

EFEITO DE ZINCO, BORO, MOLIBDÊNIO E CALAGEM NA PRODUÇÃO DE SOJA-PERENE (*Glycine javanica* L.) CULTIVADA EM SOLOS DE CERRADO, EM CONDIÇÕES DE CASA-DE-VEGETAÇÃO^{1/}

Hélio Lopes dos Santos^{2/}

José Mário Braga^{3/}

Mauro Resende^{3/}

José Raimundo Pereira Chaves^{4/}

1. INTRODUÇÃO

Ocupando uma área com mais ou menos 40% da superfície total do Estado de Minas Gerais, os solos de cerrado têm merecido especial atenção por parte da pesquisa agrônômica, visando à sua incorporação, como parcela significativa, no complexo produtivo do País (20).

Uma das ênfases que tem sido dada ao estudo dos solos de cerrado está relacionada com a sua fertilidade, tanto no equacionamento dos fatores limitantes da produção agrícola quanto no estudo da interação desses fatores com o vegetal (9, 16, 19).

Quanto aos fatores limitantes componentes da fertilidade do solo, os trabalhos têm sido direcionados para estudá-los tanto do ponto de vista qualitativo quanto quantitativo. Os trabalhos sobre os macronutrientes e a calagem do solo são em maior número, o mesmo não acontecendo com o zinco, o boro, o molibdênio e a interação destes com a calagem (4, 5, 8, 10, 22, 25). Apesar disso, tem sido observada resposta, em diferentes níveis, à aplicação de molibdênio, boro e zinco (9, 10, 21).

Além dos estudos dos nutrientes minerais, são realizadas pesquisas com o obje-

^{1/} Parte da tese do primeiro autor, para obtenção do título de M.S. em Fitotecnia.

Recebido para publicação em 04-04-1979.

^{2/} Centro Nacional de Pesquisa do Milho e Sorgo — 35700 — Sete Lagoas — MG.

^{3/} Departamento de Solos — U.F.V. — 36570 — Viçosa — MG.

^{4/} Departamento de Biologia Vegetal — U.F.V. — 36570 — Viçosa — MG.

tivo de estudar a adaptabilidade de vegetais a esses solos. Entre esses nutrientes, está a soja-perene (*Glycine javanica* L.), por causa da possibilidade de seu aproveitamento na região, principalmente em regime de pastagens consorciadas, aliada a seu sistema radicular, de melhor adaptação a esse tipo de solos (15).

Este trabalho teve como objetivo verificar, em condições de casa-de-vegetação, as respostas da soja-perene à aplicação de zinco, boro, molibdênio e a interação desses elementos com a calagem.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a instalação deste ensaio foram utilizados dois tipos de solos: um Latossolo Vermelho-Amarelo, fase cerrado, textura argilosa, e um Latossolo Vermelho-Escuro, fase cerrado, textura argilosa, selecionados como sendo mais representativos dentre os existentes na área do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, em Sete Lagoas.

De cada unidade de solo foi retirada uma amostra composta, formada de 15 amostras simples, coletadas até a profundidade de 20 centímetros, suficientes para a instalação do experimento em casa-de-vegetação.

As análises físicas desses solos caracterizaram os teores de areia grossa, areia fina, silte e argila e as análises químicas de pH, Al, Ca + Mg, K, P, M.O. e N (31) (Quadro 1). Além dessas análises, foram determinadas também as formas total e «disponível» de zinco (6), boro (32) e molibdênio (25, 27).

Neste ensaio, testaram-se zinco, boro, molibdênio e calagem em dois níveis, ou seja: ausência e presença, dispostos em esquema fatorial, no delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições.

As quantidades aplicadas foram: 25 kg de sulfato de zinco/ha, 1 kg de molibdato de sódio/ha, 6 kg de tetraborato de sódio/ha e carbonato suficiente para elevar o pH do solo para 5,8, usando o método da incubação e utilizando-se uma mistura de carbonato de cálcio e carbonato de magnésio, na proporção de 5:1.

Todos os tratamentos receberam uma adubação básica de 100 ppm de P, 80 ppm de K e 20 ppm de S, utilizando-se, como fontes desses elementos, o H_3PO_4 , o KCl e o H_2SO_4 , respectivamente.

Os adubos foram aplicados em vasos com 1700 g de solo e, depois de misturados, receberam 20 sementes de soja-perene (*Glycine javanica* L.), variedade 'Tinaroo', inoculadas com *Rhizobium*, estirpe D — 4.^a, selecionada pelo Setor de Microbiologia do Solo do Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Centro-Sul (IPEACS), Rio de Janeiro.

Feito o plantio, 21 dias depois procedeu-se ao desbaste, tendo sido deixadas seis plantinhas por vaso.

O ensaio foi encerrado com o corte da parte aérea, quando as plantas apresentavam aproximadamente 50% de floração, o que ocorreu 75 dias depois do plantio.

A parte colhida foi lavada com água de torneira e água destilada, acondicionada em sacos de papel e posta para secar, à temperatura de 70°C, em estufa com circulação de ar.

O material vegetal, depois de secado, foi moído e mineralizado; no extrato, determinaram-se nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, segundo LOTT *et alii* (14), e zinco, boro e molibdênio, segundo MALAVOLTA (18).

Com os dados de peso seco e quantidades absorvidas dos elementos fizeram-se análises de variância e de correlação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados do peso médio da matéria seca da parte aérea da soja-perene, como

QUADRO 1 - Resultados das análises química e granulométrica das amostras dos solos estudados

Identificação	pH em água (1+1)	Al** me/ 100 cc	Ca + Mg* me/ 100 cc	K* ppm	P* ppm	M.O.*** %	N**** %	Areia grossa %	Areia fina %	Silte %	Argila %
Latossolo Vermelho-Amarelo, fase cerrado, textura argilosa	4,70	1,70	1,90	69	3	2,171	0,113	7	5	23	65
Latossolo Vermelho-Escuro, fase cerrado, textura argilosa	4,80	0,60	1,30	76	6	2,012	0,105	5	2	35	58

* Extrator H_2SO_4 0,025 N + HCl 0,05 N.

** Extrator KCl 1 N.

*** Processo Walkley-Black.

**** Processo Kjeldahl.

resultado dos tratamentos, acham-se no Quadro 3.

Realizada a análise de variância dos dados, foram observados efeitos altamente significativos da calagem e do zinco; com o desdobramento dos graus de liberdade da interação solos x tratamentos, houve efeito significativo do zinco apenas no Latossolo Vermelho-Escuro, enquanto a calagem alterou a produção da matéria seca nos dois solos estudados.

Já se previa a resposta à aplicação de calcário, diante dos resultados da análise química dos solos. Esses resultados estão coerentes com os relatados em outros trabalhos (5, 8, 11, 14, 25, 26).

Em consequência da aplicação da calagem, os teores de alumínio trocável diminuíram a níveis não detectáveis e os teores de cálcio + magnésio foram a níveis acima dos críticos (Quadro 4).

Houve influência da calagem na absorção de molibdênio, possivelmente em consequência de maior disponibilidade desse elemento com a elevação do pH (Quadros 5 e 6), fato já observado em outros trabalhos (8, 13, 28).

Dos micronutrientes testados, apenas o zinco alterou a produção de matéria seca de maneira significativa e positiva, muito embora seus teores nos solos (Quadro 2) estivessem na faixa normal de disponibilidade (4, 6, 30). Em solos de cerrado já foi observada resposta a esse elemento (8, 10). O contrário aconteceu com o boro e o molibdênio, cujos teores (Quadros 5 e 6) estiveram próximos e abaixo dos níveis críticos estabelecidos na literatura (17, 28, 32).

Os teores de cálcio + magnésio correlacionaram-se significativamente com a absorção de nitrogênio, fato explicável pela influência da calagem no processo de fixação simbiótica do nitrogênio, o que pode, em alguns casos, corrigir a deficiência desse elemento (1, 12). Com relação à absorção de potássio, observou-se correlação negativa e significativa com os teores de cálcio + magnésio, por causa da competição entre esses três elementos, fenômeno que JONES e FREITAS (12) e FREITAS e PRATT (11) já tinham observado. Também foram negativos e significativos os coeficientes de correlações entre os teores de cálcio + magnésio e a absorção de zinco, nos dois solos estudados (Quadro 7). O mesmo tipo de correlação foi observado com a absorção de boro. Esses resultados confirmam os já relatados noutros trabalhos (2, 3, 7, 23, 29, 33, 34). Ainda, coeficientes positivos e significativos, no LVe, ocorreram na análise de correlação entre cálcio + magnésio e a absorção de molibdênio, confirmando que a absorção do elemento aumenta com a elevação do pH do solo (8).

Com relação ao fósforo, a calagem reduziu a absorção desse elemento no Latossolo Vermelho-Escuro. Esse fato é comum em solos com baixos teores de fósforo, onde a aplicação de calcário diminui a absorção de fósforo por causa da formação de fosfatos de cálcio.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Este trabalho foi conduzido em casa-de-vegetação, com amostras de solos do município de Sete Lagoas, Estado de Minas Gerais. Foram coletadas amostras de dois solos: Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho-Escuro, fase cerrada, de 0 a 20 cm de profundidade.

Este trabalho teve como objetivo estudar a resposta da soja-perene (*Glycine javanica* L.), variedade 'Tinaroo', à aplicação de zinco, boro, molibdênio e calagem, bem como observar a influência da calagem na disponibilidade de alguns nutrientes.

As plantas foram analisadas quanto aos teores totais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, zinco, boro e molibdênio.

QUADRO 2 - Teores totais e "disponíveis" de zinco, boro e molibdênio nas amostras dos solos estudados

Solos	Zinco		Boro		Molibdênio	
	Total	"Disponível"	Total	"Disponível"	Total	"Disponível"
Latossolo Vermelho-Amarelo,						
fase cerrado, textura argi-						
losa	86	0,6	33	0,84	0,031	0,024
Latossolo Vermelho-Escuro,						
fase cerrado, textura argi-						
losa	66	0,6	48	0,95	0,037	0,016

QUADRO 3 - Produção média de matéria seca, em gramas/vaso

Tratamentos	Latossolo Vermelho-Amarelo	Latossolo Vermelho-Escuro
Zn	2,5	4,6
B	2,1	3,2
Mo	1,7	3,5
Calagem	12,0	10,6
Zn + B	2,2	4,8
Zn + Mo	2,5	4,5
B + Mo	2,3	3,3
Zn + Calagem	14,6	12,1
B + Calagem	15,0	11,3
Mo + Calagem	14,1	11,7
Zn + B + Mo	2,5	4,9
Zn + B + Calagem	14,2	12,0
Zn + Mo + Calagem	14,5	12,2
B + Mo + Calagem	12,5	12,5
Zn + B + Mo + Calagem	13,9	13,3
Testemunha	3,0	3,3

QUADRO 4 - Resultados médios das análises de pH, Al e Ca + Mg nas amostras de solo, após a colheita do experimento

Tratamentos	Latossolo Vermelho-Amarelo			Latossolo Vermelho-Escuro		
	pH em água (1+1)	Al* me/ 100 cc	Ca + Mg* me/ 100 cc	pH em água (1+1)	Al* me/ 100 cc	Ca + Mg* me/ 100 cc
Zn	4,50	1,70	1,00	4,60	0,50	1,40
B	4,30	1,60	1,15	4,50	0,50	1,60
Mo	4,30	1,70	1,10	4,60	0,40	1,80
Calagem	5,40	nihil	4,60	5,40	nihil	6,00
Zn + B	4,40	1,80	1,00	4,50	0,50	1,60
Zn + Mo	4,50	1,50	0,90	4,50	0,40	1,40
B + Mo	4,30	1,50	1,05	4,50	0,40	0,90
Zn + Calagem	5,60	nihil	6,00	5,40	nihil	5,90
B + Calagem	5,70	nihil	9,00	5,40	nihil	6,05
Mo + Calagem	5,60	nihil	5,90	5,30	nihil	6,05
Zn + B + Mo	4,50	1,60	0,90	4,60	0,30	1,20
Zn + B + Calagem	5,70	nihil	5,90	5,40	nihil	5,90
Zn + Mo + Calagem	5,40	nihil	6,00	5,40	nihil	6,00
B + Mo + Calagem	5,30	nihil	5,20	5,40	nihil	5,90
Zn + B + Mo + Calagem	5,40	nihil	5,90	5,40	nihil	5,90
Testemunha	4,30	1,80	1,10	4,60	0,40	1,40

* Extrator "Norte Carolina".

** Extrator KCl 1 N.

QUADRO 5 - Resultados das análises químicas da matéria seca no Latossolo Vermelho-Amarelo

Tratamentos	Concentração de Nutrientes						
	%				ppm		
	N	P	K	Ca	Mg	Zn	B
Zn	2,26	0,117	1,312	0,650	0,245	100	37
B	2,38	0,128	1,462	0,500	0,302	59	61
Mo	2,70	0,122	1,550	0,605	0,312	57	44
Calagem	2,86	0,108	1,062	0,975	0,317	32	25
Zn + B	1,96	0,126	1,262	0,540	0,316	100	60
Zn + Mo	2,04	0,130	1,462	0,520	0,285	105	41
B + Mo	2,24	0,122	1,530	0,435	0,215	54	61
Zn + Calagem	3,32	0,100	1,012	0,875	0,317	40	23
B + Calagem	3,20	0,110	0,837	1,060	0,285	35	52
Mo + Calagem	3,22	0,105	0,887	1,085	0,317	31	22
Zn + B + Mo	2,18	0,121	1,312	0,435	0,252	109	56
Zn + B + Calagem	3,12	0,100	0,881	1,040	0,302	39	49
Zn + Mo + Calagem	3,30	0,101	0,087	1,040	0,275	35	30
B + Mo + Calagem	3,20	0,102	0,887	1,085	0,250	28	54
Zn + B + Mo + Calagem	3,32	0,091	0,575	0,385	0,277	34	49
Testemunha	2,22	0,113	1,412	0,505	0,280	52	34

QUADRO 6 - Resultados das análises químicas da matéria seca no Latossolo Vermelho-Escuro

Tratamentos	Concentração de Nutrientes						
	%				ppm		
	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mo
Zn	2,98	0,109	1,112	0,775	0,280	53	0,31
B	2,58	0,119	1,112	0,955	0,247	38	0,35
Mo	2,68	0,123	1,112	0,820	0,270	39	3,17
Calagem	3,10	1,122	0,662	1,175	0,492	33	0,78
Zn + B	3,12	0,106	1,062	0,840	0,215	81	0,21
Zn + Mo	3,16	0,103	1,012	0,800	0,240	56	3,00
B + Mo	3,02	0,128	1,012	0,840	0,245	46	2,21
Zn + Calagem	3,16	0,121	0,625	1,150	0,442	33	0,91
B + Calagem	3,18	0,123	0,662	1,125	0,417	33	0,83
Mo + Calagem	3,28	0,124	0,625	1,330	0,492	27	3,80
Zn + B + Mo	3,26	0,109	1,112	0,840	0,250	85	2,90
Zn + B + Calagem	3,36	0,117	0,625	1,330	0,400	34	0,73
Zn + Mo + Calagem	3,42	0,126	0,625	1,175	0,472	33	4,42
B + Mo + Calagem	3,00	0,117	0,625	1,040	0,482	33	4,63
Zn + B + Mo + Calagem	3,36	0,124	0,575	1,060	0,433	47	4,87
Testemunha	2,66	0,157	1,312	0,975	0,302	41	0,34

QUADRO 7 - Coeficientes de correlação entre o teor de Ca + Mg no solo e a absorção de N, P e K, Zn, B e Mo

	Valores de "r"	
	Latossolo Vermelho-Amarelo	Latossolo Vermelho-Escuro
<u>Ca + Mg no solo, após a colheita</u>		
Nitrogênio na planta	0,995**	0,160
Fósforo na planta	-0,725**	0,278
Potássio na planta	-0,768**	-0,955**
Com a aplicação dos micronutrientes		
<u>Ca + Mg no solo, após a colheita</u>		
Zinco na planta	-0,995**	-0,826*
Boro na planta	-0,900**	-0,361
Molibdênio na planta	0,377	0,940**
Sem a aplicação dos micronutrientes		
<u>Ca + Mg no solo, após a colheita</u>		
Zinco na planta	-0,966**	-0,891**
Boro na planta	-0,880**	-0,913**
Molibdênio	0,270	0,969**

* Significativo ao nível de 5%.

** Significativo ao nível de 1%.

Diante desses resultados, obtiveram-se as seguintes conclusões:

1. A calagem proporcionou, nos dois solos, aumentos significativos na produção de matéria seca;
2. A calagem reduziu substancialmente a absorção do zinco e boro. Verificou-se o contrário com relação ao molibdênio;
3. A adição do zinco ao Latossolo Vermelho-Escuro proporcionou aumentos significativos na produção de matéria seca;
4. A aplicação de boro e molibdênio praticamente não influenciou a produção de massa seca;
5. A calagem, nos dois solos, reduziu a absorção de potássio e estimulou a absorção de nitrogênio e de fósforo no Latossolo Vermelho-Escuro.

5. SUMMARY

This research was carried out in the greenhouse, at the Federal University of Viçosa, Minas Gerais, Brazil.

The soils used were Yellow Red Latosol and Dark Red Latosol, Cerrado phase, both sampled from 0 to 20 cm depths.

The main objective was to study the response of perennial soybean (*Glycine javanica* L.), variety Tinaroo, to the application of zinc, boron, molybdenum and lime, as well as to observe the influence of liming on the nutrient availability. All plants were analysed for the total amounts of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, zinc, boron, and molybdenum.

The following conclusions were drawn from the results:

1. For both soils, liming significantly increased the production of dry matter;
2. Liming substantially reduced the absorption of zinc and boron, and conversely, increased the absorption of molybdenum;
3. Application of zinc to the Dark Red Latosol resulted in a significant increase in the production of dry matter;
4. Application of boron and molybdenum did not affect the production of dry matter;
5. For both soils, liming decreased the potassium absorption and stimulated the nitrogen absorption; and,
6. Liming increase phosphorus absorption for the Dark Red Latosol.

6. LITERATURA CITADA

1. BANATH, C.L., GREENWOOD, E.A.N. & LONERACAN, J.F. Effects of calcium deficiency on symbiotic nitrogen fixation. *Plant Physiology*, 41:760-763. 1966.
2. BERGER, K.C. Boron in soil crops. *Adv. Agron.* 1:321-351. 1949.
3. BIGGAR, J.W. & FIREMAN, M. Boron adsorption and release by soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 24:115-120. 1960.
4. BRASIL SOBRINHO, M.O.C. *Levantamento do teor de zinco em alguns solos do município de Piracicaba*. Piracicaba, Esc. Sup. Agric. «Luiz de Queiroz», 1966. 92 p. (Tese de catedrático).
5. CARVALHO, M.M., FRANÇA, G.E., BAHIA FILHO, A.F. & MOZZER, O.L. Ensaio exploratório de seis leguminosas tropicais em um Latossolo Vermelho-Escuro, fase cerrado. In: REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE RHIZOBIUM, V, Rio de Janeiro, 1970. Anais, Rio de Janeiro, Inst. Pesq. Agrop. Centro-Sul, 1970.

p. 9.

6. CHAPMAN, H.D. Zinc. In: Chapman, H.D. *Diagnostic criteria for plants and soils*. Riverside, University of California, 1966. p. 484-499.
7. COOK, R.L. & MILLAR, C.E. Some soil factors affecting boron availability. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 4:297-307. 1939.
8. DAVIES, E.B. Factors affecting molybdenum availability in soils. *Soil Sci.* 81: 209-221. 1956.
9. FAGUNDES, A.B., MENEZES, W.C. de, & KALCKMANN, R.E. Adubação e calagem das terras de Cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, II, Campinas, 1953. Anais, Campinas, 1953. p. 295-304.
10. FREITAS, L.M.M. de. Adubação de leguminosas tropicais. In: SEMINÁRIO DE METODOLOGIA E PLANEJAMENTO COM LEGUMINOSAS TROPICAIS, Rio de Janeiro, 1970. Anais, Rio de Janeiro, Inst. Pesq. Agrop. Centro-Sul, 1970. p. 28.
11. FREITAS, L.M.M. de & PRATT, P.F. Respostas de três leguminosas a calcário em diversos solos ácidos de São Paulo. *Pesq. Agrop. Bras.* 5:89-95. 1969.
12. 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. Agrop. Bras.* 5:91-99. 1970.
13. KLIVER, W.M. & KENNEDY, W.K. Studies on response of legumes to molybdenum and lime fertilization on Mardin Silt Loam Soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 24:377-380. 1960.
14. LOTT, W.L., NERY, J.P., GALLO, J.F. & MEDCALF, J.F. *A técnica da análise foliar aplicada ao cafeeiro*. Matão, Inst. Pesq. IRI, 1956. 40 p. (Bol. n.º 9).
15. LOVADINI, L.A.C. & MIYASAKA, S. *Cultivo da soja-perene*. Campinas, Inst. Agron. Campinas, 1968. 36 p. (Bol. n.º 20).
16. MASCARENHAS, H.A.C. & MIYASAKA, S. Adubação da soja. VI — Efeitos do enxofre e de vários micronutrientes (Zn, Cu, Mn, Fe e Mo) em Solo Latossolo Roxo com vegetação de Cerrado. *Bragantia* 26:373-379. 1967.
17. MALAVOLTA, E. *Manual de química agrícola*. São Paulo, Ceres, 1967. 606 p.
18. MALAVOLTA, E. *Curso Internacional de Diagnose Foliar*. Piracicaba, ESALQ, 1964. 36 p.
19. McLUNG, A.C., FREITAS, L.M.M., MIKKELSEN, D.S. & LOTT, W.L. *Adubação do algodoeiro em solos de campos cerrados do Estado de São Paulo*, Matão, Inst. Pesq. IRI, 1961. 30 p. (Bol. n.º 27).
20. MINAS GERAIS. Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais. *Diagnóstico da Economia Mineira*. Belo Horizonte, 1968. 202 p.

21. MIYASAKA, S., FREIRE, E.C. & MASCARENHAS, H.A. Adubação da soja. III — Efeito do NPK, do enxofre e de micronutrientes em solo do Arenito de Botucatu, com vegetação de cerrado. *Bragantia* 23:65-67. 1964.
22. MORRIS, H.D. & PIERRE, W.H. Minimum concentrations of manganese necessary for injury to various legumes in culture solution. *Agron. Journ.* 41:107-112. 1949.
23. NAFTEL, J.A. The influence of excessive liming on boron deficiency in soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 2:383-384. 1937.
24. NEME, N.A. & LOVADINI, L.A. Efeito dos adubos fosfatados e calcário na produção de forragem de soja-perene (*Glycine javanica* L.) em «terra de cerrado». *Bragantia* 26:365-372. 1967.
25. PERKIN ELMER INC., ed. *Analytical methods for absorption spectrophotometry*. Connecticut, 1968. s/p.
26. QUAQLIATO, J.L. & NUTTI, P. Efeito da calagem e micronutrientes na produção de leguminosas forrageiras, em solos de cerrado. Nova Odessa, IETCS, 1969. 18 p.
27. REISENAUR, H.M. Molybdenum. In: Black, C.A., ed. *Methods of soil analysis. Chemical and microbial properties*. Madison, Amer. Soc. Agronomy, 1965. p. 1050-1058.
28. ROBINSON, W.O. EDGINGTON, G., ARMINGER, W.H. & BREEN, A.V. Availability of molybdenum influenced by liming. *Soil Science* 72:267-274. 1951.
29. TISDALE, S.C. & NELSON, W.L. *Soil fertility and fertilizers*. 2nd. ed. N. York, MacMillan, 1966. 694 p.
30. THORNE, W. Zinc deficiency and its control. *Adv. Agron.* 9:31-65. 1957.
31. VETTORI, L. *Métodos de análise de solos*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1969. 24 p. (Bol. n.º 7).
32. WEAR, J.I. Boron. In: Black, C.A. ed. *Methods of soil analysis. Chemical and microbial properties*. Madison, Amer. Soc. Agronomy, 1965. p. 1059-1063.
33. WEAR, J.I. & PETTERSON, R.M. Effect of soil pH and texture on the availability of water-soluble boron in the soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 26:344-346. 1962.
34. WOLF, B. Factors influencing availability of boron in soils and its distribution in plants. *Soil Sci.* 50:209-216. 1940.