

CALAGEM MELHORA A DISPONIBILIDADE DE CÁLCIO NO SOLO E A PRODUTIVIDADE DE *Ilex paraguariensis* St. Hil.

Delmar Santin¹, Eliziane Luiza Benedetti², Igor Carvalho de Almeida³, Nairam Félix de Barros⁴ e Ivar Wendling⁵

¹Eng. Florestal, Pós-doutorando em Ciências do Solo da UDESC, Lages, SC – BR, desantinflorestal@yahoo.com.br; ²Eng. Agrônoma, Dr^a. Professora do IFSC, Canoinhas, SC – BR; ³Graduando em Agronomia, Departamento de Solos, UFV, MG – BR; ⁴Eng. Florestal, PhD, Professor do Departamento de Solos da UFV, MG – BR; ⁵Eng. Florestal, PhD, Pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR – BR;

Resumo: Avaliou-se a influência da calagem na disponibilidade de Ca^{2+} no solo, produtividade e teor foliar de Ca e Al em erva-mate. Instalaram-se experimentos em três locais, avaliando-se cinco doses superficiais de calcário dolomítico para atingir 50 % das seguintes saturações por bases: 0, 30, 60, 90 e 120 %. Após 18 meses, avaliou-se: teor de Ca^{2+} no solo em três profundidades; teor foliar de Ca e Al e produtividade de erva-mate comercial (ECOM). A calagem, não alterou o teor foliar de Ca, mas, reduziu o de Al. A calagem, aumentou o teor de Ca^{2+} no solo e, a produtividade de ECOM entre 21 e 27 %. Em solos com baixa disponibilidade natural de Ca^{2+} , a calagem deve disponibilizá-lo entre 4,0-4,5 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ na profundidade de 0-5 cm, já em solos com alta disponibilidade de Ca^{2+} , a calagem deve disponibilizar o nutriente até 6,0 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para o cultivo da erva-mate.

Palavras-chave: erva-mate, calcário, teor foliar, acidez

LIMING IMPROVES THE SOIL CALCIUM AVAILABILITY AND PRODUCTIVITY OF *Ilex paraguariensis* St. Hil.

Abstract: We evaluated the influence of liming on the availability of Ca^{2+} in the soil, productivity and foliar Ca and Al concentration in yerba mate. Experiments were settled at three sites, evaluating five doses of lime to achieve 50 % of the following base saturation levels: 0, 30, 60, 90 and 120 %. After 18 months, we evaluated: content of Ca^{2+} in the soil at three depths; foliar content of Ca and Al and commercial productivity of yerba mate (ECOM). Liming did not alter the foliar Ca content, but reduced the amount of Al. Liming increased the content of Ca^{2+} in soil and productivity of ECOM around 21 to 27 %. In soils with low natural Ca^{2+} availability, liming should make it available between 4.0-4.5 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ at a depth of 0-5 cm, but in soils with high availability of Ca^{2+} , liming should provide the nutrient to 6.0 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ for yerba mate cultivation.

Key words: yerba mate, liming, Ca and Mg availability, acidness

Introdução

A calagem é uma prática que visa principalmente reduzir a acidez e aumentar a disponibilidade de Ca e Mg no solo (Sousa et al., 2007) sendo amplamente utilizada em culturas agrícolas (Bissani et al., 2004). A erva-mate, pela sua ocorrência natural em solos ácidos (Carvalho, 2003), normalmente é pouco influenciada pela acidez do solo, porém, necessita de um adequado suprimento em Ca e Mg. Os relatos de ervais produzindo razoavelmente bem em solos com alta disponibilidade de Al^{3+} , contatado pelos elevados teores foliares de Al (até 976 mg kg^{-1}) (Reissmann et al. (1983), poucos estudos foram realizados a fim de entender a demanda nutricional da erva-mate por Ca.

Estudos a campo testando calagem demonstraram respostas negativas (Reissmann et al., 1997), enquanto resposta positiva a pequenas doses de calcário foi observada em mudas (Santin et al., 2013). Para a cultura da erva-mate, em solos com pH muito ácidos, com altos teores de Al^{3+} e baixa disponibilidade de Ca^{2+} e Mg^{2+} atualmente é recomendado a dose de 1 t ha^{-1} de calcário (CQFSRS/SC, 2004). Dose essa que pouco altera a disponibilidade de Ca e Mg trocável nesses solos e que dificilmente poderá atender a demanda da plantas por esses nutrientes. Apesar da cultura da erva-mate sempre ter sido relacionada a solos naturalmente ácidos e com baixa fertilidade, na sobreposição do mapa de sua ocorrência natural (Carvalho, 2003), com mapas de solos é possível verificar diferenças plausíveis de

fertilidade entre solos. Isso pode ser visto pelos mapas de solos dos três Estados do Sul do Brasil (EMBRAPA, 1998; Streck et al., 2002; Bhering, 2007) onde predomina a ocorrência da espécie no Brasil é possível verificar que esta, está presente, desde Latossolos com caráter Alumínico e Distrófico até Neossolos com caráter Eutrófico. Isso indica que há ervais que ocorrem em solos com boa disponibilidade natural de Ca^{2+} e Mg^{2+} e podem apresentar maior demanda por esses nutrientes, quando comparada a de ervais adaptados a solos extremamente ácidos.

A ação da calagem, normalmente, é mais efetiva quando o calcário é incorporado ao solo, pois a frente alcalinizante avança lentamente para camadas mais profundas do perfil (Kaminski et al., 2005). Quando a calagem é realizada superficialmente em solos com estrutura natural preservada, sua ação pode ocorrer até profundidades maiores, principalmente pelo deslocamento de partículas finas de calcário por bioporos criados por raízes e pela macrofauna do solo (Gatiboni et al., 2003), o que concorre para aumentar a eficiência da calagem. Diante disso, o trabalho teve como objetivo avaliar a influência da calagem na disponibilidade de Ca^{2+} no solo, produtividade e teor foliar de Ca e Al da erva-mate.

Material e Métodos

Em julho de 2010, foram instalados três experimentos na região sul do Brasil: um em São Mateus do Sul (SMS), outro em Prudentópolis (Prud), ambos no Paraná e o terceiro em Anta Gorda (AG) no Rio Grande do Sul. Os três locais estão situados em pólos produtores de erva-mate e apresentam propriedades distintas de solo (Tabela 1). Nas áreas experimentais, os solos eram Latossolo Vermelho Distrófico álico, Latossolo Vermelho Distrófico típico e Cambissolos Háplico Ta Eutrófico típico, respectivamente, SMS, Prud e AG.

Tabela 1. Teor de argila e propriedades químicas do solo de 0 a 20 cm de profundidade nos locais dos experimentos

Local	pH	Al^{3+}	H+Al	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$\text{CTC}_{\text{pH}7,0}$	K	P	MO	V	m	Argila
	CaCl_2	----- $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ -----			----- mg dm^{-3} -----			----- % -----				
SMS	3,8	6,04	16,3	0,36	0,20	17,0	47	2,7	5,0	4,0	89,9	76
Prud	3,5	4,60	11,8	0,90	0,90	13,6	35	1,1	4,7	13,5	71,6	55
AG	4,4 ¹	1,20	7,7	5,60	0,60	14,4	104	61,0	2,6	45,0	15,3	22

¹pH em H_2O . Extrator: Mehlich-1: P e K; KCl: Ca, Mg e Al; SMP: H+Al.

Os plantios da erva-mate foram estabelecidos com mudas propagadas por sementes coletadas em matrizes de cada local, no espaçamento de 2 x 2 m, nos anos de 2001, 1992 e 1999, respectivamente, em SMS, Prud e AG. As áreas nunca receberam calagem e o intervalo de colheita antes da instalação dos experimentos era de 18, 24 e 24 meses, para SMS, Prud e AG, respectivamente. A produtividade de erva-mate comercial verde colhida antes da instalação do experimento (julho de 2010) foi de 20,5, 13,9 e 25,1 kg ha^{-1} , respectivamente, para SMS, Prud e AG.

Em cada local, considerou-se um experimento individual. A unidade experimental foi composta por uma parcela contendo seis plantas úteis com duas linhas de bordadura. Os tratamentos foram dispostos no delineamento blocos casualizados com cinco repetições.

Testaram-se cinco doses de calcário dolomítico (Tabela 2), calculadas para que a saturação por bases do solo atingisse: 0 (natural), 30, 60, 90 e 120 %. Utilizou-se 50 % da dose recomendada visto que o calcário não foi incorporado ao solo. O calcário possuía PRNT de 99 % e teores de CaO e MgO, respectivamente, de 33,2 e 22,4 %. No intuito de repor nutrientes exportados pela colheita a dose de N, P_2O_5 e K_2O variou para cada local em função da erva-mate colhida em 2010, além do nível do teor de matéria orgânica e disponibilidade de P_2O_5 e K_2O do solo. A fonte de N, P e K foi, respectivamente, nitrato de amônio, superfosfato triplo e cloreto de potássio. Para SMS e Prud as doses de N, P_2O_5 e K_2O foram respectivamente de 190, 100 e 220; e 140, 120 e 180 kg ha^{-1} . Para AG, como a disponibilidade de P no solo estava em nível muito alto (CQFSRS/SC, 2004) não foi aplicado P_2O_5 , e as doses de N e K_2O foram de 270 e 160 kg ha^{-1} , respectivamente. Em todos os locais o calcário foi aplicado em julho de 2010, superficialmente em área total sem incorporar, e os fertilizantes foram parcelados em três aplicações superficiais, na área de projeção da copa, sempre nos meses de setembro e janeiro.

A limpeza do erval foi realizada com roçadas manuais, três vezes ao ano, sendo que no momento da instalação dos experimentos havia cobertura morta sobre o solo. Em SMS e AG a cobertura vegetal era mínima e em Prud havia uma espessa camada de gramíneas indecompostas.

A colheita, realizada após 18 meses, consistiu da remoção de aproximadamente 95 % da massa verde da copa, da qual, foi separada a erva-mate comercial (ECOM= folha+galho fino) do galho grosso (GG) e determinada a quantidade de massa verde de ambos. O corte para a colheita foi efetuado entre 10 a 15 cm acima da posição da última poda. Considerou-se como GF os galhos com diâmetro menor de 7 mm, aproximadamente, e acima deste diâmetro como GG.

No momento da colheita, em cada parcela retirou-se uma amostra de solo composta por 15 amostras simples, coletadas com pá de corte em três pontos na área da projeção da copa de cinco plantas, nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm. Após secas ao ar e passadas em peneira com malha de 2 mm, as amostras foram analisadas quimicamente para determinar o teor de Ca^{2+} do solo, conforme De Filippo e Ribeiro (1997).

Tabela 2. Dose de calcário aplicada em ervais em produção nas áreas experimentais

Tratamento	São Mateus do Sul	Prudentópolis	Anta Gorda
	Dose de calcário ¹ aplicada		
	----- t ha ⁻¹ -----		
V % natural	0,0	0,0	0,0
V 30 %	2,2	1,1	0,5 ²
V 60 %	4,8	3,2	1,1
V 90 %	7,3	5,2	3,2
V 120 %	9,9	7,3	5,4

¹Doses para atingir 50 % da saturação por bases (V %) pretendida, considerando PRNT de 100 %; e ² como a saturação por bases natural do solo de Anta Gorda era de 45 %, aplicou-se 50 % da dose para elevar a 60 % desta.

Antes da poda coletaram-se, na metade da altura da copa, brotos representativos da erva-mate comercial para análise química da folha. As folhas foram lavadas, secas em temperatura de 65 °C até peso constante, moídos em moinho tipo Wiley com peneira de 0,5 mm de abertura. Posteriormente, os teores totais de Ca e Al foram extraídos pela mistura nítrico-perclórica e determinados por espectrofotometria de absorção atômica (Tedesco et al., 1995).

Na análise estatística das características do solo, os fatores dose e profundidade compuseram parcela e subparcela, respectivamente. Os dados foram submetidos à Anova adotando-se o nível de 5 % de probabilidade ($p < 0,05$) e os efeitos de dose submetidos à análise de regressão.

Resultados e Discussão

A calagem afetou o teor de Ca trocáveis do solo nos três locais, sendo a ação do calcário maior na camada superficial do solo (Figuras 1A, B e C). A erva-mate respondeu positivamente à calagem com aumento da produtividade comercial (ECOM) nos três locais (Figuras 1D, E e F). O teor foliar de Ca não foi afetado pela calagem em nenhum dos locais. No entanto, a calagem reduziu o teor foliar de Al em todos os locais (Tabela 3).

Na camada de 0-5 cm, nas maiores doses de calcário, o teor de Ca^{2+} se situou na faixa correspondente ao nível alto (CQFSRS/SC, 2004) para os três locais. Porém, o teor de Ca^{2+} foi alterado em camadas diferentes do solo, sendo em Prud somente na primeira camada (Figura 1B) e em SMS (Figura 1A) e AG (Figura 1C) até a camada de 5-10 cm. Normalmente a baixa mobilidade de Ca decorre da curta permanência dos cátions adicionados pelo calcário na solução do solo, sendo grande parte desses adsorvidos às cargas negativas criadas pelo aumento do pH, e às cargas anteriormente ocupadas pelo Al^{3+} . Assim, apenas uma pequena parte do Ca e do Mg permanecem na solução do solo (Ernani et al., 2001), o que explica a pequena alteração da disponibilidade, especialmente do Ca nas camadas mais profundas. Contudo, apesar da baixa mobilidade do Ca do calcário no solo (Kaminski et al., 2005) o aumento da disponibilidade do nutriente na profundidade de 5-10 cm (SMS e AG), 18 meses após a calagem, indica mobilidade significativa desse nutriente. Isso pode ocorrer, principalmente pelo deslocamento de partículas finas de calcário por bioporos criados por raízes e pela macrofauna do solo (Gatiboni et al., 2003; Amaral et al., 2004) ou por íons acompanhantes, oriundos principalmente da mineralização da matéria orgânica (Ernani et al., 2001; Gatiboni et al., 2003) ou da própria adubação (Foloni e Rosolem, 2006).

O aumento do teor de Ca, restrito à camada de 0-5 cm para o solo de Prud (Figura 2b), possivelmente tenha sido ocasionado pelo menor contato imediato do calcário com o solo, visto a

presença de uma espessa camada de matéria seca de gramíneas indecompostas na época de instalação do experimento, fato não observado nas áreas de SMS e AG.

A calagem proporcionou aumento da produtividade de ECOM entre 21 e 27 %, sendo a máxima de 25,4, 18,0 e 29,3 t ha⁻¹, respectivamente, nas doses de 6,4, 5,6 e 3,4 t ha⁻¹ de calcário em SMS, Prud e AG (Figuras 1A, B e C). As produtividades de ECOM (18,0-29,3 t ha⁻¹), em colheita com intervalo de 18 meses, foram muito superiores à média nacional (6,7 t ha⁻¹) em 2012 (IBGE, 2012). A produtividade anual de 32,7 e 35,7 t ha⁻¹ obtida por Lourenço (1997), em dois ervais no Rio Grande do Sul, foi superior a deste trabalho, indicando que ainda existe um grande potencial para ganhos de produtividade dos ervais no Brasil.

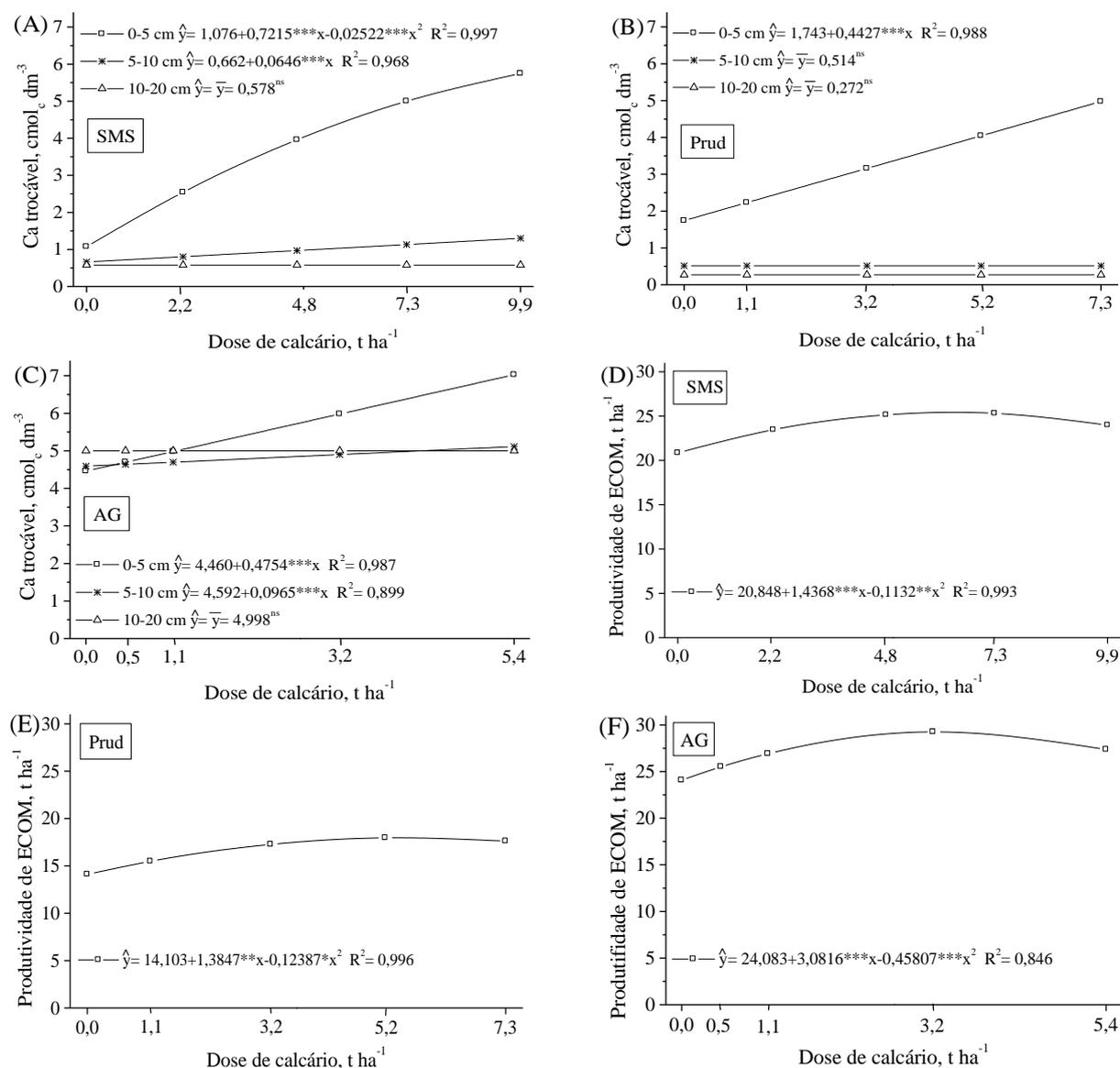


Figura 1. Teor de Ca trocáveis nos solos de São Mateus do Sul (SMS) (A), Prudentópolis (Prud) (B) e Anta Gorda (AG) (C); e produtividade de erva-mate comercial (ECOM) verde em SMS (D), Prud (E) e AG (F) de plantios de erva-mate submetidos a calagem. *, **, *** e ns, respectivamente, significativo a 5, 1, 0,1 % e ns não significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste F.

As respostas da erva-mate à calagem descritas neste trabalho contrastam com as obtidas por Reissmann et al. (1997) e Reissmann e Carneiro (2004), que ao avaliarem o efeito da calagem em um solo com 0,9 cmol_c dm⁻³ de Ca e 5,1 cmol_c dm⁻³ de Al, obtiveram resposta negativa no crescimento das plantas. Assim, novos estudos devem ser conduzidos para esclarecer a questão, visto que a máxima produtividade de COM obtida em SMS, Prud e AG ocorreu quando a disponibilidade de Ca na camada

de 0-5 cm era respectivamente de 4,66, 4,22 e 6,08 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, teores considerados em nível alto (CQFSRS/SC, 2004). Ressalta-se que o teor de Ca na camada de 5-10 cm, em SMS e Prud, (respectivamente de 1,08 e 0,51 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) é considerado baixo (CQFSRS/SC, 2004). Já em AG, nessa mesma camada, o teor de Ca (4,92 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) é considerado alto (CQFSRS/SC, 2004). Na camada mais profunda, para a mesma produtividade, a diferença no teor de Ca entre AG e os demais locais era ainda maior. A resposta positiva de produção obtida, em especial para AG, indica que os valores referenciais para o teor de Ca no solo, para a cultura da erva-mate, publicados pela CQFSRS/SC (2004) devem ser revistos.

A erva-mate, por crescer normalmente em solos muito ácidos, apresenta elevados teores foliares de Al, como 976 mg kg^{-1} verificado por Reissmann et al. (1983). No presente trabalho a calagem reduziu o teor foliar de Al, passando de 250 g kg^{-1} para 194 g kg^{-1} , 233 g kg^{-1} para 191 g kg^{-1} e de 159 g kg^{-1} para 109 g kg^{-1} , respectivamente, em SMS, Prud e AG, isso na dose de máxima produtividade de ECOM de cada local (Tabela 3).

Tabela 3. Teor foliar de Ca e Al, equação de regressão para teor de Al de plantios de erva-mate submetidos à calagem

Local	Teor foliar ¹ de Ca --- g kg^{-1} ---	Equação ² de regressão para teor foliar de Al	R ²	Teor foliar ³ de Al --- mg kg^{-1} ---
SMS	5,05	$\hat{y} = 250,12 - 12,664^{***}x$	0,959	214,0
Prud	5,06	$\hat{y} = 233,40 - 5,855^{**}x$	0,919	200,6
AG	7,27	$\hat{y} = 159,12 - 24,819^{***}x + 2,999^{***}x^2$	0,933	109,4

¹Teor médio de Ca; ²** e ***, respectivamente, significativo a 1 e 0,1 % de probabilidade; e ³teor de Al na dose de calcário de máxima eficiência técnica para produtividade de ECOM, sendo São Mateus do Sul (SMS), Prudentópolis (Prud) e Anta Gorda (AG), respectivamente, de 6,4, 5,6 e 3,4 t ha^{-1} de calcário.

Apesar do teor foliar de Ca no tecido vegetal não ter sido afetado pela calagem, este foi diferente entre os locais. Para AG, o teor foliar de Ca foi 44 % superior ao teor médio de SMS e Prud (Tabela 3). O teor de Al na folha também diferiu entre os locais, e na dose de calcário correspondente à produtividade máxima, em AG o teor foi aproximadamente 53 % menor que a média do obtido em SMS e Prud (Tabela 3). Os distintos teores foliares de Ca e Al para AG indicam a possibilidade de produzir erva-mate com qualidade diferenciada de acordo com as características do solo. Isso pode ser importante para a saúde humana, visando um produto mais rico em Ca (Pereira et al., 2009) e mais pobre em Al (Ferreira et al., 2008). Considerando que, principalmente, pessoas idosas são propensas a descalcificação óssea (Babatunde et al., 2011), a ingestão de alimentos ou bebidas naturalmente ricas em Ca é uma das formas mais eficientes de prevenção desse tipo de problema (Pereira et al., 2009). Por outro lado, há indicativos de que o Al teria uma possível participação no Mal de Alzheimer (Ferreira et al., 2008). Dessa forma, deve-se prezar pela segurança alimentar dos produtos derivados da erva-mate, pois são inúmeros os benefícios para a saúde dos compostos presentes na planta. Tais fatos são relevantes e devem motivar a condução de novos estudos visando avaliar o efeito de técnicas de manejo da fertilidade do solo sobre os teores de Al e de Ca na erva-mate comercial.

Conclusões

A disponibilidade de Ca para a cultura da erva-mate na fase de produção deve ser diferenciada por local. Para a cultura estabelecida em solos naturalmente com baixa disponibilidade de Ca^{2+} , a calagem deve disponibilizar o nutriente na profundidade de 0-5 cm entre 4,0 e 4,5 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$. Para a cultura adaptada naturalmente a solos com alta disponibilidade de Ca^{2+} , a calagem deve disponibilizar o nutriente até 6,0 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$.

O teor foliar de Ca e Al da erva-mate é afetado pela fertilidade do solo. Em solo com alta disponibilidade natural de Ca^{2+} e baixa de Al^{3+} é possível produzir erva-mate comercial com maior teor de Ca e menor de Al, quando comparado a solos com baixa disponibilidade natural de Ca^{2+} e alta de Al^{3+} .

Agradecimentos

Aos proprietários Sr. Domingos Santin e Sr. Francisco Paluch; às Empresas Agropecuária Vier Ltda e a Baldo S.A. de São Mateus do Sul – PR; a Embrapa Florestas de Colombo – PR, ao Departamento de Solos - UFV – MG e ao CNPq.

Referências Bibliográficas

- Babatunde, O.T.; Himburg, S.P.; Newman, F.L.; Campa, A.; Dixon, Z. 2011. Theory-driven intervention improves calcium intake, osteoporosis knowledge, and self-efficacy in community-dwelling older black adults. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 43:434-440.
- Bhering, B.S. 2007. Mapa de solos do Estado do Paraná. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007. (Documentos, ISSN 1517-2627). Pagina web: <<http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/conhecimentos.html>> acesso em 04-09-07.
- 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. 2. ed., Porto Alegre: Gênese, 181-205.
- Carvalho, P.H.R. 2003. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa Informação tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 1039p.
- Comissão de Química e Fertilidade do Solo - CQFSRS/SC. 2004. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre, SBRS - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 400p.
- De Filippo, B.V.; Ribeiro, A.C. 1997. Análise química do solo. Metodologia. Viçosa, UFV. Imprensa Universitária. 26p. (Boletim de Extensão 29).
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. 1998. Levantamento dos solos do Estado de Santa Catarina. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS. CD-ROM (Boletim de Pesquisa, n. 6)
- Ernani, P.R.; Ribeiro, M.S.; Bayer, C. 2001. Modificações químicas em solos ácidos ocasionadas pelo método de aplicação de corretivos da acidez e de gesso agrícola. *Scientia Agricola*, 58:825-831.
- Ferreira, P.C; Piai, K.A.; Takayanagui, A.M.M.; Segura-Muñoz, S.I. 2008. Aluminum as a riskfactor for Alzheimer's disease. *Revista Latino Americana de Enfermagem*, 16:151-157.
- Foloni, J.S.S.; Rosolem, C.A. 2006. Efeito da calagem e sulfato de amônio no algodão. I - Transporte de cátions e ânions no solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30:425-432.
- Gatiboni, L.C.; Saggin, A.; Brunetto, G.; Horn, D.; Flores, J.P.C.; Rheinheimer, D.S.; Kaminski, J. 2003. Alterações nos atributos químicos de solo arenoso pela calagem superficial no sistema plantio direto consolidado. *Ciência Rural*, 33:283-290.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2012. Produção Agrícola Municipal: Culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro, 39:101.
- Kaminski, J.; Santos, D.R.; Gatiboni, L.C.; Brunetto, G.; Silva, L.S. 2005. Eficiência da calagem superficial e incorporada precedendo o sistema plantio direto em um Argissolo sob pastagem natural. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29:573-580.
- Pereira, G.A.P.; Genaro, P.S.; Pinheiro, M.M.; Szejnfeld, V.L.; Martini, L.A. 2009. Cálcio dietético – estratégias para otimizar o consumo. *Revista Brasileira de Reumatologia*, 49:164-180.
- Reissmann, C.B.; Carneiro, C. 2004. Crescimento e composição química de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), transcorrido oito anos de calagem. *Floresta*, 34:381-386.
- Reissmann, C.B.; Prevedello, B.M.S.; De Quadros, R.M.B.; 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. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 40:241-249.
- Reissmann, C.B.; Rocha, H.O; Koehler, C.W.; Caldas, R.L.S.; Hildebrand, E.E. 1983. Bio-elementos em folhas e hastes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) sobre Cambissolo na região de Mandirituba - PR. *Floresta*, 14:49-54.
- Santin, D.; Benedetti, E.L.; Kaseker, J.F; Bastos, M.C.; Reissmann, C.B.; Wendling, I.; Barros, N.F. 2013. Nutrição e crescimento da erva-mate submetida à calagem. *Ciência Florestal*, 23(1):55-66.
- Sousa, D.M.G.; Miranda, L.N.; Oliveira, S.A. 2007. Acidez do solo e sua correção. In: Novais, R.F.; Alvarez, V.V.H.; Barros, N.F.; Fontes, R.L.F.; Cantarutti, R.B.; Neves, J.C.L. eds. Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 205-274.
- Streck, E.V.; Kämpf, N.; Dalmolin, R.S.D.; Klamt, E.; Nascimento, P.C.; Schneider, P. 2002. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: EMATER/RS: UFRGS, 126p.
- Tedesco, J.M.; Gianello, C.; Bissani, C.A.; Bohnem, H.; Volkweiss, S.J. 1995. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de solos, Faculdade de Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 174p. (Boletim Técnico, 5).