

CRESCIMENTO DE UMA ESPÉCIE DE BRAQUIÁRIA, NA PRESENÇA DA CALAGEM EM COBERTURA E DE DOSES DE NITROGÊNIO⁽¹⁾

M. M. CARVALHO^(2,4), C. E. MARTINS^(2,4), C. SIQUEIRA⁽²⁾
& O. F. SARAIVA⁽³⁾

RESUMO

Em pastagens já formadas, a aplicação de calcário deve ser em cobertura, sem incorporação, o que contraria os conhecimentos sobre a maior eficiência da calagem. O objetivo deste trabalho foi verificar a resposta da *Brachiaria decumbens* Stapf. à calagem em cobertura, na presença da adubação nitrogenada. Um experimento de campo foi realizado durante dois anos em um latossolo vermelho-amarelo, álico, relevo ondulado, com os seguintes tratamentos: quatro doses de N, na forma de uréia: 0 (N₁), 100 (N₂), 200 (N₃) e 400kg/ha (N₄) por ano de N e duas doses de calcário dolomítico: 0 e 4 t/ha. Tanto o calcário como os fertilizantes foram aplicados em cobertura após o rebaixamento da gramínea. No segundo ano, a dose N₁ foi modificada para 50 kg/ha por ano. A resposta da *B. decumbens* à calagem foi pequena, mas tendeu a aumentar com o tempo e com as doses de N. Em todos os cortes efetuados, as concentrações de Ca e Mg na forragem aumentaram com a calagem, com maior efeito para o Mg, cujos teores na ausência da calagem eram muito baixos. A fertilização nitrogenada reduziu o pH do solo. Dezenove meses após a calagem, notaram-se modificações em algumas características químicas do solo, mais intensas nas camadas superficiais. O pH e os teores de Ca e Mg trocáveis aumentaram com a calagem, enquanto os de Al trocável decresceram. Para o pH, o efeito foi mais pronunciado até 5cm de profundidade e para Ca e Mg trocáveis, até 10cm. A redução nos teores de Al trocável ocorreu até 15cm de profundidade.

Termos de indexação: *Brachiaria decumbens* Stapf., calagem, nitrogênio, magnésio.

SUMMARY: GROWTH OF SIGNAL GRASS IN THE PRESENCE OF SURFACE APPLIED LIME AND NITROGEN RATES

In well established pastures, limestone should rather be surface applied, though a better efficiency of liming is attained when limestone is incorporated. To study the response of *Brachiaria decumbens* Stapf. to surface applied lime, a field experiment was undertaken over a period of two years, at Coronel Pacheco, State of Minas Gerais, Brazil. The soil was an acid Oxisol, representative of the mountainous area of south-east Brazil. Treatments comprised four rates of N: 0 (N₁), 100 (N₂), 200 (N₃) and 400 (N₄) kg/ha/year of N as urea and two rates of lime (dolomitic limestone): 0 and 4 t/ha. The grass was slashed before the application of both lime and fertilizers. In the second year, the N₁ rate was changed to 50 kg/ha/year. The yield response of *B. decumbens* to liming was small, but increased with time and with N rates. For all harvests, the Ca and mainly the Mg concentrations in the forage increased with lime. Nitrogen fertilization caused a decrease in soil pH, which was more pronounced in the second year. Nineteen months after liming, soil pH, and the

⁽¹⁾ Recebido para publicação em novembro de 1990 e aprovado em fevereiro de 1992.

⁽²⁾ Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL) – EMBRAPA, CEP 36155 Coronel Pacheco (MG).

⁽³⁾ Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo) – EMBRAPA, Caixa Postal 1061, CEP 86001 Londrina (PR).

⁽⁴⁾ Bolsista do CNPq.

levels of exchangeable Ca, Mg and Al were significantly modified. The extent of the changes decreased with the depth. Soil pH, and exchangeable Ca and Mg increased with lime, while levels of exchangeable Al decreased. The most pronounced effect of surface applied lime on soil pH occurred up to 5cm depth, while exchangeable Ca and Mg increased up to 10cm depth. The decrease in exchangeable Al occurred up to 15cm depth. The results suggest that the yield response of *B. decumbens* to liming was due mainly to the increased supply of Mg in the soil, and, in the second year, also to the reduction in acidification associated with the highest rates of N application.

Index terms: *Brachiaria decumbens* Stapf, lime, nitrogen, magnesium.

INTRODUÇÃO

As gramíneas forrageiras tropicais, em geral, têm apresentado pequena ou nenhuma resposta à calagem (Siqueira, 1986). Isso pode ser atribuído à adaptação dessas plantas a solos ácidos, embora alguma tolerância diferencial aos fatores de acidez do solo tenha sido observada entre espécies (Spain & Andrew, 1976; Salinas & Delgadillo, citados por Sanchez & Salinas, 1982). Esses estudos indicam que a *Brachiaria decumbens* é uma das gramíneas tropicais mais tolerantes a níveis altos de Al e baixos de Ca no solo.

Com o uso de determinados fertilizantes nitrogenados em pastagens, há uma tendência de maior acidificação do solo (Vicente-Chandler et al., 1983; Carvalho et al., 1989), que, dependendo da sua intensidade, pode prejudicar o crescimento das forrageiras. Nessas condições, respostas de gramíneas tropicais à calagem têm sido observadas com espécies como *Penisetum purpureum*, *Panicum maximum*, *Digitaria pentzii* (Abruña et al., 1964) e *Cenchrus ciliaris* (Asare, 1975).

A prática da calagem em pastagens já formadas apresenta uma dificuldade relacionada com o modo de aplicação do calcário. É sabido que a maior eficiência da calagem depende, entre outros fatores, de uma boa incorporação do calcário ao solo (Lopes, 1984). Em pastagens já formadas, a aplicação do calcário em cobertura é alternativa mais viável do que a sua incorporação ao solo. Alguns trabalhos de pesquisa, em que se estudou o efeito desse modo de aplicação de calcário sobre a produtividade de pastagens, não mostraram incrementos de produção de forragem a curto e a médio prazo (Werner et al., 1979; Adams, 1986). No entanto, nesses trabalhos, como em outros, em que o objetivo era verificar o efeito da calagem em cobertura sobre o estabelecimento de forrageiras (Koch & Estes, 1986) ou sobre a produção de culturas (Edwards & Beegle, 1988), houve mudanças em algumas propriedades químicas do solo, pelo menos até a profundidade de 5cm.

O objetivo do presente trabalho foi verificar o efeito da calagem, em cobertura, sobre algumas características químicas do solo e sobre a produção da *Brachiaria decumbens* fertilizada com nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite/EMBRAPA, Coronel Pacheco, MG, em um latossolo vermelho-amarelo, álico, relevo ondulado.

O delineamento usado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, num experimento em parcelas subdivididas. Os tratamentos consistiram em quatro doses de N, sendo as parcelas subdivididas em duas doses de calcário: 0 e 4t/ha de calcário dolomítico, corrigido para PRNT = 100%. As doses de N foram: 0 (N₁), 100 (N₂), 200 (N₃) e 400kg/ha (N₄) por ano de N, na forma de uréia. No segundo ano do ensaio, a dose N₁ foi modificada para 50 kg/ha por ano de N.

Para a implantação do experimento, utilizou-se uma área de *Brachiaria decumbens* Stapf., estabelecida havia quatro anos. A análise química de amostras de solo coletadas por parcela, à profundidade de 0-15cm, apresentou o seguinte resultado médio: pH em água, 4,6; Al trocável, 1,6 meq/100g; Ca trocável, 0,4 meq/100g; Mg-trocável, 0,1 meq/100g; K disponível, 42ppm; P solúvel, 4ppm, e matéria orgânica, 3,0%. Essas análises foram realizadas segundo os métodos descritos pela EMBRAPA (1979).

As parcelas mediam 6 x 2m, ficando cada subparcela com a área útil de 2m², após a eliminação da bordadura de 0,5m. Em 30-10-84, fez-se um corte de uniformização na *B. decumbens* e, quinze dias após, o calcário e os fertilizantes foram aplicados em cobertura, com um terço das doses de N. Todas as parcelas receberam 200kg/ha de P₂O₅, na forma de superfosfato simples. O potássio foi fornecido em doses variáveis, na forma de KCl (Carvalho et al., 1991). Efetuaram-se as três aplicações de N, no primeiro e no segundo ano, a intervalos de dois meses após a primeira aplicação.

A produção de forragem foi avaliada através de cortes efetuados a 15cm do solo, com roçadeira costal motorizada. Fizeram-se três cortes por ano, também a intervalos de dois meses a partir do primeiro corte, efetuado no final de dezembro ou início de janeiro. Por ocasião dos cortes, coletaram-se amostras de forragem em cada subparcela, para a determinação dos teores de matéria seca, Ca e Mg, após secagem a 65°C por 72 horas. As concentrações de Ca e Mg na parte aérea foram determinadas por espectrofotometria de absorção atômica, após digestão nitroperclórica.

Dezenove meses depois da aplicação do calcário, fez-se uma amostragem de solo, coletando-se dez subamostras por área útil das subparcelas em quatro profundidades: 0-2,5; 2,5-5; 5-10 e 10-15cm. Para essa amostragem, consideraram-se apenas duas repetições, duas doses de N (50 e 200kg/ha por ano de N) e as duas doses de calcário. Além dessa, em setembro de 1985 e junho de 1986, fizeram-se amostragens à profundidade de 0-15cm, em todos os tratamentos e em três repetições, coletando-se cinco subamostras

por área útil das subparcelas. A análise química dessas amostras foi feita de acordo com os métodos da EMBRAPA (1979).

Na análise estatística dos dados, utilizou-se o pacote estatístico SAEG. Para a comparação entre médias, nas fontes de variação onde houve diferença significativa pelo teste F ($P < 0,05$), adotou-se o teste de Tukey ao nível de 5%. Para a escolha dos modelos de regressão, o critério utilizado foi a significância de até 5% de seus coeficientes pelo teste t.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito da calagem sobre o crescimento da *B. decumbens*

No primeiro ano, a calagem aumentou significativamente ($P < 0,01$) a produção de matéria seca (M.S.) da *B. decumbens*, sendo o aumento semelhante em todos as doses de N e da ordem de 18% (Figura 1). No segundo ano houve interação significativa ($P < 0,05$) entre a calagem e as doses de N, com maior efeito da calagem, à medida que se aumentaram as doses de N (Figura 1). O aumento em produção de M.S., devido à calagem, variou de 8% na dose N₁ para 23% na máxima. Portanto, nos dois anos agrícolas, os incrementos em produção de M.S., com a calagem, foram pequenos.

Em experimentos onde o calcário foi incorporado ao solo antes do plantio de *B. decumbens*, a literatura registra desde ausência de resposta a doses de até 4,5t/ha de calcário (Sanzonowicz & Goedert, 1986) até aumento médio de 103% na produção de M.S. com 5t/ha de calcário (Salinas & Gualdrón, 1988). No presente estudo, a resposta da *B. decumbens* à calagem pode estar associada a duas condições de solo: acidez elevada e baixos níveis de Ca e Mg do solo e o efeito acidificante do fertilizante nitrogenado. Os resultados analíticos de amostras de solo coletadas à

profundidade de 0-15cm, aos dez e aos dezoito meses após a calagem, mostraram que, em média, a calagem elevou o pH do solo de 4,5 para 5,0 nas duas épocas, o teor médio de Ca trocável de 0,6 para 2,1meq/100g aos dez meses, e de 0,4 para 2,4meq/100g aos dezoito meses. O teor médio de Mg trocável foi também elevado de 0,2 para 0,5meq/100g aos dez meses após a calagem, e de 0,2 para 0,6meq/100g aos dezoito meses. Além disso, a calagem reduziu os teores médios de Al trocável de 1,3 para 0,5meq/100g aos dez meses e de 1,6 para 0,4meq/100g aos dezoito meses após sua aplicação.

O efeito acidificante do fertilizante nitrogenado pode ser avaliado pela variação do pH do solo na ausência da calagem, o qual foi reduzido de 4,6 (dose N₁) para 4,4 (dose N₄) na primeira amostragem, e de 4,7 (dose N₁) para 4,1 (dose N₄) na segunda amostragem de solo (Quadro 1). Portanto, o efeito da calagem melhorando essas características químicas do solo, e na presença de N, parece ter contribuído para aumentar a produção da *B. decumbens*, apesar de sua tolerância à acidez do solo. Observou-se ainda que o maior benefício da calagem ocorreu no 2º ano, para a dose máxima de N (Figura 1), na qual o efeito acidificante do fertilizante nitrogenado havia sido mais pronunciado (Quadro 1).

O maior suprimento de Ca e Mg no solo contribuiu para aumentar significativamente os teores desses nutrientes na parte aérea da *B. decumbens* (Quadro 2). Contudo, os teores médios de Ca, nos tratamentos sem calcário, foram, em todos os casos, superiores ao nível crítico de Ca para *B. decumbens*, na época chuvosa, que é igual a 0,37%, segundo Salinas & Gualdrón (1988). Quanto aos teores de Mg na forragem, os valores observados na ausência da calagem foram muito baixos, variando de 0,16 a 0,06% entre os cortes (Quadro 2). Minson & Norton (1982), em um trabalho de revisão, verificaram que o teor médio de Mg, em gramíneas tropicais, foi de 0,36%, e, em gramíneas de clima temperado, 0,18%. Portanto,

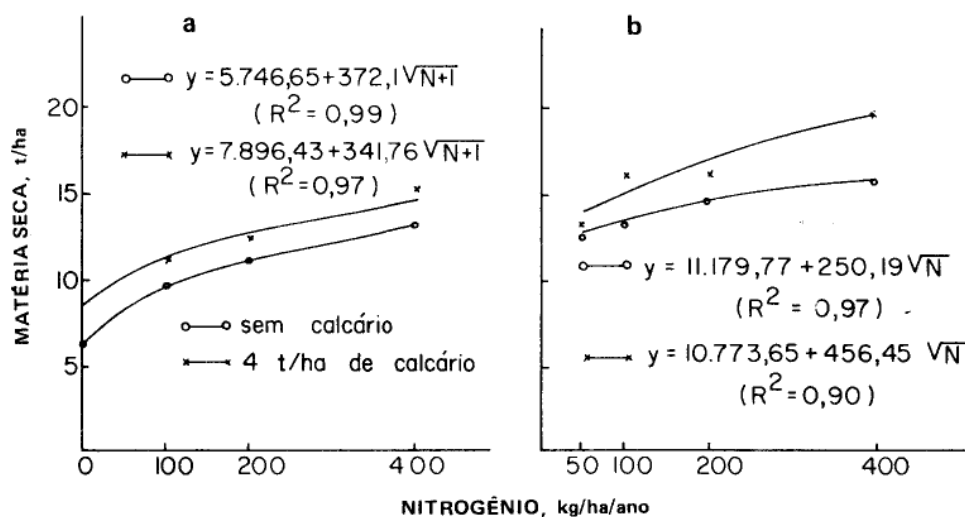


Figura 1. Efeito da calagem e de doses de N sobre a produção de matéria seca da *Brachiaria decumbens* no ano 1 (a) e no ano 2 (b)

Quadro 1. Efeitos de doses de nitrogênio e de calcário, aplicadas na superfície sobre o pH do solo, em duas épocas de amostragem

Doses de N kg/ha/ano	Calcário (t/ha)	
	0	4
	10 meses após	
0	4,6 Ab ⁽¹⁾	5,0 Aa
100	4,6 Ab	5,0 Aa
200	4,5 ABb	4,9 Aa
400	4,4Bb	4,9 Aa
	19 meses após	
50	4,7Ab	5,1 Aa
100	4,6 ABb	5,1 Aa
200	4,5Bb	4,9 Ba
400	4,1Cb	4,7 Ca

⁽¹⁾ Médias com letras diferentes, maiúsculas nas colunas, por época de amostragem, e minúsculas nas linhas, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Quadro 2. Efeito da calagem em superfície sobre os teores de Ca e Mg na parte aérea da *B. decumbens*, em dois anos agrícolas

Calcário t/ha	Corte 1		Corte 2		Corte 3	
	Ca	Mg	Ca	Mg	Ca	Mg
	1º ano					
0	0,47a ⁽¹⁾	0,16b	0,47b	0,15b	0,44b	0,12b
4	0,50a	0,35a	0,53a	0,43a	0,50a	0,45a
	2º ano					
0	0,40b	0,10b	0,40b	0,06b	0,40b	0,07b
4	0,46a	0,33a	0,54a	0,36a	0,59a	0,34a

⁽¹⁾ Médias com letras diferentes nas colunas, por ano, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

embora não se disponha de informações sobre nível crítico de Mg para *B. decumbens*, ou para outras gramíneas tropicais, fica evidente que, na ausência da calagem, esses níveis estavam muito baixos e que a aplicação de 4t/ha de calcário dolomítico, mesmo na superfície, foi eficiente para aumentar os seus teores de Mg para valores comparáveis com aqueles relatados na literatura. Esses dados sugerem ainda que a resposta da *B. decumbens* à calagem esteve associada principalmente ao aumento no suprimento de Mg no solo.

Características químicas do solo

Dezenove meses após a aplicação do calcário, verificou-se um efeito significativo sobre algumas características químicas do solo (Figura 2). Houve um efeito mais pronunciado nas camadas superficiais; no

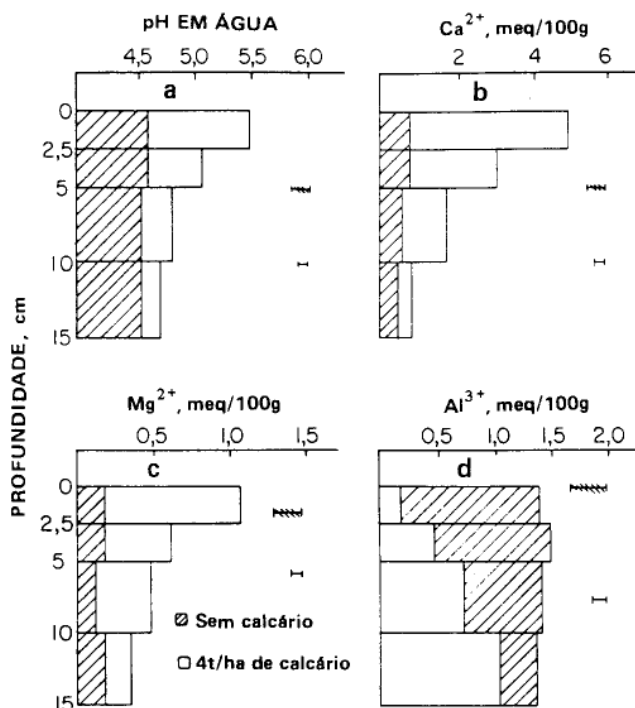


Figura 2. Efeito da calagem em superfície sobre o pH do solo (a), Ca (b), Mg (c) e Al (d) trocáveis, na camada de 0-15cm de profundidade.

||| DMS_{5%}: compara médias dentro de doses de calcário.

|—| DMS_{5%}: compara doses de calcário em cada profundidade.

entanto, na maioria dos casos, mesmo na camada de 10-15cm, o calcário modificou significativamente essas características químicas, embora, em termos de valores absolutos, as diferenças tenham sido em geral pequenas (Figura 2).

Na ausência da calagem, o pH do solo e os teores de Al, Ca e Mg trocáveis permaneceram constantes até a profundidade de 15cm. O pH, de 4,6, elevou-se, com a calagem, para 5,5, na camada de 0-2,5cm, e para 5,1, na camada de 2,5-5cm. O Al trocável, que nos tratamentos sem calcário era em média 1,4 meq/100g, com a calagem caiu para 0,2 a 1,1 meq/100g com o aumento da profundidade (Figura 2). Os aumentos nos teores de Ca e Mg trocáveis, com a calagem, foram bem mais pronunciados na camada superficial (0-2,5cm), mas até a profundidade de 10-15cm tiveram aumentos significativos, embora menores. No caso do Ca, os teores em geral foram um pouco maiores do que o nível inicial (0,4 meq/100g), devido à adubação básica com superfosfato simples e a diferença na profundidade de amostragem. Nota-se inclusive uma tendência, não significativa ($P > 0,05$) de os teores de Ca trocável, nos tratamentos sem calcário, serem maiores nas camadas superficiais do solo (Figura 2).

Werner et al. (1979) verificaram, dois anos após a aplicação de doses de calcário em cobertura, em uma pastagem de capim-colômbio, aumento no pH do solo, de 4,6 para 5,1 e redução nos teores de Al trocável, de

1,0 para 0,4 meq/100g, respectivamente, nas doses de 0 e 3,4t/ha de calcário, em amostragem feita em uma única profundidade. Em outro trabalho (Adams, 1986), no qual o calcário foi aplicado na superfície, em uma pastagem de clima temperado, o pH do solo aumentou consideravelmente na camada de 0-5cm, mas, abaixo de 10cm de profundidade, a calagem teve pouco efeito sobre o pH.

A movimentação dos cátions Ca e Mg, adicionados com a calagem, no perfil do solo, é um fenômeno conhecido, mas sua intensidade é de difícil previsão, pois é controlada por vários fatores, entre eles: quantidade de água que se move através do perfil, textura do solo, dose e granulometria do calcário, nível inicial de Ca e Mg no solo, quantidade e natureza dos fertilizantes utilizados (Pearson et al., 1962; Gargantini, 1972; Gonzalez-Erico et al., 1979; Ritchey et al., 1980; Quaggio et al., 1981; Espinoza & Reis, 1982). Koch & Estes (1986) aplicaram três doses de calcário com e sem incorporação, para o estabelecimento de forrageiras, e verificaram que, após seis anos, o pH do solo havia aumentado somente até a profundidade de 10cm, quando não houve incorporação. Nesse estudo, a dose de 9t/ha de calcário não acelerou a elevação do pH do solo em profundidade, em comparação à dose de 4,5t/ha, ambas aplicadas na superfície.

No presente estudo, apesar de o aumento do pH ter ocorrido somente até a profundidade de 5cm, outros componentes da acidez foram corrigidos até pelo menos 10cm de profundidade. Essas modificações nas características químicas do solo e as respostas observadas em produção de forragem (Figura 1) sugerem que, em solos ácidos, a aplicação de calcário na superfície pode ser uma prática eficiente para reduzir o processo de acidificação em pastagens adubadas com nitrogênio, ou para a recuperação de pastagens em início de degradação.

CONCLUSÕES

1. A resposta da *B. decumbens* à calagem aplicada em cobertura foi pequena; no entanto, tendeu a aumentar com o tempo e com as doses de fertilizante nitrogenado.

2. A calagem contribuiu para elevar o pH do solo e os teores de Ca e Mg trocáveis, diminuindo esses efeitos com a profundidade do solo. O pH teve aumento mais acentuado até a 5cm e os teores de Ca e Mg trocáveis, até 10cm. A redução dos teores de Al trocável ocorreu até 15cm de profundidade.

3. A resposta da *B. decumbens* à calagem aplicada em superfície foi atribuída ao aumento nos teores de Mg no solo, principalmente, e à redução na acidificação verificada com as doses mais elevadas de N no segundo ano.

LITERATURA CITADA

ABRUÑA, F.; VICENTE-CHANDLER, J. & PEARSON, R. Effect of lime on yields and composition of heavily fertilized grasses and on soil properties under humid tropical conditions. Proc. Soil Sci. Soc. Am., Madison, 28:657-661, 1964.

ADAMS, S.N. The interactions between liming and forms of nitrogen fertilizers on established grassland. J. Agric. Sci., Cambridge, 106:509-513, 1986.

ASARE, E.O. Effect of different rates of nitrogen fertilizers with and without lime on dry matter yield of buffel grass (*Cenchrus ciliaris* Linn. var. Biloela). Ghana J. Agric. Sci., Accra, 8:231-235, 1975.

CARVALHO, M.M.; MARTINS, C.E.; VERNEQUE, R. da S. & SIQUEIRA, C. Resposta de uma espécie de braquiária à fertilização com nitrogênio e potássio em um solo ácido. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 15:195-200, 1991.

CARVALHO, M.M.; SARAIVA, O.F. & FREITAS, V.P. Adubação nitrogenada em pastagem de capim-gordura: efeitos sobre a composição botânica, qualidade da forragem e acidificação do solo. Rev. Soc. Bras. Zoot., Viçosa, 18:447-455, 1989.

EDWARDS, D.E. & BEEGLE, D.B. No-till liming effects on soil-pH, corn grain yield and earleaf nutrient content. Commun. Soil Sci. Plant Anal., New York, 19:543-562, 1988.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro-RJ. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979. n.p.

ESPINOZA, W. & REIS, A.E.G. Lixiviação de Ca, K e Mg em um Latossolo Vermelho-Escuro (LE) de cerrados. I. Magnitude e variabilidade do fenômeno na época chuvosa. Pesq. agropec. bras., Brasília, 17:299-317, 1982.

GARGANTINI, H. Efeito da calagem no pH e nos teores de cálcio mais magnésio e alumínio em perfis de solos de cerrado. Piracicaba, ESALQ, 1972. 78p. (Tese de Doutorado)

GONZALEZ-ERICO, E.; KAMPRATH, E.J.; NADERMAN, G.C. & SOARES, W.V. Effect of depth of lime incorporation on the growth of corn on an oxisol of Central Brazil. Soil Sci. Soc. Am. J., Madison, 43:1155-1158, 1979.

KOCH, D.W. & ESTES, G.O. Liming rates and method in relation to forage establishment - crop and soil chemical responses. Agron. J., Madison, 78:567-571, 1986.

LOPES, A.S. Solos sob "cerrado": características, propriedades e manejo. 2.ed., Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa de Potássio e do Fósforo, 1984. 162p.

MINSON, D.J. & NORTON, B.W. The possible causes of the absence of hypomagnesaemia in cattle grazing tropical pasture - a review. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod., Canberra, 14:357-360, 1982.

PEARSON, R.W.; ABRUÑA, F. & VICENTE-CHANDLER, J. Effects of lime and nitrogen applications on the downward movement of Ca and Mg in two humid tropical soils of Puerto Rico. Soil Sci., Baltimore, 93:77-82, 1962.

QUAGGIO, J.A.; MASCARENHAS, H.A.A. & BATAGLIA, O.C. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à aplicação de calcário em solo latossolo roxo distrófico de cerrado. II. Efeito residual. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 18, Salvador, 1981. Programa e Resumos. Salvador, SBCS, 1981. p.46.

RITCHEY, K.D.; SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. & CORREA, O. Calcium leaching to increase rooting depth in a Brazilian Savannah Oxisol. Agron. J., Madison, 72:40-44, 1980.

SALINAS, J.G. & GUALDRÓN, R. Adaptación y requerimientos de fertilización de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweikt en la Altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADOS: SAVANAS, ALIMENTO E ENERGIA, 6., Brasília, DF, 1982. Anais. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1988. p. 457-471.

- SANCHEZ, P.A. & SALINAS, J.G. Low-input technology for managing oxisols and ultisols in tropical America. *Adv. Agron.*, Madison, 34:279-406, 1982.
- SANZONOWICZ, C. & GOEDERT, W.J. Uso de fosfatos naturais em pastagens. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1986. 33p. (Circular Técnica, 21)
- SIQUEIRA, C. Calagem para plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1., Nova Odessa, 1985. *Anais*. Piracicaba, POTAFOS, 1986. p.77-91.
- SPAIN, J.M. & ANDREW, C.S. Mineral characterization of species. Six tropical grasses x four aluminium treatments in water culture. In: CSIRO-Division of Tropical Crops & Pastures, St. Lucia. Annual Report: 1975-76, 1976. p.50.
- VICENTE-CHANDLER, J.; CARO-COSTAS, R.; ABRUNA, R. & SILVA, S. Producción y utilización de las forrajeras en Puerto Rico. Rio Piedras, Univ. de Puerto Rico, 1983 (Boletín, 271)
- WERNER, J.C.; MONTEIRO, F.A. & CARRIEL, J.M. Efeitos da calagem em capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) estabelecido. *B. Indústria anim.*, Nova Odessa, 36:247-253, 1979.