

LIMITAÇÕES DE FERTILIDADE DE UM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO PARA O CULTIVO DE MACROTILOMA⁽¹⁾

HERBERT BARBOSA DE MATTOS^(2,4); MARIA TEREZA COLOZZA⁽²⁾ e FRANCISCO ANTONIO MONTEIRO^(3,4)

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo identificar os nutrientes limitantes para o desenvolvimento e fixação de nitrogênio do macrotiloma (*Macrotyloma axillare* (E. Mey) Verdc), cultivado em um Latossolo Vermelho-Escuro Orto, do município de Itapetininga, localizado na Região Sul do Estado de São Paulo, Brasil. O experimento foi executado em casa-de-vegetação no Instituto de Zootecnia em Nova Odessa, no período de outubro de 1984 a março de 1985. Em dez tratamentos do tipo subtração, dispostos em blocos ao acaso com quatro repetições, foram testados os efeitos de calcário, P, K, S, Cu, Mn, Zn e Mo. Os resultados mostraram que: a) a deficiência de fósforo foi o fator que mais limitou o estabelecimento, desenvolvimento e fixação de nitrogênio da leguminosa; b) a omissão de calcário reduziu significativamente ($P < 0,05$) a produção de matéria seca, quantidade total de nitrogênio e nodulação na leguminosa; c) a concentração de manganês na forragem foi mais alta no tratamento sem aplicação de calcário do que nos demais; d) a omissão de zinco reduziu significativamente ($P < 0,05$) a concentração desse elemento na forragem; e) as omissões individuais de K, S, Cu e Mo não reduziram significativamente ($P > 0,05$) qualquer das variáveis estudadas.

Termos para indexação: macrotiloma, nutrição mineral, fósforo, calagem, manganês, zinco.

Fertility limitations of a Dark Red Latosol for macrotiloma growth

SUMMARY: This experiment was conducted with the objective of identifying the main nutrient deficiencies that can limit the growth and nitrogen fixation of macrotiloma (*Macrotyloma axillare* (E. Mey) Verdc). The legume was grown in a Dark Red Latosol from Itapetininga located in the South Region of São Paulo State, Brazil. The study was done in a greenhouse at the Instituto de Zootecnia, in Nova Odessa, State of São Paulo, from October 1984 to March 1985. Ten treatments, were arranged in a randomized complete block design with four replications. An omission type of treatment arrangement allowed to study the effects of lime, P, K, S, Cu, Mn, Zn and Mo. The results showed that: a) phosphorus deficiency was the most limiting factor for legume establishment, growth and nitrogen fixation; b) lime omission reduced significantly ($P < 0.05$) the dry matter yield, the total amount of nitrogen and

(1) Parte do Projeto IZ 14-004/78. Acordo IZ/FINEP. Recebido para publicação em janeiro de 1993.

(2) Seção de Nutrição de Plantas Forrageiras, Divisão de Nutrição Animal e Pastagens.

(3) Setor de Nutrição Mineral de Plantas, Departamento de Química da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP

(4) Bolsista do CNPq.

nodulation; c) manganese concentration in the herbage was very high in the treatments without lime application; d) zinc omission resulted significant decrease ($P < 0.05$) in the concentration of this micronutrient in the herbage; e) the omissions of K, S, Cu and Mo did not change significantly ($P > 0.05$) any of the studied variables.

Index terms: macrotiloma, mineral nutrition, phosphorus, lime, manganese, zinc.

INTRODUÇÃO

Uma adequada nutrição mineral constitui, sem dúvida, um dos fatores mais importantes para o aumento da produtividade das pastagens. Neste aspecto o fornecimento contínuo de nitrogênio tem relevante destaque. Para as leguminosas, a nutrição mineral assume uma importância acentuada, uma vez que para o nitrogênio ser fixado do ar, estas plantas devem estar adequadamente nutridas. Por isso, muitos pesquisadores que trabalham com forrageiras têm mostrado sua preocupação com o uso adequado de macro e micronutrientes em leguminosas forrageiras.

O macrotiloma é, atualmente, uma leguminosa pouco difundida entre os pecuaristas. Todavia alguns trabalhos desenvolvidos no Brasil Central têm mostrado ser a mesma de grande potencial forrageiro, principalmente para uso em pastagens consorciadas.

Existem alguns trabalhos de adubação com o macrotiloma cultivado em solos de outras regiões do Estado de São Paulo. COLOZZA & WERNER (1984), cultivando o macrotiloma num solo Podzólico Vermelho-Amarelo "intergrade" para Latossolo Vermelho-Amarelo verificaram decréscimos significativos na produção de matéria seca, nitrogênio total e peso dos nódulos quando omitiram o fósforo ao tratamento completo. Com relação ao potássio, observaram que a não aplicação desse nutriente resultou em uma redução acentuada e significativa nas três variáveis estudadas nesta leguminosa. A omissão de calcário provocou um decréscimo significativo na nodulação. Os autores verificaram ainda que a omissão tanto do enxofre como dos demais micronutrientes estudados, não causou decréscimos significativos tanto na produção de matéria seca como nos teores de N e na nodulação do macrotiloma.

Utilizando um Latossolo Vermelho-Amarelo fase arenosa GONTARSKI (1991) estudou os efeitos da calagem e de diversos tratamentos de adubação para cultivo do macrotiloma. Observou que a ausência da calagem limitou a produção de matéria seca, nitrogênio total e a nodulação e que, o emprego da mesma fez baixar consideravelmente os teores de manganês na parte aérea. Verificou também o autor, que o fósforo foi o nutriente mais limitante para o estabelecimento, na produção de matéria seca, na quantidade de nitrogênio

total e na nodulação desta forrageira. A omissão de potássio resultou em menor produção de matéria seca e nitrogênio total. Entre os micronutrientes, apenas a não aplicação do zinco provocou redução significativa no teor deste nutriente na forrageira nas duas épocas de corte.

Estudando a resposta de leguminosas, entre elas o macrotiloma, à aplicação de quatro níveis de calcário em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, PREMAZZI (1991) não obteve resposta significativa ($P > 0,05$) na planta, no primeiro corte. Entretanto, no segundo corte a produção de matéria seca sofreu acréscimos significativos ($P < 0,05$) com a elevação da saturação por bases do solo até 47%.

MUNNS & FOX (1977), estudando as necessidades de calagem por leguminosas forrageiras, entre as quais encontrava-se o dólicos (macrotiloma), em um solo com baixo teor de nitrogênio, verificaram que esta forrageira apresentou as maiores produções de matéria seca, quando foram aplicadas quatro toneladas de calcário por hectare.

TERGAS (1977), estudando o efeito de diversos níveis de enxofre em várias leguminosas forrageiras tropicais entre elas o dólicos (macrotiloma), verificou não haver este respondido a qualquer dos tratamentos, em solo com baixo teor de enxofre.

O macrotiloma, apesar do seu elevado potencial forrageiro, é uma leguminosa que teve pequeno número de estudos sobre sua adubação e nutrição, motivo de sua inclusão no presente estudo. O objetivo deste experimento foi identificar os nutrientes limitantes para o desenvolvimento desta leguminosa, em um Latossolo Vermelho-Escuro Orto, de uma região carente de resultados de adubação para plantas forrageiras que é a região Sul do Estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa-de-vegetação, do Instituto de Zootecnia, em Nova Odessa, SP, no período de outubro de 1984 a março de 1985. Utilizou-se um solo classificado como Latossolo Vermelho-Escuro Orto, coletado a uma profundidade de 0-30cm, no Posto Experimental de Zootecnia de Itapetininga, Região Sul do Estado de São Paulo, em área desmatada

em 1978 e nunca cultivada com plantas de interesse comercial.

Após a coleta, a terra foi seca à sombra, peneirada e amostrada. A amostra, enviada para análise química no Instituto Agrônomo de Campinas, apresentou os seguintes resultados: pH (CaCl₂) = 4,3; M.O. = 4,6%; P = 4mg/cm³; K = 0,17; Ca²⁺ = 0,9; Mg²⁺ = 0,5; H + Al = 7,2; S = 1,57; T = 8,77 e mg/100ml TFSA e V = 18%. O trabalho foi conduzido em vasos de cerâmica impermeabilizados e revestidos internamente com sacos plásticos, tendo 4,5kg de terra. A espécie estudada foi o *Macrotyloma axillare* (E. Mey) Verdc..

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo estudados os seguintes tratamentos:

1. Completo (P, K, Calagem, S, B, Cu, Zn e Mo);
2. Omissão de P;
3. Omissão de K;
4. Omissão de Calcário;
5. Omissão de S;
6. Adição de Mn;
7. Omissão de Cu;
8. Omissão de Zn;
9. Omissão de Mo e
10. Testemunha.

O critério utilizado para determinação da quantidade necessária de calcário foi o da elevação de saturação por bases do solo para 60%. A aplicação do calcário foi realizada em 04/10/84, deixando-se o solo em incubação por um período de 63 dias. Os nutrientes foram adicionados, na forma de reagentes analíticos como soluções diluídas, nos respectivos tratamentos, por ocasião do plantio, com exceção do manganês que foi aplicado em 04/01/85. As dosagens aplicadas, bem como os sais fornecedores são apresentados no quadro 1.

Quadro 1. Nutrientes aplicados, doses utilizadas e sais fornecedores desses nutrientes empregados no preparo das soluções

Nutrientes	Dose	Sal ou produto fornecedor
	kg/ha	
P	70	KH ₂ PO ₄ e NaH ₂ PO ₄ . H ₂ O
K	88	KH ₂ PO ₄ e KCl
S	40	Na ₂ SO ₄
B	0,5	H ₃ BO ₃
Cu	2	CuSO ₄ . 5H ₂ O
Mn	5	MnSO ₄ . H ₂ O
Zn	2	ZnSO ₄ . 7H ₂ O
Mo	0,250	Na ₂ MoO ₄ . 2H ₂ O

A semeadura foi realizada em 06/12/84, diretamente nos vasos, deixando-se, após os desbastes iniciais, cinco plantas por vaso.

Foram executados dois cortes de avaliação: o primeiro (em 01/02/85) com 56 dias de crescimento e o segundo, 46 dias após o primeiro (em 18/03/85).

Antes do plantio e após o segundo corte o solo foi amostrado nos vasos para posteriores análises químicas. Logo após a amostragem final do solo, os nódulos foram separados das raízes e postos a secar a 65°C.

O material colhido (parte aérea do primeiro e segundo corte e, raízes, foi seco em estufa a 65°C, pesado, moído e encaminhado ao laboratório para determinação dos teores de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn). O enxofre foi determinado segundo metodologia relatada por BATAGLIA (1976), enquanto os demais nutrientes foram determinados conforme proposto por SARRUGE & HAAG (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes à produção de matéria seca, porcentagem e quantidade total de nitrogênio e peso de nódulos, são apresentados nos quadros 2 e 3 e os teores dos nutrientes (P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn e Zn) são mostrados nos quadros 4 e 5. Os resultados das análises químicas do solo original, por ocasião do plantio e ao final do ensaio, acham-se no quadro 6.

Quadro 2. Produção de matéria seca no primeiro e segundo cortes e nodulação do macrotyloma cultivado num Latossolo Vermelho-Escuro. Médias de quatro repetições

Tratamentos	Matéria Seca				nodulação Peso
	1º corte Parte aérea	2º corte Parte aérea	Raiz	Planta inteira	
	g/vaso				mg/vaso
1. Completo	4,52	5,48	1,27	6,75	14,52
2. Omissão de P	0,25	1,67	0,37	2,04	1,97
3. Omissão de K	4,22	5,05	1,07	6,12	13,42
4. Omissão de calagem	3,86	4,60	1,20	5,80	10,29
5. Omissão de S	5,02	4,32	1,08	5,40	13,04
6. Adição de Mn	3,95	5,46	1,23	6,69	13,36
7. Omissão de Cu	5,37	5,05	1,40	6,45	14,26
8. Omissão de Zn	5,39	5,15	1,36	6,51	13,92
9. Omissão de Mo	5,29	5,14	1,32	6,46	14,03
10. Testemunha	0,10	0,74	0,19	0,93	0,80
dms (Tukey 5%)	2,29	2,20	0,63	2,76	4,47
CV (%)	24,60	21,20	24,90	21,40	16,70

A omissão do fósforo foi o fator mais limitante para o estabelecimento e desenvolvimento do macrotiloma (quadro 2). Verifica-se que a deficiência de fósforo limitou, também, a nodulação da leguminosa. O tratamento onde o fósforo foi omitido apresentou elevada porcentagem de nitrogênio, enquanto a quantidade total de nitrogênio foi muito inferior à encontrada no tratamento completo (quadro 3), isto

provavelmente tenha ocorrido por um efeito de concentração do nitrogênio, no tratamento sem adubação fosfatada devido à sua menor produção de matéria seca, quando comparada com os demais. Efeitos positivos da adubação fosfatada tanto para produtividade forrageira como para fixação de nitrogênio em macrotiloma também foram observados por COLOZZA & WERNER (1984) e GONTARSKI (1991).

Quadro 3. Teor (%) de nitrogênio e quantidade total de nitrogênio no primeiro e segundo cortes do macrotiloma cultivado num Latossolo Vermelho-Escuro. Médias de quatro repetições

Tratamentos	Teores de N		Quantidade de N			
	1º corte	2º corte	1º corte	2º corte		
	%		Parte aérea	Parte aérea	Raízes	Planta inteira
			mg/vaso			
1. Completo	1,99	2,36	91	127	24	151
2. Omissão de P	3,67	3,17	11	52	9	61
3. Omissão de K	1,89	2,27	91	117	19	136
4. Omissão de cal.	2,08	1,66	79	77	21	98
5. Omissão de S	2,05	2,03	98	91	19	110
6. Adição de Mn	2,12	1,94	83	106	21	127
7. Omissão de Cu	1,87	1,99	97	101	26	127
8. Omissão de Zn	1,98	2,06	103	107	23	130
9. Omissão de Mo	1,82	2,31	95	120	24	144
10. Testemunha	1,82	2,31	-	27	5	32
dms (Tukey 5%)	0,62	0,77	37,1	63,8	11,9	79,4
CV (%)	11,8	13,6	18,5	34,5	25,8	29,1

Nos tratamentos onde se omitiu individualmente S, Cu, Zn, Mo (5, 7, 8 e 9) e no que se incluiu o Mn (tratamento 6) não foram observadas reduções significativas ($P > 0,05$), nem por ocasião do primeiro, nem para o segundo corte da leguminosa, quando comparados ao tratamento completo, quanto à produção de matéria seca, nodulação, teor de nitrogênio e quantidade total de nitrogênio (quadros 2 e 3). Em termos de desenvolvimento inicial do macrotiloma neste solo, esses resultados mostram que não há maiores razões para se preocupar com a adição destes nutrientes na adubação. A resultados semelhantes chegaram COLOZZA & WERNER (1984), quando estudaram estes nutrientes, exceção feita ao molibdênio para o qual os autores encontraram reduções significativas na produção de matéria seca, teor de nitrogênio e quantidade total de nitrogênio por vaso no segundo corte. Também GONTARSKI (1991) obteve conclusão semelhante quando omitiu esses nutrientes num Latossolo Vermelho-Amarelo de Nova Odessa, em cultivo com macrotiloma.

Nos quadros 4 e 5 são mostrados os teores de P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn para o primeiro e segundo cortes da leguminosa. Em geral, as concentrações obtidas no tratamento completo situam-se dentro de faixas consideradas adequadas para a maioria das leguminosas forrageiras tropicais. Pode-se observar que, para o teor de fósforo, apenas onde se omitiu este nutriente é que este teor foi inferior ao dos demais tratamentos, em valor absoluto (sem significância estatística, no nível testado). Com relação ao teor de potássio, verifica-se que eles normalmente foram mais baixos no segundo corte que no primeiro e que o menor teor apresentado foi onde não se efetuou a aplicação deste nutriente. Resultados similares foram obtidos por COLOZZA & WERNER (1984), quando trabalharam com macrotiloma num Podzólico Vermelho-Amarelo "intergrade" para Latossolo Vermelho-Amarelo.

Os tratamentos de adubação empregados não causaram sensíveis alterações nos teores de Ca, Mg, S,

Quadro 4. Teores (em porcentagem) de macronutrientes na parte aérea do macrotiloma no 1º e 2º cortes. Médias de quatro repetições

Tratamentos	1º		2º		cortes		1º		2º	
	P		K		Ca		Mg		S	
	%									
1. Completo	0,16	0,18	1,84	1,62	0,79	0,95	0,38	0,37	0,06	0,13
2. Omissão de P	-	0,15	-	2,14	-	1,11	-	0,48	-	0,18
3. Omissão de K	0,15	0,18	1,86	1,37	0,78	1,01	0,40	0,41	0,07	0,18
4. Omissão de cal.	0,14	0,17	2,01	1,66	0,74	0,89	0,33	0,35	0,05	0,12
5. Omissão de S	0,17	0,19	1,89	1,57	0,83	0,95	0,40	0,37	0,07	0,15
6. Adição de Mn	0,16	0,19	1,86	1,51	0,83	1,08	0,42	0,44	0,06	0,11
7. Omissão de Cu	0,14	0,18	1,81	1,57	0,78	0,96	0,38	0,39	0,06	0,14
8. Omissão de Zn	0,15	0,20	1,77	1,57	0,81	1,08	0,40	0,42	0,07	0,14
9. Omissão de Mo	0,17	0,19	1,79	1,54	0,79	1,07	0,39	0,41	0,07	0,15
10. Testemunha	-	0,18	-	2,31	-	1,16	-	0,49	-	-
dms (Tukey 5%)	0,05	0,06	0,29	0,29	0,15	0,23	0,08	0,11	0,03	0,11
CV (%)	15,0	14,6	6,6	7,3	7,9	9,4	9,0	10,6	24,4	32,4

Quadro 5. Teores (em partes por milhão) de micronutrientes na parte aérea do macrotiloma no 1º e 2º cortes. Médias de quatro repetições

Tratamentos	1º		2º		cortes		1º		2º	
	B		Cu		Fe		Mn		Zn	
	ppm									
1. Completo	59	51	2	7	77	94	79	116	28	44
2. Omissão de P	78	54	-	7	-	105	-	172	-	67
3. Omissão de K	68	36	2	5	81	88	78	117	27	41
4. Omissão de cal.	63	41	2	4	80	98	359	409	34	51
5. Omissão de S	64	42	3	6	83	105	88	130	29	50
6. Adição de Mn	62	42	3	6	96	116	80	105	29	40
7. Omissão de Cu	62	38	2	6	77	94	74	113	30	44
8. Omissão de Zn	60	39	2	6	89	102	78	117	24	41
9. Omissão de Mo	62	39	2	6	83	137	70	90	28	44
10. Testemunha	75	58	-	-	-	-	-	-	-	-
dms (Tukey 5%)	10	11	1	3	19	50	25	65	4	10
CV (%)	6,6	10,2	29,7	24,1	9,4	20,1	9,5	17,8	6,6	9,2

Fe e Zn no macrotiloma (quadros 4 e 5) entretanto, no tratamento testemunha, o teor de Ca no segundo corte foi o mais alto enquanto, de forma geral, os teores de S no primeiro corte foram mais baixos que no segundo, fato este observado também por COLOZZA & WERNER (1984).

Os teores de B foram, em geral, mais elevados no primeiro corte que no segundo. No tratamento testemunha e onde se omitiu o fósforo observou-se um aumento no teor de B em relação aos demais tratamentos, provavelmente devido à baixa produção de matéria seca nestes tratamentos, o que teria provocado um acúmulo deste micronutriente na planta.

Os teores de Mn foram em geral, mais baixos no primeiro corte que no segundo e entre os tratamentos o maior teor é encontrado naquele onde a calagem foi

omitida, coincidindo com dados obtidos por COLOZZA & WERNER (1984) e por GONTARSKI (1991).

O teor de Zn encontrado no macrotiloma foi menor no primeiro que no segundo corte. No tratamento onde este micronutriente foi omitido, observou-se uma tendência de sua redução. Entretanto, no tratamento em que se omitiu o fósforo, no segundo corte o teor de Zn foi significativamente mais alto que nos demais ($P < 0,05$). Segundo TISDALE et al. (1975) há vários relatos de que altos teores de fósforo no solo induzem à deficiência de zinco. A ausência do macronutriente na adubação (tratamento 2) poderá ter induzido à absorção de mais zinco pela planta. Estes teores coincidem com os obtidos por COLOZZA & WERNER (1984).

Quadro 6. Resultados das análises químicas do solo original e de amostras tomadas após o corte final do experimento

Tratamentos	M.O.	pH em CaCl ₂	P resina	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V
	%		mg/cm ³							%
Original	4,6	4,3	4	0,17	0,9	0,5	7,2	1,57	8,77	18
Trat. 1	5,2	5,1	14	0,18	2,2	1,3	4,2	3,70	7,90	47
Trat. 2	5,5	5,1	4	0,27	2,5	1,3	4,7	4,10	8,80	47
Trat. 3	5,4	5,1	8	0,09	2,1	1,2	4,6	3,40	8,00	43
Trat. 4	5,5	4,5	17	0,22	1,1	0,5	6,8	1,80	8,60	21
Trat. 5	5,4	5,1	7	0,16	2,1	1,2	4,2	3,50	7,70	45
Trat. 6	5,2	5,1	8	0,19	2,2	1,3	4,3	3,70	8,00	46
Trat. 7	5,4	5,1	14	0,20	2,2	1,3	4,3	3,70	8,00	46
Trat. 8	5,4	5,1	6	0,16	2,1	1,2	4,3	3,50	7,80	45
Trat. 9	5,4	5,2	7	0,18	2,3	1,3	4,2	3,80	8,00	48
Trat. 10	5,4	4,5	3	0,20	1,2	0,5	7,6	1,90	9,50	20

CONCLUSÕES

1. A deficiência de fósforo foi o fator mais limitante para o estabelecimento, desenvolvimento, nodulação e fixação de nitrogênio do macrotiloma neste solo.

2. A calagem reduziu acentuadamente a absorção de manganês pela leguminosa.

3. A ausência de adubação neste solo com K, Ca, Mg, S, B, Cu e Zn não limitou significativamente a produção de matéria seca, a quantidade total de nitrogênio e a nodulação do macrotiloma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATAGLIA, O. C. Determinação indireta de enxofre em plantas espectrofotometria de absorção atômica. *Ciê. e Cult.*, São Paulo, 28(6):672-5, 1976.

COLOZZA, M. T. & WERNER, J. C. Aplicação de nutrientes em três leguminosas forrageiras cultivadas num solo da Região do

Vale do Ribeira. *Nova Odessa, SP, Zootecnia*, 22(4):327-53, 1984.

GONTARSKI, E. C. Limitações de fertilidade de um Latossolo Vermelho-Amarelo para o cultivo de macrotiloma Guatá e galaxia Yarana. *Tese de Mestrado. Piracicaba, SP, ESALQ*, 1991. 107f.

MUNNS, D. N. & FOX, R. L. Comparative lime requirements of tropical and temperate legumes. *Plant and Soil, The Hague*, 46:533-48, 1977.

PREMAZZI, L. M. Saturação por bases como critério para recomendação de calagem em cinco forrageiras tropicais. *Tese de Mestrado. Piracicaba, SP, ESALQ*, 1991. 215f.

SARRUGE, J. R. & HAAG, H. P. *Análise química em plantas. Piracicaba, SP, ESALQ, ESALQ/USP*. 1974. 56p.

TERGAS, L. E. Importância de azufre em a nutrição mineral de leguminosas forrageiras tropicais. *Turrialba, Costa Rica*, 27(1):63-9, 1977.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L. & BEATON, J. D. *Soil fertility and fertilizers. New York, 1975. p.350-413.*