

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, A.G.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D.; SARRUGE, J. R. *Acumulação diferencial de nutrientes em cinco cultivares de milho*. Piracicaba, ESALQ, Departamento de Química, 1977. 106p.
- FILGUEIRA, F.A.R. *Manual de observação*. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1981. v.1.
- HIROCE, R.; FURLANI, A.M.C.; LIMA, M. Extração de nutrientes na colheita por populações e híbridos de milho. *Boletim Científico. Instituto Agrônomo, Campinas* (17):1-24, 1989.
- NATIONAL AGRICULTURAL STATISTICAL SERVICE. *Corn, sweet, commercial crop*: area, yield, production, value per hunch weight and per ton, and total value. In: USDA. *Agricultural Statistics, 1987*. Washington, 1987. 541p.
- RANZANI, G.; FREIRE, O.; KINJO, T. *Carta de solos do município de Piracicaba*. Piracicaba, ESALQ, Centro de Estudos de Solos, 1956. 85p.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. *Análises químicas em plantas*. Piracicaba, ESALQ, Departamento de Química, 1974. 56p.
- TOSSELO, G.A. Milhos especiais e seu valor nutritivo. In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G.P., ed. *Melhoramentos e produção do milho*. Campinas, Fundação Cargill, 1987. p.375-409.
- Entregue para publicação em: 14/02/90
Aprovado para publicação em: 10/09/90

NUTRIÇÃO MINERAL DE HORTALIÇAS. XC. DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES, BORO E ZINCO EM MILHO DOCE

H.P. Haag*
A.R. Dechen*
Q.A.C. Carmello*

RESUMO: Um ensaio foi conduzido para se determinar o efeito da omissão de macronutrientes e de boro e zinco em solução nutritiva, na avaliação do crescimento e sintomatologia de carência destes elementos. As plântulas foram cultivadas até a obtenção dos sintomas. As plantas foram coletadas e divididas em folhas novas, folhas velhas, colmos, pendões, palhas e espigas. O material foi seco e analisado quimicamente. Os autores observaram uma redução na produção de matéria seca das diversas partes em função da omissão dos nutrientes do meio nutritivo. A redução obedeceu a seguinte ordem decrescente: -N, -P, -K e em menor escala -Ca, -Mg, -Zn, -B, e -S. Os níveis analíticos encontrados nas folhas novas em plantas bem nutridas e desnutridas foram: N% 1,29-0,72; P% 0,17-0,03; K% 1,33-0,15; Ca% 0,90-0,74; Mg% 0,36-0,03; S% 0,20-0,08; B ppm 39-21; Zn ppm 3-4. Os níveis analíticos encontrados nas folhas velhas em plantas bem nutridas e desnutridas foram: N% 0,54-0,48; P% 0,05-0,02; K% 1,12-0,08; Ca% 1,05-0,70; Mg% 0,54-0,03; S% 0,13-0,10; B ppm 58-25; Zn ppm 2-10. Foram descritos os sintomas de carência de todos os elementos pesquisados.

* Departamento de Química da E.S.A. "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo - 13.400 - Piracicaba, SP.

Termos para indexação: milho doce, deficiências, macronutrientes, boro e zinco.

MINERAL NUTRITION OF VEGETABLE CROPS. XC.
MACRONUTRIENTS, BORON AND ZINC DEFICIENCIES
IN SWEET CORN

ABSTRACT: Young sweet corn plants (*Zea mays* var. *sacharata* L.) cv. Contibrasil were transplanted to pots containing 7kg of S and size pure quartz. During the first 5 days the plants received only water. Treatments were started 18 days after germination and consisted of: complete solution (all nutrients): -N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S, -B, -Zn. Solutions were supplied to the plants through percolation. Plants were collected as soon as the symptoms appeared and divided into: new leaves, old leaves, stem, tassel, straw, and cob. All the material was dried at 80°C for several days and analysed for nutrient content by laboratory conventional methods. The authors concluded that: a) omission of any of the elements reduce plant growth; b) clear cut symptoms were obtained for all nutrients; c) levels in the new leaves both healthy and diseased were: N% 1.29-0.72; P% 0.17-0.03; K% 1.33-0.15; Ca% 0.90-0.74; Mg% 0.36-0.03; S% 0.20-0.08; B ppm 39-21; Zn ppm 3-4; and d) levels in the old leaves, both healthy and diseased, were: N% 0.54-0.48; P% 0.05-0.02; K% 1.12-0.08; Ca% 1.05-0.70; Mg% 0.54-0.03; S% 0.13-0.10; B ppm 58-25; Zn ppm 2-10.

Index terms: sweet corn, malnutrition symptoms, macronutrients, boron and zinc.

INTRODUÇÃO

Sintomas de carência de macro e micronutrientes foram exaustivamente estudados para o milho comum (*Zea*

mays L.) por um número elevado de autores (HOFFER & KRANTZ, 1949; BERGER, 1962; MALAVOLTA & GARGANTINI, 1966; MALAVOLTA *et alii*, 1974; ARNON, 1975).

Contudo nenhum destes autores fizeram referências a nutrição mineral do milho doce (*Zea mays* var. *sacharata* L.), considerado como sendo uma hortaliça (FILGUEIRA, 1981). Para o consumo na forma de espigas cozidas, assadas ou na forma de conservas, o milho doce é de qualidade muito superior ao milho comum, quando maduros e secos os grãos assumem um aspecto vítreo, enrugados e translúcidos, bem diferentes ao aspecto do milho comum. A falta de um elemento no solo ou em meio artificial determina redução no crescimento, diminuição na colheita e manifesta-se através de sintomas nas folhas, chamada de carência.

Na liberação especializada quer estrangeira, quer nacional não foi encontrada nenhuma referência a sintomas de carência em milho doce, motivo do presente trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de milho doce (*Zea mays* var. *sacharata*) cv. Contibrasil foram postas a germinar em areia e umidade decidua periodicamente com água. Uma vez germinadas, 13 dias após, procedeu-se a seleção das plântulas pelo vigor e aparência, passando-as para vasos de alumínio com 7kg de capacidade cheios com sílica moída e lavada. Nos próximos 5 dias as plantas foram somente irrigadas com água deionizada. Quando as plântulas atingiram 18 dias de idade, iniciou-se os tratamentos que consistiram em: solução completa (todos os nutrientes), -N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S, -B e -Zn. O número de repetições foi de seis plantas divididas em dois vasos por tratamento.

As soluções nutritivas de HOAGLAND & ARNON (1944) foram fornecidas por percolação nos vasos, eliminando-se o percolato. Fornecia-se as soluções duas vezes por dia. Com o aparecimento dos sintomas de carência eram

os mesmos descritores e as plantas colhidas sendo separadas em folhas novas, folhas velhas, colmos, pendões, palhas e espigas. Todo o material vegetal foi seco a 80°C e analisado quanto aos nutrientes pelos métodos descritos em SARRUGE & HAAG (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento

O crescimento expresso na forma de aumento de peso da matéria seca acha-se na Tabela I.

Observa-se que nos tratamentos -N, -P, -Zn as plantas não chegaram a produzir espigas, apesar que no tratamento -Zn o peso total da matéria seca iguala-se praticamente ao tratamento completo. O fato que chama atenção é que a produção de pendão nos tratamentos -N, -P, -Zn não resultar em produção de grãos.

A omissão dos nutrientes afetou a produção de matéria seca na seguinte ordem: completo, -N=-P, -K, -Ca, -Zn, -S = -B. A omissão de N e P afetou o crescimento das folhas e colmos de modo sensível.

Nitrogênio

Doze dias após a omissão do elemento da solução nutritiva as plantas cessaram o seu crescimento, apresentando uma coloração amarelada nas folhas mais velhas. A coloração amarelada das folhas transferia-se para as folhas imediatamente superiores, enquanto que as folhas velhas secavam. O colmo apresentava uma coloração esbranquiçada. Na época de colheita das plantas somente as folhas mais novas mostravam coloração verde-clara. As plantas apresentavam um colmo bem mais tenro do que o das plantas do tratamento completo. Não havia formação de espigas.

Fósforo

Sessenta dias após a omissão do fósforo da solução nutritiva apareceram os primeiros sintomas de

Tabela 1. Produção e peso de matéria seca em g em função dos tratamentos

Tratamentos	Folhas novas	Folhas velhas	Colmos (g)	Pendões	Palhas	Espigas	Total
Completo	14,47	15,49	28,37	4,39	10,1	12,03	84,8
-N	10,58	3,10	10,29	-	-	-	23,9
-P	3,77	10,06	9,80	1,25	-	-	24,8
-K	7,26	16,86	12,27	2,62	1,55	1,16	41,72
-Ca	10,98	16,73	20,0	4,20	4,00	3,33	59,3
-Mg	13,91	10,93	32,49	6,98	2,65	1,35	68,31
-S	13,63	15,54	28,99	5,55	13,33	5,23	82,27
-B	15,30	18,06	30,30	2,63	12,73	2,33	81,35
-Zn	22,70	18,06	33,92	2,80	-	-	77,4

carência que consistiam na parada do crescimento das plantas e o aparecimento de uma área avermelhada na base das folhas mais velhas e com as pontas "queimadas". As folhas perdiam a coloração curvando-se da metade para a ponta. Pouca formação de folhas novas e colmo de diâmetro reduzido. A parte das folhas não afetadas pela coloração avermelhada mostrava-se de coloração verde intensa. Na época de colheita das plantas surgiram umas estrias de coloração branca no limbo das folhas mais velhas. Não houve formação de espiga.

Potássio

Os sintomas de carência surgiram na mesma época da deficiência de fósforo, sessenta dias após a omissão do elemento da solução nutritiva, iniciando-se nas folhas mais velhas com uma clorose na margem das folhas, clorose esta que logo apresentava a formação de uma necrose ao longo de toda a margem. Com o progredir da sintomatologia as folhas intermediárias repetiam os sintomas das folhas mais velhas, sendo que estas secavam da ponta para a base. Chamou atenção o fato do aparecimento de algumas manchas de coloração avermelhada no colmo próximas das folhas afetadas. O pendão que se formou, secou logo e perdeu a sustentação. Não houve formação de espiga.

Cálcio

Os sintomas de carência, tornaram-se visíveis sessenta dias após a omissão do elemento da solução nutritiva. As plantas apresentavam um desenvolvimento aparentemente normal, com exceção do aparecimento de manchas aquosas na base das folhas mais novas, que se tornavam quebradiças e com tendência de se enrolarem formando um canudo. Um fato que chamou atenção foi o ataque muito severo de pulgões, observado somente neste tratamento. Houve a formação de espiga mal desenvolvida, contendo somente alguns grãos de coloração pálida.

Magnésio

Os sintomas de carência começaram a surgir sessenta dias após a sua omissão da solução nutritiva.

As plantas apresentaram um desenvolvimento aparentemente normal, com exceção da formação de espigas pequenas e mal formadas. Nas folhas mais velhas surgiram umas listas esbranquiçadas que contrastavam com a coloração verde do limbo. As listas partiam da base da folha até o meio da folha. Foram os únicos sintomas visuais observados. Houve formação de espigas com somente um terço de grãos.

Enxofre

Os sintomas de carência deste macronutriente surgiram aos oitenta dias apresentando somente uma coloração verde-clara nas folhas mais novas. O único efeito observado pela falta deste elemento foi a formação de espigas e sem grãos.

Boro

Apesar de ser difícil o reconhecimento de carência de boro nas gramíneas, o milho doce apresenta uma sintomatologia que permite diferenciá-lo das demais. Os sintomas surgiram ao redor de oitenta e cinco dias de omissão do elemento na solução nutritiva e consistiam inicialmente na formação de pequenas manchas de aspecto aquoso, com o passar do tempo elas coalescem formando estrias longas e largas no limbo das folhas mais novas. A partir deste estágio ocorre a inflexão das folhas afetadas. No estágio mais avançado as folhas afetadas apresentam a formação de ilhas largas ocupando praticamente toda a nervura central das folhas, seguido do secamento das pontas das folhas. No colmo perto das folhas afetadas surgem manchas de coloração ferruginosa. A espiga que se forma é pequena e praticamente sem grãos. HOFFER & KRANTZ (1949) descreveram sintomas semelhantes em milho comum (*Zea mays* L.).

Zinco

Os sintomas de carência de zinco foram os últimos a se manifestarem, cerca de 95 dias após sua omissão da solução nutritiva. Os sintomas consistiam no aparecimento de faixas esbranquiçadas na base das folhas

mais novas. As faixas limitavam-se à cerca de um terço da folha, sendo que o restante da folha permanecia com coloração normal. Não houve formação de espiga apesar do desenvolvimento das plantas serem idênticos aos do tratamento completo.

Completo

Plantas bem desenvolvidas, apresentando folhas de coloração verde intensa. Na época de colheita das plantas algumas folhas velhas começavam a secar, feno-
meno natural. Boa formação de espiga.

Níveis analíticos

Pela observação da Tabela 2 nota-se que sempre os níveis encontrados nos tratamentos com omissão do elemento são inferiores aos do tratamento completo, com exceção do tratamento -Cu e -Zn onde os níveis encontrados foram superiores.

No caso do tratamento -Zn, HIATT & MASSEY (1958) observaram fato idêntico e atribuíram que a deficiência de zinco em estado avançado, inibe o crescimento da planta, mas a planta continua a absorver o zinco presente no substrato.

No presente trabalho as plantas vegetaram alguns dias em solução completa diluída em condições que proporcionaram a absorção de zinco pelas plantas. Chama atenção, ainda, o nível baixo de zinco encontrado nas diversas partes das plantas no tratamento completo.

Os autores anteriormente citados também encontraram valores muito baixos em milho (*Zea mays* L.) cultivado em solução nutritiva, em torno de 6ppm de zinco. IGUE & GALLO (1960) encontraram valores mais elevados em torno de 20ppm para plantas de (*Zea mays* L.), em condições de campo que não receberam a aplicação de zinco. LOUPE' (1984) acusa valores < 10ppm de zinco apresentando sintomas graves de carência e de 21 a 25ppm como valores adequados nas folhas adjacentes à espiga. Possivelmente o milho doce seja bem menos exigente em zinco do que as demais espécies de milho.

Tabela 2. Níveis de macronutrientes em (%) e micronutrientes em (ppm) nas partes da planta

Tratamentos	Folhas novas	Folhas velhas	Colmos	Pendões	Palhas	Espigas
+ N	1,29	0,54	0,55	0,81	1,17	1,55
- N	0,72	0,48	0,39	-	-	-
+ P	0,17	0,05	0,03	0,11	0,17	0,26
- P	0,03	0,02	0,01	0,02	-	-
+ K	1,63	1,12	1,14	1,14	1,22	1,12
- K	0,15	0,08	0,12	0,45	0,30	0,51
+ Ca	0,90	1,05	0,99	1,98	0,98	1,82
- Ca	0,74	0,70	0,33	0,43	0,12	0,08
+ Mg	0,36	0,54	0,14	0,27	0,16	0,14
- Mg	0,03	0,03	0,02	0,04	0,08	0,10
+ S	0,20	0,13	0,10	0,14	0,22	0,12
- S	0,08	0,10	0,11	0,09	0,08	0,06
+ B	39	58	21	52	27	16
- B	21	25	12	34	18	9
+ Zn	3	2	2	2	4	7
- Zn	4	10	1	4	-	-

Dados recentes de HAAG *et alii* (1990) mostram que a exportação em g/ha pelas espigas é bem menor do que nos demais cultivares de milho (*Zea mays* L.). Os demais nutrientes encontram-se dentro das faixas recomendadas por LOUE' (1984), com exceção do nitrogênio cujo nível está abaixo do recomendado e do cálcio que está acima.

CONCLUSÕES

- A omissão de qualquer um dos elementos provoca uma redução no crescimento das plantas.
- A omissão de nitrogênio, fósforo e potássio afetou em maior grau o crescimento das plantas.
- Foram observados sintomas de carência de todos os elementos pesquisados.
- Os níveis analíticos encontrados nas folhas novas foram, na presença e omissão dos elementos: N% 1,29-0,72; P% 0,17-0,03; K% 1,33-0,15; Ca% 0,90-0,74; Mg% 0,36-0,03; S% 0,20-0,08; B ppm 39-21; Zn ppm 3-4.
- Os níveis analíticos encontrados nas folhas velhas foram, na presença e omissão dos elementos: N% 0,54-0,48; P% 0,05-0,02; K% 1,12-0,08; Ca% 1,05-0,70; Mg% 0,54-0,03; S% 0,13-0,10; B ppm 58-25; Zn ppm 2-10.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNON, I. *Mineral nutrition of maize*. Berna, International Potash Institute, 1975. 452p.
- BERGER, J. *Maize production and the manuring of maize*. Geneva, Centre d'Etude de l'Azote, 1962. 315p.
- FILGUEIRA, F.R. *Manual de Olericultura*. 2.ed. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1981. 338p.
- HAAG, H.P.; MINAMI, K.; SESSO, M.V. Nutrição mineral de hortaliças. LXXXIX. Crescimento e acúmulo de

macro e micronutrientes por uma cultura de milho doce. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, 47 (2):479-506, 1990.

HIATT, A.J. & MASSEY, H.F. Zinc levels in relation to zinc content and growth of corn. *Agronomy Journal*, Madison, 50:22-4, 1958.

HOAGLAND, D.R. & ARNON, D.I. The water culture method for growing plants without soil. *Archives California Agriculture Experiment Station*. Berkeley (347):1-15. 1944.

HOFFER, N.G. & KRANTZ, B.A. Deficiency symptoms of corn and small grains. In: BEAR, F.E. *Hunger signs in crops*. Washington, American Society of Agronomy, 1949. 390p.

LOUE, K. & GALLO, J.R. Deficiência de zinco em milho no Estado de São Paulo. *Buletin. IBEC Research Institute*, New York (20), 1960.

LOUE', A. Mais. In: PREVEL, P.M., coord. *L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes: tempérés et tropicales*. Paris, Lavoisier, 1984. 810p.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.de; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. *Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas*. São Paulo, Pioneira, 1974. 813p.

MALAVOLTA, E. & GARGANTINI, H. Nutrição mineral e adubação. In: Instituto Brasileiro da Potassa. *Culturas e adubação do milho*. São Paulo, 1966.

SARRUFE, J.R. & HAAG, H.P. *Análises químicas em plantas*. Piracicaba, ESALQ, Departamento de Química, 1974. 56p.

Entregue para publicação em: 14/02/90

Aprovado para publicação em: 22/10/90