

FATORES NUTRICIONAIS LIMITANTES AO CRESCIMENTO DE FORRAGEIRAS TROPICAIS EM DOIS SOLOS DA ZONA DA MATA, MG.

I. LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO¹

MARGARIDA MESQUITA DE CARVALHO², FÁBIO TEOTÔNIO TEIXEIRA DE OLIVEIRA³,
OILON FERREIRA SARAIVA e CARLOS EUGÊNIO MARTINS²

RESUMO - Dois experimentos foram conduzidos simultaneamente em casa-de-vegetação para verificar quais os fatores nutricionais que limitam o crescimento do capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) e da *Centrosema pubescens* Benth, em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, álico. Através de diagnose por subtração, foi testado o efeito da omissão de cada um dos fatores: calagem, N, K, S, Ca, Mg e micronutrientes em relação a um tratamento contendo todos esses fatores (Completo). Foi feita uma adubação básica, com P correspondendo a 150 kg de P₂O₅/ha. Foram efetuados dois cortes em ambos os experimentos. O crescimento do capim-gordura foi seriamente limitado na ausência de Ca, tendo sido observados sintomas de deficiência desse elemento durante as duas fases de crescimento. Houve, também, para o capim-gordura, limitações por deficiência de K, que se manifestou nos dois períodos de crescimento; e de N, apenas no segundo período. A omissão de micronutrientes e de S não afetou o crescimento do capim-gordura. A nodulação e o crescimento da *C. pubescens* foram praticamente inibidos na ausência simultânea de corretivo da acidez do solo e de Ca e Mg. A aplicação de Ca e Mg, no solo não corrigido, minorou apenas ligeiramente esses efeitos. A omissão de K, S e micronutrientes não teve qualquer efeito sobre a nodulação e crescimento da leguminosa. Entretanto, os micronutrientes contribuíram para aumentar a concentração de N na parte aérea da *C. pubescens*, no segundo corte.

Termos para indexação: *Melinis minutiflora*, *Centrosema pubescens*, adubação, acidez do solo, cálcio, nitrogênio e potássio, capim-gordura.

NUTRITIONAL FACTORS LIMITING GROWTH OF TROPICAL FORAGE SPECIES IN TWO SOILS FROM "ZONA DA MATA", MG.

I. RED-YELLOW LATOSOL

ABSTRACT - Two experiments were undertaken concurrently in a glasshouse to identify the nutritional factors which limit the growth of molasses grass (*Melinis minutiflora* Beauv.) and *Centrosema pubescens* Benth, in a Red-Yellow Latosol. A subtractive technique was used to compare the effect of the omission of: lime, N, K, S, Ca, Mg and micronutrients, against a complete nutrient control. A basal P application was made of 150 kg P₂O₅/ha. Both experiments were harvested twice. Molasses-grass growth was seriously limited in the absence of calcium, and symptoms of calcium deficiency were observed in both growth periods. In addition, K deficiency in the two growth periods, and N deficiency in the second one, also limited molasses-grass growth. The omission of micronutrients or S had no detrimental effect on the grass growth. Nodulation and growth of *C. pubescens* were practically inhibited in the simultaneous absence of soil acidity amendment and Ca + Mg (as sulphate). The application of Ca + Mg to the noncorrected soil increased yield and nodulation only slightly. The omission of K, S or micronutrients had no effect on nodulation or growth of the leguminous plant. However, micronutrients contributed to increase N concentration in tops of *Centrosema* in the second harvest.

Index terms: *Melinis minutiflora*, *Centrosema pubescens*, fertilization, soil acidity, calcium, nitrogen and potassium, molasses grass.

INTRODUÇÃO

O conhecimento dos fatores limitantes ao cres-

cimento de gramíneas e leguminosas forrageiras nos solos é essencial para o desenvolvimento de pastagens melhoradas (Andrew & Fergus 1976). Essas informações são muito úteis para orientar a correção de deficiências ou excessos de elementos prejudiciais ao crescimento das forrageiras, e também a seleção de germoplasma adaptado às condições dos solos predominantes em cada região.

Na Zona da Mata de Minas Gerais e em outras áreas do Brasil Central, entre os solos de maior

¹ Aceito para publicação em 4 de janeiro de 1985.

² Eng. - Agr., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL), Rodovia MG 133, km 42, CEP 36155 Coronel Pacheco, MG.

³ Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA à disposição da UEPAE/São Carlos - Rodovia Washington Luiz, km 234, CEP 13560 São Carlos, SP.

ocorrência incluem-se os Latossolos Vermelho-Amarelos (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 1978, 1979 e 1980). Esses solos são, em geral, profundos, bem drenados e quimicamente caracterizados por acidez elevada, alta saturação com alumínio e baixos teores de bases trocáveis e fósforo disponível.

Resultados de ensaios de vasos, efetuados com Latossolos de diversas áreas do Brasil Central, têm mostrado acentuada deficiência de fósforo para espécies forrageiras em geral (McClung et al. 1958, Jones & Freitas 1970, França & Carvalho 1970 e Carvalho et al. 1971). No caso de leguminosas, são também comuns respostas à calagem (Jones & Freitas 1970, França & Carvalho 1970 e Soares et al. 1975). Entretanto, os efeitos dos diferentes fatores de acidez do solo não têm sido isolados.

Deficiências de potássio para forrageiras não têm sido encontradas em experimentos de vasos, a não ser em gramíneas, em casos em que foram efetuados dois ou mais cortes (Relatório técnico anual . . . 1981). Respostas à adição de enxofre foram relatadas tanto para gramíneas (McClung & Quinn 1959 e Casagrande et al. 1982), como para leguminosas (Jones & Quagliato 1970).

O objetivo do presente estudo foi verificar quais os fatores nutricionais que limitam o estabelecimento de forrageiras tropicais num Latossolo Vermelho-Amarelo, o solo de maior ocorrência nas áreas montanhosas da Zona da Mata de Minas Gerais, usando o capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) e a *Centrosema pubescens* Benth como plantas indicadoras.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação, utilizando-se solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, distrófico, álico (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 1980), coletado no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite.

A análise química do solo, feita no Laboratório de Análises de Solo do CNPGL/EMBRAPA, revelou os seguintes resultados: pH em água (1:2,5), 4,80; cátions trocáveis (meq/100 g de solo): Al, 1,36; Ca, 0,14; Mg, 0,07 e K, 0,06 (25 ppm); P, 2 ppm e M.O., 2,84%.

O solo foi coletado à profundidade de 15 cm e passado através de peneira com malhas de 2 mm de diâmetro. Foram utilizados vasos de plástico, revestidos internamente com sacos de polietileno, os quais continham 3,075 kg de

solo com 23% de umidade. Os vasos eram irrigados com água desmineralizada de modo a manter a umidade do solo próxima à capacidade de campo. A casualização dos vasos foi feita semanalmente.

Adotou-se o sistema de diagnose por subtração, num delineamento em blocos ao acaso, com três repetições.

O Experimento 1 (capim-gordura), constou de onze tratamentos, sendo um completo, nove tratamentos diferindo do completo pela omissão de, respectivamente, N, K, S, Ca, Mg, B, Cu, Zn e Mo, e um tratamento no qual foi omitida a aplicação de corretivo da acidez ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$), mas Ca e Mg foram adicionados na forma de sulfato.

No Experimento 2 (*Centrosema*), os tratamentos, em número de dez, foram semelhantes aos do Experimento 1, exceto pelas seguintes modificações: N não foi incluído na adubação básica, mas adotou-se um tratamento com adição de N ao completo; Co foi incluído; testou-se o efeito da omissão dos micronutrientes em conjunto, da ausência simultânea de Mo e corretivo da acidez e da ausência de corretivo, Ca e Mg.

A correção da acidez do solo para o capim-gordura foi feita com $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$, sendo Ca:Mg = 4:1 em equivalentes, correspondendo ao valor de neutralização (VN) de 1.000 kg/ha de CaCO_3 (Siqueira et al. 1980), enquanto para a *Centrosema* foi feita com CaCO_3 , MgCO_3 , $\text{Mg(OH)}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, em quantidade equivalente a 4 t de CaCO_3 /ha. Nos tratamentos sem correção de acidez do solo, Ca e Mg foram aplicados na forma de sulfato, com a mesma quantidade de equivalentes do tratamento em que esses elementos foram aplicados na forma de carbonato. Nos tratamentos em que se omitiu Ca ou Mg no experimento com capim-gordura, foram usados respectivamente MgCO_3 ou CaCO_3 , nas quantidades de equivalentes correspondentes ao VN de 1.000 kg de CaCO_3 /ha. Os solos testados com carbonatos e sulfatos foram incubados por um período de trinta dias.

Os demais elementos foram aplicados nas seguintes dosagens e fontes:

P - corresponde a 150 kg de P_2O_5 /ha, com

$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$;

K - 83,4 kg de K/ha, como KNO_3 ou K_2SO_4 ;

N - 30,0 kg de N/ha, como KNO_3 ou $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$;

S - 34,2 kg de S/ha, como K_2SO_4 ou $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$;

Zn - 4,5 kg de Zn/ha, como ZnCl_2 (correspondente a 10 kg/ha);

Cu - 2,5 kg de Cu/ha, como CuCl_2 (6,7 kg/ha);

B - 1,0 kg de B/ha, como H_3BO_3 (6,0 kg/ha);

Mo - 0,38 kg de Mo/ha, como $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (0,5 kg/ha).

No experimento com *Centrosema* houve as seguintes modificações:

N - a fonte utilizada foi NH_4NO_3 ;

K - 100 kg de K/ha, como KCl;

S - 30 kg de S/ha, como $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;

Co - 0,1 kg de Co/ha, como $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (0,404 kg/ha).

O capim-gordura foi semeado em 11.06.80 e, após a

germinação, foram deixadas seis plantas por vaso. Em 29.08.80, após onze semanas de crescimento, as plantas foram cortadas a 2 cm de altura e secas a 70°C. Em seguida, foram feitas duas aplicações de N, na dosagem de 30 kg/ha e na forma de NH₄NO₃, em 01.10.80 e 23.10.80, respectivamente. O segundo corte foi feito em 06.11.80.

A *Centrosema* foi semeada em 28.06.80, após inoculação das sementes com mistura das estirpes de *Rhizobium* ClO1a e ClO2, em suspensão. Após o desbaste, foram deixadas quatro plantas por vaso. Dois cortes foram efetuados, em 19.09.80 e 18.11.80, após aproximadamente doze e oito semanas de crescimento, respectivamente. Após o segundo corte, as raízes foram recuperadas e os nódulos foram destacados, contados e pesados após secagem a 70°C.

Em ambos os cortes, dos dois experimentos, a parte aérea foi seca a 70°C, pesada e moída. Foram feitas determinações de N e, nas amostras de capim-gordura, foram também determinados os teores de Ca, Mg e P na matéria seca.

RESULTADOS

Produção de matéria seca

No primeiro corte, o peso seco da parte aérea do capim-gordura foi seriamente reduzido na ausência de Ca e no tratamento em que Ca e Mg foram aplicados na forma de sulfato (Tabela 1). Menores reduções foram observadas com as omissões de K e de N. No segundo corte, as plantas do tratamento sem correção da acidez do solo recuperaram-se consideravelmente, não diferindo significativamente do tratamento "Completo" e de outros onde não houve limitação de crescimento. Recuperação semelhante experimentaram as plantas que não receberam Ca. No entanto, neste caso, ainda houve uma redução significativa no crescimento do capim-gordura.

Nesse corte, os elementos cujas deficiências limitaram mais seriamente o crescimento do capim-gordura foram N e K. A omissão de micronutrientes ou de S não limitou o crescimento da parte aérea do capim-gordura em nenhum dos cortes.

Na fase de crescimento que antecedeu o primeiro corte, a *Centrosema* somente foi afetada pelos fatores de acidez do solo não corrigido pela calagem (Tabela 1). Nessa fase, a aplicação de Ca e Mg na forma de sulfato não foi suficiente para superar as limitações de crescimento impostas por esses fatores. O peso seco da parte aérea da *Centrosema*, no segundo corte, foi de duas a três vezes

maior do que no primeiro (Tabela 1). No entanto, onde a acidez do solo não foi corrigida e não se aplicou Ca e Mg, o crescimento foi três vezes menor. As plantas que receberam Ca e Mg reagiram, mas, ainda assim, tiveram peso seco significativamente inferior ao do tratamento "completo". Nesse segundo corte houve uma tendência de redução no crescimento da *Centrosema* pela omissão de K.

Concentração de nutrientes na parte aérea do capim-gordura

No primeiro corte do capim-gordura, a omissão de N resultou numa concentração de N muito baixa (Tabela 2), com um valor médio de 5,5% de proteína bruta. Na ausência de S e de Mo, as concentrações de N também foram baixas, embora não tenham diferido significativamente do "Completo". Neste, o valor médio de 9,87% de proteína bruta está dentro do limite aceitável como mínimo para suprir as exigências de bovinos em geral (Costa et al. 1981). No segundo corte, houve deficiência generalizada de N, exceto nos tratamentos sem K, Ca e corretivo da acidez. No caso de K, provavelmente houve efeito de concentração de N, em virtude do menor crescimento das plantas nesse tratamento, tanto neste corte, como no primeiro (Tabela 1). Nos outros dois tratamentos, havia maior quantidade de N disponível no solo durante o segundo período de crescimento, uma vez que o crescimento do capim-gordura no primeiro período foi muito baixo.

As concentrações de P na parte aérea do capim-gordura, no primeiro corte, foram baixas e inferiores ao nível crítico interno de 0,18% (Andrew & Robins 1971), exceto nos tratamentos onde houve redução de crescimento (Tabela 2). No segundo corte, a tendência foi a mesma, mas os valores médios obtidos foram ainda mais baixos do que no primeiro corte.

Quando não foi aplicado Ca, as concentrações médias desse elemento no capim-gordura foram extremamente baixas, tanto no primeiro como no segundo cortes. No primeiro corte, não houve diferença significativa entre os demais tratamentos, exceto o tratamento sem K, que teve teor de Ca significativamente superior ao de todos os outros

TABELA 1. Peso seco da parte aérea (g/vaso) do capim-gordura e da *Centrosema* no primeiro e segundo cortes, sob efeito dos tratamentos testados.

Tratamento	Capim-gordura		<i>Centrosema</i>	
	Primeiro corte	Segundo corte	Primeiro corte	Segundo corte
C - B	3,57 a ²	5,39 a	2,45 a	5,45 d
C - S	3,50 a	4,62 bc	2,30 a	6,97 a
C - Zn	3,50 a	5,02 ab	2,29 a	6,52 abc
C - Mo	3,33 ab	4,89 abc	2,21 a	6,04 bcd
C - Cu	3,30 ab	4,87 abc	2,18 a	6,17 abcd
Completo (C)	3,20 ab	4,79 abc	2,09 a	5,90 cd
C - Mg	2,97 abc	4,26 c	2,00 a	6,84 ab
C - N	2,50 bc	1,10 f	1,99 a	6,60 abc
C - K	2,17 c	2,58 a	1,88 a	6,19 abcd
C - Cor. + (Ca + Mg) ¹	0,93 d	4,93 abc	1,84 a	6,51 abc
C - Ca	0,27 d	3,21 d	0,96 b	2,08 e
			0,88 b	1,94 e
			0,68 bc	0,22 f
			0,19 c	0,05 f
			Testemunha	
			C - K	
			C + N	
			C - Zn	
			C - S	
			C - Co	
			C - micronutriente	
			C - Mo	
			C - B	
			Completo (c)	
			C - Cu	
			C - Cor. + (Ca + Mg)	
			C - Cor. + (Ca + Mg) - Mo	
			C - Cor. - (Ca + Mg)	
			Testemunha	

¹ Cor. = Corretivo da acidez do solo.² Os valores seguidos da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5%.

TABELA 2. Efeito dos tratamentos sobre as concentrações de N, P, Ca e Mg (% na m.s.) do capim-gordura no primeiro e no segundo cortes.

Tratamentos	Nitrogênio		Fósforo		Cálcio		Magnésio	
	Primeiro corte	Segundo corte	Primeiro corte	Segundo corte	Primeiro corte	Segundo corte	Primeiro corte	Segundo corte
	Completo (C)	1,58 bc ¹	0,94 de	0,14 bcd	0,09 c	0,25 b	0,38 b	0,30 c
C-N	0,88 d	0,66 e	0,11 d	0,26 a	0,22 b	0,31 bc	0,23 d	0,31 cd
C-K	2,15 a	2,01 b	0,20 ab	0,23 a	0,32 a	0,36 b	0,66 a	0,51 b
C-S	1,23 cd	0,88 de	0,10 d	0,09 c	0,22 b	0,32 bc	0,27 cd	0,37 cd
C-B	1,47 bc	0,93 de	0,12 cd	0,10 c	0,22 b	0,34 bc	0,28 cd	0,40 bc
C-Zn	1,37 bc	0,79 de	0,11 d	0,09 c	0,23 b	0,31 bc	0,31 c	0,26 d
C-Cu	1,49 bc	0,89 de	0,14 bcd	0,09 c	0,24 b	0,37 b	0,31 c	0,40 bc
C-Mo	1,32 cd	0,93 de	0,14 bcd	0,10 c	0,23 b	0,38 b	0,30 c	0,39 c
C-Mg	1,83 ab	1,10 d	0,15 abcd	0,12 bc	0,26 b	0,55 a	0,08 e	0,06 e
C-Ca	n.d.	2,34 a	0,22 a	0,19 ab	0,08 c	0,05 d	0,48 b	0,76 a
C-Cor. + (Ca + Mg)	n.d.	2,01 c	0,19 abc	0,12 bc	0,22 b	0,29 c	0,05 e	0,07 e

¹ As médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5%.

(Tabela 2). No segundo corte, o teor de Ca aumentou em todos os tratamentos, principalmente onde não foi aplicado Mg.

Os teores de Mg no capim-gordura foram, também, extremamente baixos quando esse elemento não foi aplicado na forma de carbonato, e no tratamento em que foi aplicado como sulfato (Tabela 2). Na ausência de K, o teor de Mg foi 0,66% maior do que o dobro do teor observado no tratamento "Completo". É sabido que o K interfere com a absorção de elementos como Mg e Ca (Reid & Jung 1974).

Nodulação e fixação de N

O efeito dos tratamentos sobre a nodulação da *C. pubescens* (Tabela 3) foi muito parecido com o efeito observado sobre o peso seco da parte aérea (Tabela 1), principalmente no primeiro corte. Assim, onde não foi corrigida a acidez do solo, o número e peso seco dos nódulos foram baixos e significativamente inferiores aos dos outros tratamentos. A ausência simultânea de corretivo da acidez e de Ca e Mg praticamente inibiu a nodulação da *Centrosema*.

Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a concentração de N na parte aérea da *Centrosema* no primeiro corte. No segundo corte, nos tratamentos em que se omitiu cada um dos micronutrientes em separado, observou-se uma tendência de o teor de N ser significativamente menor do que o do tratamento "Completo". Esse efeito foi mais pronunciado quando se omitiu Mo (Tabela 3). Nos tratamentos que limitaram a nodulação e o crescimento das plantas não houve material suficiente para determinação de N na parte aérea.

No primeiro corte, o N total produzido foi significativamente menor nos tratamentos sem corretivo da acidez, não havendo diferença entre os demais tratamentos. No segundo corte, houve alguma diferença entre os tratamentos com corretivo da acidez, em função de diferenças na concentração de N ou no peso seco da parte aérea. Assim, os menores valores foram observados nos tratamentos sem K e sem Co.

DISCUSSÃO

Fatores limitantes ao crescimento da gramínea

Houve modificações nas respostas do capim-

-gordura a determinados tratamentos entre o primeiro e o segundo cortes. Essa modificação provavelmente se deve a diferenças nas condições de temperatura e luminosidade prevaescentes nos dois períodos de crescimento considerados. Stefanson & Collis-George (1974), estudando o efeito dos fatores ambientais na avaliação da fertilidade do solo através de plantas, verificaram que, em condições de deficiência mineral severa, as plantas responderam a mudanças nos fatores ambientais. Assim, quanto mais favoráveis forem as condições de temperatura e luminosidade, maior o crescimento das plantas. No presente caso, o primeiro período de crescimento ocorreu durante os meses de julho e agosto, quando as condições de temperatura são menos favoráveis ao crescimento de espécies tropicais do que no segundo período, ou seja, nos meses de setembro e outubro.

No primeiro período, a ausência de corretivo da acidez do solo determinou redução de 71% no crescimento do capim-gordura em relação ao tratamento "Completo", enquanto no segundo período de crescimento, o peso seco do capim-gordura nos dois tratamentos foi semelhante. Portanto, é provável que, durante o primeiro período, as plantas estivessem mais sensíveis aos fatores de acidez do solo não corrigido do que no segundo período. De qualquer forma, é importante ter em mente que a época apropriada para o plantio de forrageiras tropicais é a que coincide com o segundo período de crescimento do presente estudo e que o capim-gordura é uma gramínea relativamente tolerante a fatores de acidez do solo (Spain & Andrew s.d., Bogdan 1977).

Um fator que limitou seriamente o crescimento do capim-gordura, foi deficiência de Ca. Desde a fase inicial de desenvolvimento das plântulas até a fase final do experimento, foram observados sintomas de deficiência desse elemento. Esses sintomas se caracterizavam por: crescimento reduzido das plantas; lâmina foliar pequena, morte da extremidade das lâminas, que passavam a apresentar coloração palha quase branca e forma retorcida; em alguns casos, esses sintomas atingiam mais da metade do comprimento da lâmina; em outros casos, as lâminas novas não chegavam a emergir. Contudo, as partes da lâmina não afetadas permaneciam bem verdes. Esses sintomas são pare-

TABELA 3. Concentração de N na parte aérea (% na matéria seca) e N total no primeiro e segundo cortes da *Centrosema pubescens*, número e peso de nódulos por vaso, sob efeito dos tratamentos.

Tratamentos	N (%)		N total (mg/vaso)		Nódulos	
	Primeiro corte	Segundo corte	Primeiro corte	Segundo corte	Número	Peso (mg/vaso)
Completo (C)	3,31	2,13 a	61,4 ab	132,1 ab	4,65 ¹ a (106) ²	202 a
C+N	3,28	1,99 ab	74,7 ab	138,3 a	4,32 a (77)	183 a
C-K	3,23	1,96 abc	78,9 a	106,4 c	4,34 a (88)	170 a
C-S	3,18	1,98 ab	70,4 ab	119,9 abc	4,47 a (88)	224 a
C-B	3,24	1,92 bcd	64,3 ab	126,0 abc	4,51 a (94)	209 a
C-Zn	3,14	1,93 bcd	71,8 ab	125,8 abc	4,47 a (89)	255 a
C-Cu	2,97	1,88 bcd	54,3 b	122,5 abc	4,31 a (77)	170 a
C-Mo	3,07	1,74 d	61,4 ab	119,2 abc	4,55 a (99)	223 a
C-Co	3,14	1,77 cd	68,5 ab	109,2 c	4,47 a (103)	199 a
C-micronutrientes	3,23	1,99 ab	67,5 ab	117,0 bc	4,56 a (99)	236 a
C-Cor. + (Ca + Mg)	2,87	n.d.	27,5 c	-	2,68 b (23)	21 b
C-Cor. + (Ca + Mg) - Mo	2,90	n.d.	25,5 c	-	2,96 b (24)	18 b
C-Cor. - (Ca + Mg)	3,00	n.d.	20,5 c	-	1,24 c (3)	1 b

¹ Para análise de variância, os valores foram transformados para $\ln(x + 1)$.

² Média dos dados reais.

cidos com os sintomas de Ca descritos por Smith (1973) para *Chloris gayana* e já haviam sido observados anteriormente em capim-gordura no mesmo solo (Siqueira et al. 1980).

A séria deficiência de Ca nesse solo é também comprovada pela concentração de Ca na parte aérea do capim-gordura, extremamente baixa no tratamento sem Ca (Tabela 2). Em condições de campo, espera-se que essa deficiência de Ca seja corrigida ou atenuada através do Ca contido no fertilizante fosfatado, essencial para o estabelecimento do capim-gordura nesse solo (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 1982).

Houve ligeira limitação ao crescimento do capim-gordura no primeiro corte, com a ausência de N (Tabela 1). Entretanto, o tratamento sem N não diferiu significativamente do "Completo". No segundo corte, a deficiência de N no solo foi marcante e, na verdade, com base na concentração de N na matéria seca, esse elemento foi limitante em diversos outros tratamentos, mesmo com a aplicação de N correspondente a 60 kg/ha. Em condições de campo, onde as plantas terão maior volume de solo para explorar, é de se esperar que a deficiência de N se manifeste após a fase de estabelecimento.

O crescimento do capim-gordura foi limitado por deficiência de K no primeiro e segundo cortes. Essa deficiência explica-se pelo baixo nível de K no solo (25 ppm). Werner & Mattos (1972), em solo com 62 ppm de K, observaram que, quando K foi omitido do tratamento "Completo", houve apenas ligeiras reduções, não significativas, no peso seco do capim-gordura e na produção de N por vaso. No presente caso, apesar do baixo nível de K no solo, é provável que a aplicação de N tenha contribuído para aumentar as necessidades de K do capim-gordura. Assim, não se verificou efeito significativo da omissão de K no tratamento "Completo" na *Centrosema* cultivada no mesmo solo. Portanto, poderia ser sugerido que a aplicação de K fosse adiada até a fase posterior ao estabelecimento do capim-gordura. No entanto, essa observação necessita de confirmação através de experimentação de campo.

Fatores limitantes ao crescimento da leguminosa

O crescimento e nodulação da *C. pubescens*

foram seriamente limitados na ausência de corretivo da acidez do solo. Essa limitação não desapareceu com a adição de Ca e Mg como sulfato, em nenhum dos cortes. Entretanto, sem a adição desses elementos, praticamente não houve rebrota após o primeiro corte. Durante o primeiro período de crescimento, as plantas nesse tratamento mostraram sintomas característicos de deficiência de Ca nas folhas mais novas. Os bordos dos folíolos apresentaram clorose a partir do ápice e evoluindo para o centro, com o aparecimento, em seguida, de manchas necróticas. Em estágio mais avançado, somente a base do folíolo ou uma área central próxima da base permaneciam verdes; algumas folhas apresentavam clorose internerval em toda a superfície de folíolo. Esses sintomas são semelhantes aos sintomas de Ca em *Centrosema* spp exibidos por Salinas et al. (1982).

Portanto, para o plantio de *C. pubescens* comercial em Latossolo Vermelho-Amarelo, com as características químicas semelhantes às do solo usado no presente trabalho, é recomendável que, além da aplicação de P, seja feita a correção da acidez do solo através da calagem. Não houve efeito significativo da aplicação de micronutrientes no crescimento ou nodulação da *Centrosema*. Entretanto, a tendência observada no segundo corte de haver menor concentração de N na parte aérea da *Centrosema*, na ausência de micronutrientes, sugere que sua aplicação poderá ter efeitos relevantes na fase de manutenção da produtividade da pastagem.

CONCLUSÕES

1. Houve acentuada deficiência de Ca no solo, que no capim-gordura se refletiu em: redução no crescimento, aparecimento de sintomas de deficiência de Ca nas folhas e considerável redução na concentração da Ca na parte aérea.
2. O crescimento do capim-gordura foi ainda limitado por deficiência de K e de N.
3. A aplicação de micronutrientes e de S não afetou o crescimento de capim-gordura.
4. Sem correção da acidez do solo e na ausência de Ca e Mg, a *C. pubescens* não nodulou e teve crescimento extremamente baixo.

5. A aplicação de K, S e micronutrientes não teve nenhum efeito sobre a nodulação e crescimento da *Centrosema*. No entanto, os micronutrientes contribuíram para aumentar a concentração de N na *Centrosema*, no segundo corte.

REFERÊNCIAS

- ANDREW, C.S. & FERGUS, I.F. Plant nutrition and soil fertility. In: SHAW, N.H. & BRYAN, W.W., eds. Tropical pasture research; principles and methods. Farnham Royal, CAB, 1976. p.101-33 (CAB. Bulletin, 51).
- ANDREW, C.S. & ROBINS, M.F. The effect of phosphorus on the growth, chemical composition and critical phosphorus percentages of some tropical pasture grasses. Aust. J. Agric. Res., Melbourne, 22: 693-706, 1971.
- BOGDAN, A.V. Tropical pasture and fodder plants; grasses and legumes. London, Longman, 1977. 475p.
- CARVALHO, M.M. de; FRANÇA, G.E. de; BAHIA FILHO, A.F.C. & MOZZER, O.L. Ensaio exploratório de fertilização de seis leguminosas tropicais em um Latossolo Vermelho-Escuro, fase mata. Pesq. agropec. bras. Sér. Agron., Rio de Janeiro, 6: 285-90, 1971.
- CASAGRANDE, J.C.; SOUZA, O.C. de & SCHUNKE, R.M. Avaliação da fertilidade de quatro solos do Estado de Mato Grosso do Sul; enxofre e micronutrientes. Pesq. agropec. bras., Brasília, 17(3):381-4, mar. 1982.
- COSTA, J. da C.; CAMPOS, J.; GARCIA, R. & NASCIMENTO JÚNIOR, D. do. Efeito da época de vedação sobre o valor nutritivo do capim-gordura (*Melinis minutiflora* Pal de Beauv.) como pasto de reserva para o período da seca. R. Soc. Bras. Zoot., Viçosa, 10(4):765-84, 1981.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, Coronel Pacheco, MG. Pastagens e capineiras; algumas considerações e recomendações. III. Dia de Campo do CNP-Gado de Leite. Coronel Pacheco, 1982. 39p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Espírito Santo. Rio de Janeiro, 1978. 461p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim Técnico, 45).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do norte de Minas Gerais. Rio de Janeiro, 1979. 407p. (EMBRAPA-SNLCS/SUDENE/DRN. Boletim Técnico, 60).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. Levantamento semidetalhado de solos da área do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, Coronel Pacheco, MG. Rio de Janeiro, 1980. 252p. (EMBRAPA - SNLCS. Boletim Técnico, 76).
- FRANÇA, G.E. de & CARVALHO, M.M. de. Ensaio exploratório de fertilização de cinco leguminosas tropicais em um solo de cerrado. Pesq. agropec. bras. Sér. Agron., Rio de Janeiro, 5:147-53, 1970.
- JONES, M.B. & FREITAS, L.M.M. de. Respostas de quatro leguminosas tropicais a fósforo, potássio e calcário num Latossolo Vermelho-Amarelo de campo cerrado. Pesq. agropec. bras. Sér. Agron., Rio de Janeiro, 5:91-9, 1970.
- JONES, M.B. & QUAGLIATO, J.L. Respostas de quatro leguminosas tropicais e de alfafa a vários níveis de enxofre. Pesq. agropec. bras. Sér. Agron., Rio de Janeiro, 5:359-63, 1970.
- MCCLUNG, A.C.; FREITAS, L.M.M. de; GALLO, J.R.; QUINN, L.R. & MOTT, G.O. Alguns estudos preliminares sobre possíveis problemas de fertilidade, em solos de diferentes campos cerrados em São Paulo e Goiás. Bragantia, Campinas, 17:29-44, 1958.
- MCCLUNG, A.C. & QUINN, L.R. Respostas da grama batatais (*Paspalum notatum*) às aplicações de enxofre e fósforo. São Paulo, IBEC Res. Inst., 1959. 16p. (Boletim, 18).
- REID, R.L. & JUNG, G.A. Effects of elements other than nitrogen on the nutritive value of forage. In: MAYS, D.A., ed. Forage fertilization. Madison, ASA, 1974. p.395-435.
- RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL DO CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE GADO DE CORTE. Campo Grande, EMBRAPA, 1981.
- SALINAS, J.G.; SANZ, J.I. & GARCIA, R. Síntomas foliares de deficiências y toxidades minerales en pastos tropicales. In: TOLEDO, J.M., ed. Manual para la evaluación agronómica. Cali, CIAT, 1982. p.73-81.
- SIQUEIRA, C.; CARVALHO, M.M. de; SARAIVA, O.F. & OLIVEIRA, F.T.T. de. Resposta de três gramíneas forrageiras tropicais à aplicação de calcário e fósforo em um solo ácido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 1., Fortaleza, CE, 1980. Anais. . Fortaleza, s.ed., 1980. p.473.
- SMITH, F.W. Foliar symptoms of nutrient disorders in *Chloris gayana*. Melbourne, CSIRO, 1973. 9p. (CSIRO. Div. Trop. Pastures. Tech. Paper, 13).
- SOARES, W.V.; LOBATO, E.; GONZALES, E. & NADERMAN JUNIOR, G.C. Liming soils of the Brazilian cerrado. In: BORNEMISZA, E. & ALVARADO, A., eds. Soil management in tropical America. Raleigh, North Carolina State Univ., 1975. p.283-99.
- SPAIN, J.M. & ANDREW, C.S. Mineral characterization of species; six tropical grasses x four aluminium treatments in water culture. In: COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION. Division of Tropical Crops and Pastures, Melbourne, Austrália. Annual report 1975-1976. s.l., s.d. p.50.
- STEFANSON, R.C. & COLLIS-GEORGE, N. The impor-

tance of environmental factors in soil fertility assessment. I. Dry matter production. *Aust. J. Agric. Res.*, Melbourne, 25:299-308, 1974.

WERNER, J.C. & MATTOS, H.B. de. Estudo da nutrição do capim-gordura *Melinis minutiflora*. *B. Indústr. anim.*, São Paulo, 29(1):175-84, 1972.