

ANÁLISE DO BORO DISPONÍVEL  
EM SOLOS DO ESTADO DE S.PAULO. I. CRESCIMENTO  
E COMPOSIÇÃO MINERAL DO GIRASSOL  
(*Helianthus annuus* Mill.) (\*)

V. DE MORAES RUY(\*\*)  
M.O.C. BRASIL SOBR? (\*\*\*)  
E. MALAVOLTA(\*\*\*\*)

RESUMO

Com a finalidade de determinar a disponibilidade do boro, cultivou-se o girassol em casa de vegetação, usando-se solos de cinco séries do município de Piracicaba, SP e sete doses do elemento. Durante o período experimental de 40 dias foram obtidos dados de crescimento e registrados sintomas de deficiência. No material colhido foram determinados

- 
- (\*) Parte da Dissertação de Mestrado, Curso de Solos e Nutrição de Plantas, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP, apresentada pelo primeiro autor financiada parcialmente pelo Contrato FEALQ/FINEP e pela FAPESP
- (\*\*) Eng. Agrônomo, Casa da Agricultura, Tietê, S.Paulo.
- (\*\*\*) Dep. de Solos, Geologia e Fertilizantes, S.Paulo.
- (\*\*\*\*) CENA, USP.

macro e micronutrientes. Foram tiradas as seguintes conclusões principais: a altura das plantas refletiu o estado nutricional melhor do que qualquer outra característica das mesmas; o teor de B das folhas mais novas forneceu a melhor avaliação da resposta das plantas, entre as partes analisadas.

## INTRODUÇÃO

Juntamente com o zinco o boro (B) é o micronutriente cuja deficiência é mais comum em solos brasileiros: respostas à sua adição são observadas frequentemente e o elemento já é aplicado rotineiramente em diversas culturas anuais (hortaliças, algodoeiro) e perenes (cafeeiro, citrus) (mais detalhes em (MALAVOLTA, 1981, p. 285-322; LOPES, 1984).

SCHUSTER & STEPHENSON (1940) e COLWELL (1943) estabeleceram métodos biológicos destinados a avaliar a disponibilidade do B nos solos usando o girassol como planta indicadora. No primeiro caso fez-se uma comparação entre a produção de matéria seca obtida no solo em que B foi adicionado com a obtida no tratamento sem aplicação do micronutriente. No caso do método de COLWELL (1943) o girassol é cultivado no solo em estudo e numa série de vasos contendo areia as quais se adicionam doses constantes de macro e micronutrientes (exceto B) e doses variáveis de boro; desse modo a série de vasos com areia fornece uma curva de calibração. O teor de B disponível é dado por interpolação na curva de resposta sendo usado como critério de avaliação o "valor idade"; idade

da planta em dias na qual começam aparecer os sintomas de deficiência. BRASIL SOBRINHO (1965) e CASAGRANDE (1978) empregaram esse método a solos do Estado de São Paulo.

O presente trabalho teve os seguintes objetivos:

- (1) determinar a disponibilidade de B em solos do município de Piracicaba, SP;
- (2) relacionar a disponibilidade do B no solo com a composição mineral do girassol.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Solos

Foram usadas amostras de solos de 5 séries do município de Piracicaba, SP (RANZANI *et al*, 1966) cujas características químicas e físicas encontram-se respectivamente, nas tabelas 1 e 2.

### Planta

Girassol, variedade Anhandy, sementes fornecidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas, SP.

### Condução

O solo recebeu  $\text{CaCO}_3$  p.a para elevar o pH a 6,5 de acordo com CATANI & GALLO (1955) permanecendo incubado durante 1 mês com umidade correspondendo a 75% do poder de embebição.

Usaram-se latas de óleo lubrificante de

Tabela 1. Características químicas dos solos

Solo	pH (H <sub>2</sub> O)	m.o. %	e mg/100 g					
			PO <sub>4</sub> (1)	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup>
Luiz de Queiroz (TRE)	6,0	2,6	0,06	0,26	5,2	1,00	0,11	3,5
Iracema (LR)	6,1	2,4	0,90	0,40	5,6	1,73	0,10	3,8
Sertãozinho (LV)	5,0	0,8	0,23	0,23	1,5	0,02	0,62	3,7
Quebra Dente (PVA)	5,8	1,0	0,08	0,12	3,0	0,32	0,11	2,1
Ribeirão Claro (AQ)	5,5	1,1	0,04	0,06	2,5	0,66	0,15	2,6

(1) em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05 N

Tabela 2. Características físicas dos solos

Característica	Solo			
	TRE	LR	LV	AQ
Argila%	35	45	18	6
Limo%	32	26	8	20
Areia %	32	28	74	74
Poder de embebição %	38	42	29	25
Densidade aparente (g/cm <sup>3</sup> )	1,10	1,00	1,20	1,28
real (g/cm <sup>3</sup> )	2,50	2,25	2,44	2,22
Espaços lacunares l				
(E.l. = $\frac{dr-da}{dr} \cdot 100$ )	56	55	51	42
				50

1 l de capacidade, cortadas de modo a se ter um volume de cerca de 600 ml, pintadas internamente com "Neutrol" e externamente com tinta à base de alumínio.

Cada vaso recebeu 500 ml de solo

Todos os vasos foram adubados conforme se vê na Tabela 3.

O B foi fornecido como ácido bórico nas doses de 0,0, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 e 1,0 ppm; para evitar efeito fitotóxico fez-se o parcelamento, começando-se a aplicação do desbaste e terminando-se 16 dias após o mesmo.

Foram colocadas 12 sementes por vaso, deixando-se 5 plantas depois do desbaste.

Procurou-se manter o solo com 75% do poder de embebição durante o período de crescimento das plantas que foi de 44 dias.

Diariamente foi anotado o número de plantas com sintomas de carência de B (clorose nítida na base das folhas terminais). Antes da colheita mediu-se a altura das plantas. As partes foram separadas do seguinte modo: raízes, caules, folhas velhas e folhas novas (terço superior). Depois de secas (60-65°C) foram pesadas e moidas para análise em que os seguintes métodos foram usados: N - semimicro Kjeldahl; P, Ca, Mg, B, Cu, Mn, Fe e Zn - espectrometria em plasma de argônio; K - espectrofotometria de emissão; S - turbidimetria em fluxo contínuo (KRUG et al., 1977)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Sintomas visuais

Tabela 3. Quantidade de nutrientes fornecida por vaso e produto químico utilizado.

Elemento	Dose (ppm)		Fonte
	Semeadura	Cobertura	
N	100	100	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>
P	200	-	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O
K	75	75	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Ca (1)	129	-	-
Mg(1)	15	-	MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O
S	59	31	-
Cu	1,5	-	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O
Fe	5,0	-	Fe-EDTA
Mn	3,0	-	MnSO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O
Zn	5,0	-	ZnSO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O
Mo	1,0	-	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O

(1) No preparo das soluções não houve preocupação com os teores de Ca e S, o cálcio fornecido pela mesma fonte de P e o enxofre pelas fontes de K, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn.

O primeiro solo a mostra plantas com sintomas de deficiência de boro foi o Quebra Dente, no qual 23 dias após a semeadura já existia no tratamento 0,0 ppm de B uma planta deficiente, sendo que passados mais cinco dias todas as plantas do tratamento que não receberam boro neste solo, nas quatro repetições, mostraram os sintomas de deficiência deste micronutriente. O solo Sertãozinho foi visualmente o segundo mais deficiente seguido, em ordem decrescente, pelos solos Ribeirão Claro, Luiz de Queiroz e Iracema.

Os sintomas observados nas plantas deficientes em boro apareceram na seguinte sequência: inicialmente surgiu uma leve clorose na base das folhas terminais, que progrediu para clorose bem definida acompanhada de necrose e encurvamento para baixo das mesmas folhas. Num estágio mais avançado houve a morte da gema terminal com a consequente paralização do crescimento da planta, além do aparecimento de consistência coriácea nas folhas terminais. A sintomatologia da deficiência de boro foi, em geral, bastante semelhante à observada por BRASIL SOBRINHO (1965) e CASAGRANDE (1978), tendo sido observada a consistência coriácea não relatada por estes autores mas descrita por BLAMEY *et alii* (1979) para girassol crescendo em condições de campo.

#### Crescimento

Por ocasião da colheita do ensaio foram observados: altura média das plantas/vaso, peso da matéria seca da parte aérea/vaso, peso da matéria seca das raízes/vaso e peso total da matéria seca/vaso (Tabelas 4, 5 e 6).

Houve efeito das doses de boro sobre as



Tabela 4. Resumo das análises de variância da altura média das plantas/vaso (cm) e produção de matéria seca por vaso (g).

Causas de variação	G.L.	Altura		Peso da matéria seca					
		Q.M.	F	Q.M.	Total	F	Total		
Solos (SO)	4	212,7648	118,69**	143,4583	192,21**	99,3233	208,71**	7,9897	89,06
Doses (DO)	6	608,6390	34,71**	4,0930	5,48**	2,6762	5,62**	0,2313	2,58*
Interação SOxDO	24	81,4556	4,56	1,1532	1,54n.s.	0,8415	1,77	0,1076	1,20 n.s.
SO d.D01	4	1115,2351	62,50**	34,7774	46,60**	24,7943	52,10**	1,1356	12,66**
SO d.D02	4	503,7751	28,23**	22,1813	29,72**	15,8610	33,33**	0,9396	10,48**
SO d.D03	4	202,4856	11,35**	17,1820	23,02**	11,9184	25,04**	1,1680	13,02**
SO d.D04	4	158,4771	9,44**	11,5339	15,45**	7,3684	15,48**	0,8951	9,93**
SO d.D05	4	158,7471	8,90**	15,7348	21,08**	10,4853	22,03**	1,1839	13,20**
SO d.D06	4	344,0621	19,28**	17,3503	23,25**	11,9119	25,03**	1,3618	15,18**
SO d.D07	4	118,7171	6,65**	31,6176	42,36**	22,0328	46,30**	1,9515	21,76**
DO d.S01	6	14,5755	0,82n.s.	1,6964	2,27*	1,1116	2,34*	0,0662	0,74n.s.
DO d.S02	6	19,9089	1,12n.s.	0,8294	1,11n.s.	0,5014	1,05n.s.	0,0739	0,82n.s.
DO d.S03	6	177,0130	9,92**	1,9087	2,56*	1,1980	2,52*	0,1436	1,60n.s.
DO d.S04	6	428,0991	23,99**	1,8616	2,49*	1,8144	3,81**	0,0220	0,25n.s.
DO d.S05	6	294,8655	16,52**	2,4097	3,23**	1,4168	2,98*	0,3560	3,97**
Resíduo	105	17,8448		0,7464		0,4759		0,0897	
Total	139								
C.V. (%)			6,09		9,11		8,11		22,21

n.s. = teste F não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

\* = teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* = teste F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 5. Altura (cm/planta) e peso da matéria seca (g/vaso) de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de quatro repetições (1).

Dose de boro (ppm)	Solo													
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	Altura	Peso	Altura	Peso	Altura	Peso	Altura	Peso	Altura	Peso	Altura	Peso	Altura	Peso
0,0	72,2a	11,200a	79,6a	12,260a	53,0c	6,821b	39,4c	5,667b	49,04b	6,910b	5,667b	49,04b	6,910b	6,910b
0,1	72,4a	11,788a	79,8a	11,909a	62,8b	7,625ab	50,4b	6,860ab	61,3c	8,602ab	6,860ab	61,3c	8,602ab	8,602ab
0,2	74,4a	11,151a	79,8a	12,262a	67,8ab	8,529ab	61,0a	7,222ab	70,1abc	8,587ab	7,222ab	70,1abc	8,587ab	8,587ab
0,3	74,2a	11,102a	84,3a	11,46a	72,6a	8,855a	66,2a	7,374ab	73,7a	9,053a	7,374ab	73,7a	9,053a	9,053a
0,5	77,3a	11,289a	84,9a	11,950a	65,80ab	8,221ab	65,2a	6,970ab	63,8bv	9,163a	6,970ab	63,8bv	9,163a	9,163a
1,1	73,7a	12,320a	80,6a	12,954a	71,6ab	8,267ab	65,6a	6,767ab	70,9ab	9,046a	6,767ab	70,9ab	9,046a	9,046a

d.m.s. altura (Tukey 5%) = 8,9924

d.m.s. peso (Tukey 5%) = 1,8390

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses nos solos considerados

Tabela 6. Peso da matéria seca (g/vaso) da parte aérea e raiz de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de quatro repetições (1).

Solo											
Dose de boro (ppm)	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro		
	Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz	
0,0	9,880a	1,320a	10,326a	1,934b	5,913b	0,908a	5,174b	0,492a	5,693b	1,218b	
0,1	10,309a	1,478a	10,048a	1,861a	6,572ab	1,054a	6,214ab	0,655a	6,949ab	1,653ab	
0,2	9,772a	1,389a	10,355a	1,906a	7,211ab	1,381a	6,773a	0,489a	6,895ab	1,692ab	
0,3	9,796a	1,305a	9,761a	1,703a	7,656a	1,200a	6,898a	0,475a	7,513a	1,540ab	
0,4	10,358a	1,492a	9,976a	2,081a	7,013ab	1,475a	7,314a	0,560a	7,369a	1,428ab	
0,5	9,878a	1,412a	10,077a	1,873a	6,992ab	1,229a	6,440ab	0,529a	7,171a	1,992a	
1,1	11,236a	1,683a	10,856a	2,098a	7,066ab	1,201a	6,344ab	0,423a	6,987ab	2,058a	

d.m.s. parte aérea (Tukey 5%) 1,4685

d.m.s. raiz (Tukey 5%) 0,6375

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas dentre as doses no solo considerado.

quatro medidas de crescimento estudadas, as quais, com exceção do peso da matéria seca das raízes que foi significativo apenas a 5% de probabilidade, tiveram valores de F significativos ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 4).

A altura das plantas, com exceção do solo Luiz de Queiroz, apresentou maiores valores do teste F que as medidas de crescimento baseadas em peso de matéria seca, podendo-se concluir que a altura das plantas refletiu melhor o estado nutricional que as medidas em peso, o que está de acordo com o obtido por CASAGRANDE (1978). O peso da matéria seca da parte aérea e de toda a planta praticamente se equivaleram para avaliar o estado nutricional, fato este que não ocorreu com o peso da matéria seca das raízes que apontou efeitos de doses de boro apenas no solo Ribeirão Claro, não sendo, portanto, um bom parâmetro para a avaliação do estado nutricional em relação ao boro.

Os dados médios de alturas e pesos da matéria seca (Tabelas 5 e 6) mostram que para os solos Luiz de Queiroz e Itacema não houve efeito estatisticamente significativo das doses de boro sobre as quatro medidas de crescimento estudadas. Para os solos Sertãozinho, Quebra Dente e Ribeirão Claro houve efeito significativo das doses sobre a altura, peso da matéria seca da parte aérea e total, sendo a que a altura das plantas confirmou ser uma medida de disponibilidade de boro mais sensível que as demais. O peso da matéria seca das raízes somente refletiu o efeito das doses de boro no solo Ribeirão Claro, confirmando ser dentro as quatro medidas de crescimento estudadas a que pior refletiu o estado nutricional em relação ao boro.

Com relação à altura das plantas para os cinco solos estudados os tratamentos com doses de boro acima de 0,2 ppm não apresentaram valores estatisticamente superiores à altura alcançada por este último, levando à conclusão, tendo a altura das plantas como parâmetro de crescimento, que 0,2 ppm de boro foram suficientes para o desenvolvimento normal do girassol nas condições empregadas; com relação ao peso da matéria seca total e das partes das plantas 0,1 ppm de boro foram suficientes para o desenvolvimento normal das plantas de girassol. Estes valores estão de acordo com o obtido por CASAGRANDE (1978), cujo solo mais deficiente em boro foi também o Quebra Dente, no aspecto de que a altura da planta é uma medida mais sensível que o peso da matéria seca em relação à disponibilidade de boro, no entanto, as doses de boro necessárias para o desenvolvimento normal das plantas obtidas por CASAGRANDE (1978) foram mais elevadas, fato este, provavelmente devido ao período de duração do ensaio, que foi de 54 dias, ao passo que no presente trabalho a colheita foi realizada quando as plantas atingiram 44 dias de idade.

#### Composição mineral das plantas

As Tabelas 7 a 26 apresentam os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, zinco, cobre, ferro e manganês nas quatro partes estudadas das plantas. Quando os dados são observados em conjunto observa-se que os teores de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio, zinco e cobre, em geral, diminuíram com o aumento da dose de boro, enquanto que os teores de potássio, enxofre, ferro e manganês praticamente não foram afetados pelas doses crescentes de boro.

Tabela 7. Porcentagem de nitrogênio nas folhas velhas e novas de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições (1).

Dose de boro (ppm)	S o l o													
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro					
	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova				
0,0	1,99a	3,47a	1,93a	3,36a	2,00ab	3,56a	2,04ab	3,27b	1,84a	3,43a				
0,1	1,97a	3,48a	1,90a	3,56a	2,22a	3,81a	1,92b	3,31b	1,95a	3,48a				
0,2	2,04a	3,49a	1,98a	3,54a	2,05ab	3,73a	1,94b	3,56b	2,06a	3,73a				
0,3	1,94a	3,69a	2,07a	3,58a	1,81b	3,81a	2,01ab	3,60b	1,84a	3,49a				
0,4	1,94a	3,76a	1,90a	3,62a	1,88ab	3,69a	1,97ab	3,68a	1,90a	3,71a				
0,5	2,04a	3,81a	2,04a	3,54a	2,20a	3,74a	2,18ab	4,04a	2,07a	3,66a				
1,1	2,00a	3,55a	1,90a	3,54a	2,10ab	3,88a	2,33a	4,04a	1,93a	3,72a				

d.m.s. (Tukey 5%) F. Velha = 0,3744

d.m.s. (Tukey 5%) F. Nova = 0,4208

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 8. Porcentagem de nitrogênio nos caules e raízes de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições (1).

Dose de boro (ppm)	S o l o											
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro			
	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz		
0,0	0,51a	1,12a	0,43a	1,10a	0,76a	1,56a	1,28a	1,43ab	0,92a	1,31a		
0,1	0,48a	0,88a	0,46a	1,29a	0,68ab	1,50a	0,87b	1,50a	0,64b	1,28a		
0,2	0,43a	0,92a	0,45a	1,26a	0,54bc	1,42a	0,66c	1,40ab	0,54b	1,42a		
0,3	0,50a	0,85a	0,46a	1,21a	0,56bc	1,46a	0,67c	1,38ab	0,51b	1,48a		
0,4	0,46a	0,88a	0,43a	1,24a	0,50c	1,54a	0,56c	1,28ab	0,52b	1,31a		
0,5	0,48a	0,92a	0,46a	1,22a	0,64abc	1,48a	0,60c	1,30ab	0,52b	1,23a		
1,1	0,46a	0,86a	0,46a	1,19a	0,54bc	1,54a	0,68c	1,20b	0,58b	1,25a		

d.m.s. (Tukey 5%) caule = 0,1732

d.m.s. (Tukey 5%) raiz = 0,2929

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 9. Porcentagem de fósforo nas folhas velhas e novas de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, média de 2 repetições (1)

Dose de boro (ppm)	S o l o											
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro		F. Velha F. Nova	
	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova
0,0	0,18a	0,42	0,56a	0,52a	0,64a	0,64a	1,10a	0,76a	0,90a	0,73a		
0,1	0,18a	0,42a	0,44a	0,51a	0,60ab	0,60ab	0,95ab	0,76a	0,88a	0,72a		
0,2	0,18a	0,40a	0,51a	0,52a	0,52ab	0,52b	0,84b	0,66ab	0,82ab	0,66a		
0,3	0,18a	0,41a	0,56a	0,56a	0,47b	0,53b	0,89b	0,64b	0,79ab	0,70a		
0,4	0,18a	0,40a	0,56a	0,54a	0,52ab	0,52b	0,95ab	0,66ab	0,78ab	0,67a		
0,5	0,18a	0,42a	0,48a	0,50a	0,53ab	0,55ab	0,85b	0,70ab	0,90a	0,68a		
1,1	0,19a	0,36a	0,49a	0,50a	0,54ab	0,59ab	0,88b	0,70ab	0,72b	0,66a		

d.m.s. (Tukey 5%) F. Velha = 0,1608

d.m.s. (Tukey 5%) F. Nova = 0,01094

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.



Tabela 10. Porcentagem de fósforo nos caules e raízes de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições (1).

Dose de boro (ppm)	Solo													
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro					
	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz				
0,0	0,12a	0,15a	0,33a	0,34a	0,36a	0,32a	0,60a	0,68a	0,52a	0,37a				
0,1	0,11a	0,16a	0,30a	0,33a	0,34a	0,36a	0,44b	0,56ab	0,40b	0,30a				
0,2	0,11a	0,18a	0,29a	0,34a	0,30a	0,35a	0,41b	0,54bc	0,44ab	0,34a				
0,3	0,10a	0,18a	0,34a	0,31a	0,27a	0,33a	0,37b	0,60ab	0,39b	0,36a				
0,4	0,12a	0,19a	0,32a	0,34a	0,28a	0,32a	0,35b	0,47c	0,36b	0,30a				
0,5	0,13a	0,16a	0,33a	0,36a	0,31a	0,32a	0,38b	0,54bc	0,40b	0,30a				
1,1	0,10a	0,15a	0,32a	0,36	0,31a	0,34a	0,38b	0,52bc	0,38b	0,28a				

d.m.s. (Tukey 5%) caule = 0,1055

d.m.s. (Tukey 5%) raiz = 0,1171

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 11. Porcentagem de potássio nas folhas velhas e novas de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições (1).

Dose de boro (ppm)	S o l o													
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro		F.Velha		F.Nova	
	F.Velha	F.Nova	F.Velha	F.Nova	F.Velha	F.Nova	F.Velha	F.Nova	F.Velha	F.Nova	F.Velha	F.Nova	F.Velha	F.Nova
0,0	2,47ab	2,18a	2,58a	2,04b	2,74a	2,38b	2,68ab	2,76a	1,78a	2,04a				
0,1	2,78ab	2,10a	2,59a	2,20ab	3,04a	2,66ab	2,44ab	2,44ab	1,71a	2,00a				
0,2	2,45ab	2,14a	2,57a	2,07b	2,88a	2,59ab	2,38ab	2,32ab	1,74a	1,82a				
0,3	2,34ab	1,72a	2,78a	2,32ab	2,54a	2,48ab	2,19b	2,34ab	1,68a	2,02a				
0,4	2,29ab	2,15a	2,79a	2,32ab	2,76a	2,25b	2,40ab	2,00b	1,74a	1,91a				
0,5	2,60a	1,85a	2,67a	2,60a	2,72a	2,70ab	2,40ab	1,96b	1,80a	2,00a				
1,1	2,07b	1,77a	2,73a	2,12ab	2,78a	2,90a	2,75a	2,05b	2,04a	2,28a				
d.m.s. (Tukey 5%)	F. Velha = 0,5071													
d.m.s. (Tukey 5%)	F. Nova = 0,5135													

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 12. Percentagem de potássio nos caules e raízes de plantas de grassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições (1).

Dose de boro (ppm)	S o l o													
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro					
	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz				
0,0	0,24a	0,24a	0,32a	0,24a	0,36a	0,16a	0,55a	0,36b	0,32a	0,16a				
0,1	0,20a	0,27a	0,33a	0,22a	0,36a	0,18a	0,27b	0,37b	0,24a	0,12a				
0,2	0,20a	0,24a	0,31a	0,26a	0,34a	0,20a	0,25b	0,29b	0,26a	0,14a				
0,3	0,22a	0,32a	0,34a	0,24a	0,30a	0,23a	0,24b	0,49a	0,22a	0,16a				
0,4	0,30a	0,34a	0,30a	0,23a	0,22a	0,28a	0,18b	0,20b	0,30a	0,15a				
0,5	0,22a	0,29a	0,32a	0,26a	0,30a	0,20a	0,25b	0,33b	0,28a	0,14a				
1,1	0,24a	0,33a	0,28a	0,35a	0,19a	0,29b	0,29b	0,29b	0,22a	0,12a				

d.m.s. (Tukey 5%) caule = 0,1383

d.m.s. (Tukey 5%) raiz = 0,1110

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 13. Porcentagem de cálcio nas folhas velhas e novas de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições (1).

Doses de boro (ppm)	S o l o													
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro					
	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova				
0,0	3,07a	2,20a	3,26a	2,54a	2,76a	1,62a	3,00a	1,68a	3,76a	2,08a				
0,1	2,96a	1,96a	2,93a	2,46a	2,82a	1,72a	3,07a	1,93a	3,22bc	2,29a				
0,2	3,21a	2,12a	3,14a	2,51a	2,75a	1,87a	2,88a	1,85a	3,16bc	2,60a				
0,3	3,14a	1,93a	3,26a	2,62a	2,82a	1,80a	2,84a	1,87a	3,49ab	2,29a				
0,4	3,14a	2,35a	3,30a	2,55a	2,64a	1,74a	2,76a	1,89a	3,26abc	2,36a				
0,5	3,08a	2,30a	3,08a	2,58a	2,64a	1,62a	2,84a	2,00a	2,96c	2,32a				
1,1	2,99a	2,06a	3,04a	2,30a	2,65a	1,82a	2,90a	2,04a	2,90c	2,40a				

d.m.s. (Tukey 5%) F. Velha = 0,5103  
d.m.s. (Tukey 5%) F. Nova = 0,7471

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 14. Porcentagem de cálcio nos caules e raízes de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições (1).

Dose de boro (ppm)	Solo													
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro					
	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz				
0,0	0,70a	0,62a	0,62a	0,70a	0,60a	0,66a	0,71a	0,85a	0,70a	0,67a				
0,1	0,54b	0,55a	0,60a	0,67a	0,53a	0,62a	0,57ab	0,79ab	0,62a	0,60a				
0,2	0,58ab	0,58a	0,62a	0,68a	0,52a	0,56a	0,58ab	0,74ab	0,64a	0,64a				
0,3	0,59ab	0,58a	0,63a	0,66a	0,47a	0,60a	0,55b	0,55ab	0,60a	0,69a				
0,4	0,64ab	0,60a	0,64a	0,68a	0,49a	0,60a	0,54b	0,64b	0,60a	0,60a				
0,5	0,67ab	0,53a	0,66a	0,69a	0,48a	0,64a	0,56b	0,74ab	0,60a	0,59a				
1,1	0,61ab	0,55a	0,62a	0,67a	0,54a	0,58a	0,54b	0,66b	0,60a	0,55a				

d.m.s. (Tukey 5%) caule = 0,1484

d.m.s. (Tukey 5%) raiz = 0,1752

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 15. Percentagem de magnésio nas folhas velhas e novas de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições (1).

Dose de boro (ppm)	Solo											
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro			
	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova		
0,0	1,44a	0,94a	1,36a	1,06ab	1,60a	0,99a	1,32a	0,76a	1,99a	1,02a		
0,1	1,44a	0,96a	1,28a	1,08ab	1,56a	0,93a	1,19a	0,78a	1,95ab	1,08a		
0,2	1,56a	0,93a	1,32a	1,05ab	1,50a	0,94a	1,12a	0,74a	1,65c	1,06a		
0,3	1,46a	0,89a	1,44a	1,18a	1,52a	0,89a	1,19a	0,69a	1,66c	1,05a		
0,4	1,42a	0,89a	1,28a	0,96ab	1,44a	0,88a	1,15a	0,69a	1,69bc	1,05a		
0,5	1,40a	1,04a	1,28a	1,00ab	1,46a	0,92a	1,16a	0,72a	1,66c	1,02a		
1,1	1,34a	0,82a	1,29a	0,91b	1,42a	0,87a	1,10a	0,67a	1,55c	0,95a		

d.m.s. (Tukey 5%) F. Velha = 0,2652

d.m.s. (Tukey 5%) F. Nova = 0,2412

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 16. Porcentagem de magnésio nos caules e raízes de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições (1).

Dose de boro (ppm)	S o l o													
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro					
	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz				
0,0	0,55a	0,342b	0,56a	0,52a	0,65a	0,29a	0,54a	0,30a	0,62a	0,22a				
0,1	0,46a	0,40ab	0,53a	0,52a	0,57a	0,35a	0,39a	0,26a	0,51a	0,20a				
0,2	0,52a	0,38ab	0,54a	0,52a	0,56a	0,39a	0,40a	0,22a	0,58a	0,22a				
0,3	0,46a	0,41ab	0,61a	0,47a	0,47a	0,33a	0,46a	0,22a	0,49a	0,24a				
0,4	0,51a	0,43a	0,59a	0,52a	0,50a	0,29a	0,38a	0,22	0,46a	0,18a				
0,5	0,54a	0,32b	0,58a	0,50a	0,52a	0,31a	0,38a	0,22a	0,51a	0,22a				
1,1	0,46a	0,36ab	0,62a	0,52a	0,60a	0,32a	0,40a	0,24a	0,50a	0,18a				
d.m.s. (Tukey 5%) caule = 0,1843														
d.m.s. (Tukey 5%) raiz = 0,1022														

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo indicado.

Tabela 17. Porcentagem de enxofre nas folhas velhas e novas de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições (1).

Dose de boro (ppm)	S o l o													
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro					
	F.Velha	F.Nova	F.Velha	F.Nova	F.Velha	F.Nova	F.Velha	F.Nova	F.Velha	F.Nova				
0,0	0,48a	0,46a	0,49a	0,48a	0,64a	0,60a	1,30a	0,69a	0,68a	0,59a				
0,1	0,52a	0,48a	0,45a	0,46a	0,60a	0,63a	0,99bc	0,67a	0,72a	0,54a				
0,2	0,48a	0,44a	0,48a	0,44a	0,63a	0,63a	0,86c	0,62a	0,66a	0,52a				
0,3	0,46a	0,42a	0,54a	0,50a	0,61a	0,64a	0,84c	0,66a	0,67a	0,58a				
0,4	0,50a	0,44a	0,49a	0,42a	0,70a	0,59a	0,86c	0,64a	0,66a	0,57a				
0,5	0,52a	0,49a	0,50a	0,40a	0,72a	0,64a	0,90bc	0,59a	0,72a	0,55a				
1,1	0,44a	0,38a	0,48a	0,39a	0,70a	0,61a	1,10ab	0,64a	0,70a	0,60a				
d.m.s. (Tukey 5%)	F. Velha = 0,2332													
d.m.s. (Tukey 5%)	F. Nova = 0,1361													

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.



Tabela 18. Porcentagem de enxofre nos caules e raízes de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições (1).

Dose de boro (ppm)	S o l o													
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro					
	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz				
0,0	0,08a	0,14a	0,10a	0,32a	0,19a	0,26a	0,24a	0,25a	0,25a	0,24a				
0,1	0,06a	0,14a	0,09a	0,34a	0,18a	0,32a	0,16b	0,22a	0,20a	0,21a				
0,2	0,06a	0,22a	0,10a	0,35a	0,19a	0,32a	0,16b	0,18a	0,20a	0,23a				
0,3	0,06a	0,24a	0,12a	0,30a	0,18a	0,32a	0,18ab	0,16a	0,20a	0,26a				
0,4	0,06a	0,21a	0,08a	0,35a	0,18a	0,25a	0,18ab	0,20a	0,19a	0,20a				
0,5	0,11a	0,14a	0,08a	0,31a	0,19a	0,20a	0,16b	0,25a	0,20a	0,25a				
1,1	0,08a	0,26a	0,11a	0,28a	0,16a	0,21a	0,16b	0,24a	0,20a	0,20a				

d.m.s. (Tukey 5%) caule = 0,0701

d.m.s. (Tukey 5%) raiz = 0,1727

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 19. Teor de (ppm) de zinco nas folhas velhas e novas de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições (1).

		S o l o									
Dose de boro (ppm)	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro		
	F.Velha	F.Nova	F.Velha	F.Nova	F.Velha	F.Nova	F.Velha	F.Nova	F.Velha	F.Nova	
0,0	61a	64a	62a	76a	119a	109a	158a	118a	106a	110a	
0,1	56a	68a	64a	90a	118a	106a	156a	148a	108a	130a	
0,2	56a	67a	64a	78a	108a	107a	136a	123a	98a	122a	
0,3	50a	57a	68a	98a	103a	112a	136a	117a	96a	132a	
0,4	50a	64a	68a	86a	114a	98a	147a	132a	108a	139a	
0,5	52a	67a	64a	68a	110a	102a	147a	133a	104a	136a	
1,1	55a	59a	65a	72a	104a	110a	148a	134a	88a	110a	
d.m.s. (Tukey 5%) F. Velha		30,8868									
d.m.s. (Tukey 5%) F. Nova		45,1712									

(1) Na vertical letras idênticas indicam diferenças não estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 20. Teor (ppm) de zinco nos caules e raízes de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições (1).

Dose de boro (ppm)	S o l o											
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro			
	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz		
0,0	95a	90a	57a	66a	178a	140a	316a	271a	176a	124a		
0,1	94a	76a	51a	67a	172a	162a	228b	250ab	153ab	134a		
0,2	95a	87a	50a	74a	127b	142a	243b	258ab	143ab	150a		
0,3	86a	82a	53a	76a	126b	162a	228b	258ab	130b	153a		
0,4	88a	90a	56a	74a	138ab	145a	206b	228bc	128b	121a		
0,5	93a	79a	54a	70a	142ab	146a	228b	233abc	137ab	128a		
1,1	90a	76a	51a	74a	146ab	150a	226b	202c	133b	117a		

d.m.s. (Tukey 5%) caule = 41,8373

d.m.s. (Tukey 5%) raiz = 42,8122

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 21. Teor (ppm) de cobre nas folhas velhas e novas de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições (1).

Dose de boro (ppm)	S o l o													
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro					
	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova				
0,0	18,2a	44,2a	19,4a	42,6a	19,0a	41,2a	15,0a	26,4a	14,1a	28,6a				
0,1	19,5a	46,0a	22,1a	56,2a	19,2a	43,1a	16,8a	36,0a	18,2a	36,8a				
0,2	16,8a	43,6a	20,0a	44,3a	17,6a	41,8a	16,2a	34,2a	16,8a	37,2a				
0,3	16,6a	35,4a	21,0a	49,7a	20,2a	47,6a	17,1a	30,0a	16,3a	46,0a				
0,4	17,6a	42,8a	24,8a	57,0a	18,9a	39,8a	15,6a	32,4a	18,4a	45,8a				
0,5	17,7a	45,4a	23,4a	43,4a	18,0a	41,4a	20,2a	42,4a	17,9a	32,2a				
1,1	17,2a	41,3a	17,0a	46,0a	18,0a	43,8a	20,7a	41,0a	15,4a	33,6a				
d.m.s. (Tukey 5%)	F. Velha = 8,0619													
d.m.s. (Tukey 5%)	F. Nova = 20,8565													

(1) Na vertical letras idênticas indicam diferenças não estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 22. Teor (ppm) de cobre nos caules e raízes de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições<sup>(1)</sup>.

Dose de boro (ppm)	S o l o											
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro			
	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz		
0,0	10,0a	31,2ab	8,6a	40,8b	10,0a	31,2a	11,4a	23,3a	8,8a	26,2a		
0,1	10,0a	26,6b	9,4a	46,4ab	9,1abc	30,5a	9,6ab	22,3a	7,4ab	23,4a		
0,2	9,4a	33,8ab	8,8a	48,8ab	9,7ab	29,2a	8,0bc	19,8a	8,3ab	26,9a		
0,3	9,1a	33,8a	8,4a	53,0a	7,4a	33,2a	7,4c	20,7a	8,1ab	27,8a		
0,4	10,1a	36,8ab	9,0a	53,2a	7,7bc	33,2a	6,0a	16,9a	7,5ab	26,4a		
0,5	9,7a	31,3a	8,8a	49,9ab	7,3a	29,9a	8,0bc	20,4a	7,9ab	23,8a		
1,1	8,4a	32,5ab	8,4a	47,9ab	9,0abc	28,1a	8,2bc	16,2a	6,6b	22,2a		

d.m.s. (Tukey 5%) caule = 2,0531

d.m.s. (Tukey 5%) raiz = 10,1270

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 23. Teor (ppm) de ferro nas folhas velhas e novas de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições (1).

Dose de boro (ppm)	S o l o													
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro					
	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova				
0,0	241a	145a	239a	152a	320a	196a	210a	176a	232a	242a				
0,1	286a	132a	236a	180a	262a	193a	231a	226a	238a	282a				
0,2	275a	136a	313a	159a	290a	198a	264a	232a	232a	264a				
0,3	288a	129a	235a	180a	274a	222a	265a	229a	240a	286a				
0,4	257a	126a	260a	148a	223a	190a	206a	214a	229a	251a				
0,5	249a	154a	247a	163a	283a	178a	200a	214a	220a	240a				
1,1	294a	149a	291a	171a	213a	220a	326a	221a	212a	241a				

d.m.s. (Tukey 5%) F. Velha = 138,2036

d.m.s. (Tukey 5%) F. Nova = 90,3486

(1) Na vertical letras idênticas indicam diferenças não estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 24. Teor (ppm) de ferro nos caules e raízes de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições (1).

Dose de boro (ppm)	S o l o													
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro					
	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz				
0,0	46a	7387a	48a	16855b	60a	9684a	66a	3560a	48a	6386a				
0,1	49a	7182a	45a	21990ab	56ab	10460a	55ab	3562a	54a	5971a				
0,2	45a	9538a	45a	23985a	48ab	10152a	54ab	4354a	48a	6380a				
0,3	34a	10032a	45a	26100a	39ab	9744a	44ab	1894a	48a	6764a				
0,4	48a	11085a	40a	26985a	37b	9780a	42b	2460a	46a	6088a				
0,5	46a	9515a	46a	24660a	41ab	9578a	45ab	2572a	45a	6204a				
1,1	46a	11060a	46	25270a	47ab	9627a	38b	2082	52a	5668a				

d.m.s. (Tukey 5%) caule = 22,9594

d.m.s. (Tukey 5%) raiz = 5600,2337

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 25. Teor (ppm) de manganês nas folhas velhas e novas de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, média de 2 repetições (1).

Dose de boro (ppm)	S o l o											
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro		F.Velha F.Nova	
	F.Velha	F.Nova	F.Velha	F.Nova	F.Velha	F.Nova	F.Velha	F.Nova	F.Velha	F.Nova	F.Velha	F.Nova
0,0	414a	544a	164a	272a	350a	418a	860ab	990a	506a	726a		
0,1	406a	498a	148a	272a	386a	438a	976a	1284a	450a	795a		
0,2	460a	552a	162a	260a	403a	502a	848a	1216a	408a	893a		
0,3	401a	512a	149a	266a	372a	489a	874ab	1180a	452a	790a		
0,4	418a	590a	158a	260a	322a	479a	920ab	1288a	447a	804a		
0,5	434a	582a	158a	258a	335a	426a	898ab	1280a	392a	750a		
1,1	422a	552a	150a	230a	332a	529a	827b	1252a	369a	710a		
d.m.s. (Tukey 5%) F. Velha = 148,4025												
d.m.s. (Tukey 5%) F. Nova = 301,1703												

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.



Tabela 26. Teor (ppm) de manganês nos caulres e raízes de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições (1).

Dose de boro (ppm)	S o l o													
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro					
	Caulre	Raiz	Caulre	Raiz	Caulre	Raiz	Caulre	Raiz	Caulre	Raiz				
0,0	164a	192a	65a	126a	184a	231a	483a	612abc	249a	400a				
0,1	136a	166a	64a	170a	162a	254a	411ab	614abc	244a	344a				
0,2	161a	226a	64a	174a	172a	258a	436ab	604abc	259a	372a				
0,3	152a	200a	65a	162a	152a	274a	377b	650ab	238a	385a				
0,4	166a	218a	68a	176a	172a	264a	380b	569bc	213a	314a				
0,5	178a	184a	68a	166a	171a	260a	392ab	678a	224a	320a				
1,1	178a	228a	72a	161a	172a	284a	394ab	532c	259a	371a				
d.m.s. (Tukey 5%) caule = 102,3471														
d.m.s. (Tukey 5%) raiz = 107,0950														

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tomando-se como referência os valores da composição mineral das plantas no solo Quebra Dente, que foi visualmente o mais deficiente em boro, tem-se que apenas para o fósforo, magnésio e enxofre houve o mesmo comportamento nas quatro partes estudadas das plantas, ocorrendo uma diminuição dos teores destes macronutrientes com o aumento das doses de boro. Para os demais nutrientes estudados não houve comportamento uniforme em função das doses de boro para as quatro partes em estudo. Os resultados obtidos neste ensaio não permitiram conclusões como as obtidas por BAKER e COOK (1956) que observaram nas porções apicais de plantas de alfafa deficientes em boro menores teores de boro, potássio, cálcio e magnésio do que nas partes mais velhas das plantas, sendo o reverso verdadeiro para plantas não deficientes. O efeito de doses de boro aplicadas ao solo sobre os teores de outros nutrientes nas diversas partes das plantas necessita de maiores pesquisas podendo, talvez, variar com a espécie vegetal, visto que ELLIOTT e NELSON (1981) não constataram em plantas de begônia efeito de doses crescentes de boro sobre os teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco.

Com relação ao boro em todos os solos estudados houve efeito estatisticamente significativo de doses de boro sobre os teores nas folhas novas e velhas, no entanto, em nenhum dos cinco solos houve efeito das doses de boro sobre o teor do micronutriente nos caules e raízes (Tabela 27).

As Tabelas 28 e 29 mostram os teores (ppm) de boro nas partes das plantas. Em todos os solos os teores de boro das folhas novas e velhas no tratamento 1,1 ppm de B foram esta-

Tabela 27. Resumo das análises da variância do teor (ppm) de boro nas diversas partes da planta de girassol.

Causa de variação	G.L.	ppm de boro							
		Folha velha		Folha nova		Folha velha		Folha Nova	
		Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F
Solos (S0)	4	3385,2358	89,66**	223,7715	8,24**	3,2500	1,10n.s.	229,1214	39,31**
Doses (D0)	6	4737,4953	125,47**	5872,0619	216,23**	9,3952	3,19*	2,8333	0,49n.s.
Inter.S0xD0	24	227,8107	6,03**	98,5381	3,63**	1,9250	0,65n.s.	6,5714	1,13n.s.
S0d.D01	4	125,1500	3,31*	89,6500	3,30*	1,1500	0,39n.s.	36,1000	6,19**
S0d.D02	4	209,8500	5,56**	86,3500	3,18*	1,2500	0,42n.s.	45,3500	7,78**
S0d.D03	4	328,6500	8,70**	49,5000	1,82n.s.	1,2500	0,42n.s.	31,6500	5,43**
S0d.D04	4	740,1500	19,60**	70,3500	2,59n.s.	3,2500	1,10n.s.	41,6500	7,15**
S0d.D05	4	379,9000	10,06**	115,8500	4,27**	4,0000	1,36n.s.	30,3500	5,21**
S0d.D06	4	566,2500	15,00**	26,1500	0,96n.s.	1,1500	0,39n.s.	37,1000	6,37**
S0d.D07	4	2402,1500	63,62**	377,1500	13,89**	2,7500	0,93n.s.	46,3500	7,95**
D0d.S01	6	348,6667	9,23**	767,2857	28,25**	2,6429	0,90n.s.	6,6190	1,36n.s.
D0d.S02	6	247,2857	6,55**	545,0714	20,07**	1,6190	0,55n.s.	1,0000	0,17n.s.
D0d.S03	6	1324,1667	35,07**	135,7381	49,99**	5,8095	1,97n.s.	8,1190	1,39n.s.
D0d.S04	6	1990,6667	52,72**	1709,3095	62,94**	2,9048	0,99n.s.	12,7381	2,19n.s.
D0d.S05	6	1737,9524	46,03**	1886,8095	69,48**	4,1190	1,40n.s.	0,6429	0,11n.s.
Resíduo	35	37,7571		27,1571		2,9429		5,8286	
Total	69								
C.V. (%)		7,77		10,43		9,61		12,57	

n.s. teste F não significativo ao nível de 5% de probabilidade  
\* teste F significativo ao nível de 1% de probabilidade  
\*\* teste F significativo ao nível de 0,1% de probabilidade

Tabela 28. Teor (ppm) de boro nas folhas velhas e novas de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições (1).

Dose de boro (ppm)	S o l o													
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro					
	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova				
0,0	53c	30d	50cd	37d	54d	22e	64e	22d	42e	22e				
0,1	56c	36cd	46d	42cd	57cd	30de	72de	24d	64d	34de				
0,2	60bc	38cd	54bcd	42cd	63cd	36cde	88cd	30cd	71cd	42cd				
0,3	66bc	40cd	60abcd	51bcd	78bc	41bcd	110b	36cd	78bcd	48bcd				
0,4	77ab	51bc	69abc	62b	95b	50bc	104bc	42bc	88bc	54bc				
0,5	77ab	61b	70ab	58bc	94b	53b	114b	56b	91b	62b				
1,1	90a	86a	76a	85a	130a	101a	159	106a	137a	118a				

d.m.s. (Tukey 5%) F. Velha = 19,2263

d.m.s. (Tukey 5%) F. Nova = 16,3057

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 29. Teor (ppm) de boro nos caules e raízes de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições (1).

Dose de boro (ppm)	S o l o													
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro					
	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz	Caulo	Raiz				
0,0	18a	24a	18a	21a	19a	18a	17a	19a	18a	12a				
0,1	16a	22a	18a	19a	17a	16a	16a	25a	18a	14a				
0,2	18a	24a	17a	20a	18a	16a	18a	21a	19a	14a				
0,3	18a	23a	18a	20a	17a	22a	15a	24a	18a	12a				
0,4	19a	22a	17a	20a	17a	18a	17a	22a	15a	12a				
0,5	19a	18a	20a	20a	18a	19a	18a	23a	19a	12a				
1,1	20a	18a	19a	20a	22a	19a	19a	26a	19a	13a				

d.m.s. (Tukey 5%) caule

d.m.s. (Tukey 5%) raiz

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

tisticamente superiores aos tratamentos 0,0; 0,1 e 0,2 de boro havendo, portanto, efeito marcante das doses de boro sobre os teores do  $\bar{m}_i$  cronutriente nas folhas o que não ocorreu com as raízes e caules. Quantitativamente os teores nas folhas não aumentaram proporcionalmente ao aumento da dose de boro o que está de acordo com o obtido por MESQUITA FILHO e OLIVEIRA (1984) e contrário à constatação de PETERSON e NEWMAN (1976). Ao observar-se os valores do teste F (Tabela 27), bem como os valores dos coeficientes de correlação linear e quadrático (Tabela 30), conclui-se que as folhas novas são a parte da planta mais sensível à disponibilidade de boro, seguidas pelas folhas velhas, enquanto que os caules e as raízes não se mostraram bom indicadores da disponibilidade de boro.

Com base nos valores do teste F pode-se concluir que o efeito de doses foi maior que o de solos (Tabela 31), havendo em todos os solos estudados de boro sobre a quantidade do  $\bar{m}_i$  cronutriente absorvida pelas plantas de girassol (Tabela 31). Em todos os solos as quantidades absorvidas (microgramas/vaso) no tratamento 1,1 ppm de boro foram estatisticamente superiores ao tratamento testemunha (Tabela 32), bem como as correlações entre as doses de boro e a quantidade absorvida pelas plantas foram significativas a 0,1% de probabilidade em todos os solos estudados (Tabela 33).

## CONCLUSÕES

A discussão apresentada permite tirar as seguintes conclusões:

Das medidas de crescimento efetuadas a altura das plantas foi a que melhor refletiu o

Tabela 30. Coeficientes de correlação linear e quadrático entre a dose de boro e o teor (ppm) do micronutriente nas folhas velhas e novas de plantas de girassol.

	Coeficiente de correlação			
	Linear		Quadrático	
	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova
Luz de Quelroz	0,8844***	0,9740***	0,9518***	0,9743***
Iracema	0,6870**	0,9480***	0,8411***	0,9503***
Sertãozinho	0,9642***	0,9900***	0,9702***	0,9912***
Quebra Dente	0,9583***	0,9799***	0,9682***	0,9872***
Ribeirão Claro	0,9614***	0,9842***	0,9668***	0,9854***

\*\* = teste F significativo ao nível de 1% de probabilidade

\*\*\* = teste F significativo ao nível de 0,1% de probabilidade.

Tabela 31. Resumo das análises de variância da quantidade de boro absorvida (microgramas/vaso) por plantas (parte aérea + raiz) de girassol.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Solos (S0)	4	42954,0586	163,15**
Doses (D0)	6	60512,9577	299,84**
Interação S0xD0	24	655,1235	2,49**
S0 den. D01	4	13523,6400	51,36**
S0 den. D02	4	6940,8501	26,36**
S0 den. D03	4	5284,6500	20,07**
S0 den. D04	4	4381,6500	16,64**
S0 den. D05	4	6941,5000	26,36**
S0 den. D06	4	5957,9002	22,63**
S0 den. D07	4	3854,5999	14,64**
D0 den. S01	6	12663,7380	48,10**
D0 den. S02	6	5969,5000	22,67**
D0 den. S03	6	13323,4048	50,60**
D0 den. S04	6	14362,4047	54,55**
D0 den. S05	6	16814,4048	63,86**
Resíduo	35	263,2857	
Total	69		
C.V. (%)		5,37	

\*\* = teste F significativo ao nível de 1% de probabilidade.



Tabela 32. Quantidade (microgramas/vaso) de boro absorvida por plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições (1).

Dose de boro (ppm)	Solo				
	Luiz de Queiroz	Iracema	Sertãozinho	Quebra Dente	Ribeirão Claro
0,0	292c	312c	167e	143d	150e
0,1	306c	310c	198de	187cd	228d
0,2	314c	324c	228cd	210c	245cd
0,3	332c	338bc	253bc	234bc	269bcd
0,4	392b	380b	288b	270b	280bc
0,5	400b	383b	296b	276b	314b
1,1	518a	462a	416a	408a	448a

d.m.s. (Tukey 5%) = 50,7705

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 33. Coeficientes de correlação linear e quadrático entre as doses de boro e a quantidade absorvida (microgramas/vaso) do micronutriente por plantas de girassol.

Solo	Coeficiente de correlação	
	Linear	Quadrático
Luiz de Queiroz	0,9800***	0,9803***
Iracema	9,9594***	0,9599***
Sertãozinho	0,9716***	0,9784***
Quebra Dente	0,9876***	0,9926***
Ribeirão Claro	0,9687***	0,9742***

\*\*\* = teste F significativo ao nível de 0,1% de probabilidade.

estado nutricional das mesmas em relação ao boro, ao passo que o peso da matéria seca das raízes foi a medida de crescimento que menos refletiu a disponibilidade de boro no solo.

Os teores de fósforo, magnésio e enxofre, diminuíram com o aumento da dose de boro nos solos com baixos teores deste micronutriente; com relação ao nitrogênio, potássio, cálcio, zinco, cobre, ferro e manganês houve muita variação conforme a parte da planta considerada.

Com base na composição mineral as folhas novas foram a parte da planta mais sensível à disponibilidade de boro, seguidas pelas folhas velhas, por outro lado os caules e raízes não se mostraram bons indicadores da disponibilidade deste micronutriente.

Houve em todos os solos efeito das doses de boro sobre os teores do micronutriente nas folhas, bem como sobre a quantidade de boro absorvida pelas plantas.

#### SUMMARY

CONTRIBUTION TO THE STUDY OF AVAILABLE BORON SOILS OF THE STATE OF S.PAULO, BRAZIL. I. GROWTH AND MINERAL COMPOSITION OF SUNFLOWER (*Helianthus annuus* Mill.)

Sunflower plants were grown in the greenhouse in five soil series of the Piracicaba Country, S.Paulo, Brazil (Terra Roxa Estruturada, TRE; Roxo Latosol, LR; Red Latosol, LV; Red Yellow Podzolic: PVA- Quartz sand, AQ), under seven rates of B (from 0 to 1 ppm). A visual assessment, based on the age of the plants

when first symptoms of B deficiency showed up, disclosed that the PVA had the lowest available B concentration being followed by LV, AQ, TRE and LR. Insofar as growth data are concerned it has been found that plant height was the characteristic showing higher correlation with available B in the soil. The tissue concentration of P, Mg, and B consistently increased at low levels of boron in the soil. The leaf concentration of Cu, Fe, Mn, and Zn was unaffected by the B supply, the reverse being true, however, in the case of boron. The concentration of B in young leaves (upper third of the plant), among all organs (roots, stems, older leaves) analysed provided the best correlations with the availability of the micronutrient under study.

#### LITERATURA CITADA

- BAKER, A.S. & R.L. COOK. 1956. Need of boron fertilization for alfalfa in Michigan and methods for determining this need. Agron. J. 48: 564-568.
- BLAMEY, F.P.C., D. MOULD & J. CHAPMAN. 1979. Critical boron concentrations in plant tissues of two sunflower cultivars. Agron. J. 71: 243-247.
- BRASIL SOBRº, M.O.C. 1965. Levantamento do Teor de Boro em Alguns Solos do Estado de São Paulo. ESALQ, USP, 135 p. (Tese de Livre Docência).
- CASAGRANDE, J.C. 1978. O Boro em Solos do Município de Piracicaba. ESALQ, USP, 122 p. (Diss. de Mestrado).

- CATANI, R.A. & J.R. GALLO. 1955. Avaliação de exigência em calcário dos solos do Estado de São Paulo, mediante correlação entre o pH e a porcentagem de saturação em bases. *Rev. da Agric.* 30: 49-60.
- COWELL, W.E. 1943. A biological method for determining the relative boron content of soils. *Soil Sci.* 56: 71-94.
- ELLIOTT, G.C. & P.V. NELSON. 1981. Acute boron toxicity in *Begonia hiemalis*. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 12: 775-783.
- KRUG, F.J., H. BERGAMIN Fº, E.A.G. ZAGATTO & S.S. JORGENSEN. 1977. Rapid determination of sulphate in natural waters and plant digests by continuous flow injection turbidimetry. *Analyst.* 102: 503-508.
- LOPES, A.S. 1984. Uso eficiente de fertilizantes com micronutrientes. An. Simp. sobre Fertilizantes na Agricultura Brasileira (Brasília, D.F.): 347-382.
- MALAVOLTA, E. 1981. Manual de Química Agrícola - Adubos e Adubação. 3ª ed. Editora Agronômica Ceres Ltda., S.Paulo.
- MESQUITA Fº, M.V. & S.A. OLIVEIRA. 1984. Influência do boro na produção de matéria seca da batata. *Hort. bras.* 2: 9-11.
- PETERSON, L.A. & R.C. NEWMAN. 1976. Influence of soil pH on the availability of added boron. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 40: 280-282.