

EFEITOS DA DEFICIÊNCIA DE CÁLCIO E/OU BORO SOBRE O PEDÚNCULO DO CAPÍTULO DO GIRASSOL¹

JOSÉ GERALDO BAUMGARTNER², JOSÉ ANTONIO ANDREATTA
e ALPHIO FORMIGONI JÚNIOR³

RESUMO - Foi conduzido, em casa de vegetação, um experimento em solução nutritiva de Steimberg modificada, cultivando-se o girassol (*Helianthus annuus* L.), cv. Anhandy, com cinco níveis de cálcio e cinco de boro combinados, em esquema fatorial completo 5 x 5, visando-se induzir sintomas tardios, no início do florescimento, de deficiência desses elementos. A deficiência isolada de cálcio induziu o sintoma de colapso do capítulo quando o nível inicial de cálcio na solução foi tal (15,24 ppm de Ca) que permitiu a manifestação do sintoma no início do florescimento. A deficiência de boro manifestou-se antes do florescimento, para todos os níveis iniciais do micronutriente em solução, e isto impediu sua avaliação, em relação ao capítulo.

Termos para indexação: colapso do capítulo.

EFFECTS OF CALCIUM AND/OR BORON DEFICIENCY ON THE PEDUNCLE OF SUNFLOWER INFLORESCENCE

ABSTRACT - Sunflower (*Helianthus annuus* L.) cv. Anhandy was grown in a greenhouse for 60 days in a modified Steimberg nutrient solution. A 5 x 5 factorial combination with five levels of calcium and five levels of boron was used. The purpose of the experiment was to induce slow symptoms, at flowering time, of calcium and boron deficiency. Calcium deficiency gave rise to a collapse of the flower-head, only when initial calcium level of the nutrient solution (15,24 ppm Ca) allowed the appearance of the symptoms, at the beginning of the flowering time. The boron deficiency symptoms appeared before the flowering time for all the initial levels of this micronutrient in the solution, and in this case its evaluation in relation to the flower-head was not possible to be done.

Index terms: collapse of the inflorescence.

INTRODUÇÃO

A cultura do girassol tem apresentado, em diferentes condições, o problema de quebra, colapso ou apodrecimento do pedúnculo do capítulo com sérios prejuízos na produção. Admite-se como causa provável algum distúrbio de natureza nutricional, uma vez que os sintomas não foram relacionados, até o presente, com pragas ou doenças conhecidas. Dentre os distúrbios nutricionais que poderiam resultar nesses sintomas, os mais prováveis são as deficiências de cálcio ou de boro, como se conclui através da sintomatologia de deficiências minerais para as mais diferentes espécies vegetais.

Entretanto, na descrição da deficiência de boro apresentada por outros autores, especificamente para o girassol, não é mencionado o colapso do capítulo (Blamey et al. 1979). Por outro lado, é sabido que as deficiências minerais em geral podem manifestar-se em diversos graus de intensidade e em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, e podem ainda ser induzidas por diferentes causas, especialmente para os elementos de baixa mobilidade na planta, de tal forma que os sintomas obtidos nas diversas condições de cultivo no campo podem diferir em maior ou menor grau dos sintomas descritos em determinadas condições experimentais.

O objetivo do presente experimento foi induzir os sintomas de deficiência isolados ou combinados, de cálcio e de boro, para o girassol cultivado em soluções nutritivas, em casa de vegetação, e verificar se estão relacionados com o colapso do capítulo.

¹ Aceito para publicação em 23 de abril de 1986. Financiado pela EMBRAPA.

² Eng. - Agr., Dr., Professor-Adjunto do Departamento de Solos e Adubos da F.C.A.V. de Jaboticabal - UNESP. Rodovia Carlos Tonanni, km 5, CEP 14870 Jaboticabal, SP.

³ Aluno do Curso de Agronomia da F.C.A.V. de Jaboticabal-UNESP.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, cultivando-se o girassol, cv. Anhandy, em soluções nutritivas contidas em vasos de plástico e com aeração constante. As sementes foram inicialmente postas a germinar em bandejas com vermiculita, irrigando-se com água destilada até a germinação e depois, com a solução nutritiva de Steimberg, diluída, na proporção de 1:5 (Foy et al. 1967), por um período de cinco dias após a emergência. Após esse período, as plântulas foram transferidas para vasos de plástico com capacidade para 2,5 litros, contendo a referida solução diluída, completa, onde permaneceram por 20 dias. Em seguida, as plantas foram transferidas para vasos com capacidade para 7,5 litros, contendo todos os tratamentos, que consistiram nas combinações de níveis de cálcio e de boro. Como base, empregou-se a solução nutritiva de Steimberg, aumentando-se a concentração da solução 1:5 em três vezes, para todos os nutrientes. Adotou-se um esquema fatorial completo 5×5 com três repetições, com os seguintes níveis em ppm: cálcio: $Ca_1 = 0,00$; $Ca_2 = 3,81$; $Ca_3 = 7,62$; $Ca_4 = 15,24$; $Ca_5 = 152,40$, e boro: $B_1 = 0,00$; $B_2 = 0,005$; $B_3 = 0,010$; $B_4 = 0,021$ e $B_5 = 0,210$. Na obtenção dos níveis de cálcio, a partir de uma solução estoque de $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$, os níveis de nitrogênio foram compensados com a adição de quantidades equivalentes de NH_4NO_3 . Os níveis de boro foram obtidos com emprego de uma solução-estoque contendo 0,204 g/l de H_3BO_3 . Foram incluídos ainda dois tratamentos adicionais: um, com excesso de cálcio, empregando-se cinco vezes mais cálcio que o tratamento normal, ou seja, 762 ppm de Ca, e outro, com excesso de boro, empregando-se também cinco vezes mais que o normal, isto é, 1,05 ppm de B.

O excesso de cálcio levou também a um excesso de nitrogênio, em decorrência da adição de $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ em dose cinco vezes superior à do tratamento normal, elevando o teor de nitrogênio, neste caso, para 843 ppm de N.

As plantas permaneceram nos diferentes tratamentos por um período de 35 dias, completando, portanto, o período de 60 dias após a germinação, tempo suficiente para início da formação do capítulo e para a caracterização dos sintomas de deficiência. Após esse período, as plantas foram colhidas, subdivididas em partes aéreas e raízes, e depois lavadas, preparadas e analisadas para N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn e Zn, conforme métodos descritos por Sarruge & Haag (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Peso de matéria seca

Observa-se, pelos dados da Tabela 1, que o tratamento com excesso de cálcio resultou em maior produção de matéria seca, tanto para raízes como

para partes aéreas. Deve-se salientar que, nesse tratamento, a adição de excesso de cálcio levou também a um excesso de nitrato, pelo emprego do $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$, que não pode ser compensado da maneira como foram os demais tratamentos. As soluções não foram mais renovadas após a transferência para os vasos maiores. Entretanto, os resultados sugerem que as soluções deveriam ser compensadas ou substituídas antes do período de 35 dias, mas isso não foi feito, porque as plantas do tratamento normal (Ca_5B_5) não mostraram sinais visíveis de outras deficiências minerais, e porque até próximo aos 35 dias de permanência nas soluções o colapso do capítulo ainda não havia sido obtido.

Considerando a produção total de matéria seca (raízes + partes aéreas), verificam-se efeitos significativos de doses de cálcio e de boro e ainda uma interação entre os efeitos desses nutrientes. Deve-se destacar que, dentro do nível normal de boro (B_5), praticamente não houve diferença de produção de matéria seca entre o tratamento que continha o nível normal de cálcio (Ca_5) e o nível imediatamente inferior (Ca_4), correspondente à décima parte de concentração de cálcio do anterior ($Ca_4 = Ca_5/10$). Aparentemente, o nível Ca_4 (15,24 ppm de Ca) seria suficiente para o desenvolvimento da planta (produção de matéria seca), mas, como se verá adiante, ocorreram, neste tratamento, uma redução acentuada do teor do elemento, na parte aérea da planta, e, no final, o sintoma da deficiência (colapso do capítulo). Isto parece indicar que a deficiência de cálcio no tratamento Ca_4B_5 só teria ocorrido no final do período de 35 dias após o início dos tratamentos. Já com relação aos níveis de boro, os dados indicam que no nível B_4 (0,021 ppm) ocorreu acentuada redução no peso das plantas especialmente a partir do nível intermediário de cálcio ($Ca_4 = 15,25$ ppm) abaixo do qual a limitação pelo macronutriente não permitiu distinguir o efeito do boro.

Observa-se, ainda, pelos dados da Tabela 1, que o efeito do cálcio no tratamento Ca_4 , que não foi significativo sobre a parte aérea das plantas e, conseqüentemente, sobre a produção total de matéria seca, foi, entretanto, bastante acentuado sobre as raízes, reduzindo o desenvolvimento destas a 62,5% do obtido no tratamento normal

(Ca₅B₅). O tratamento que seria um excesso de cálcio (++) resultou em novo aumento significativo do sistema radicular, o que mostra a importância deste elemento para o crescimento das raízes, como é freqüentemente destacado na literatura.

TABELA 1. Peso de matéria seca (g) de partes aéreas e raízes, por planta de girassol, colhida aos 60 dias. Médias de três repetições.

Tratamentos	Parte aérea	Raiz	Total
Ca ₁ B ₁	11,55	1,77	13,32
Ca ₁ B ₂	12,87	1,51	14,38
Ca ₁ B ₃	14,41	1,62	16,04
Ca ₁ B ₄	12,62	1,50	14,12
Ca ₁ B ₅	15,15	1,46	16,62
Ca ₂ B ₁	18,43	1,80	20,23
Ca ₂ B ₂	14,89	1,43	16,33
Ca ₂ B ₃	13,77	1,96	15,74
Ca ₂ B ₄	18,21	1,72	19,93
Ca ₂ B ₅	25,63	2,62	28,26
Ca ₃ B ₁	11,80	0,88	12,67
Ca ₃ B ₂	15,86	1,40	17,26
Ca ₃ B ₃	21,09	2,12	23,21
Ca ₃ B ₄	20,23	1,93	22,16
Ca ₃ B ₅	23,30	2,25	25,55
Ca ₄ B ₁	12,34	0,99	13,33
Ca ₄ B ₂	16,17	1,23	17,40
Ca ₄ B ₃	20,14	2,54	22,68
Ca ₄ B ₄	21,49	2,12	23,60
Ca ₄ B ₅	29,48	2,64	32,12
Ca ₅ B ₁	21,20	2,55	23,75
Ca ₅ B ₂	19,19	2,56	21,75
Ca ₅ B ₃	20,79	2,21	23,00
Ca ₅ B ₄	22,91	3,01	25,92
Ca ₅ B ₅	30,53	4,22	34,75
++ Ca	40,91	6,50	47,41
++ B	29,70	4,95	34,65
F (tratamentos)	10,44**	17,31**	11,95**
d.m.s. (Tukey 5%)	8,10	1,11	8,79
CV %	18,76	22,47	18,30

Ca₁ = 0,00; Ca₂ = 3,81; Ca₃ = 7,62; Ca₄ = 15,24; Ca₅ = 152,40; ++ Ca = 762 ppm de Ca; B₁ = 0,000; B₂ = 0,005; B₃ = 0,010; B₄ = 0,021 e B₅ = 0,210; ++ B = 1,05 ppm de B.

Teores de nutrientes na parte aérea

Considerando o tratamento Ca₅B₅ como padrão, porque apresentou os teores normais de cálcio e de boro da solução de Steimberg, pode-se admitir como adequados os seguintes teores de nutrientes nas partes aéreas das plantas: N = 1,98%; P = 0,18%;

K = 1,65%; Ca = 1,64%; Mg = 0,39%; B = 28 ppm; Cu = 69 ppm; Fe = 105 ppm; Mn = 84 ppm e Zn = 52 ppm.

Os dados das Tabelas 2 e 3 evidenciam que os tratamentos com níveis decrescentes de cálcio ou boro provocaram, no geral, aumento nos teores

dos outros macro e micronutrientes na parte aérea das plantas, indicando um acentuado "efeito de concentração", isto é, o menor desenvolvimento das plantas resultou em maior concentração de nutrientes nos tecidos. Quanto ao cálcio e ao boro, os dados indicam decréscimo de concentração nos tecidos, acompanhando os decréscimos dos níveis dos elementos nas soluções. Parece, portanto, que os teores dos elementos na parte aérea das plantas, com exceção de Ca e B, variaram mais em função do grau de desenvolvimento das plantas do que de possíveis interações entre nutrientes, não havendo, quanto a esse aspecto, nenhum efeito que possa ser destacado.

As plantas com desenvolvimento normal, isto é, dos tratamentos Ca₅B₅ e ++ Ca, apresentaram 1,64% e 1,87% de cálcio na matéria seca da parte aérea, ao passo que as plantas que apresentaram o sintoma de colapso do capítulo, causado por deficiência de cálcio, do tratamento Ca₄B₅, apresentaram teor de cálcio, nos tecidos, de 0,46%. Hortenstine & Fiskell (1961), cultivando girassol na solução nutritiva de Hoagland, encontraram teor de 0,74% de cálcio na parte aérea de plantas normais (tratamento testemunha), ao passo que Foy et al. (1974) encontraram teores entre 0,88% e 2,02% de cálcio na parte aérea de plantas de girassol cultivadas em solo que recebeu níveis

TABELA 2. Teores de macronutrientes (%) na matéria seca da parte aérea. Médias de três repetições.

Tratamentos	N%	P%	K%	Ca%	Mg%
Ca ₁ B ₁	3,49	0,44	3,84	0,52	1,00
Ca ₁ B ₂	4,02	0,42	3,58	0,44	0,90
Ca ₁ B ₃	4,41	0,38	3,41	0,38	0,84
Ca ₁ B ₄	4,06	0,40	3,51	0,48	0,85
Ca ₁ B ₅	3,90	0,36	3,19	0,47	0,81
Ca ₂ B ₁	3,95	0,29	2,60	0,53	0,74
Ca ₂ B ₂	3,38	0,36	3,44	0,58	0,85
Ca ₂ B ₃	3,44	0,32	3,31	0,51	0,85
Ca ₂ B ₄	3,58	0,31	2,83	0,46	0,78
Ca ₂ B ₅	2,36	0,17	1,59	0,31	0,50
Ca ₃ B ₁	3,95	0,52	3,70	0,89	0,94
Ca ₃ B ₂	4,03	0,37	3,39	0,56	0,80
Ca ₃ B ₃	3,04	0,25	2,40	0,57	0,60
Ca ₃ B ₄	3,07	0,25	2,18	0,51	0,65
Ca ₃ B ₅	2,66	0,21	1,83	0,47	0,52
Ca ₄ B ₁	4,09	0,49	3,53	1,09	0,85
Ca ₄ B ₂	3,85	0,38	3,17	0,82	0,75
Ca ₄ B ₃	3,18	0,29	2,85	0,63	0,64
Ca ₄ B ₄	2,54	0,23	2,14	0,54	0,49
Ca ₄ B ₅	1,87	0,13	1,33	0,46	0,38
Ca ₅ B ₁	2,65	0,26	2,40	1,87	0,60
Ca ₅ B ₂	2,74	0,31	2,42	2,34	0,66
Ca ₅ B ₃	2,64	0,29	2,83	1,90	0,64
Ca ₅ B ₄	2,42	0,22	2,24	1,72	0,53
Ca ₅ B ₅	1,98	0,18	1,65	1,64	0,39
++ Ca	2,54	0,12	1,05	1,87	0,72
++ B	1,63	0,14	1,27	1,45	0,35
F (tratamentos)	8,84**	11,04**	11,02**	67,87**	16,99**
d.m.s. (Tukey 5%)	1,01	0,12	0,95	0,23	0,17
CV %	14,32	18,49	16,15	14,23	10,86

TABELA 3. Teores de micronutrientes (ppm) na matéria seca parte aérea. Médias de três repetições.

Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Ca ₁ B ₁	19	149	105	272	134
Ca ₁ B ₂	15	136	97	244	96
Ca ₁ B ₃	13	123	86	218	103
Ca ₁ B ₄	18	189	101	227	80
Ca ₁ B ₅	32	244	129	226	80
Ca ₂ B ₁	18	159	157	183	87
Ca ₂ B ₂	16	173	166	236	93
Ca ₂ B ₃	19	158	123	207	90
Ca ₂ B ₄	18	133	115	172	86
Ca ₂ B ₅	22	114	104	118	68
Ca ₃ B ₁	15	226	110	215	106
Ca ₃ B ₂	13	114	105	203	91
Ca ₃ B ₃	14	100	87	142	69
Ca ₃ B ₄	14	113	147	154	82
Ca ₃ B ₅	25	137	200	138	63
Ca ₄ B ₁	16	166	181	225	85
Ca ₄ B ₂	15	115	122	204	107
Ca ₄ B ₃	15	85	132	154	88
Ca ₄ B ₄	12	80	132	122	73
Ca ₄ B ₅	20	86	130	92	41
Ca ₅ B ₁	14	92	96	99	47
Ca ₅ B ₂	19	102	139	120	62
Ca ₅ B ₃	16	91	88	102	49
Ca ₅ B ₄	16	83	128	100	49
Ca ₅ B ₅	28	69	105	84	52
++ Ca	22	94	141	53	51
++ B	46	67	110	65	53
F (tratamentos)	9,41**	4,23**	2,01*	10,99**	4,46**
d.m.s. (Tukey 5%)	8,39	85,64	64,46	72,36	41,03
CV %	21,37	30,40	28,19	19,85	23,96

crescentes de calcário. Esses dados, que indicam uma certa equivalência entre os valores obtidos pelo cultivo em solo ou em solução nutritiva, não devem ser, entretanto, considerados para fins de diagnóstico, uma vez que foram incluídos limbos e pecíolos foliares além de hastes das plantas, de valores diferentes, ao passo que as partes mais sensíveis para esses fins são os limbos de folhas recém-maduras.

Quanto ao boro, as plantas normais (tratamento Ca₅B₅) apresentaram 28 ppm do elemento na parte aérea, ao passo que plantas com sintomas de deficiência e com desenvolvimento prejudicado

(trat. Ca₅B₄) apresentaram teor de 16 ppm de B nos tecidos. Blamey et al. (1979) cultivaram girassol empregando tratamentos de boro entre 0 e 4 kg por hectare, e encontraram teores, nas folhas recém-maduras (limbo), de 17 a 49 ppm do elemento, e propuseram o teor de 34 ppm como nível crítico. No presente experimento, apenas as plantas que receberam um nível de boro cinco vezes maior que o considerado normal apresentaram teor do elemento nos tecidos, superior a esse nível crítico, indicando que poderiam ter sido usados níveis um pouco mais altos de boro, o que talvez propiciasse um aparecimento mais tardio do

sintoma de deficiência, como foi obtido para o cálcio e como seria desejável.

Teores de nutrientes nas raízes

O efeito de concentração, que foi acentuado para a análise dos nutrientes nas partes aéreas das plantas, foi observado apenas nas análises de N, P, Mn e Zn nas raízes (Tabelas 4 e 5). Os teores de cálcio nas raízes diminuíram em função do decréscimo no nível do elemento nas soluções, mas, para os demais elementos analisados, não houve, praticamente, efeito dos tratamentos, destacando-se, nesse caso, o boro, cujo teor nas raízes não foi alterado apesar de ter sido bastante ampla a faixa de teores do

elemento nas soluções empregadas. Os teores de ferro nas raízes foram muito altos especificamente nos tratamentos com deficiência de cálcio. Quando se empregou, também, o nível de cálcio cinco vezes maior que o normal (Ca_5B_5), o teor de Fe nas raízes decresceu significativamente. Como os teores de Fe nas partes aéreas das plantas não foram afetados pelos níveis de cálcio, o efeito verificado nas raízes parece estar mais relacionado à manutenção do ferro na forma de quelato nas soluções, porque parece ter ocorrido uma deposição do elemento na superfície das raízes. Entretanto, em nenhum tratamento foi observada deficiência de ferro ou qualquer outro efeito que

TABELA 4. Teores de macronutrientes (%) na matéria seca das raízes. Médias de três repetições.

Tratamentos	N%	P%	K%	Ca%	Mg%
Ca ₁ B ₁	4,39	0,42	0,80	0,21	0,21
Ca ₁ B ₂	4,23	0,40	0,57	0,17	0,22
Ca ₁ B ₃	4,70	0,39	0,72	0,19	0,19
Ca ₁ B ₄	4,90	0,44	0,90	0,22	0,21
Ca ₁ B ₅	4,76	0,39	0,44	0,21	0,24
Ca ₂ B ₁	4,34	0,32	0,60	0,27	0,14
Ca ₂ B ₂	4,29	0,42	0,55	0,33	0,16
Ca ₂ B ₃	3,88	0,33	0,65	0,26	0,14
Ca ₂ B ₄	4,09	0,34	0,61	0,25	0,13
Ca ₂ B ₅	4,32	0,38	0,67	0,22	0,13
Ca ₃ B ₁	4,03	0,43	0,72	0,45	0,24
Ca ₃ B ₂	4,21	0,43	0,81	0,28	0,14
Ca ₃ B ₃	3,92	0,33	0,50	0,22	0,16
Ca ₃ B ₄	3,79	0,35	0,72	0,26	0,10
Ca ₃ B ₅	4,08	0,37	0,63	0,26	0,11
Ca ₄ B ₁	3,65	0,38	1,02	0,40	0,20
Ca ₄ B ₂	4,26	0,34	0,68	0,37	0,11
Ca ₄ B ₃	3,50	0,30	0,64	0,34	0,07
Ca ₄ B ₄	3,44	0,30	0,68	0,33	0,08
Ca ₄ B ₅	3,02	0,30	0,97	0,26	0,09
Ca ₅ B ₁	2,77	0,20	0,92	0,67	0,18
Ca ₅ B ₂	2,89	0,28	1,55	0,90	0,32
Ca ₅ B ₃	2,98	0,31	1,34	0,79	0,34
Ca ₅ B ₄	3,02	0,26	1,13	0,80	0,13
Ca ₅ B ₅	2,41	0,21	1,03	0,72	0,12
++ Ca	3,93	0,19	1,10	0,67	0,30
++ B	3,04	0,18	1,02	0,64	0,12
F (tratamentos)	10,87**	5,92**	2,35*	35,89**	2,29*
d.m.s. (Tukey 5%)	0,77	0,12	0,58	0,14	0,17
CV %	9,14	16,33	36,57	16,21	48,57

TABELA 5. Teores de micronutrientes (ppm) nas raízes. Médias de três repetições.

Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Ca ₁ B ₁	23	83	2327	71	198
Ca ₁ B ₂	20	81	2896	83	169
Ca ₁ B ₃	29	65	2355	54	179
Ca ₁ B ₄	19	62	2499	85	216
Ca ₁ B ₅	22	93	3192	63	106
Ca ₂ B ₁	21	58	2681	48	130
Ca ₂ B ₂	20	57	3028	83	123
Ca ₂ B ₃	21	66	2054	42	199
Ca ₂ B ₄	26	77	2499	75	175
Ca ₂ B ₅	17	54	2353	31	93
Ca ₃ B ₁	23	109	3242	144	211
Ca ₃ B ₂	20	83	2806	65	130
Ca ₃ B ₃	17	94	2787	71	101
Ca ₃ B ₄	24	90	2550	45	135
Ca ₃ B ₅	16	86	2771	56	94
Ca ₄ B ₁	29	152	3187	158	123
Ca ₄ B ₂	25	91	2297	43	188
Ca ₄ B ₃	22	52	1868	56	178
Ca ₄ B ₄	19	78	2677	26	148
Ca ₄ B ₅	17	60	1996	32	125
Ca ₅ B ₁	21	45	1314	37	91
Ca ₅ B ₂	25	59	2005	43	101
Ca ₅ B ₃	28	57	1256	46	102
Ca ₅ B ₄	19	39	1408	59	102
Ca ₅ B ₅	20	42	1212	35	78
++ Ca	16	38	933	7	66
++ B	20	42	1054	25	55
F (tratamentos)	2,06*	2,57*	4,67**	3,21**	2,89*
d.m.s. (Tukey 5%)	9,93	61,17	1.240,31	71,81	105,60
CV %	20,95	38,35	24,38	54,41	35,18

tivesse prejudicado o desenvolvimento das plantas. Os dados da análise química da parte aérea não sugerem também qualquer efeito na absorção e translocação dos demais nutrientes. Por outro lado, é relativamente freqüente a presença de altos níveis de ferro nas raízes de plantas cultivadas em soluções nutritivas diversas, sempre que o ferro é fornecido na forma de Fe-EDTA.

Sintomas de deficiência de cálcio e boro

Sete dias após o início dos tratamentos, começaram a se evidenciar os sintomas de deficiência de cálcio e de boro, isolados, apenas nos tratamen-

tos correspondentes à ausência total desses elementos, isto é, nos tratamentos Ca₁B₅ e Ca₅B₁. A deficiência de cálcio provocou intensa clorose internerval nas folhas mais novas, permanecendo verdes apenas os tecidos ao redor das nervuras. A deficiência de boro iniciou-se com ligeira deformação das folhas mais novas, que apresentavam aspecto coriáceo e uniformemente clorótico. Para ambos os casos, já aos sete dias, as plantas cultivadas na ausência de cálcio e de boro apresentaram crescimento ligeiramente inferior ao das plantas dos demais tratamentos. A partir daí, os sintomas foram surgindo e se acentuando, exceto nas plantas

cultivadas nos tratamentos Ca_4B_5 , Ca_5B_5 , ++ Ca e ++ B, que apresentavam desenvolvimento considerado normal. Observações feitas aos 27 dias de tratamento mostraram que as plantas cultivadas em ausência de cálcio e de boro cessaram o desenvolvimento e apresentaram sintomas de morte de tecidos no ápice das plantas, mas de características bem distintas. A deficiência de cálcio, no seu maior grau, caracterizava-se por um estreitamento e escurecimento da extremidade da planta e colapso do capítulo em formação e das folhas adjacentes, que se apresentaram completamente secas. As plantas deficientes em boro apresentavam morte da gema apical e folhas adjacentes muito próximas uma das outras, deformadas, com as nervuras espessadas e com acentuada clorose internerval na base das folhas. A planta toda era bem menor que a normal, mas o caule era mais espesso, especialmente na extremidade, e com aspecto de tecido ressecado ou de cortiça. Pode-se observar, pela Tabela 1, que as plantas cultivadas em ausência apenas de B (tratamento Ca_5B_1) apresentavam peso de matéria seca relativamente alto em relação a diversos tratamentos, mas tratava-se de plantas menores e com sintomas bem acentuados de deficiência. Os sintomas se manifestaram, em diferentes graus, para todos os níveis de boro na solução, com exceção do nível normal (B_5), e nenhuma planta com deficiência de boro chegou a emitir inflorescência.

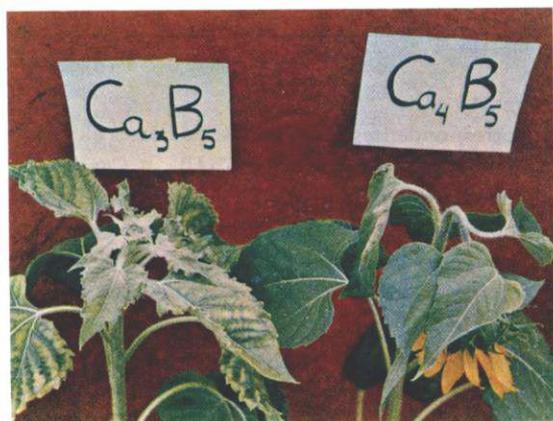


FIG. 1. Deficiências de cálcio ($Ca_3 = 7,62$ ppm. Ca e $Ca_{\mu} = 15,24$ ppm Ca) e nível normal de boro ($B_5 = 0,210$ ppm B).



FIG. 2. Deficiência de cálcio ($Ca_{\mu} = 15,24$ ppm Ca) e níveis normais de cálcio e boro ($Ca_5 = 152,40$ ppm Ca e $B_5 = 0,210$ ppm B).

Para a deficiência de cálcio, até aos 27 dias, deve-se destacar que as plantas com níveis de Ca_4B_5 e Ca_5B_5 apresentavam-se praticamente iguais e, do nível intermediário de cálcio (Ca_3B_5) para baixo, as plantas não mais chegaram a emitir a inflorescência. Apenas na semana seguinte, ou seja 35 dias após o início dos tratamentos, apareceu o escurecimento e colapso do pedúnculo do capítulo no tratamento Ca_4B_5 . Nesse tratamento, as plantas receberam um nível inicial de cálcio de 15,24 ppm, na solução, o qual foi se extinguindo juntamente com os demais nutrientes, resultando na deficiência, apenas na fase final do ciclo como se pretendia. Os efeitos dos níveis de cálcio Ca_3 , Ca_4 e Ca_5 podem ser observados nas Figuras 1 e 2.

CONCLUSÕES

1. Foram obtidos sintomas de colapso do pedúnculo do capítulo causados por deficiência isolada e tardia de cálcio.
2. Admite-se que a deficiência de cálcio pode ser uma das causas do sintoma que se verifica no campo, especialmente se forem verificadas condições isoladas ou combinadas de fatores que possam levar a uma deficiência tardia de cálcio, como, por exemplo, veranico, cobertura nitrogenada amoniacal, adensamento de plantio etc.
3. Não pode ser descartada a possibilidade de o sintoma do campo ser causado também por um

efeito isolado de deficiência de boro ou até por deficiência conjunta de cálcio e de boro.

4. A deficiência de boro provoca, como foi visto, um espessamento na porção terminal da planta, adquirindo os tecidos um aspecto de seco e quebradiço.

5. O aparecimento tardio de deficiência de boro, após ou durante a emissão de inflorescência, pode levar, por um efeito mecânico qualquer, à quebra do pedúnculo do capítulo. Observações feitas em cultivo de campo mostram que o colapso do capítulo pode apresentar características distintas e, em um mesmo campo, podem aparecer sintomas que lembrem o sintoma ora de deficiência de cálcio, ora de deficiência de boro.

REFERÊNCIAS

- BLAMEY, F.P.C.; MOULD, D. & CHAPMAN, J. Critical boron concentrations in plant tissues of two sunflower cultivars. *Agron. J.*, 71:243-7, 1979.
- FOY, C.D.; FLEMING, A.L.; BURNS, G.R. & ARMIGER, W.H. Characterization of differential aluminum tolerance among varieties of wheat and barley. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 31:513-20, 1967.
- FOY, C.D.; ORELLANA, R.G.; SCHWARTZ, J.W. & FLEMING, A.L. Responses of sunflower genotypes to aluminum in acid soil and nutrient solution. *Agron. J.*, 66:293-6, 1974.
- HORTENSTINE, C.C. & FISKELL, J.G.A. Effects of aluminum on sunflower growth and uptake of boron and calcium from nutrient solution. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 25:303-7, 1961.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba, Livroceres, 1974. 56p.