

EFEITOS DA APLICAÇÃO DO BORO EM SOLOS
SOB VEGETAÇÃO DE CERRADO

Carlos R. P. Laun*
Moacyr O. C. do Brasil Sobrinho**
Toshio Igue***

O presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos da aplicação de boro em duas unidades de solo cobertas com vegetação de cerrado, classificadas como, Latossolo Vermelho Amarelo-fase arenosa e Regossolo (Áreas Quartzosas), que ocorrem no município de São Simão, no Estado de São Paulo.

Foram feitas determinações químicas de boro solúvel em amostras colhidas nas áreas experimentais antes e depois do tratamento dos solos com calagem.

As determinações do boro foram comple-

* EMBRAPA, MA

** Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes,
ESALQ/USP

*** I.A.C. - Campinas

mentados com testes biológicos do girassol (Helianthus annuus L.).

Simultaneamente foram conduzidos ensaios de campo para estudos sobre a aplicação de doses crescentes de boro no feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.).

As conclusões do trabalho foram as seguintes:

1- O teste do girassol apresentou boa concordância com os testes químicos, indicando que as duas unidades de solo são ligeiramente deficientes ou não deficientes em boro.

2- O solo classificado como Regossolo (Areias Quartzosas) mostrou-se mais elevado em boro do que o Latossol Vermelho Amarelo - fase arenosa.

3- Não houve efeito da aplicação de boro na produção do feijoeiro.

INTRODUÇÃO

A pobreza dos solos sob vegetação de cerrado tem sido constatada por inúmeros pesquisadores .

Ocupando aproximadamente 25% da área do território nacional, esses solos, formados a partir dos mais diferentes tipos de materiais, sob precipitação pluviométrica média de 1.000 a 1.500 mm, apresentam uma topografia bastante favorável a mecanização agrícola, representando um dos maiores potenciais agro-silvo-pastoris do País, desde que se encontrem soluções adequadas

e econômicas para o seu aproveitamento racional.

No Estado de São Paulo, deficiências de boro têm ocorrido em algumas culturas tais como algodoeiro, cafeeiro, citrus, eucaliptos, mamoeiro, Pinus e em hortaliças com maior frequência.

Os solos sob vegetação de cerrado, conforme o seu material de origem e os processos de sua formação, formam solos muito diferentes um do outro, desde as Areias Quartzosas até solos podzolizados ou latossolos vermelhos, com reações peculiares a adição de fertilizantes.

Levando em conta a necessidade de contribuir para o melhor conhecimento desses solos, elaborou-se o presente trabalho, cujo objetivo principal foi estudar, através de ensaios de laboratório, casa de vegetação e de campo, os efeitos da aplicação do micronutriente boro em milho e feijão.

Essas culturas foram escolhidas devido a sua grande importância na região.

Foram utilizadas duas unidades de solos sob cerrado, classificadas como Latossolo Vermelho Amarelo - fase arenosa e Regossolo que ocorrem no Município de São Simão, e em outras áreas do Estado de São Paulo, perfazendo 6% da superfície total deste último, sendo necessário ressaltar que a segunda entidade de solo apesar de contribuir com apenas 0,9% da superfície do Estado, tem as suas maiores manchas concentradas no Município de São Simão e regiões circunvizinhas.

REVISÃO DE LITERATURA

São relativamente poucos os trabalhos sobre reação à boro nos solos do Estado de São Paulo. Sabe-se que determinadas plantas tem apresentado deficiência de boro, tais como, hortaliças, algodoeiro, cafeeiro, citrus e eucaliptus.

BRASIL SOBRINHO (1965), CASAGRANDE (1978), ALCARDE (1969), CATANI et alii (1970) realizaram estudos procurando determinar os teores de boro solúvel nos solos do Estado e selecionar os solos com prováveis deficiências do elemento.

ESPIRONELLO (1972) estudou a reação da cana de açúcar a adição de Boro em solos do município de Piracicaba. Apesar de serem considerados baixos os teores de boro encontrados não houve reação da cana à adição do boro.

CARVALHO (1981 b), em algodoeiro, encontrou boas reações à adição de boro em L.V.E., fase orto da região de Leme (SP).

CARVALHO (1981 a) encontrou reação no plantio de eucaliptos em solos, primitivamente, cobertos com vegetação de cerrado.

Assim, outras culturas também tem mostrado reações, como ocorre com o cafeeiro, batatinha, etc.. Havendo encontrado poucas informações quanto ao boro, isoladamente no milho (Galvão & Mesquita Filho, 1981) e no feijoeiro (Machado et alii, 1979), (LOPES, 1984). Aliás este último autor relata, de uma maneira geral, apenas em alguns casos respostas a adição de boro nos cerrados de Goiás .

MATERIAL E MÉTODO

Solos

A área experimental utilizada pelos ensaios pertence à Estação Experimental de São Simão, do Ministério da Agricultura, Município de São Simão, Estado de São Paulo.

Os solos utilizados nos ensaios foram classificados por LEMOS *et alii* (1960), respectivamente, como Latossolo Vermelho Amarelo - fase arenosa e Regossolo (Areias Quartzosas). Acham-se localizados na região ocupada pela referida Estação, situada numa altitude aproximada de 640 m e submetida a uma precipitação média anual de 1.424 mm.

Amostragem

Depois de removida a vegetação natural, constituída de espécies típicas de "cerrado" que cobriam os solos pesquisados, foram coletados de cada unidade, para a realização dos testes de casa de vegetação cerca de 350 kg de terra do horizonte superficial a uma profundidade de 0 a 20 cm. Ao mesmo tempo coletou-se, para fins de análise química amostra composta da área.

Características granulométricas e químicas dos solos.

As características granulométricas dos solos expressos em percentagem de argila, areia total e limo foram determinadas pelo método de Bouyoucos (BOUYOUCOS, 1951) e se encontram na Tabela 1.

As análises químicas foram efetuadas segundo CATTANI *et alii* (1955) e VETTORI (1969) e os resultados encontram-se na Tabela 2.

Tabela 1 - Características granulométricas dos solos.

Solos	TFSA		
	Areia Total %	Argila %	Limo %
L.V.A. fase arenosa	46,5	47,5	6,0
Areias Quartzosas	79,7	16,3	4,0

Determinação do boro solúvel dos solos.

O boro solúvel foi extraído pelo tratamento do solo com água fervente durante 5 minutos e determinado pelo método da curcumina segundo a técnica de Dible et alii, citado por DEL RIO & BORNEMISZA (1961) e modificada por CATANI et alii (1970), que substituiu a solução de CaCl_2 pela de HCl 0,1 N como floculante do colóide.

Os teores de boro encontrados foram de 0,16 ppm no LVA e de 0,36 ppm nas Areias Quartzosas.

Determinação do boro solúvel em HCl 6 N do corretivo

Foi feita também a determinação do boro solúvel em HCl + 6 N do calcário usado nas experiências de campo. O método utilizado nessa determinação foi o da curcumina, segundo DIBLE, BERGER & TRUOG (1954).

A preparação do extrato foi feita de acordo com o que descreve VALADARES et alii (1974).

Uma grama de amostra moída do material foi umedecida com água desionizada e tratada com 10 ml de uma solução de HCl destilado + 6 N

Tabela 2- Características químicas do Solo

Amostras	pH (água)	m.o. %	PO_4^{-3}	K^+ meq / 100 cm^3	Ca^{2+} Mg^{2+} de TFSA	H	Al^{3+}	T	S	V %	
LVA-fase areno sa	4,3	2,2	0,04	0,13	0,80	0,56	6,08	1,10	7,57	1,49	20,0
Areias Quart-zosas	4,2	0,93	0,03	0,10	0,32	0,42	3,00	0,70	3,84	0,84	22,0

- (1) Solúvel em H_2SO_4 0,05 N
- (2) Extraído pelo H_2SO_4 0,05 N
- (3) Extraído pelo KCl 1 N
- (4) Extraído pelo acetato de cálcio 1N

Após 12 horas de contato, levou-se em banho Maria até a secura completa, sendo o resíduo retomado com 20 ml de HCl 0,1 N. Agitou-se e tomou-se 1 ml do extrato para a determinação, pelo método da curcumina. As análises foram feitas com duas repetições.

O teor de boro solúvel determinado no calcário foi de 10 ppm.

Testes de boro com girassol (Helianthus annuus L.) em casa de vegetação.

Coleção de padrões

Foram conduzidos dois ensaios, tendo como substrato areia de quartzo. Esses ensaios foram realizados em vasos de 500 ml de capacidade, pintados inteiramente, com uma tinta betuminosa vendida no comércio com o nome de Neutrol 45(*) contendo cada vaso 500 g de areia de quartzo.

A finalidade desses ensaios foi a de testar entre duas variedades de girassol, a Guaycan (semente riscada) e a Peohem-semente preta, qual a que apresenta melhores condições como planta teste na coleção de padrões de boro.

A técnica empregada na execução desses ensaios foi a mesma utilizada por BRASIL SOBRINHO (1965) e por ESPIRONELLO (1972).

A areia de quartzo usada como substrato nesses ensaios foi previamente lavada com água de torneira, solução de HCl a 10% durante 48 horas, e, finalmente, com água destilada, até a eliminação de todo o íon Cl^- proveniente da água de torneira.

(*) Neutrol 45 - tinta betuminosa fabricada por Otto Baungart, São Paulo, Estado de São Paulo.

Como fonte de nutrientes, para o teste do Girassol, foi usada uma solução nutritiva de Colwell, citado por BRASIL SOBRINHO (1965) a qual continha todos os elementos essenciais ao desenvolvimento do girassol, com excessão do boro que foi adicionado em doses crescentes conforme demonstra a Tabela 3.

O esquema experimental usado nos dois testes foi o de blocos inteiramente casualizados em 7 tratamentos e 4 repetições.

O plantio do Girassol (variedade Peohên) foi feito em março de 1973 tendo se colocado 10 sementes em cada vaso. O desbaste por vaso foi efetuado aos 9 dias após a germinação, deixando-se 5 plantas por vaso.

A solução nutritiva foi fornecida em dias alternados a partir do desbaste, na quantidade de 10 ml até aos 14 dias após a emergência das plantas. Daí até a colheita, que se deu em maio de 1973, foram acrescidas mais 15 ml perfazendo um total de 25 ml, também fornecida em dias alternados.

Procurou-se manter um teor de água adequado nos vasos, o suficiente para evitar a eventual perda de turgidez de uma ou outra planta de cada vaso, utilizando-se sempre água destilada nas irrigações.

Tres foram os tipos de mensurações utilizadas (BRASIL SOBRINHO, 1965): Valor-idade, altura das plantas em cm e peso da matéria seca em gramas. As duas culturas foram efetuadas aos 70 dias, por ocasião da colheita dos ensaios.

O valor-idade (número de dias que levava para o aparecimento de sintomas de deficiência de boro em relação à data da emergência) era avaliada quando os sintomas atingiam a primeira planta do vaso. Esses sintomas eram confirmados numa 2ª fase, com a morte da gema ter-

Tabela 3 - Quantidades de boro adicionadas à coleção de padrões tendo a areia de quartzo como substrato.

Dias após Solução a sementeira	de H ₃ BO ₃ g/l	ppm de boro						
		0,0	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60
9	0,026	-	5	5	5	5	5	5
14	0,026	-	5	5	10	10	10	15
19	0,026	-	-	10	15	10	15	15
25	0,026	-	-	-	-	15	20	25

minal da planta.

Testes com solos

Nos testes com os solos houve a necessidade de se fazer a correção de acidez das mesmas, utilizando-se o CaCO_3 p.a. na base de 4t/ha, para o LVA e de 2t/ha para as Areias Quartzosas.

A variedade de girassol usada foi a "Peohen" e todas as unidades e técnicas foram as mesmas das utilizadas nos padrões. Os solos não receberam o boro.

Ensaio de aplicação de boro no feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) em condições de campo.

As áreas do ensaio de campo foram as mesmas de onde se fez a amostragem na Estação Experimental de São Simão, do Ministério da Agricultura. Os tratamentos, em número de seis, representavam 0, 1,0, 2,0, 3,0, 4,0 e 5,0 kg de B/ha sob a forma de borax (10,1% de B). O ensaio tinha 4 repetições, distribuídas em blocos ao acaso.

Os solos receberam a calagem, 3 meses previamente ao plantio, respectivamente, de 4t/ha para o LVA e de 2t/ha para as Areias Quartzosas. No dia do plantio, foi coletada amostra dos solos e analisadas na sua necessidade de calagem e em boro para se avaliar o comportamento da calagem e se o teor de boro havia se alterado.

Após essa 2ª análise, constatou-se que os valores V haviam passado para 33% e 38%, respectivamente, para o LVA e areias quartzosas. O teor de boro, após a calagem, havia crescido de 0,16 ppm para 0,38 no LVA e de 0,36 para 0,44 nas Areias Quartzosas. Nota-se que houve um enriquecimento de boro no LVA e nas Areias Quartzosas pode ter havido, também, perda por lixiviação.

A adubação do feijoeiro foi feita com 40, 100 e 30 kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente; nas formas de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, acrescidos dos demais micros.

O nitrogênio foi aplicado todo em cobertura, metade 8 dias após a emergência e metade 10 dias após a 1ª aplicação.

As parcelas tinham 7 x 4 m e oito linhas deixando-se duas bordaduras.

O feijão era da variedade "Carioca" e foi semeado à razão de três sementes por cova, a cada 20 cm dentro das linhas, deixando-se 2 plantas por cova.

Análise Estatística

Foram feitas as análises estatísticas segundo PIMENTEL GOMES (1966).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Boro solúvel nos solos.

As análises de boro solúvel em água fervente revelaram 0,36 ppm para a Areias Quartzosas e de 0,16 ppm para o LVA. Em se tratando de solos ácidos e de reconhecida baixa fertilidade, provenientes de vegetação de cerrado, esses valores parecem altos em relação aos dados de BRASIL SOBRINHO (1965). Entretanto, como os solos haviam sido desmatados na época dos ensaios é provável que a presença maior de matéria orgânica proveniente não só do solo mas também de detritos vegetais possam ter modificado os teores.

O mesmo argumento pode ser usado na 2ª análise feita 3 meses após a calagem e que revelou um acréscimo de mais de 100% para o LVA (0,38 ppm). Deve-se acrescentar o boro contido no calcário (10 ppm ou 1 g/t) que calculado para as doses aplicadas corresponderia a 40 g/ha.

Para as areias quartzosas, mais sujeitas a lixiviação, o teor de boro subiu de 0,36 para 0,44 ppm.

Ensaio de Boro em casa de vegetação com girassol

Os resultados do ensaio de girassol representados como altura em cm, valor-idade e o peso em gramas se encontram na Tabela 4.

Em primeiro lugar, levando-se em conta a altura em cm (Tabela 4) das plantas observa-se que para os padrões houve diferenças significativas pelos testes F e de Tukey a 5%. Assim, o tratamento 0,20 é maior do que o 0,10 e o 0 é o 0,60 é maior do que o 0,5 ppm; 0,30, 0,40 e 0,50 são iguais. A análise de variância mostrou que a regressão linear e a quadrática foram significativas, optando-se pelo uso da quadrática. Nas Figuras 1 e 2 pode-se ver a posição dos 2 solos em relação a curva padrão. Segundo a classificação obtida por Colwell (FRANCO, 1955) e obtida por BRASIL SOBRINHO & FREIRE (1980) os níveis de deficiência se acham abaixo de 0,10 ppm; entre 0,10 e 0,30 ppm se acha uma faixa de teores médios que podem ser deficientes ou não e acima de 0,30 ppm teores altos e provavelmente, não deficientes. Entre 34,40 e 54,97 cm ou entre 2,86 e 4,84 gramas de matéria seca acha a faixa média onde entra o LVA - fase arenosa. As areias quartzosas (Fig. 2) se colocam como teor alto (67,7 cm e 6,3 de matéria seca) e provavelmente, não deficientes em boro.

Os dados de crescimento estão de acordo com as análises químicas, sendo as Areias Quartzosas mais altas em boro do que o LVA. Os teores químicos encontrados pa-

Tabela 4 - Dados médios relativos ao valor idade, altura e peso da matéria seca do girassol - variedade Guaycan-semente riscada obtidos com administração de doses crescentes de boro em silica.

ppm de Boro na solução nutritiva	Altura das plantas em centímetros	Gramas de matéria seca por vaso de 500cc	Valor idade em dias
0,00	17,33 c	2,14 b	26
0,10	32,88 b	3,73 b	31
0,20	52,37 a	6,18 a	35
0,30	52,16 a	6,76 a	47
0,40	58,85 a	5,26 ab	-
0,50	51,82 a	4,54 ab	-
0,60	52,29 a	4,73 ab	-
Resíduo (QM)	41,2204	2,8101	-
F.	21,17**	3,39*	-
C.V.	14,14 %	35,16 %	-
DMS s 5% (Tukey)	14,76	3,85	-

** - Significância a 1% de probabilidade.

* - Significância a 5% de probabilidade.

Obs.- As produções por ensaio seguidas da mesma letra não diferem a 5% de probabilidade.

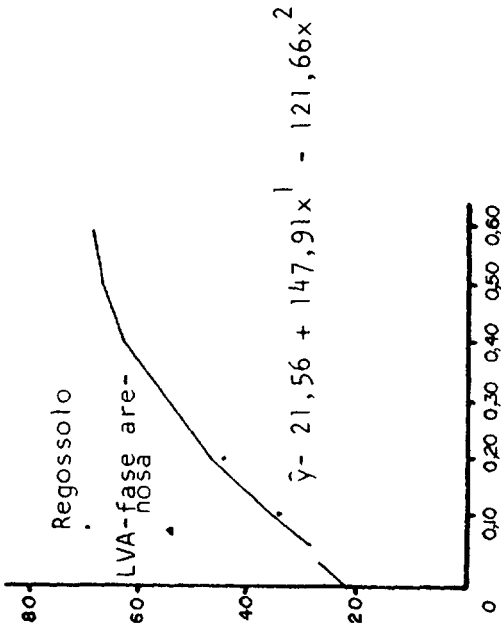


Figura 1 - Representação gráfica da equação de regressão da curva de padrões, obtida em sílica, com diversas doses de boro, em confronto com as alturas tomadas no tratamento sem administração de sequestrante em que os solos estudados se comportaram como substrato.

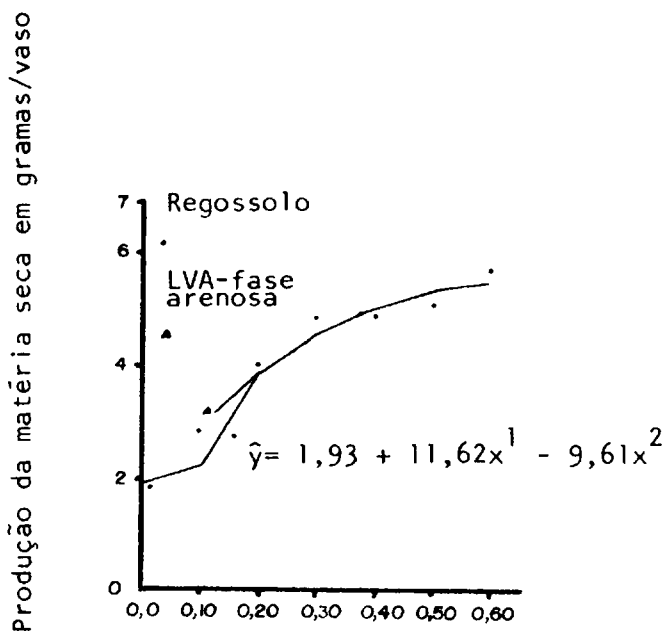


Figura 2- Representação gráfica da equação de regressão da curva de padrões obtida em sílica, com doses crescentes de boro, em confronto com os pesos de matéria seca do tratamento sem administração desse micronutriente, em que os solos pesquisados serviram como substrato.

ra as areias quartzosas também foram mais altos do que o esperado mas pode ter sido efeito do desbravamento recente do solo devido a presença de matéria orgânica no Ap ou pelo efeito deste fator mais a calagem, resultando em maior liberação de boro.

Pelos dados de valor-idade chega-se as mesmas conclusões. O LVA apresentou 34 dias e a areia quartzosa 36 dias, na faixa de teores medios de boro, podendo ou não ser deficientes. Colwell, autor do processo, colhia as plantas em torno de 42-45 dias porque os valores-idades superiores a 35 dias para a variedade que usou, já refletiam solos não deficientes. Por outro lado, após os quarenta dias as deficiências de boro se confundem com os sintomas do aparecimento da inflorescência que provoca também a clorose das folhas terminais.

Por essa razão, é recomendável o uso da aplicação da coleção de padrões sobre o próprio solo problema, pois, a adição de boro em doses crescentes seria a contraprova. Por outro lado tem havido nos últimos anos muita troca de variedades de girassol no mercado. Se se desejasse repetir o trabalho de BRASIL SOBRINHO (1965) não seria possível pois a variedade utilizada era de porte gigante e bastante sensível a boro. As atualmente espalhadas no mercado são talvez mais produtivas mas de porte vegetativo menor. O processo do girassol é muito bom mas é necessário uma maior calibração da variedade empregada aliada também as doses dos nutrientes fornecidos, que garantam a planta um pleno desenvolvimento na areia lavada.

Ensaio de aplicação de boro no feijoeiro em condições de campo.

Os dados médios da produção de feijão em kg/parcela de 15 m² da área útil, e kg/hectare se acham na Tabela 5.

Tabela 5- Dados médios da produção de grãos de feijão, obtidos com o emprego de diversas doses de boro em dois solos sob vegetação de cerrado.

	Peso seco dos grãos			
	LVA-fase arenosa		Regossolo	
	kg/parcela 15 m ²	kg/ha	kg/parcela 15 m ²	kg/ha
0	1,15 a	767	0,75 a	500
1,0	0,81 a	540	0,73 a	487
2,0	1,01 a	673	0,44 a	293
3,0	0,81 a	540	0,79 a	527
4,0	0,84 a	560	0,76 a	507
5,0	1,00 a	667	0,59 a	393
Resíduo (QM)	0,05343		0,034079	
F.	1,55		2,23	
C.V. %	23,8		27	
DMS a 5% (Tukey)	n.s		n.s	

n.s - Não significativo.

Obs. - As produções por ensaio seguidas da mesma letra não diferem a 5% da probabilidade.

Pelo exame da Tabela nota-se que a análise de variância não revelou diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste F e nem mesmo tendência de aumento com a aplicação de boro.

Se se analisar os dados químicos de boro encontrados nos solos após a calagem, os dados de girassol nos solos que receberam a calagem como CaCO_3 puro e os dados de feijão no solo, vê-se que os resultados se engrenam. Alia-se ao problema o fato de o feijão não ser muito sensível a boro (BERGER, 1949).

CONCLUSÕES

- O teste biológico do girassol apresentou boa concordância com os dados analíticos indicando que as duas unidades de solo estudadas são ligeiramente deficientes ou não deficientes em boro.

- O solo classificado como Areias Quartzosas mostrou-se mais elevado em boro do que o Latossolo Vermelho Amarelo - fase arenosa.

- Não houve efeito da aplicação de boro na produção do feijoeiro.

SUMMARY

THE EFFECT OF THE APPLICATION OF BORON IN SOILS OF THE "CERRADO" VEGETATION.

The present was carried out with the objective of studying the effects of boron applications on Red

Yellow Latosol - sandy phase and on Regossol (Quartzos-sas Sand) under "Cerrado" vegetation of São Simão, São Paulo, State.

Chemical determinations of soluble boron were made on soil samples of the experimental area collected before and after dolomitic lime applications.

Complementary biological tests of boron were also made, employing sunflower (Helianthus annuus L.).

Simultaneously, field experiment was carried and with dry (Phaseolus vulgaris L.) to study boron applications.

The main conclusions were the followings:

- 1- Biological tests with sunflower were correlated with chemical analysis indicating that both soil units were slightly or no boron deficient.
- 2- The soil classified how Regossol (Quartzous Sand) showed a larger Boron content than the Red Yellow Latosol-sandy phase.
- 3- There has been no response of dry beans to boron on both soils.

LITERATURA CITADA

- ALCARDE, J.C., 1969. A determinação do Boro pelo método colorimétrico da curcumina. Tese apresentada a E.S.A. "Luiz de Queiroz" para obtenção do título de Doutor em Agronomia, Piracicaba (SP), 78 p.
- BERGER, K.C., 1949. Boron in Soil and Crops. In *Advances in Agronomy* 1: 321-351

- BOUYOUCOS, G.J., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for making Mechanical Analysis of Soils. *Agronomy Journal* 45(9): 434-439.
- BRASIL SOBRº, M.O.C., 1965. Levantamento do teor de boro em alguns solos do Estado de São Paulo. Tese apresentada a E.S.A. "Luiz de Queiroz" para obtenção do título de Livre Docente de Química Agrícola. Piracicaba, SP. 135 p.
- BRASIL SOBRº & FREIRE, O., 1980a. Boro em alguns solos do Estado de São Paulo - Avaliação por métodos químicos. *Revista da Agricultura*, 55:83-105.
- BRASIL SOBRº & FREIRE, O., 1980b. Boro em alguns solos do Estado de São Paulo. Avaliação por métodos biológicos. *Revista da Agricultura*, 55:115-126.
- CARVALHO, L.H., 1981a. Efeitos da calagem e da adubação boratada sobre algodoeiro (Gossíppium hirsutum L.) cultivado em Latossolo Vermelho Amarelo - fase arenosa. Dissertação apresentada a ESALQ, para obtenção do grau de Mestre em Solos e Nutrição de Plantas, publicada pela Fundação Cargill, 1981.
- CARVALHO, C. MARCHESI, 1981b. Efeitos da adubação com micronutrientes e Boro no desenvolvimento e no equilíbrio nutricional do Eucalyptus saligna smith. Tese apresentada à ESALQ para a obtenção do grau de Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, 1981.
- CASAGRANDE, L.C., 1978. O Boro em solos do município de Piracicaba. Dissertação de Mestrado apresentada à E.S.A. "Luiz de Queiroz", em Solos e Nutrição de Plantas, Piracicaba, SP.
- CATANI, R.A., GALLO, J.R. & GARGANTINI, H. 1955. Amostragem de solo, métodos de análises, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Bol.

69, Instituto Agronômico de Campinas, 29 p.

CATANI, R.A., ALCARDE, J.C. e KROLL, M.F. 1970. Extração e determinação do boro solúvel dos solos. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba (SP), 27:287-294.

DIBLE, W.T., BERGER, K.C. e TRUOG, E. 1954. Boron determination in Soils Plants. Simplified Curcumine Procedure. An. Chem. 26(2):418-421.

DEL RIO, J.F.S. e BORNEMISZA, E.S. 1961. Analisis químico de suélos. Métodos de laboratôrio para diagnosis de fertilidade. Departamento de Energia Nuclear, Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas de la OEA, Turrialba, Costa Rica.

ESPIRONELLO, A., 1972. Estudos sobre Efeitos do Boro na Cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) cultivada em alguns solos do Município de Piracicaba. Tese de Doutorado apresentada à E.S.A. "Luiz de Queiroz", da USP, Piracicaba (SP), 58 p.

FRANCO, A.B., 1957. Determinación biológica de Boro em ocho suelos del valle del Cauca, Acta Agronomica VII (2): 104-139.

LE MOS, R.C. et alli. 1960. Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo. Boletim de Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, nº 12, Ministério da Agricultura.

LOPES, A.S., 1984. Uso eficiente de fertilizantes com micronutrientes. In: Anais do Simpósio sobre fertilizantes na Agricultura Brasileira. EMBRAPA, ANDA, POTAFÓS Brasília, 1984. 347-382.

PIMENTEL GOMES, F., 1966. Curso de Estatística Experimental, ESALQ. Piracicaba, 3ª edição, 1966. 404 p.

- VALADARES, J.M.A.S., BATAGLIA, D.C. e FURLANI, P.R., 1974. Estudo de materiais calcários usados como corretivos do solo no Estado de São Paulo. III - Determinação do Mo, Co, Cu, Fe, Mn e Zn. Anais do XIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. p. 378-379 (Resumo)
- VETTORI, L., 1969. Métodos de Análise de Solo. Boletim Técnico nº 7. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. EPE. Ministério da Agricultura. 24 pp.