

De maneira geral, com a aplicação de calcário, os teores de Ca (Figura 1C) e Mg (Figura 1D) aumentaram em todos os compartimentos da planta. O teor máximo de Ca na folha (6,6 g kg⁻¹) foi obtido na dose de 8,3 t ha⁻¹ de calcário, já para o caule e a raiz, os teores aumentaram com o aumento nas doses de calcário (Figura 2C). Para o Mg, o teor máximo na folha (6,1 g kg⁻¹) ocorreu na dose correspondente a 9,7 t ha⁻¹ de calcário, para a raiz (4,8 g kg⁻¹) na dose de 6,7 t ha⁻¹ de calcário, e no caule, o aumento foi linear com o aumento das doses (Figura 2D).

O Ca e Mg mostraram a mesma tendência de acúmulo nas diferentes partes da planta, seguindo a ordem decrescente de folha, caule e raiz (Figura 2A e

B). Houve diferença estatística entre os compartimentos quanto ao acúmulo de Ca e de Mg.

Discussão

A pequena variação do pH e, conseqüentemente, do teor de Al³⁺, se deve às características intrínsecas do solo, em especial os altos teores de MO e de argila [10], que elevam o poder tampão da acidez do solo [5]. Observou-se o aumento de 2,1 cmol_c dm⁻³ no teor de Ca no solo, mesmo no tratamento que não recebeu doses de calcário (Tabelas 1 e 2 e Figura 1B), o que pode ser atribuído à aplicação de Superfosfato Triplo (SFT) [13], utilizado como fonte de P na adubação de correção.

As doses de calcário influenciaram significativamente a produção de matéria seca em todos os compartimentos da planta (Figura 1A e B). Resultado semelhante ao obtido por Bernardino et al. [14] ao testar a resposta de mudas de angico-vermelho, espécie arbórea que ocorre nas mesmas condições da erva-mate, frente a diferentes saturações por bases em Latossolo distrófico.

O pequeno aumento na produção de MSF, MSC e MSR verificado apenas nas menores doses de calcário indica que a erva-mate cresce bem em solos com baixos teores de Ca e Mg (Figura 1A) e altos teores de Al³⁺ (Tabela 2). A maior produção de MST foi obtida já na dose de 2,4 t ha⁻¹ de calcário, correspondendo, respectivamente, a 3,3 e 1,0 cmol_c dm⁻³ de Ca e de Mg no solo (Figura 1B). Baixa resposta a aplicação de calcário foi observada por Reissmann et al. [8], sendo inclusive considerada por Reissmann et al. [15], Gaiad [7] e Reissmann & Carneiro [16] uma espécie calcífuga. A resposta obtida neste trabalho sugere que a erva-mate se desenvolve bem em solos com teores (médios) de Ca e Mg, e na presença de altos teores e valores de saturação por Al³⁺.

O maior teor de Ca foliar foi de 6,6 g kg⁻¹ na dose de 6,5 t ha⁻¹. No entanto, na dose de calcário (2,7 t ha⁻¹) para a máxima eficiência técnica (MET) de MSF, o teor foliar verificado foi de 5,4 g kg⁻¹ (Figura 1C), indicando que maiores teores não são indicativos de maiores produções. Essa mesma idéia é válida para o Mg, para o qual o máximo teor foliar (6,1 g kg⁻¹) está bem acima dos 4,7 g kg⁻¹ considerados ideal para máxima produção de MSF (Figura 1D). Teores semelhantes, relacionados ao MET deste trabalho, foram obtidos por Reissmann & Carneiro [15].

A maior concentração de Ca nas folhas (Figura 2A) pode ser explicada por sua imobilidade em plantas [6]. Quanto ao Mg (Figura 2B), de 6 a 25 % do seu teor total podem ser remobilizados depois de alocado nos tecidos vegetais [6]. Considerando que no caso da erva-mate, o produto colhido é composto por aproximadamente 70% de folhas, para as condições deste trabalho, a dose de 2,7 t ha⁻¹ de calcário, foi suficiente para disponibilizar 3,4 e 1,1 cmol_c dm⁻³ de Ca e Mg no solo, respectivamente, o que permitiu obter a máxima produção foliar.

Conclusões

Conclui-se, pois, que a erva-mate é pouco responsiva à calagem e muito tolerante ao Al. Desta forma, a aplicação

de calcário deve visar o suprimento de Ca e Mg para as plantas, e não a correção da acidez provocada pelo Al^{3+} .

Agradecimentos

À empresa Baldo S.A. de São Mateus do Sul-PR, à UFPR e a Embrapa Florestas de Colombo-PR, que juntas, possibilitaram a realização deste trabalho.

Referências

- [1] MACCARI, JR. A.; MAZUCHOWSKI, J. Z. 2000. *Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate*. Curitiba: Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Erva-Mate Paraná MCT/CNPq/PROJETO PADCT Erva-Mate. Curitiba. 176p.
- [2] ZAMPIER, A.C. 2001. Avaliação dos níveis de nutrientes, cafeína e taninos após adubação mineral e orgânica e sua relação com a produtividade na erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, UFPR, Curitiba.
- [3] CARVALHO, P.H.R. *Espécies arbóreas brasileiras*. Brasília: Embrapa Informação tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003. 1039p.
- [4] MA, J.F.; RYAN, P.R. & DELHAIZE, E. 2001. *Aluminium tolerance in plants and the complexing role of organic acids*. Trends Plant Sci., 6:1360-1385.
- [5] BISSANI, C.A.; MEURER, E.J. & BOHNEN, H. 2004. Solos ácidos e solos afetados por sais. In: MEURER, E.J. Fundamentos de química do solo. (Ed. 2). Porto Alegre: Gênese. p181-205.
- [6] VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, Magnésio e enxofre. In: In: FERNANDES, M. S. Nutrição mineral de plantas. Viçosa, SBCS, 2006. p. 299-325.
- [7] GAIAD, S. 2003. Alteração da rizosfera e seus reflexos na biomatéria, na composição química e na fotossíntese de erva-mate decorrentes do uso de diferentes fontes de nitrogênio. Curitiba. Tese de Doutorado em Engenharia Florestal, Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, UFPR, Curitiba.
- [8] REISSMANN, C.B.; PREVEDELLO, B.M.S.; TREVISAN, E. & BORN, R.H. 1991. Suscetibilidade da erva-mate à clorose induzida pela calagem. Revista do setor de Ciências Agrárias. 11:273-278.
- [9] MEDRADO, M.J.S.; VILCAHUAMAN, L.J.M.; DOSSA, D.; RODIGHIERI, H.R. & DEDECEK, R.A. 2005. *Cultivo da erva-mate: sistema agroflorestal*. Sistema de produção, 1. Embrapa Florestas. Colombo (ISSN 1678-8281: versão Eletrônica).
- [10] SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. 2004. *Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. 10 ed. Porto Alegre. 400 p.
- [11] MARTINS, A. P. L.; REISSMANN, C. B. Material vegetal e as rotinas laboratoriais nos procedimentos químico-analíticos. Scientia Agraria, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 1-17, 2007.
- [12] EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.
- [13] NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.). Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 471-550.
- [14] BERNARDINO, D.C.de S.; PAIVA, H.N.de.; NEVES, J.C.L.; GOMES, J.M.; MARQUES, V.B. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa*(Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. Revista Árvore, Viçosa-MG, 29: 863-870, 2005.
- [15] REISSMANN, C.B.; PREVEDELLO, B.M.S.; QUADROS, R.M.B de & RADOMSKI, M.I. 1997. 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. 40:241-249.
- [16] REISSMANN, C.B. & CARNEIRO, C. 2004. Crescimento e composição química de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), transcorridos oito anos de calagem. Floresta 34:381-386.

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo (Latossolo Vermelho distrófico) utilizado como substrato

pH	Índice	Ca	Mg	Al	H+Al	T	SB	Saturação (%)	MO	Argila	P	K	
CaCl ₂	SMP cmol _c dm ⁻³							Al Base % mg dm ⁻³	
4,2	4,8	0,3	0,1	3,9	12,1	12,6	0,52	88	4	6,0	82,5	1,9	46,9

Tabela 2. Características químicas do solo (Latossolo Vermelho distrófico) após o experimento de calagem

Doses	pH	Ca	Mg	Al	H+Al	T	SB	Saturação (%)	MO	P	K	
t ha ⁻¹	CaCl ₂ cmol _c dm ⁻³							Al Base	% mg dm ⁻³	
0	4,1	2,4	0,4	4,2	12,8	15,8	3,0	58,0	19,1	4,9	14,3	82,1
1,3	4,1	2,8	0,6	3,2	12,1	15,7	3,7	45,4	23,3	5,2	12,1	86,0
3,2	4,3	3,6	1,3	1,9	10,5	15,6	5,1	27,6	32,7	4,9	12,7	70,4
5,0	4,4	4,2	1,7	1,7	9,2	15,3	6,2	21,6	40,2	5,1	14,1	93,8
6,9	4,6	4,7	2,5	0,9	7,6	15,2	7,4	10,8	49,2	5,0	13,9	90,0
8,7	4,8	5,4	3,1	0,4	6,9	15,7	8,7	4,4	55,6	4,8	13,6	86,0
10,5	4,9	5,9	3,2	0,1	6,2	15,6	9,4	1,3	60,1	4,7	13,3	109,5

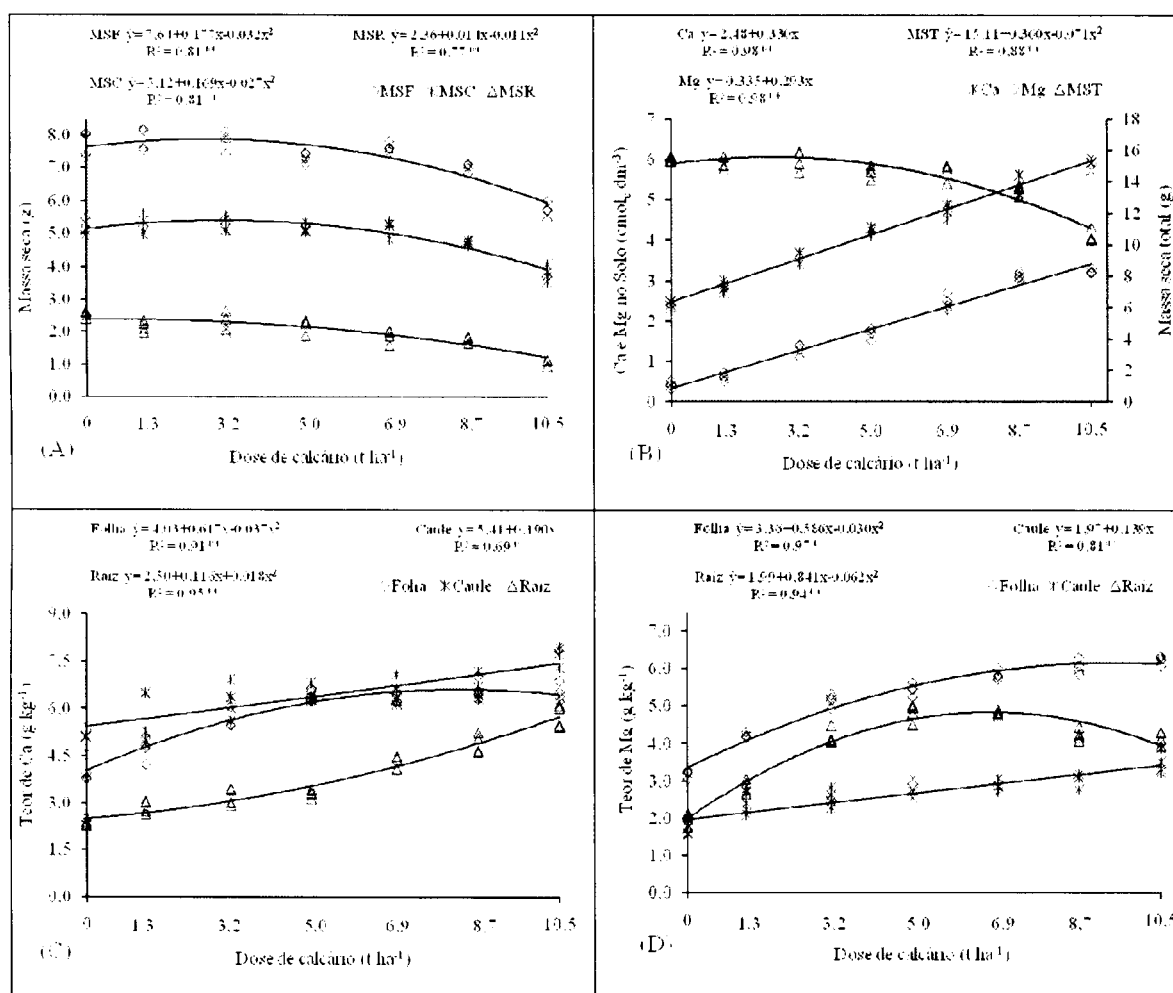


Figura 1. (A) Matéria seca de folha (MSF), caule (MSC) e da raiz (MSR); (B) matéria seca total (MST) e teores de Ca e Mg no solo; (C) teor de Ca na folha, no caule e na raiz e (D) teor de Mg na folha, no caule e na raiz de plantas jovens de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) submetidas a doses de calcário. * e ** significativo, respectivamente, a 5 e 1%.

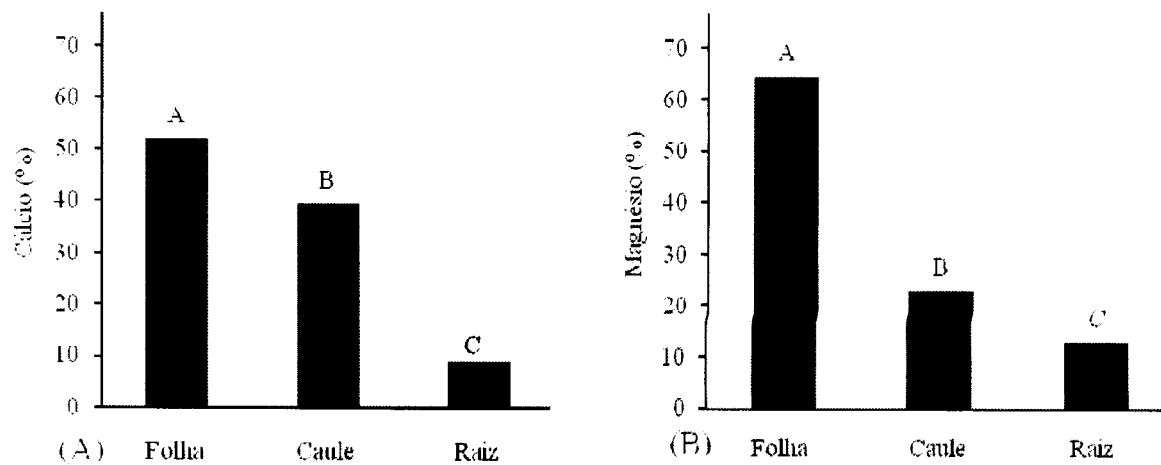


Figura 2. (A) Distribuição de Ca na folha, caule e raiz e (B) distribuição de Mg na folha, caule e raiz de plantas jovens de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) submetidas a doses de calcário. As letras indicam diferenças significativas entre compartimentos pelo teste Tukey ($p < 0,01$).