

# EFEITO DE MICRONUTRIENTES, COBALTO E ENXOFRE NO RENDIMENTO DE MATÉRIA SECA DO ESTILOSANTES EM SOLO SOB CERRADO<sup>(1)</sup>

E. Z. GALRÃO<sup>(2)</sup>, R. P. de ANDRADE<sup>(2)</sup> & L. VILELA<sup>(2)</sup>

## RESUMO

Avaliou-se, em condições de campo, o efeito de micronutrientes, cobalto e enxofre, no rendimento de matéria seca do cultivar Bandeirante de estilosantes (*Stylosanthes guianensis* (Aubl.) SW. var. Pauciflora, num latossolo vermelho-amarelo, franco-argiloarenoso. Utilizou-se como esquema experimental um fatorial fracionado  $1/2$  de  $2^6$  em dois blocos incompletos com dezesseis tratamentos cada um. As variáveis e doses (kg/ha) constituíram-se de 0 e 1 de B; 0 e 0,4 de Co; 0 e 2 de Cu; 0 e 40 de S; 0 e 0,25 de Mo e 0 e 6 de Zn. Quanto ao efeito de cada nutriente, o do cobre foi o único significativo: sua aplicação aumentou o rendimento de matéria seca em 877, 370, 1.050 e 727kg/ha, respectivamente, no primeiro, segundo, terceiro e quarto corte. Houve efeito das interações Cu x Zn e Cu x S, no rendimento de matéria seca.

Termos de indexação: estilosantes, micronutrientes, cobalto, enxofre, cerrado.

## SUMMARY: EFFECT OF MICRONUTRIENTS, COBALT AND SULPHUR ON DRY MATTER YIELD OF STYLOSANTHES IN A CERRADO SOIL

The effect of micronutrients, cobalt and sulphur on dry matter yield of *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) SW. var. Pauciflora, cv. Bandeirante, was evaluated in a field experiment conducted in a Red Yellow Latosol (Typic Acrustox). The experimental design was a fractioned  $1/2$  of  $2^6$ , in two incomplete blocks, with sixteen treatments in each block. The following rates (kg/ha) were used: 0 and 1 of B; 0 and 0.4 of Co; 0 and 2 of Cu; 0 and 40 of S; 0 and 0.25 of Mo and 0 and 6 of Zn. Considering the effect of each nutrient per se, copper was the only one that showed a significant effect; its application increased the dry matter yield in 877, 370, 1.050 and 727kg/ha, in the first, second, third and fourth cuttings, respectively. There were effects of interactions Cu x Zn and Cu x S on the dry matter yields.

Index terms: *Stylosanthes*, micronutrients, cobalt, sulphur, cerrado soil.

## INTRODUÇÃO

O número de trabalhos com micronutrientes e enxofre em leguminosas forrageiras em solos de cerrado é bastante reduzido e, a maioria deles, foi realizada em casa de vegetação (Jones et al., 1970; Soares & Vargas, 1974; Sanzonowicz & Couto, 1981; Couto & Sanzonowicz, 1983; Couto et al., 1988), o que limita o

conhecimento do potencial de produção de matéria seca dessas espécies, em relação a tais nutrientes. O estilosantes cv. Bandeirante é uma leguminosa forrageira indicada para a formação de bancos de proteína para a suplementação de bovinos na região dos Cerrados (EMBRAPA-CPAC, s.d.). Apesar disso, pouco se conhece sobre suas exigências nutricionais em relação aos micronutrientes, nesses solos; o objetivo

<sup>(1)</sup> Recebido para publicação em dezembro de 1990 e aprovado em fevereiro de 1992.

<sup>(2)</sup> Pesquisador do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), EMBRAPA, Caixa Postal 08223, CEP 73301 Planaltina (DF).

deste trabalho foi avaliar os efeitos de micronutrientes, cobalto e enxofre no rendimento de matéria seca dessa leguminosa num solo sob cerrado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado num latossolo vermelho-amarelo, franco-argiloarenoso, fase cerrado (Brasil, 1966) do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), Planaltina (DF), de junho de 1987 a setembro de 1990. No seu início, a análise do solo (0-20cm de profundidade) indicou 2,0% de M.O.; pH 4,9 (1:1) em água; 0,3 meq/100ml de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ; 60,0% de saturação por  $\text{Al}^{3+}$ ; 2,2 ppm de P; 13 ppm de  $\text{K}^+$ ; 99 ppm de Fe; 4,2 ppm de Mn; 0,7 ppm de Zn; 0,0 ppm de Cu; 0,17 ppm de B; 23% de argila; 0,0% de silte; 64% de areia fina e 13% de areia grossa. As determinações do pH,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ , P e  $\text{K}^+$  foram feitas conforme Brasil (1966). Os teores de Fe, Mn, Zn e Cu foram extraídos pelo método de Mehlich-1 ( $\text{HCl}$  0,05N +  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,025N), na relação solo:solução de 1:10 com quinze minutos de agitação, e determinados por espectrofotometria de absorção atômica. O B foi extraído segundo Gupta (1967) e determinado pelo método da azometina H; a matéria orgânica, foi determinada conforme Jackson (1964) e a análise granulométrica, segundo EMBRAPA (1979).

No preparo do solo, efetuaram-se estas operações na sequência: aração, catação de raízes e gradeação. Em 17/6/87, incorporou-se 1,6t/ha de calcário dolomítico, mediante enxada rotativa. Usou-se calcário com 62,3% de PRNT, 30,0% de CaO e 17,0% de MgO. A adubação básica, executada 120 dias após a do calcário, constou da aplicação a lanço de 178kg de superfosfato triplo (45% de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) e 100kg de cloreto de potássio (60% de  $\text{K}_2\text{O}$ ) por hectare. Os fertilizantes foram incorporados ao solo mediante enxada rotativa.

O esquema experimental constou de um fatorial fracionado  $1/2$  de  $2^6$  em dois blocos incompletos, com dezesseis tratamentos cada um, através do qual se avaliou o efeito de cada variável e de suas interações duplas, sendo as triplas confundidas, conforme Cochran & Cox (1957) (plan 6/A-6 p.279).

As variáveis e doses, em quilograma/hectare, foram: 0 e 1 de B (bórax); 0 e 0,4 de Co (cloreto); 0 e 2 de Cu (cloreto); 0 e 40 de S (enxofre elementar); 0 e 0,25 de Mo (molibdato de sódio) e 0 e 6 de Zn (óxido). Os adubos de cada tratamento foram distribuídos a lanço, na adubação básica, e incorporados ao solo mediante enxada rotativa.

O cultivar Bandeirante de estilosantes foi semeado manualmente em 10/2/88, em parcelas constituídas de oito linhas com 4m de comprimento, espaçadas de 0,4m, a uma profundidade aproximada de 1cm e a uma densidade ao redor de 0,3g por metro linear de sulco. As sementes foram previamente escarificadas com ácido sulfúrico e as parcelas separadas entre si por 2m entre as cabeceiras e 1m no sentido longitudinal. Realizaram-se quatro cortes manuais, no período 2/2/89-29/8/90, a 20cm aproximadamente da superfície do solo, colhendo-se as quatro fileiras cen-

trais de cada parcela e deixando-se 1m nas extremidades como bordadura. A área útil de cada parcela foi de  $3,2\text{m}^2$  ( $1,6 \times 2\text{m}$ ). O material colhido de cada parcela foi seco em estufa a  $65^\circ\text{C}$  por 72 horas e, a seguir, pesado. Após cada corte, efetuou-se a amostragem do solo (0-20cm de profundidade), coletando-se vinte subamostras por parcela. Nestas, determinaram-se pH,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ , P, Fe, Mn, Cu, Zn e B, conforme referido. Após a amostragem, aplicaram-se 190kg/ha de  $\text{K}_2\text{O}$  (cloreto) por corte, para repor a quantidade desse nutriente extraída pela leguminosa.

Na avaliação dos efeitos de tratamentos, utilizou-se a análise da variância e, na comparação entre médias, as diferenças mínimas significativas (DMS) pelo teste t de Student.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto ao efeito de cada nutriente, o do cobre foi o único significativo: sua aplicação aumentou o rendimento de matéria seca em 877, 370, 1.050 e 727kg/ha, respectivamente, no primeiro, segundo, terceiro e quarto cortes - Quadro 1. A resposta a esse nutriente deveu-se ao seu baixo teor (traços) no solo (Quadro 1). O tratamento que recebeu cobre, 2kg/ha, manteve bons rendimentos de matéria seca nos quatro cortes, o que mostra o prolongado efeito residual desse micronutriente. São raros os trabalhos com cobre, em leguminosas forrageiras, em solos sob cerrado. Couto et al. (1988) não obtiveram efeito da aplicação do cobre num latossolo vermelho-amarelo (LV) argiloso no rendimento de matéria seca de uma pastagem consorciada de *Andropogon gayanus* e *Stylosanthes capitata*. Sanzonowicz & Couto (1981), em experimento em casa de vegetação, num latossolo vermelho-escuro (LE) argiloso, constataram que a aplicação do cobre aumentou o rendimento de matéria seca de *Leucaena leucocephala* apenas no tratamento que não recebeu potássio.

Em relação ao boro, os teores da testemunha variaram de 0,10 a 0,18 ppm. Não existe nível crítico de boro para essa espécie em solo sob cerrado. Como não houve resposta a esse nutriente, deduz-se que seu nível crítico seja inferior a 0,10 ppm. Soares & Vargas (1974), em experimento em casa de vegetação em três solos, (LV textura média, LV argiloso, LE argiloso), observaram aumento no rendimento de matéria seca de *Centrosema pubescens* devido à aplicação de boro apenas no LE. Por outro lado, *Stylosanthes gracilis* não respondeu a esse nutriente em nenhum dos solos. Couto & Sanzonowicz (1983), em experimento em casa de vegetação em dois solos, LE e LV, constataram que a aplicação do boro aumentou o rendimento de matéria seca de *Stylosanthes guianensis* e de *Calopogonium muconoides* somente no LV, enquanto *Centrosema* sp. não respondeu a esse nutriente em nenhum dos solos. Sanzonowicz & Couto (1981), em experimento em vasos, não observaram efeito da aplicação de boro, num LE argiloso, no rendimento de matéria seca de *Leucaena leucocephala*.

**Quadro 1. Rendimento de matéria seca do estilósantes e teores de nutrientes no solo, em função da aplicação de micronutrientes, cobalto e enxofre num latossolo vermelho-amarelo sob cerrado**

Nutriente aplicado	Corte			
	1ª	2ª	3ª	4ª
kg/ha	Matéria seca, kg/ha			
B 0	3.027a <sup>(1)</sup>	3.097a	2.021a	3.155a
1	2.890a	3.017a	2.093a	3.055a
Co 0	3.115a	3.117a	2.027a	3.050a
0,4	2.801a	3.000a	2.088a	3.161a
Cu 0	2.520a	2.872a	1.532a	2.742a
2	3.397b	3.242b	2.582b	3.469b
S 0	2.984a	3.026a	2.004a	3.061a
40	2.933a	3.089a	2.110a	3.150a
Mo 0	3.006a	2.968a	1.985a	3.100a
0,25	2.911a	3.146a	2.130a	3.111a
Zn 0	3.016a	3.036a	1.994a	3.152a
6	2.901a	3.079a	2.121a	3.059a
DMS (0,05)	743	346	207	274
CV (%)	31,4	21,5	12,6	11,0

**Teor no solo, ppm**

B 0	0,14a	0,18a	0,14a	0,10a
1	0,24b	0,32b	0,23b	0,28b
DMS (0,05)	0,03	0,01	0,04	0,03
CV (%)	19,3	16,0	26,9	19,9
Cu 0	0,0a <sup>(2)</sup>	0,0a <sup>(2)</sup>	0,0a <sup>(2)</sup>	0,1a
2	0,3b	0,4b	0,5b	0,7b
DMS (0,05)	0,2	0,1	0,1	0,06
CV (%)	79,6	74,5	55,9	38,5
Zn 0	0,7a	0,6a	0,9a	0,8a
6	1,7b	1,5b	1,9b	1,8b
DMS (0,05)	0,2	0,3	0,3	0,2
CV (%)	24,0	33,8	25,9	20,1

(1) Em cada corte e para cada nutriente, os valores com a mesma letra não apresentam diferenças significativas pelo teste t ao nível de 5%. (2) Teor < 0,1 ppm, sendo considerado zero para efeito de análise estatística.

Quanto ao zinco, os teores da testemunha variaram de 0,6 a 0,9 ppm. Não existe nível crítico de zinco para essa espécie em solo sob cerrado. Como não houve resposta a esse nutriente, deduz-se que seu nível crítico seja inferior a 0,6 ppm. Couto & Sanzonowicz (1983), em experimento em casa de vegetação em dois solos, constataram resposta de *Calopogonium muconoides* ao zinco somente no LE, e do *Stylosanthes guianensis*, apenas no LV. Couto et al. (1988), em experimento em casa de vegetação, em três solos (LE argiloso, glei pouco húmico, orgânico), constataram

**Quadro 2. Efeito das interações Cu x Zn e Cu x S na produção de massa seca (MS) do terceiro corte do estilósantes, cultivado num latossolo vermelho-amarelo sob cerrado**

Tratamento		Massa seca
Cu	Zn	
		kg/ha
0	0	1.468c <sup>(1)</sup>
0	6	1.597c
2	0	2.773a
2	6	2.391b
DMS (0,05)		293
CV (%)		12,6
<b>Cu</b>	<b>S</b>	
0	0	1.609c
0	40	1.455c
2	0	2.399b
2	40	2.766a
DMS (0,05)		293
CV (%)		12,6

(1) Os valores com a mesma letra, não apresentam diferenças significativas pelo teste t ao nível de 5%.

resposta de *Stylosanthes hamata* ao zinco somente no LE. Jones et al. (1970), em experimento em casa de vegetação em dois solos, LE e LV, observaram aumento no rendimento de matéria seca da *Glycine javanica*, devido à aplicação de zinco, apenas no LV.

Não se analisou o teor de cobalto no solo. Na literatura consultada, não se encontrou nenhum trabalho que o incluísse.

Quanto ao enxofre, também não se analisou seu teor no solo. Apesar do pequeno número de trabalhos, fica evidente o potencial de resposta a esse nutriente nos solos sob cerrado. Assim, Sanzonowicz & Couto (1981), em ensaios em vasos, verificaram aumento no rendimento de matéria seca de *Leucaena leucocephala* pela aplicação de enxofre num LE argiloso. Couto et al. (1983) observaram aumento de rendimento de matéria seca de uma pastagem consorciada de *Andropogon gayanus* e *Stylosanthes capitata*, com a aplicação de enxofre num LV argiloso. Couto & Sanzonowicz (1983), em experimento em vasos com dois solos, LE e LV, constataram aumento no rendimento de matéria seca de *Calopogonium muconoides*, *Stylosanthes guianensis* e *Centrosema* sp., em ambos os solos, em vista da aplicação de enxofre. Jones et al. (1970), em ensaios em casa de vegetação num LE, observaram que, de sete leguminosas forrageiras, apenas duas, *Stylosanthes gracilis* e *Glycine javanica*, tiveram seus rendimentos de matéria seca aumentados devido à aplicação de enxofre.

Não se analisou o teor de molibdênio no solo. São poucos os trabalhos com molibdênio em leguminosas forrageiras em solos sob cerrado. Couto et al. (1988) obtiveram aumento no rendimento de matéria seca de uma pastagem consorciada de *Andropogon gayanus* e

*Stylosanthes capitata* pela aplicação de molibdênio num LV argiloso. Esse efeito só foi observado no tratamento que recebeu calcário e enxofre. Couto & Sanzonowicz (1983), em ensaios em casa de vegetação, em dois solos, constataram que o *Calopogonium muconoides* respondeu à aplicação do molibdênio apenas no LE e somente no tratamento que recebeu cálcio e enxofre. Sanzonowicz & Couto (1981), em experimento em vasos, não encontraram efeito da aplicação do molibdênio no rendimento de matéria seca de *Leucaena leucocephala* num LE argiloso.

Quanto às interações, houve efeito significativo apenas no terceiro corte (Quadro 2).

Na interação Cu x Zn, a aplicação do cobre causou aumento no rendimento de matéria seca, tanto na ausência (1.305kg/ha) como na presença (794kg/ha) do zinco. Este, por sua vez, só teve efeito significativo na presença do cobre: sua aplicação reduziu o rendimento de matéria seca em 382kg/ha. Na interação Cu x S, a aplicação do cobre provocou aumento no rendimento de matéria seca, tanto na ausência (790kg/ha) como na presença (1.311kg/ha) do enxofre. Já o enxofre teve efeito significativo só na presença do cobre: sua aplicação aumentou o rendimento de matéria seca em 367kg/ha. Sanzonowicz & Couto (1981), em experimento em vasos, não encontraram efeito significativo das interações Cu x Zn e Cu x S, no rendimento de matéria seca de *Leucaena leucocephala*, num LE argiloso.

## CONCLUSÕES

1. O cobre foi o único nutriente que limitou o rendimento de matéria seca.
2. Houve efeito das interações Cu x Zn e Cu x S, no rendimento de matéria seca do terceiro corte.

## AGRADECIMENTOS

Aos laboratoristas Nirceu W. Linhares e Elzino Rodrigues, pela análise de solo; aos Técnicos Agrícolas Antonio S. Trimidi e Deocleciano S. Lima, pelo auxílio na instalação e condução do experimento.

## LITERATURA CITADA

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento semidetalhado dos solos de áreas do Ministério da Agricultura do Distrito Federal. Rio de Janeiro. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1966. 135p. (Boletim técnico, 8)
- COCHRAN, W.G. & COX, G.M. Factorial experiments in fractional replication. 2.ed. In: COCHRAN, W.G. & COX, G.M., eds. Experimental designs. New York, John Wiley, 1957. p.244-292.
- COUTO, W. & SANZONOWICZ, C. Soil nutrient constrains for legume-based pastures in the Brazilian cerrados. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14., Lexington, Kentucky, 1981. Proceedings. Boulder, Colorado, Westview, 1983. p.320-323.
- COUTO, W.; SANZONOWICZ, C. & LEITE, G.G. Adubação para o estabelecimento de pastagens consorciadas nos solos dos cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 6., Brasília, DF, 1982. Savana: alimento e energia. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1988. p.61-78.
- EMBRAPA-CPAC. Estilosantes bandeirante: leguminosa para formação de bancos de proteína. Planaltina, s.d. (Fôlder)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análises de solo. Rio de Janeiro, 1979. 1v.
- GUPTA, U.C. A simplified method for determining hot-water-soluble boron in podzol soils. Soil Sci., Baltimore, 103:424-427, 1967.
- JACKSON, M.L. Determinaciones de materia orgánica en los suelos. In: JACKSON, M.L., ed. Análisis químico de suelos. Barcelona, Omega, 1964. p.282-310.
- JONES, M.B.; QUAGLIATO, J.L. & FREITAS, L.M.M. de. Respostas de alfafa e algumas leguminosas tropicais a aplicações de nutrientes minerais, em três solos de campo cerrado. Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, 5:209-214, 1970.
- 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):789-794, 1981.
- SOARES, W.V. & VARGAS, M.A.T. Ensaio exploratório de fertilização com duas leguminosas tropicais em três solos sob cerrado do Distrito Federal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 14., Santa Maria, RS, 1973. Anais. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1974. p.448-460.