

Efeito da calagem sobre o crescimento da *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze

D. F. Xavier, M. M. Carvalho e M. A. Botrel*

Introdução

Nos trópicos, o baixo suprimento de nutrientes, especialmente fósforo, nitrogênio e cálcio, é a maior limitação para adaptação e produção de espécies forrageiras em solos ácidos (Rao et al., 1995). Grande parte dos solos do Brasil são ácidos e de baixa fertilidade natural o que afeta, o estabelecimento e desenvolvimento da planta. A aplicação de calcário nestes solos, além de elevar o pH, influencia positivamente a absorção de nutrientes pelas plantas.

Andrew e Norris (1961) trabalhando com leguminosas, cinco das quais eram tropicais e quatro temperadas, observaram que as primeiras foram mais tolerantes à acidez do solo. Entretanto, Munns e Fox (1977) mostraram que não há distinção entre leguminosas tropicais e temperadas quanto a resposta à calagem, mas sim entre as espécies de leguminosas. Para obtenção de 90% do máximo de produção de matéria seca (MS), foram necessárias 6 t/ha de calcário para *Neonotonia wightii* e 0.1 t/ha para *Stylosanthes guianensis*.

Na Zona da Mata de Minas Gerais, a leguminosa arbustiva, *Cratylia argentea*, tem mostrado boa produção de forragem durante todo o ano (Xavier et al., 1990) e é citada como uma espécie adaptada a solo ácido (Lascano e Carulla, 1992). No entanto, Xavier et al. (1997) verificaram respostas positivas à aplicação de fósforo e calcário nesta leguminosa. Estes autores mostraram que a produção de MS da parte aérea da *C. argentea* foi incrementada significativamente pela aplicação de doses de calcário (0.5, 2 e 4 t/ha de $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$).

O objetivo do presente trabalho foi verificar o efeito de doses crescentes de calcário sobre o rendimento de matéria seca da *Cratylia argentea*, as concentrações críticas internas de Ca e Mg na planta e os níveis críticos de parâmetros do solo.

Materiais e métodos

Em condições de casa de vegetação, na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)-Gado de Leite, localizada em Coronel Pacheco, Minas Gerais (Brasil) foi conduzido um experimento em Latossolo Vermelho Amarelo com as seguintes características químicas: pH em água (1:2.5) = 4.60; $\text{Al}^{3+} = 1.22 \text{ cmol}_c/\text{kg}$; $\text{Ca}^{2+} = 0.15 \text{ cmol}_c/\text{kg}$; $\text{Mg}^{2+} = 0.21 \text{ cmol}_c/\text{kg}$; K = 32.2 mg/kg; P (Mehlich) = 1.80 mg/kg; e M.O. = 3.15%.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições e seis doses de calcário: 0, 0.5, 1, 2, 4 e 6 t/ha, usando-se uma mistura de $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$, sendo a relação Ca:Mg = 4:1 em equivalentes, correspondendo ao valor de neutralização (VN) de 1 t/ha de CaCO_3 (Siqueira et al., 1980).

O solo foi coletado à profundidade de 0 a 15 cm e passado através de peneira com malha de 4 mm de diâmetro. Cada vaso contendo 3 kg de solo recebeu uma adubação correspondente a 100 kg/ha de P_2O_5 na forma de NaH_2PO_4 e 100 kg/ha de K_2O como K_2SO_4 . Foi também aplicada uma solução nutritiva contendo em cada kg de solo: 150 mg de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 15.8 mg de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 8.91 mg de $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 1 mg de H_3BO_3 , 0.5 mg de $\text{NaMoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 20 mg de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ e 10 mg de N na forma de NH_4NO_3 . Os carbonatos de Ca e Mg foram aplicados 90 dias antes do plantio e os demais nutrientes por ocasião do plantio.

Em cada vaso foram plantadas cinco sementes de *C. argentea* CNPGL-119, pré-germinadas em placa de Petri com 1.5% de ágar, deixando-se, após o desbaste, três plantas por vaso. Não foi realizada a inoculação das sementes. A colheita das plantas foi feita com

* Pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)-Gado de Leite, Rua Eugênio do Nascimento, 610, Bairro Dom Bosco, 36038330, Juiz de Fora, MG, Brasil.

72 dias, quando foram avaliados o peso da parte aérea e das raízes após secagem a 65 °C, e as concentrações de N (Bremner, 1965) e de Ca e Mg da parte aérea, através da digestão nitroperclórica e determinado por espectrofotometria de absorção atômica.

Ao final do experimento, o solo foi removido dos vasos, separados das raízes e homogeneizado. Após, foram coletadas amostras de solo para determinações de pH, Ca, Mg, K e Al trocáveis, segundo métodos descritos por EMBRAPA (1979).

Para a determinação das concentrações críticas internas de Ca e Mg na planta e os níveis críticos de parâmetros do solo: pH, Ca e Mg trocáveis, saturação de A1 (CTC efetiva) e saturação de bases a pH 7, foi adotado o método descrito por Fonseca (1987). A partir da equação de regressão do peso da MS da parte aérea da planta em função das doses de calcário, estimou-se a dose de calcário associada a 90% de crescimento máximo. Substituindo-se esse valor nas equações de regressão das concentrações de Ca e Mg na parte aérea ou dos parâmetros do solo em função das doses de calcário aplicadas, foram obtidos os níveis críticos internos e externos, respectivamente.

Resultados e discussão

Resposta da *Cratylia argentea* à calagem

Cratylia argentea respondeu positivamente à aplicação de calcário. Em condições de solos ácidos, respostas de leguminosas forrageiras tropicais à calagem tem sido reportadas por vários autores (Carvalho et al., 1988; Freitas e Pratt, 1969; Paulino et al., 1994). O crescimento da parte aérea da planta da *C. argentea* aumentou significativamente ($P < 0.05$) até a dose de 4 t/ha de calcário. Após esta, houve uma diminuição (Figura 1). Os dados se adequaram a uma curva do tipo quadrática, representada pela equação:

$$Y = 4.5 + 1.18X - 0.17X^2, \quad R^2 = 0.93$$

onde:

Y é a estimativa da produção de MS em g/vaso e X a dose de calcário expressa em t/ha (Figura 1).

A quantidade de calcário associada com 90% do crescimento máximo da *C. argentea* foi 1.5 t/ha. Xavier et al. (1997) também observaram resposta da *C. argentea* à calagem, quando testaram as doses 0.5, 2 e 4 t/ha de $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ (Ca:Mg = 4: 1). Os mesmos autores relataram ainda que a calagem contribuiu para aumentar a eficiência do fósforo

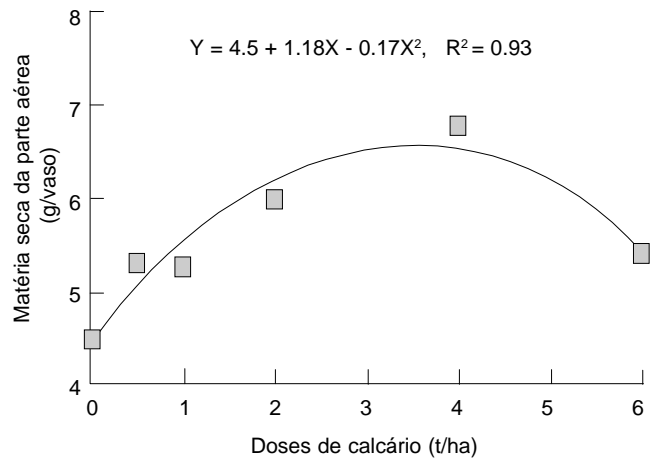


Figura 1. Efeito de doses de calcário sobre a produção de matéria seca da parte aérea da *Cratylia argentea*.

aplicado. Anteriormente, Carvalho et al. (1988) e Costa et al. (1989) constataram os mesmos efeitos em outras leguminosas forrageiras. Estes últimos autores reportaram que *Cajanus cajan* respondeu até a dose mais alta de calcário testada (3 t/ha) e observaram que esta dose não foi suficiente para eliminar o Al tóxico.

Não foi registrada nodulação nas plantas. É provável que nas plantas noduladas fixando nitrogênio atmosférico, as exigências em calcário seriam maiores (Munns et al., 1977). No entanto, em condições de campo, em Latossolo semelhante ao do presente experimento, observou-se nodulação na *C. argentea* com aplicação de 2 t/ha de calcário dolomítico (Xavier e Carvalho, 1996). Em condições de campo, provavelmente o fator tempo tenha contribuído na formação e funcionamento dos nódulos nas plantas, já que no início é esperado uma alta taxa de mineralização do nitrogênio no solo dificultando este processo.

A concentração de nitrogênio na parte aérea da *C. argentea* não foi afetada pelas doses de calcário estudadas. Os valores encontrados (em percentagem) foram: 2.4, 2.2, 2.3, 1.9, 2.8 e 3.3 para as doses de 0, 0.5, 1, 2, 4 e 6 t/ha de calcário, respectivamente. Já Xavier et al. (1997) verificaram um aumento no nitrogênio percentual médio na *C. argentea*, na dose mais alta de calcário (4 t/ha). O pH parece influenciar a disponibilidade de N (Nyborg e Hoyt, 1978). No presente trabalho, apesar de não ter havido efeito significativo da calagem sobre a concentração de N, os valores obtidos nas doses 4 e 6 t/ha de calcário testadas foram mais altos que os demais, e os valores correspondentes ao pH do solo nestas doses foram respectivamente, 5.65 e 6.15 (Tabela 1). Silva et al. (1994) verificaram que a mineralização de N é maior quando o pH do solo alcança valores iguais ou

Tabela 1. Características químicas do solo sob efeito de doses de calcário antes o cultivo (média de três repetições).

Calcário (kg/ha)	pH em água	Cátions trocáveis (cmol _e /kg)				Saturação (%)	
		Ca	Mg	K	Al	Al	Bases a pH 7
0	4.38	0.07	0.09	0.11	1.03	79.2	3.5
500	4.71	0.49	0.16	0.08	0.80	52.3	11.0
1000	4.57	0.81	0.19	0.09	0.56	33.9	15.5
2000	4.89	1.66	0.31	0.07	0.23	10.1	31.4
4000	5.65	3.08	0.48	0.06	0.04	1.1	58.2
6000	6.15	4.89	0.71	0.07	0.02	0.3	75.2
Anova	**	**	**	**	*	**	**

* P < 0.05.
** P < 0.01.

superiores a 6. Houve uma tendência de aumentar a concentração de N na dose mais alta o que pode ser atribuído a um efeito de diluição.

As concentrações de Ca e Mg na parte aérea da *C. argentea* cresceram significativamente em função da calagem (Figuras 2 e 3). Como era de se esperar, as disponibilidades de Ca e Mg no solo também aumentaram com as aplicações de calcário, assim como diminuiu o Al trocável (Tabela 1). Observou-se ainda, um decréscimo na saturação por alumínio e aumento na saturação de bases a pH 7, quando se aumentava as doses de calcário aplicados (Tabela 1).

Níveis críticos internos e externos

As concentrações críticas internas de Ca e Mg da *C. argentea* e os níveis críticos de parâmetros de solo foram determinados usando-se a equação de regressão de cada um desses parâmetro em função das doses de calcário aplicadas. A partir dessas equações,

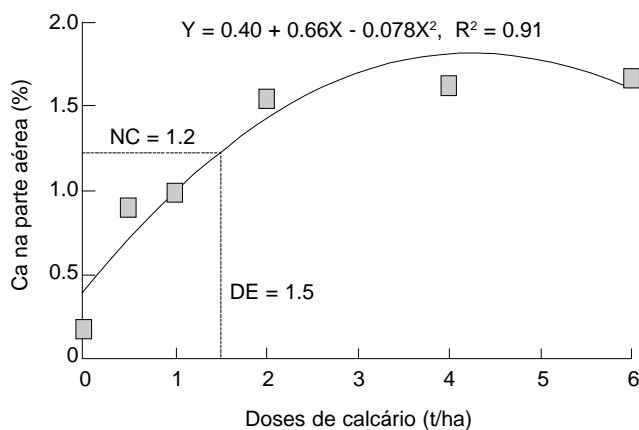


Figura 2. Concentração de Ca na parte aérea da *Cratylia argentea* em função de doses de calcário.

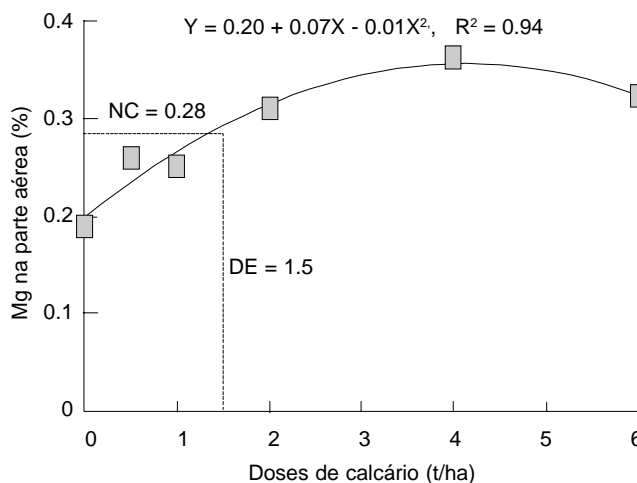


Figura 3. Concentração de Mg na parte aérea da *Cratylia argentea* em função de doses de calcário.

usando-se a dose de calcário associada com 90% do crescimento máximo da planta, calculou-se os respectivos níveis críticos.

As concentrações internas de Ca e de Mg da planta estimadas e associadas a 90% de crescimento máximo da *C. argentea* foram 1.2% e 0.28%, respectivamente (Figuras 2 e 3). Para estes nutrientes na planta, os modelos mais ajustados foram o quadráticos:

$$Y = 0.40 + 0.66X - 0.078X^2, (R^2 = 0.91) \text{ para Ca}$$

$$Y = 0.20 + 0.07X - 0.01X^2, (R^2 = 0.94) \text{ para Mg}$$

Para outras leguminosas forrageiras tropicais, cultivadas neste mesmo solo, Carvalho et al. (1988) relataram concentrações de Ca entre 0.95% e 138% e de Mg entre 0.19% e 0.35%, quando se aplicou 1 t/ha. Através de um revisão de literatura, Salinas et al. (1990) citam para *Centrosema pubescens* valores para níveis críticos inferiores de Ca entre 0.6% e 1.3%, e entre 0.24% e 0.46% de Mg.

Quanto aos parâmetros de solo, os valores de pH em função das doses de calcário se ajustaram ao modelo linear, representado pela equação

$$Y = 4.39 + 0.29X, R^2 = 0.97$$

O valor do pH correspondente a 90% do rendimento máximo da planta foi de 4.8. O modelo mais adequado para os níveis de Ca e Mg trocáveis no solo também foi linear. As equações estimadas foram:

$$Y = 0.038 + 0.80X \quad (R^2 = 0.99) \text{ com o nível crítico de } 1.24 \text{ cmol}_c/\text{kg} \text{ para Ca, e}$$

$$Y = 0.09 + 0.10X \quad (R^2 = 0.99) \text{ com o nível crítico de } 0.24 \text{ cmol}_c/\text{kg} \text{ para Mg}$$

A saturação por alumínio crítica no solo foi de 25.9%, quando associada a 90% da produção máxima da *C. argentea*. As percentagens de saturação por alumínio no solo em função das doses aplicadas de calcário se ajustaram ao modelo quadrático, representado pela equação:

$$Y = 72.19 - 37.3X + 4.31X^2, R^2 = 0.96$$

Já para a saturação por bases a pH 7 os dados se ajustaram melhor a uma equação do tipo linear:

$$Y = 4.88 + 12.26X, R^2 = 0.99$$

O valor da saturação de bases a pH 7, correspondente a 90% do crescimento máximo da *C. argentea* foi de 23.3% (Figura 4). Conforme Werner et al. (1996) para as leguminosas do grupo 2, que inclui às mais adaptadas a acidez do solo (*Stylosanthes*, *Centrosema*, *Cajanus*), é recomendado elevar a saturação por bases para 50% por ocasião do

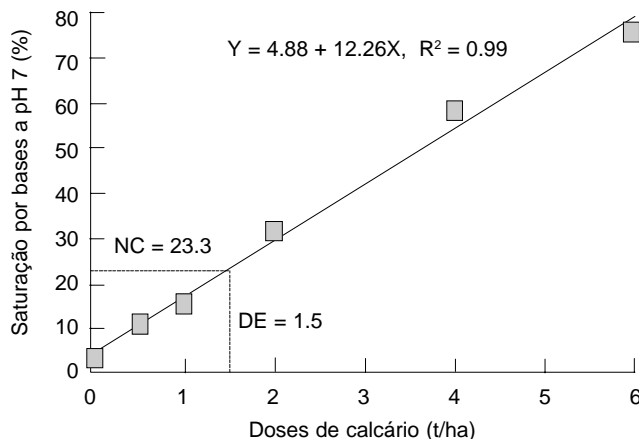


Figura 4. Saturação por bases a pH 7 no solo em função de doses de calcário, após o cultivo de *Cratylia argentea*.

estabelecimento, citando aplicações de até 6 t/ha. Baseando-se nestes dados, pode-se concluir que a *C. argentea* é uma espécie tolerante à acidez.

Conclusões

- *Cratylia argentea* respondeu positivamente à aplicação de calcário, sua crescimento aumentou significativamente até a dose de 4 t/ha de calcário e a quantidade associada a 90% do crescimento máximo foi de 1.5 t/ha de calcário.
- A percentagem de saturação de bases a pH 7 no solo, associada a 90% do rendimento máximo foi de 23.3%, indicando que esta leguminosa apresenta tolerância à acidez.

Agradecimento

Os autores agradecem a Willian José Ferreira, bolsista de iniciação científica do CNPq, pela colaboração na execução dos gráficos.

Resumen

En un Latosol Rojo-Amarillo de la Estación Experimental del Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, en Coronel Pacheco, Minas Gerais (Brasil) fue evaluada la respuesta de *Cratylia argentea* a la aplicación de cal. El ensayo se realizó bajo condiciones de invernadero, con un diseño experimental de bloques completos al azar con seis dosis de cal: 0, 0.5, 1, 2, 4 y 6 t/ha de $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ (Ca:Mg = 4:1). *Cratylia argentea* presentó respuesta positiva a la aplicación de cal. El crecimiento de la parte aérea de la planta aumentó significativamente ($P < 0.05$) hasta la dosis de 4 t/ha. La dosis de cal asociada con 90% del crecimiento máximo fue de 1.5 t/ha. Las concentraciones críticas internas de Ca y Mg de la planta y el nivel crítico de saturación de bases a pH 7, fueron de 1.2%, 0.28% y 23.3%, respectivamente. Estos valores están asociados con 90% del crecimiento máximo de la planta.

Summary

The response of the shrub legume *Cratylia argentea* to lime application was examined in a red-yellow Latosol (Oxisol) under glasshouse conditions, at the Dairy Cattle Research Center, located in Coronel Pacheco (Minas Gerais, Brazil). A randomized block experiment design was used with three replications and six application rates of $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ (Ca:Mg = 4:1): 0, 1, 2, 4, and 6 t/ha. There was a positive response to lime, growth of the plant aerial part increasing significantly up to 4 t/ha lime. The estimated lime rate to achieve 90% maximum growth of *C. argentea* was 1.5 t/ha. The critical internal

concentrations of Ca and Mg and the soil base critical saturation at pH 7, associated with 90% maximum growth, were 1.20%, 0.28%, and 23.3%, respectively.

Referências

- Andrew, C. S. e Norris, D. O. 1961. Comparative responses to calcium of five tropical and four temperate pasture legumes species. *Aust. J. Agric. Res.* 12(1):40-55.
- Bremner, J. M. 1965. Total nitrogen. En: Black, C. A.; Evans; D. D.; White, J. L.; Ensminger, L. E.; e Clark, F. E. (eds.). *Methods of soil analysis: Chemical and microbiological properties.* Madison, Am. Soc. Agron. v. 2, p. 1148- 1178.
- Carvalho, M. M.; Saraiva, O. F.; Oliveira, F. T.; e Martins, C. E. 1988. Respostas de leguminosas forrageiras à calagem e ao fósforo, em casa de vegetação. *Rev. Bras. Cien. Solo* 12(2):153-159.
- Costa, N. L.; Paulino, V. T.; e Schammas, E. A. 1989. Produção de forragem, composição mineral e nodulação do gandu afetadas pela calagem e adubação fosfatada. *Rev. Bras. de Cien. Solo* 13(1):51-58.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 1979. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro. n.p.
- Fonseca, D. M. 1987. Níveis críticos de fósforo em amostras de solos para o estabelecimento de *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens* e *Hyparrhenia rufa*. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil. 146 p.
- Freitas, L.M. e Pratt, P. F. 1969. Resposta de três leguminosas a calcário em diversos solos ácidos de São Paulo. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 4:89-95.
- Lascano, C. E. e Carulla, L. 1992. Quality evaluation of tropical leguminous trees and shrubs with tannins for acid soil. En: 29 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais. Lavras, MG, Brasil. p. 108-128.
- Munns, D. N. e Fox, R. L. 1977. Comparative lime requirements of tropical and temperate legumes. *Plant Soil* 46(3):533-548.
- _____; _____; e Koch, B. L. 1977. Influence of lime on nitrogen fixation by tropical and temperate legumes. *Plant Soil* 46:591-601.
- Nyborg, M. e Hoyt, P. B. 1978. Effects of soil acidity and liming on mineralization of soil nitrogen. *Can. J. Soil Sci.* 58(3):331-338.
- Paulino, V. T.; Malavolta, E.; e Costa, N. de L. 1994. Resposta de *Neonotonia wightii* à calagem e aplicação de micronutrientes. *Pasturas Trop.* 16(2):23-33.
- Rao, I. M.; Ayarza, M. A.; e García, R. 1995. Adaptive attributes of tropical forage species to acid soils. 1. Differences in plant growth, nutrient acquisition and nutrient utilization among C₄ grasses and C₃ legumes. *J. Plant Nut.* 18(10):2135-2155.
- Salinas, J. G.; Kerridge, P. C.; e Schunke, R. M. 1990. Mineral nutrition of *Centrosema*. En: Schultze-Kraft, R. e Clements, R. J. (eds.). *Centrosema: Biology, agronomy, and utilization.* Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 119-149.
- Silva, C. A.; Vale, F. R.; y Guilherme, L. R. 1994. Efeito da calagem na mineralização do nitrogênio em solos de Minas Gerais. *Rev. Bras. Cien. Solo* 18(3):471-476.
- Siqueira, C.; Carvalho, M. M.; Saraiva, O. F.; e Oliveira, F. T. 1980. Resposta de três forrageiras tropicais à aplicação de calcário e fósforo em um solo ácido. En: Primeiro Congresso Brasileiro de Zootecnia. 17 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais. Fortaleza, Sociedade Brasileira de Zootecnia. p. 473.
- Werner, J. C.; Paulino, V. P.; Cantarella, H.; Andrade, N. de O.; e Quaggio, J. A. 1996. Forrageiras. En: van Raij, B. et al. (eds.). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.* Fundação IAC, Campinas, São Paulo. p. 263-273.
- Xavier, D. F.; Carvalho, M. M.; e Botrel, M. A. 1990. Curva de crescimento e acumulação de proteína bruta da leguminosa *Cratylia floribunda*. *Pasturas Trop.* 12(1):35-38.
- _____; _____; e Botrel, M. A. 1996. Avaliação agrônômica da *Cratylia argentea* na Zona da Mata de Minas Gerais. En: Pizarro, E. A. e Coradin, L. (eds.). *Potencial del género Cratylia como forrajera.* Memorias del taller de trabajo realizado el 19 y 20 de julio de 1995, Brasília, D.F., Brasil. Documento de trabajo no.158. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 29-39.
- _____; _____; e Botrel, M. A. 1997. Resposta da *Cratylia argentea* à aplicação de fósforo e calcário em um solo ácido. *Rev. Soc. Bras. Zoot.* 26(1). (No prelo.)