

NUTRIÇÃO MINERAL DE HORTALIÇAS. XXIII. INFLUÊNCIA DO CÁLCIO NO DESENVOLVIMENTO DO TOMATEIRO, VARIEDADE SANTA CRUZ, LINHAGEM KADA E SAMANO *

A. R. DECHEM **

G. D. DE OLIVEIRA **

H. P. HAAG **

RESUMO

No sentido de aquilatar, o efeito dos níveis 0, 50, 100, 200 e 400 ppm de cálcio na solução nutritiva, sobre o desenvolvimento; obtenção do quadro sintomatológico da carencia de cálcio; níveis adequados de cálcio; sementes de tomates Santa Cruz, linhagens Samano e Kada foram semeadas em substrato de sílica.

Plântulas foram submetidas a solução nutritiva completa, acrescida de níveis de cálcio supra citados, por um período de 90 dias. Após este período, dados de altura, peso da matéria verde e seca, número total de frutos foram coletados. A primeira folha e os frutos foram analisados para cálcio. Observa-se um efeito positivo dos níveis de cálcio sobre o desenvolvimento de ambas as linhagens. O não aparecimento da podridão estilar está condicionado ao nível de 3,11-3,25% de cálcio na primeira folha, aos 90 dias. A linhagem Kada possui maior capacidade nutritiva é de 400 ppm para a linhagem Samano sendo indeterminado para a linhagem Kada.

INTRODUÇÃO

O tomate encontra-se, entre os produtos hortícolas de maior significado econômico para o Estado de São Paulo. Em 1972 a produção do Estado de São Paulo foi na ordem 488.000 t (MINAMI & YAMADA, 1973). Uma das anomalias fisiológicas que ocorre com mais frequência é podridão estilar e as perdas na colheita podem atingir de 30% à 50% segundo GALLI et al. (1968) e CHAVES, (1958).

A anomalia, manifesta-se com uma podridão estilar dos frutos. Os sintomas aparecem inicialmente como pequenas áreas descoloridas, irregulares, com aspecto molhado, na região estilar ou próximo a ela. As áreas apresentando descolorações, geralmente unem-se, tornando-se escurecidas e formam

* Recebido para publicação em 13 de dezembro de 1973.

** Departamento de Química, E. S. A. «Luiz de Queiroz», USP, Piracicaba.

uma larga área depressiva, tendendo ao apodrecimento (FERNANDES & HAAG, 1971).

A primeira referência na bibliografia encontra-se em Stuckey e em Temple (1911) citados por EVANS & TROXLER (1953), atribuindo a ocorrência desta anomalia as estacas que suportam as plantas.

Em 1927, Wedgeworth, citado por EVANS & TROXLER (1953), atribue o fenomeno ao uso de doses altas de sais de amônia e de potássio. MACK & STOUT (1934), atribuem, o fato a excesso de água no solo e a uma vegetação vigorosa das plantas.

ROBBINS (1937), surge, ao contrario dos autores citados anteriormente, que o baixo suprimento de água ao solo é responsável pelo aparecimento da podridão estilar.

RALEIGH (1939), LYON et al. (1944), RALEIGH & CHUCKA (1944) e WALSH & CLARK (1945), constam uma estreita correlação entre a ocorrência da podridão estilar e o baixo suprimento em cálcio. TAYLAR & SMITH (1957), verificaram em significativo aumento na incidência dessa anomalia, em presença de altos níveis de nitrogênio no tomateiro. SPURR (1954) considera duas razões pelo aparecimento da podridão estilar: tensão hidrica e deficiência do cálcio. Mais recentemente GERARD & HIPPEL (1968) afirmam que a podridão estilar está relacionada às condições climáticas. Altas transpirações na planta, privam o fruto de um suprimento de água, diminuindo a movimentação do cálcio, até mesmo dentro do fruto, em detrimento dos tecidos da extremidade estilar.

O presente trabalho deve por finalidade:

- 1) efeito de doses crescentes de cálcio no desenvolvimento de 2 linhagens de tomateiro Santa Cruz (Kada e Samano).
- 2) obtenção de um quadro sintomatológico da carencia do cálcio.
- 3) Determinação dos níveis críticos de cálcio.

MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill), variedade Santa Cruz, linhagens Kada e Samano, foram imersas durante 30 minutos em uma solução de sulfato de estreptomicina (1g/l); e em seguida tratadas com Arosan. Sementes, assim tratadas, foram postas a germinar em bandejas, contendo sílica finamente moída. Tão logo as plantulas atingiram cerca de 10 cm de altura, foram escolhidas e transportadas para vasos, com capacidade 1 kg de sílica. As plantas foram irrigadas com solução nutritiva completa e ou deficiente em cálcio segundo SARRUGE (1970).

Os níveis de cálcio foram os seguintes: O (omissão de cálcio da solução nutritiva), 50, 100, 200 e 400 ppm. O cálcio foi fornecido sob forma de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ M e CaCl_2 M. Semanalmente as plantas foram pulverizadas com Dithane M-45 na dosagem de 1,5 g/l e quinzenalmente com Folidol na concentração de 1 ml/l.

Noventa dias após o transplante as plantas foram coletadas e subdivididas em: primeira folha, folhas restantes, 1.º cacho (frutos), 2.º cacho, 3.º cacho, 4.º cacho e cachos restantes.

Foram coletados dados de altura, peso da matéria verde, seca e número total de frutos. O cálcio foi determinado quantitativamente através de espectrofotometria de absorção atômica (THE PERKIN-ELMER, 1966).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento

A altura (cm) e o peso (g) da matéria verde e seca e o número de frutos em função dos níveis de Ca nas duas linhagens acha-se representada no quadro I. Observa-se, inicialmente, que ambas as linhagens cresceram em função dos níveis de Ca. O Ca influi de modo decisivo no aumento de peso da matéria seca, no nível de 200 ppm de Ca na solução nutritiva. KALRA (1956), já observou a relação entre níveis crescentes de Ca sobre o desenvolvimento do tomateiro. Neste nível as plantas não apresentaram sintomas de carencia de Ca, quer nas folhas, quer nos frutos.

O número de frutos foi proporcional ao fornecimento de Ca às plantas. Releva notar que na omissão do Ca não houve produção de frutos.

Quadro I Altura (cm), peso (g) de matéria verde e seca e número de frutos em funções dos níveis de Ca, nas linhagens Samano (S) e Kada (K).

Níveis de Ca (ppm)	Altura da planta		Peso da matéria verde (g)		Peso da matéria seca (g)		Número total de frutos	
	S	K	S	K	S	K	S	K
0	8,24	21,5	—	—	—	—	—	—
50	72,3	68,7	3,7	12,3	0,4	1,34	12	28
100	140,6	137,6	81,2	51,4	6,5	4,9	89	70
200	201,0	216,5	551,2	369,2	36,6	23,7	211	186
400	234,5	245,0	427,7	547,7	27,9	37,0	245	293

Sintomatologia da carencia de cálcio

O efeito dos níveis de Ca na sintomatologia da podridão estilar, foi semelhante em ambas linhagens.

Efeito da omissão de Ca da solução nutritiva.

As plantas não se desenvolveram após o transplante. As folhas mais velhas, apresentaram, sintoma drástico de murchamento, amarelecimento, terminando por secarem. Além, dos sintomas de murchamento, as folhas se enrolaram no sentido adaxial. As folhas novas apresentaram-se amareladas.

As raízes apresentaram-se pouco desenvolvidas e de coloração marrom escura. A região do colo da planta, apresentava-se de coloração preta.

Efeito de 50 ppm de cálcio na solução nutritiva

As plantas permaneceram pequenas; as folhas inferiores apresentaram-se com uma coloração amarelo-esbranquiçado. Somente a área do limbo ao redor da nervura apresentava-se de coloração verde.

A produção de frutos foi pequena, apresentando-se com a podridão estilar. As raízes apresentaram-se pouco desenvolvidas, de coloração pardo escura.

Efeito de 100 ppm de cálcio na solução nutritiva

Em ambas as linhagens este nível de Ca não atendia às exigências do tomateiro. Apesar de um desenvolvimento maior das plantas, quando confrontado com os níveis inferiores, as folhas ainda manifestaram uma coloração verde amarelada e achavam-se enroladas no sentido adaxial. Os frutos da linhagem Samano eram pequenos e com sintomas que evidenciavam a presença da podridão estilar. Na linhagem Kada os frutos eram igualmente pequenos, mas não havia sintomas visuais da podridão estilar. O sistema radicular era pouco desenvolvido em ambas as linhagens.

Efeito de 200 ppm de cálcio na solução nutritiva

O desenvolvimento das plantas era vigoroso em ambas as linhagens. As folhas apresentaram coloração verde normal. Em algumas plantas foram observados nas folhas mais velhas, um amarelecimento, internerval, semelhante a carencia de magnésio. Este fato, deveu-se a um possível efeito antagonico do Ca com o Mg. EMBLETON (1965), ilustra este fenomeno em diversas culturas.

Efeito de 400 ppm de cálcio na solução nutritiva

As linhagens tiveram comportamento semelhante. Plantas, apresentaram desenvolvimento vegetativo vigoroso, atingindo 2,50 m de altura. Folhas medianas e novas de desenvolvimento e coloração normal. Frutos em

elevado número e bem desenvolvidos. Folhas inferiores, velhas, apresentaram-se de coloração verde amarelo, com as manchas amarelas, característica de carencia magnesiana segundo SMILDE & VANEYSINGA (1968). Sistema radicular vigoroso e sadio.

Sintomatologia típica de podridão estilar

Plantas pequenas e pouco desenvolvidas; folhas pequenas e cloróticas.

Em frutos, com 1 cm de diâmetro, ao redor da região apical desenvolvia-se uma área com pequenas manchas de aspecto encharcado, que posteriormente aumentaram em tamanho, formando uma região deprimida, circular, encharcada. Com o progredir da carencia, as manchas que eram de coloração verde, adquiriram coloração marron e aspecto necrótico.

Os frutos continuaram a se desenvolver, apresentando formato irregular. Internamente, num corte do pedúnculo para o ápice, mostrou que, as vezes, a podridão estilar não se manifesta no exterior do fruto, mas fica restrita a poucas células na região apical, causando ligeira deformação dos frutos.

Sintomatologia idêntica é apresentada por GALLI et al. (1968), SMILDE & EYSINGA (1968), FERNANDES & HAAG (1971), entre outros.

Concentração de cálcio

Os dados de concentração de Ca%, aos noventa dias, na primeira folha e nas restantes, em função do nível de Ca, acham-se expostos no quadro II. Observa-se, inicialmente, que a primeira folha apresentou uma concentração de Ca% mais elevada do que nas folhas restantes. A concentração de Ca% aumentou na primeira folha em ambas as variedades, em função do nível de Ca do substrato. GARGANTINI & BLANCO (1963), apresentam uma concentração de 1,83% de Ca nas folhas em tomateiro de 90 dias de idade. No presente trabalho, as variedades não apresentaram sintomas de carencia, quando a concentração de Ca% se situava em torno de 3,11-3,25% na primeira folha, o que correspondeu a 200 ppm de Ca no substrato. Os dados estão em concordância com os apresentados por WALLACE (1961), que oscilam em torno de 3,20-4,40% de Ca na primeira folha, de tomateiros com 26 dias de idade.

A concentração de Ca, nas folhas restantes, foi inferior ao da primeira folha; mas cresceu com o aumento do nível de Ca, mantendo-se praticamente equidistante da concentração de Ca da primeira folha nos diferentes níveis de Ca.

Quadro II Concentração de Ca% na primeira e folhas restantes do tomateiro em função de níveis de Ca, no tomateiro, linhagem Samano (S) e Kada (K).

Folhas	Níveis de cálcio em ppm							
	50		100		200		400	
	S	K	S	K	S	K	S	K
Primeira	0,71	0,89	1,13	1,43	3,35	3,11	5,28	4,48
Restantes	0,26	0,57	0,64	0,84	1,90	2,42	3,42	3,21

Absorção de cálcio

Absorção de Ca (mg), peso de matéria seca (g) e porcentagem de Ca (%) nos frutos dos diversos cachos nas duas linhagens, em função do nível de Ca estão representados no quadro III.

Os dados, mostram, que o peso da matéria seca total dos frutos na linhagem Samano aumentou até ao nível de 200 ppm de Ca para decrescer no nível superior. Este fato, indica uma possível toxidez de Ca no nível acima de 200 ppm no substrato. A linhagem Kada foi bem mais tolerante a níveis elevados de Ca, pois o aumento de peso dos frutos foi linear, mesmo no nível mais elevado de Ca (400 ppm). A absorção de Ca pelos frutos atingiu o seu máximo no nível de 200 ppm de Ca para a linhagem Samano; sendo que para a linhagem Kada a absorção de Ca foi linear em função do nível de Ca no substrato até ao nível superior, o que sugere que esta última linhagem seja mais exigente em Ca. Interessante, assinalar, a diferença na quantidade de Ca nos frutos entre o nível de 100 e 200 ppm de Ca no substrato. GARGANTINI & BLANCO (1963), assinalam 73,86% mg de Ca nos frutos ao 90 dias de idade, sem apresentarem sintomas de carencia em Ca. No nível mais baixo de Ca (50 e 100 ppm), observa-se a pouca capacidade do Ca em se translocar dos frutos mais velhos para os mais novos. A concentração de Ca% nos frutos deficientes foi de 0,12-0,26 para a linhagem Samano e de 0,10-0,25 para a linhagem Kada. Para MAYNARD et al (1957), a concentração de Ca em frutos com podridão estilar é na ordem de 0,04% e nos frutos sadios 0,06%, concentrações bem inferiores as do presente trabalho.

CONCLUSÕES

Altura, peso de matéria verde, peso da matéria seca, número total de frutos são influenciados pelo Ca da solução nutritiva em ambas as linhagens.

Sintomas de podridão estilar, manifestam-se em ambas as linhagens em nível inferior a 200 ppm de Ca na solução nutritiva.

Podridão estilar é causada por insuficiência de cálcio na planta.

Ambas linhagens acham-se bem supridas em cálcio, quando a primeira folha apresentar concentração porcentual de cálcio entre 3,11-3,25, aos 90 dias de idade da planta.

A linhagem Kada possui maior capacidade de absorção de cálcio.

A concentração máxima de cálcio substrato para a linhagem Samano é de 400 ppm.

Frutos livres da podridão estilar apresentam a concentração porcentual de cálcio entre 0,16-0,21 para linhagem Samano e de 0,15-0,24 para a linhagem Kada.

Quadro III Efeito de níveis de cálcio na solução nutritiva, no peso (P) da matéria seca (g), miligramas (mg) e concentração porcentual (%) de cálcio nos frutos do tomateiro, linhagens Samano(S) e Kada (K).

Frutos	Níveis de cálcio em ppm																						
	50			100			200			400													
	S	Ca%	P.	S	Ca%	P.	S	Ca%	P.	S	Ca%	P.	S	Ca%	P.								
Primeiros	1,13	0,15	1,79	1,25	0,07	9,10	10,92	0,12	7,10	7,10	0,10	18,77	39,42	0,21	11,58	27,79	0,24	13,28	41,17	0,31	14,58	46,66	0,32
Segundos	0,98	0,15	2,45	1,72	0,07	3,13	4,10	0,13	7,30	8,76	0,12	23,40	42,10	0,18	18,05	37,90	0,21	27,43	57,60	0,21	24,78	56,99	0,23
Terceiros	0,90	0,07	2,30	0,92	0,04	0,65	1,43	0,22	1,40	3,50	0,25	15,03	24,05	0,16	12,45	21,17	0,17	10,18	18,32	0,18	18,45	86,72	0,47
Quartos						0,30	0,78	0,26	2,05	2,67	0,13	9,80	18,62	0,19	8,25	13,20	0,16	3,95	4,74	0,12	14,48	27,51	0,19
Restantes									0,85	0,94	0,11	2,30	4,83	0,21	1,77	2,66	0,15	1,15	2,76	0,24	1,83	9,52	0,52
Total	2,30	2,64	6,54	3,89		13,13	17,23		18,70	22,97		69,25	129,09		52,10	102,72		55,99	124,59		74,12	227,40	

SUMMARY

MINERAL NUTRITION OF VEGETABLES CROPS XXIII. CALCIUM NUTRITION IN TOMATO WITH REFERENCE TO BLOSSOM-END ROT.

In order to study the effect of Calcium levels (0, 50, 100, 200 and 400 ppm) in the nutrient solution on the tomato growth rate, deficiencies symptoms; calcium range in leaves and fruits; seed of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) var. Santa Cruz, strain Samano and Kada were sowed in sand bed. Later, young plants, were transferred to containers filled with nutrient solution at the different calcium levels.

After 90 days the plants were harvested and divided into: first leaf; first, second, third, fourth and fifth sets of fruits. All parts were run through chemical analysis for calcium content on a dry-weight basis by atomic absorption.

The data obtained allowed for the following main conclusions:

- 1) Levels of calcium has direct effect on the growth of tomato plant and on the number of fruits.
- 2) Blossom end-rot symptoms appears in both strains when calcium level is below 200 ppm in the nutrient solution.
- 3) The intermediate range in dry matter for calcium in both strains in the first leaf is 3.11-3.25% at 90 days.
- 4) Kada strain has a higher absorption capacity in calcium than the Samano strain.
- 5) Samano strain show toxicity symptoms when growth at the level of 400 ppm of calcium.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho de Pesquisas (CNPq) pelo auxílio recebido para execução do presente trabalho. A. R. Dechen, agradece em especial pela concessão de uma bolsa de iniciação científica.

LITERATURA CITADA

- CHAVES, G. M. 1958 — Doenças do tomateiro. Em "Hortaliças" ETA. Projeto 55. Universidade Rural do Estado de Minas Gerais — University of Purdue, Viçosa.
- EVANS, H. J., R. V. TROXLER. 1953 — Relation of Calcium nutrition to the incidence of blossom-end rot in tomatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 61: 346-352.
- FERNANDES, P. D., H. P. HAAG 1971 — Aspectos da Nutrição Mineral de algumas Hortaliças. Boletim Didático n.º 23. E. S. A. "Luiz de Queiroz" USP, Piracicaba
- GALLI, F., H. TOKESHI, P. C. T. CARVALHO, E. BALMER, H. KIMATI C.O.N. CARDOSO C. L. SALGADO. 1968 — Manual de Fitopatologia. Editora Agrônômica Ceres, São Paulo.

- GARGANTINI, H., H. G. BLANCO. 1963 — Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro. *Bragantia* 22: 693-714
- GERARD, C. J., B. W. HIPPEL. 1968 — Blossom end-rot of "Chico" and "Chico Grande" tomatoes. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 93: 521-531.
- KARLA, G. S. 1956 — Response of the Tomato plant to Calcium deficiency. *Botn. Gaz.* 118: 18-37.
- LYON, C., C. R. GARCIA. 1944 — Anatomical responses of tomato stems to variations in the macronutrient cation supply. *Botan. Gaz.* 105: 441-456
- MACK, W. B., B. J. STOUT. 1934 — The effect of nutrients on the water relations of tomato plants. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 37: 536-540.
- MAYNARD, D. N., W. S. BARHAM, C. L. McCOMBS. 1957 — The effect of calcium nutrition of tomatoes, as related to the incidence and severity of blossom-end rot. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 69: 318-322.
- MINAMI, K., T. YAMADA. 1973 — Nutrição e Adubação do Tomateiro (*Lycopersicon Esculentum*). Monografia. 46 pp. mimeografadas. Curso Pós Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, E. S. A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.
- RALEIGH, G. J. 1939 — Fruit abnormalities of tomatoes grown in various nutrient culture solutions. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 37: 895-900
- RALEIGH, G. J., J. S. CHUCKA. 1944 — Effect of the nutrition ratio and concentration on growth and composition of blossom end-rot of the fruits. *Plant Physiol.* 19: 671-678.
- ROBBINS, W. R. 1937 — The relation of nutrient salt concentration to growth of the tomato and to the incidence of blossom end-rot of the fruits. *Plant. Physiol.* 12: 21-50.
- SARRUGE, J. R. 1970 — Solução nutritiva. Em "Práticas de Nutrição Mineral de Plantas". Curso Pós Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, E. S. A. "Luiz de Queiroz", 50 pp. mimeografadas, Piracicaba.
- SMILDE, K. W., J. P. N. L. ROORDA VAN EYSINGA 1968 — Nutrition diseases in glasshouse tomatoes. Centre for Agricultural publishing and Documentation Wageningen
- SPURR, A. R. 1959 — Anatomical aspects of blossom end-rot in the tomato with special reference to calcium nutrition. *Hilgardia* 28: 269-295.
- TAYLOR, A., C. B. SMITH, 1957 — The use of plant analysis in greenhouse soil blossom end-rot of tomato. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 70:341-349
- THE PERKIN-ELMER CORP., 1966 — Analytical Methods for atomic absorption Spectrophotometry. PERKIN-ELMER CORP., Connecticut.
- WALLACE, T., 1961 — The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms, 3.^a edição. H. M. S. O., London.
- WALSH, T., E. J. CLARK. 1945 — On some nutritional factors in relation to blossom end-rot of tomato fruit. *Proc. Royal Frish Acad.* 50: 227-236.

