

# EFEITO DA CALAGEM, POTÁSSIO, ENXOFRE E MICRONUTRIENTES SOBRE O CRESCIMENTO DE *CENTROSEMA PUBESCENS* EM SOLO ÁCIDO<sup>1</sup>

FÁBIO TEOTÔNIO TEIXEIRA DE OLIVEIRA<sup>2</sup>, ODILON FERREIRA SARAIVA<sup>3</sup>,  
MARGARIDA MESQUITA DE CARVALHO<sup>4</sup> e RUI DA SILVA VERNEQUE<sup>5</sup>

**RESUMO** - Um experimento foi conduzido em casa de vegetação para verificar o efeito do calcário, K, S, Zn, Cu, B e Mo, aplicados em dois níveis em um Latossolo Vermelho-Amarelo, sobre o crescimento, nodulação e fixação de N<sub>2</sub> de *Centrosema pubescens* Benth. Os níveis utilizados foram os seguintes (em kg.ha<sup>-1</sup>, correspondente): calcário, 0 e 4.000; K, 0 e 100; S, 0 e 30; Zn, 0 e 4,5; Cu, 0 e 2,5; B, 0 e 1,0; Mo, 0 e 0,38. O efeito mais pronunciado foi obtido com a aplicação de calcário, que aumentou o peso seco da parte aérea e raízes, o número e peso de nódulos e a concentração de N na parte aérea. Houve efeito significativo da interação calagem x K, sendo que, na ausência da calagem, a aplicação de K reduziu significativamente o peso das raízes, mas, na presença da calagem, aumentou o número e peso de nódulos. A aplicação de Mo aumentou a fixação simbiótica de N<sub>2</sub>. Os resultados sugerem que o centrosema poderá responder à aplicação de Zn nesse solo, principalmente na presença da calagem. As aplicações de S, Cu e B não afetaram o crescimento da centrosema e nem a fixação simbiótica de N<sub>2</sub>.

Termos para indexação: Latossolo Vermelho-Amarelo, nodulação, fixação de nitrogênio.

## EFFECT OF LIME, POTASSIUM, SULFUR AND MICRONUTRIENTS ON THE GROWTH OF *CENTROSEMA PUBESCENS* IN ACID SOIL

**ABSTRACT** - An experiment was undertaken in a glasshouse to study the effect of lime, K, S, Zn, Cu, B and Mo, at two levels, on the growth nodulation and nitrogen fixation of *Centrosema pubescens* Benth in a Red-Yellow Latosol. Rates of lime and nutrients in kg.ha<sup>-1</sup> were: lime, 0 and 4,000; K, 0 and 100; S, 0 and 30; Zn, 0 and 4.5; Cu, 0 and 2.5; B, 0 and 1.0; Mo, 0 and 0.38. Liming had a large effect in increasing dry weight of tops and roots, nodule number and dry weight and N concentration in the tops. There was a significant lime x K interaction, so that in the absence of lime, K depressed root dry weight, but in the presence of lime, K increased nodule number and dry weight. Molybdenum increased symbiotic N<sub>2</sub> fixation. Results suggest that centrosema would respond to Zn, especially in the presence of lime. The application of S, Cu and B had no effect on the centrosema growth or symbiotic N<sub>2</sub> fixation.

Index terms: oxisol, nodulation, nitrogen fixation.

## INTRODUÇÃO

A *Centrosema pubescens* é uma das leguminosas forrageiras tropicais mais promissoras para a formação de pastagens consorciadas em diversas áreas do Brasil Central, podendo crescer em solos relativamente pobres (Bogdan 1977). No entanto, em solos ácidos, responde à aplicação de calcário (França & Carvalho 1970, Jones & Freitas 1970, Skerman 1977). Jones & Freitas (1970) verificaram

que a produção máxima da *C. pubescens* em um Latossolo Vermelho-Amarelo de campo cerrado somente foi obtida com a aplicação de 1.000 kg de Ca.ha<sup>-1</sup>, ao passo que o *Stylosanthes guianensis* necessitou de apenas 250 kg de Ca.ha<sup>-1</sup>.

As exigências da *C. pubescens* em K não são altas (Skerman 1977). Werner & Mattos (1972), em um ensaio de vasos do tipo subtração, verificaram que a omissão de K em um solo LVE Orto reduziu ligeiramente a nodulação e a quantidade de N por planta de *C. pubescens*. No entanto, essas reduções não foram significativas. Acentuada resposta da *C. pubescens* a micronutrientes foi observada por França & Carvalho (1970), em um Latossolo Vermelho-Escuro de cerrado. Essa resposta foi bem maior do que as apresentadas por cudzu (*Pueraria phaseoloides*) e siratro (*Macroptilium atropurpureum*).

O presente trabalho foi realizado para verificar a possibilidade de ocorrência de interações entre

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 29 de janeiro de 1985.

<sup>2</sup> Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de São Carlos (UEPAE de São Carlos), Rodovia Washington Luiz, km 234, CEP 13560 São Carlos, SP.

<sup>3</sup> Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL), CEP 36155 Coronel Pacheco, MG.

<sup>4</sup> Eng. - Agr., Ph.D., EMBRAPA/CNPGL.

<sup>5</sup> Zootecnista, M.Sc., EMBRAPA/CNPGL.

calagem, micronutrientes, potássio e enxofre sobre o crescimento, nodulação e fixação de nitrogênio da *C. pubescens*, em um Latossolo Vermelho-Amarelo, distrófico, álico.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL), Coronel Pacheco, MG, utilizando-se um Latossolo Vermelho-Amarelo, distrófico, álico (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 1980). A análise química do solo, feita segundo a metodologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1979), revelou os seguintes resultados: pH em água (1:2,5), 4,80; Al, 1,36 meq/100 g; Ca, 0,14 meq/100 g; Mg, 0,07 meq/100 g; K, 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, contendo 3,075 kg de solo com 23% de umidade.

Utilizou-se um ensaio fatorial fracionado 1/2 (2<sup>7</sup>), conforme proposta por Cochran & Cox (1957). Para a comparação entre médias dos tratamentos, utilizou-se o teste F, no caso de comparações simples entre duas médias e o teste de Tukey, para comparações múltiplas no caso de interações.

Os fatores testados foram: calagem, K, S, Zn, Cu, B e Mo em dois níveis. Os níveis e fontes usados foram: calagem, 0 e 4 t.ha<sup>-1</sup> (mistura de CaCO<sub>3</sub> + MgCO<sub>3</sub>.Mg(OH)<sub>2</sub>.5H<sub>2</sub>O, obedecendo à relação de quatro equivalentes de Ca para um de Mg); K, 0 e 100 kg.ha<sup>-1</sup> (KCl); S, 0 e 30 kg.ha<sup>-1</sup> (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O); Zn, 0 e 4,5 kg.ha<sup>-1</sup> (ZnCl<sub>2</sub>); Cu, 0 e 2,5 kg.ha<sup>-1</sup> (CuCl<sub>2</sub>); B, 0 e 1,0 kg.ha<sup>-1</sup> (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>); e Mo, 0 e 0,38 kg.ha<sup>-1</sup> [(NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>.4H<sub>2</sub>O]. Todos os vasos receberam uma adubação básica com P, correspondente a 150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> (NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O) e Co, 0,1 kg.ha<sup>-1</sup> (CoCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O). Como o S foi adicionado na forma de CaSO<sub>4</sub>, nos tratamentos em que esse elemento foi omitido, Ca foi suprido como CaCl<sub>2</sub>. Desta forma, todos os tratamentos, exceto o testemunha (ausência de todos os fatores testados) receberam um nível mínimo de Ca, correspondente a 37,5 kg.ha<sup>-1</sup>.

A *C. pubescens* foi semeada em 23.06.80, sendo inoculada com as estirpes de *Rhizobium* C 101a e C 102, em suspensão. Após o desbaste foram deixadas quatro plantas por vaso. Os vasos foram irrigados sempre que necessário, com água deionizada, para manter a umidade do solo próxima à capacidade do campo. A casualização dos vasos foi feita semanalmente.

O corte foi efetuado após doze semanas de crescimento, sendo medidos peso seco da parte aérea e raízes, número e peso seco de nódulos, e concentração de N na parte aérea.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Efeito dos nutrientes sobre o crescimento da centrosema

A calagem promoveu aumento significativo no peso seco da parte aérea e das raízes da *C. pubescens*, ao passo que a aplicação de K não afetou o crescimento da parte aérea, mas reduziu significativamente o peso das raízes (Tabela 1). Entretanto, o efeito prejudicial da aplicação de K sobre o crescimento das raízes verificou-se apenas na ausência da calagem (Tabela 2). É provável que, em vista dos baixos níveis de Ca e Mg no solo, nos tratamentos que não receberam calcário (0,14 e 0,07 meq/100 g, respectivamente), a aplicação de K tenha concorrido para reduzir ainda mais a disponibilidade desses elementos para as plantas, pois é bem conhecido o efeito prejudicial do excesso de K na absorção de alguns nutrientes, entre os quais Ca e Mg (Markus & Battle 1965, Reid & Jung 1974).

A análise de variância mostrou também efeito significativo para as interações calagem x Zn, K x Cu e Zn x Cu sobre o crescimento da centrosema (Tabela 2). Na presença da calagem, a aplicação de Zn aumentou 24% o peso seco da parte aérea. A solubilidade de Zn<sup>2+</sup> é fortemente dependente de pH. Segundo Lindsay (1978), a solubilidade de Zn<sup>2+</sup> decresce aproximadamente 100 vezes para cada unidade de pH que aumenta. No presente caso, a aplicação do correspondente a 4.000 kg.ha<sup>-1</sup> de calcário elevou o pH do solo, em média, de 4,27 para 5,60, o que pode ter contribuído para reduzir a disponibilidade de Zn para as plantas. Por outro lado, Andrew et al. (1981), numa comparação em que foram incluídas oito leguminosas forrageiras, verificaram que a *C. pubescens* foi a segunda que mais respondeu a aplicações de Zn.

A aplicação de 2,5 kg de Cu.ha<sup>-1</sup> na presença de K reduziu significativamente (P < 0,05) o peso seco da parte aérea e raízes (Tabela 2), enquanto que na ausência de K a aplicação de Cu aumentou significativamente (P < 0,05) apenas o peso seco das raízes. Entretanto, em todos os casos, esse efeito não foi significativo ao nível de 1% de probabilidade. Sanzonowicz & Couto (1981), estudando o efeito da aplicação de fertilizantes sobre o crescimento e nodulação da *Leucaena leucocephala* em

TABELA 1. Médias estimadas do peso seco da parte aérea e raiz, número e peso de nódulos e concentração de N na parte aérea da centrosema, sob efeito da calagem e da aplicação de K ou Mo.

Tratamentos	Dose (kg.ha <sup>-1</sup> )	Peso seco da parte aérea (g.vaso <sup>-1</sup> )	Peso seco da raiz (g.vaso <sup>-1</sup> )	Número de nódulos (N.º vaso <sup>-1</sup> )	Peso seco de nódulos (mg.vaso <sup>-1</sup> )	Nitrogênio na parte aérea (%)
Calagem	0	1,39	0,87	8,7	11,0	2,61
	4.000	3,07	1,51	22,3	25,3	2,81
Potássio	0	2,24	1,30	13,7	12,9	2,72
	100	2,21	1,08	17,2	23,4	2,71
Molibdênio	0	2,17	1,20	13,9	14,0	2,66
	0,38	2,28	1,18	17,0	22,2	2,77
DMS* (0,05)		0,23	0,10	2,23	5,99	0,10
DMS (0,01)		0,31	0,13	4,34	8,05	0,14

\* Diferença mínima significativa.

TABELA 2. Médias estimadas do peso seco da parte aérea e raiz, número e peso seco de nódulos da centrosema, sob efeito das interações calagem x K, calagem x Zn, K x Cu e Zn x Cu.

	N/veis (kg.ha <sup>-1</sup> )	Parte aérea (g.vaso <sup>-1</sup> )	Raiz (g.vaso <sup>-1</sup> )	Nódulos (N.º vaso <sup>-1</sup> )	Peso de nódulos (mg.vaso <sup>-1</sup> )
Calagem	Potássio				
0	0	1,53	1,10	9,25	12,56
0	100	1,24	0,63	8,12	9,41
4.000	0	2,95	1,49	18,25	13,19
4.000	100	3,18	1,52	26,37	37,39
Calagem	Zinco				
0	0	1,25	0,81	8,31	7,49
0	4,5	1,52	0,92	9,06	14,47
4.000	0	3,18	1,52	24,75	29,82
4.000	4,5	3,95	1,50	19,87	20,76
Potássio	Cobre				
0	0	2,12	1,23	12,44	10,02
0	2,5	2,36	1,37	15,06	15,72
100	0	2,39	1,17	19,00	25,76
100	2,5	2,03	0,99	15,50	21,04
Zinco	Cobre				
0	0	2,18	1,13	17,75	18,07
0	2,5	2,25	1,20	15,31	19,23
4,5	0	2,33	1,27	13,69	17,70
4,5	2,5	2,14	1,15	15,25	17,53
DMS (0,05)		0,32	0,14	4,58	8,50
DMS (0,01)		0,43	0,19	6,17	11,44

um Latossolo Vermelho-Escuro de cerrado, observaram que na ausência de K a aplicação de Cu aumentou significativamente o peso seco da parte aérea.

O Zn, quando aplicado na ausência de Cu, elevou significativamente ( $P < 0,05$ ) o peso seco das raízes, enquanto o Cu aplicado na presença ou na ausência de Zn não teve efeito significativo sobre o crescimento da centrosema (Tabela 2). Esses dois elementos podem, algumas vezes, competir na absorção pelas raízes (Loneragan 1975); entretanto, geralmente um excesso de Zn promove deficiência de Cu (Millikan 1953, Chaudhry & Loneragan 1970). No presente caso, esse efeito não parece haver ocorrido. Embora necessitando de confirmação através de outros estudos, esse resultado sugere que o nível de Cu no solo não limitou o crescimento da centrosema, e que o nível de Zn no solo poderia estar marginal.

#### Efeito dos nutrientes sobre a nodulação e fixação de N

Houve um aumento significativo ( $P < 0,05$ ) no número e peso de nódulos e na concentração de N na parte aérea, com a aplicação do correspondente a 4.000 kg de calcário por hectare (Tabela 1). Esses resultados estão de acordo com dados anteriores obtidos para *C. pubescens* em Latossolos de campo cerrado (França & Carvalho 1970, Jones & Freitas 1970). É sabido que o processo de nodulação nas leguminosas é sensível à deficiência de Ca e a baixo pH (Munns 1978), condições essas, prevalentes no solo não corrigido no presente estudo. Além disso, a nodulação é também sensível a níveis tóxicos de Al na solução do solo, mesmo tratando-se de plantas hospedeiras tolerantes à toxidez de Al, como espécies de *Stylosanthes* (Carvalho et al. 1982).

O número e peso de nódulos foram ainda significativamente aumentados pela aplicação de K (Tabela 1); entretanto, o efeito benéfico do K somente se verificou na presença da calagem (Tabela 2). Respostas em nodulação à aplicação de K foram obtidas em condições de campo, com soja (De Mooy & Pesek 1966) e com caupi (Tewari 1965).

A análise de variância mostrou também um efeito significativo da interação calagem x Zn, afetando a nodulação (Tabela 2). Assim, na presença da

calagem, a aplicação de Zn reduziu significativamente ( $P < 0,05$ ) o número e peso de nódulos. Com base nos conhecimentos disponíveis, esse efeito não seria esperado. Por exemplo, Demetrio et al. (1972) observaram que deficiência de Zn reduziu o peso de nódulos em duas variedades de soja. Por outro lado, o Zn é requerido para o crescimento normal do *Rhizobium* (Robson 1978).

A aplicação de Mo aumentou a concentração de N na parte aérea e o peso de nódulos (Tabela 1). O primeiro efeito é compreensível em face do papel do Mo na fixação simbiótica do  $N_2$ , como componente da enzima nitrogenase (Bergersen 1971); entretanto, fato de o Mo aumentar o peso de nódulos é incomum.

#### CONCLUSÕES

1. A calagem aumentou o peso seco da parte aérea e raízes, o número e peso de nódulos e a concentração de N na parte aérea.
2. Na ausência da calagem, a aplicação de K reduziu o peso seco das raízes, mas na presença da calagem, o K aumentou o número e o peso de nódulos.
3. A aplicação de Mo aumentou a concentração de N na parte aérea e o peso de nódulos da *C. pubescens*.
4. As aplicações de S, Cu e B não tiveram nenhum efeito sobre o crescimento da centrosema.
5. Houve indícios de que a centrosema responde a aplicações de Zn, principalmente após calagem; no entanto, a ocorrência de deficiência de Zn nesse solo necessita de confirmação através de outros estudos.

#### REFERÊNCIAS

- ANDREW, C.S.; JOHNSON, A.D. & HAYDOCK, K.P. The diagnosis of zinc deficiency and effect of zinc on the growth and chemical composition of some tropical and sub-tropical legumes. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, New York, 12(1): 12(1):1-18, 1981.
- BERGERSEN, F.J. Biochemistry of symbiotic nitrogen fixation in legumes. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, 22: 121-40, 1971.
- BOGDAN, A.V. Tropical pasture and fodder plants (grasses and legumes). London, Longman, 1977. 475p.

- CARVALHO, M.M. de; EDWARDS, D.G.; ASHER, C.J. & ANDREW, C.S. Effects of aluminium on nodulation of two *Stylosanthes* species grown in nutrient solution. *Plant Soil*, The Hague, 64: 141-52, 1982.
- CHAUDHRY, F.N. & LONERAGAN, J.F. Effects of nitrogen, copper and zinc fertilizers on the copper and zinc nutrition of wheat plants. *Aust. J. Agric. Res.*, Melbourne, 21: 865-79, 1970.
- COCHRAN, W.G. & COX, G.M. Factorial experiments in fractional replication. In: EXPERIMENTAL designs. 2. ed. New York, J. Wiley, 1957. cap. 6, p.244-92.
- DEMETRIO, J.L.; ELLIS JUNIOR, R. & PAULSEN, G. M. Nodulation and nitrogen fixation by two soybean varieties as affected by phosphorus and zinc nutrition. *Agron. J.*, Madison, 64: 566-8, 1972.
- DE MOOY, C.J. & PESEK, J. Nodulation responses of soybeans to added phosphorus, potassium and calcium salts. *Agron. J.*, Madison, 58: 275-80, 1966.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. Manual de métodos de análises de solo. Rio de Janeiro, 1979.
- 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.*, Rio de Janeiro, 5: 147-53, 1970.
- JONES, M.B. & FREITAS, L.M.M. de. Resposta de quatro leguminosas tropicais a fósforo, potássio e cálcio num Latossolo Vermelho-Amarelo de campo cerrado. *Pesq. agropec. bras.*, Rio de Janeiro, 5: 91-9, 1970.
- LINDSAY, W.L. Chemical reactions affecting the availability of micro-nutrients in soils. In: ANDREW, C.S. & KAMPRATH, E.J., eds. Mineral nutrition of legumes in tropical and sub-tropical soils. Melbourne, CSIRO, 1978. p.153-67.
- LONERAGAN, J.F. The availability and absorption of trace elements in soil-plant systems and their relation to movement and concentrations of trace elements in plants. In: NICHOLAS, D.J.D. & EGAN, A.R., eds. Trace elements in soil-plant-animal systems. London, Academic Press, 1975. p.109-34.
- MARKUS, D.K. & BATTLE, W.R. Soil and plant response to long-term fertilization of alfalfa. *Agron. J.*, Madison, 57: 613-6, 1965.
- MILLIKAN, C.R. Relative effects of zinc and copper deficiencies on lucerne and subterranean clover. *Aust. J. Biol. Sci.*, Melbourne, 6: 164-77, 1953.
- MUNNS, D.N. Soil acidity and nodulation. In: ANDREW, C.S. & KAMPRATH, E.J., eds. Mineral nutrition of legumes in tropical and sub-tropical soils. Melbourne, CSIRO, 1978. p.247-63.
- 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, Am. Soc. Agron., 1974. p.395-435.
- ROBSON, A.D. Mineral nutrients limiting nitrogen fixation in legumes. In: ANDREW, C.S. & KAMPRATH, E.J., eds. Mineral nutrition of legumes in tropical and sub-tropical soils. Melbourne, CSIRO, 1978. p.277-93.
- SANZONOWICZ, C. & COUTO, W. Efeito de cálcio, enxofre e outros nutrientes no rendimento e nodulação da *Leucaena leucocephala* em um solo de cerrado. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 16(6): 789-94, nov./dez. 1981.
- SKERMAN, P.J. Tropical forage legumes. Rome, FAO, 1977. 607p. (FAO Plant Production and Protection, 2).
- TEWARI, G.P. Effects of nitrogen, phosphorus and potassium on nodulation in cow-pea. *Exp. Agric.*, London, 1: 253-6, 1965.
- WERNER, J.C. & MATTOS, H.B. de. Estudos de nutrição da *Centrosema pubescens* Benth. B. Indústria. São Paulo, 29(2): 375-91, 1972.