

NUTRIÇÃO MINERAL DE HORTALIÇAS.  
XXXVI. EFEITOS DE DOSES DE CÁLCIO NA SOLUÇÃO NUTRITIVA,  
NOS TEORES DE BORO, COBRE, FERRO,  
MANGANÊS E ZINCO, EM PLANTAS DE TOMATEIRO  
(*Lycopersicon esculentum* Mill.)\*

A.R. DECHEN \*\*  
H.P. HAAG \*\*  
J.R. SARRUGE \*\*  
G.D. OLIVEIRA \*\*\*

RESUMO

Plantas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.), da variedade Santa Cruz, linhagens Samano e Kada, foram cultivadas em sílica, recebendo soluções nutritivas com doses de 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 200 ppm e 400 ppm de cálcio, com os objetivos de: (a) determinar o efeito do cálcio nas concentrações de nutrientes na planta; e, (b) verificar diferen-

---

\* Entregue para publicação em 31/12/1980.

\*\* Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

\*\*\* Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.  
Falecido em 16 de Dezembro de 1980.

ças no comportamento das linhagens Sa-  
mano e Kada.

Noventa dias após o transplante, as plantas foram coletadas e separadas em: folhas inferiores, caules inferiores, folhas superiores, caules superiores e frutos. No material coletado foram determinados os teores de micronutrientes, com exceção do cloro e molibdênio.

Curvas representativas das concentrações dos nutrientes nas partes das plantas, em função das doses de cálcio, foram obtidas a partir dos dados calculados através de equações de regressão.

Os resultados mostraram que:

- a adição de cálcio na solução nutritiva diminui os teores de zinco nos tecidos de ambas as linhagens,
- as concentrações dos demais micronutrientes diferem nas linhagens e nas partes analisadas.

## INTRODUÇÃO

Dentre as plantas hortícolas de maior expressão econômica no Estado de São Paulo, destaca-se o tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.), cuja produção em 1978, segundo o Instituto de Economia Agrícola (SÃO PAULO, 1979), foi cerca de 514.100 t, equivalente a 44% da produção nacional.

Muitos são os problemas que afetam a cultura do tomateiro, tendo MINAMI & HAAG (1979) destacado como dos mais sérios e controvertidos, a podridão estilar, geralmente atribuída à deficiência de cálcio, enquanto GALLI *et alii* (1969)

e CHAVES (1958) se referiram à mesma como uma anomalia fisiológica que provoca perdas na colheita que chegam a atingir de 30% a 50% da produção.

No Brasil, poucos são os trabalhos desenvolvidos no que se refere à deficiência de cálcio no tomateiro e ocorrência da podridão estilar, destacando-se entre eles, os de DECHEN *et alii* (1973), CASTRO (1976) e LIMA *et alii* (1976).

HESTER (1938), nos Estados Unidos da América, estudando a absorção de nutrientes por tomateiros em diferentes estágios de crescimento, obteve para plantas aos três meses de idade, teores de nutrientes na parte vegetativa e frutos, respectivamente de: 1,82% e 4,20% de N; 0,31% e 0,43% de P; 3,64% e 4,77% de K; 3,44% e 0,28% de Ca; 0,43% e 0,26% de Mg 1200 ppm e 800 ppm de Fe, e, 100 ppm e 410 ppm de Mn.

LYON *et alii* (1943), nos Estados Unidos da América, estudando a influência da deficiência de micronutrientes no desenvolvimento e conteúdo de vitaminas no tomate, observaram teores de 39 ppm de B em folhas de plantas aos 135 dias, e teores respectivamente, de 69,7ppm, 398ppm e 1,77ppm de Mn nas folhas superiores, folhas inferiores e frutos de plantas cultivadas em solução nutritiva completa, e, 5,6 ppm, 5,4 ppm e 0,2 ppm de Mn para as mesmas partes de plantas cultivadas em solução nutritiva deficiente em manganês. Para o zinco, os teores nesses mesmos órgãos, em plantas cultivadas em solução nutritiva completa, foram de 28,0 ppm, 29,8 ppm e 1,9 ppm, e, para as cultivadas em solução deficiente nesse elemento, 23,4 ppm, 16,5 ppm e 0,6 ppm, respectivamente. Quanto ao ferro, os teores nas folhas superiores, folhas inferiores e frutos de plantas cultivadas em solução nutritiva completa foram respectivamente, de: 175 ppm, 229 ppm e 3,3 ppm, e, para aquelas cultivadas em solução nutritiva deficiente em ferro: 74 ppm, 167 ppm e 1,4 ppm.

BAYLEY & McHARQUE (1943), estudando a deficiência de cobre em tomateiros cultivados em solução nutritiva, relataram como concentração ótima de cobre na parte aérea, 0,05 ppm, e nos frutos, 0,01 ppm.

CAROLUS (1949), nos Estados Unidos da América, estudan

do a relação entre cálcio e potássio em tomate, encontrou, para uma solução com 160 ppm de cálcio e 235 ppm de potássio, teores nas folhas terminais de: 6,50% de K; 2,50% de Ca; 0,65% de Mg; 140 ppm de Fe e uma relação K/Ca de 2,61.

TAYLOR & SMITH (1957), nos Estados Unidos da América, através da análise de tomateiros para o estudo da podridão estilar, verificaram que as plantas susceptíveis à podridão tinham baixos teores de cálcio e altos teores de nitrogênio, cobre e ferro. Análises das folhas basais e terminais sugeriram que as amostras das folhas terminais eram mais indicativas do estado nutricional do tomateiro do que as das folhas basais ou frutos. Relataram teores de cálcio de 3,37% nas folhas basais, 1,33% nas folhas terminais e 0,22% nos frutos, para plantas cultivadas em solução nutritiva com 100 ppm de nitrogênio e 2 ppm de boro.

TANAKA *et alii* (1970), no Brasil, testando o efeito da adubação no crescimento, nível de nutrientes analisados nas folhas e produção de plantas de tomate cultivadas num Latos solo Vermelho Amarelo, observaram o aparecimento de podridão estilar em tratamentos que não receberam calcário, ou que receberam doses mais elevadas de nitrogênio e potássio. A pulverização com cloreto de cálcio 0,5% foi suficiente para corrigir a deficiência. Nas folhas de plantas com 90 dias, encontraram teores de 4,65% de N, 0,30% de P, 5,76% de K, 0,87% de Ca, 0,33% de Mg, 75 ppm de B e 35 ppm de Zn.

FREEMAN *et alii* (1975), na Austrália, estudando o efeito do balanço de nutrientes e calagem na cultura de tomate, verificaram a ocorrência de podridão estilar em tratamentos que não continham cálcio.

SAXENA *et alii* (1975), na Guiana Francesa, estudando o efeito de níveis de nitrogênio, fósforo e potássio, em tomateiros, verificaram que a incidência da podridão estilar foi de 24,3% no verão e 26,5% no inverno. Em ambas as estações, as perdas por podridão estilar aumentaram linearmente com o aumento do nível de nitrogênio. Em geral, as concentrações de fósforo e de cálcio nas folhas do tomateiro foram menores do que as adequadas para o desenvolvimento normal. O teor de cálcio nas folhas foi reduzido em altos níveis de nitrogênio e

estava negativamente correlacionado com a severidade da podridão estilar. Os teores de nutrientes nas folhas foram: 4,2% a 4,9% de N, 0,24% a 0,28% de P, 2,5% a 2,7% de K, 0,86% a 0,98% de Ca, 444 ppm e 560 ppm de Fe, 82,8 ppm a 96,4 ppm de Mn, e, 30,1 ppm a 37,4 ppm de Zn, sendo as variações devidas aos tratamentos.

FERNANDES *et alii* (1975), no Brasil, estudando a absorção de nutrientes pelo tomateiro em condições de cultivo rasteiro, relataram, para plantas aos 110 dias, comprimento de haste de 95,5 cm, 57,7 g/planta como o peso de matéria seca e os seguintes teores de nutrientes nas folhas, caules e flor/fruto: 2,39%, 1,21% e 2,45% de N; 0,09%, 0,06% e 0,22% de P; 2,86%, 2,55% e 3,56% de K; 1,70%, 1,04% e 0,14% de Ca; 1,09%, 0,86% e 0,23% de Mg; 0,24%, 0,13% e 0,12% de S; 49 ppm, 20 ppm e 19 ppm de B, 10 ppm, 9 ppm e 13 ppm de Cu; 1000 ppm, 242 ppm e 111 ppm de Fe; 365 ppm, 111 ppm e 23 ppm de Mn; 44 ppm, 45 ppm e 27 ppm de Zn, respectivamente.

ADAMS (1978), na Inglaterra, estudando o efeito da nutrição na qualidade do tomate, relatou como teores de nutrientes nas folhas, associadas com boa produção e alta qualidade dos frutos, os seguintes: 5,0% de N, 0,5% de P, 6% a 7% de K, 0,4% a 0,5% de Mg; 2,5% a 3,0% de Ca, 0,5% a 1,5% de S, 30 ppm a 70 ppm de B, 7 ppm a 20 ppm de Cu, 80 ppm a 200 ppm de Fe, 100 ppm a 300 ppm de Mn, menos que 0,4 ppm de Mo e 30 ppm a 100 ppm de Zn.

HAAG *et alii* (1978), no Brasil, estudando a marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro, cultivar 'Roma - CV', destinado ao processamento industrial, relataram, para plantas com 105 dias, 107,0g de matéria seca por planta, e teores de 2,31%, 0,98% e 2,79% de N; 0,12%, 0,11% e 0,37% de P; 2,28%, 1,56% e 4,62% de K; 3,10%, 1,50% e 0,32% de Ca; 0,39%, 0,24% e 0,25% de Mg; 0,49%, 0,10% e 0,13% de S; 99 ppm, 45 ppm e 39 ppm de B; 428 ppm, 54 ppm e 19 ppm de Cu; 355 ppm, 69 ppm e 41 ppm de Fe; 832 ppm, 246 ppm e 68 ppm de Mn; 121 ppm, 89 ppm e 475 ppm de Zn; 0,13 ppm, 0,10 ppm e 0,18 ppm de Mo nas folhas, caules e frutos, respectivamente.

MINAMI & HAAG (1979), no Brasil, publicaram extenso trabalho sobre o tomateiro, com capítulos especiais sobre a nu-

trição mineral, relacionando vasta literatura sobre a influência do cálcio na incidência da podridão estilar.

DECHEN (1980), no Brasil, apresentou também um extenso trabalho sobre a influência do cálcio na nutrição do tomateiro.

Os objetivos do presente trabalho foram:

- determinar o efeito do cálcio nas concentrações dos nutrientes na planta, e,
- verificar diferenças no comportamento das linhagens Samano e Kada.

#### MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) da variedade Santa Cruz, linhagens Samano e Kada, obtidas junto à Seção de Hortaliças de Frutos do Instituto Agrônomo, em Campinas, SP.

Antes da sementeira, a fim de evitar o aparecimento de cancro bacteriano e ataque de fungos, as sementes foram submetidas aos seguintes tratamentos: durante 30 minutos foram imersas em uma solução de estreptomicina na dosagem de 1g/l, seguindo-se tratamento com Arasam\*, após a secagem externa das sementes.

A sementeira foi realizada em bandejas com 45cm x 30cm x 10cm tendo sílica como substrato, previamente lavada com solução diluída de HCl e a seguir com água corrente.

Os vasos utilizados eram de barro com 30cm de altura, 28cm de diâmetro e capacidade para 8kg de sílica, tendo sido revestidos internamente com resina Epoxy\* e externamente com Neutrol 45\*\*.

---

\* Du Pont do Brasil, Indústrias Químicas.

\*\* Tintas Coral S.A., SP.

O transplante foi efetuado quando as plantas apresentavam altura de 10 cm, sendo mantidas duas por vaso.

A irrigação foi realizada por sistema automático, o qual elevava, a intervalos regulares de tempo, a solução nutritiva dos recipientes de 5l até o sistema radicular das plantas, mediante pressão em tubulação fechada; semanalmente renovaram-se as soluções nutritivas.

As doses de cálcio testadas nas soluções nutritivas foram 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 200 ppm e 400 ppm, com 3 repetições, sendo o cálcio fornecido nas formas de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  e  $\text{CaCl}_2$ , e as soluções preparadas segundo recomendações de SARRUGE (1970), que considera adequada a dose de 200 ppm de cálcio.

Pulverizações com Dithane M-45\* na dosagem de 1,5 g/l foram feitas semanalmente para prevenir o aparecimento de fungos e, com Folidol\*\* na dosagem de 1ml/l, a cada quinze dias, a fim de prevenir o aparecimento de pulgões.

Noventa dias após o transplante, as plantas foram coletadas, obedecendo-se o seguinte critério:

- Folhas e caules em posição inferior ao primeiro cacho, chamados de folhas inferiores e caules inferiores.

- Folhas e caules em posição superior ao primeiro cacho, chamadas de folhas superiores e caules superiores.

- Frutos.

Após a colheita as amostras foram pesadas, lavadas inicialmente com HCl diluído e posteriormente com água desmineralizada, sendo a seguir acondicionadas em sacos de papel e levadas a secas em estufa com circulação forçada de ar (75-80°C), até atingirem peso contante, tendo sido este considerado o peso de matéria seca, procedendo-se, finalmente, à moagem em moinho semi-micro "Willey" com peneira de malha de número 20.

---

\* Du Pont do Brasil, Indústrias Químicas.

\*\* Bayer do Brasil, Indústrias Químicas.

Soluções estoque	Solução com 0ppm de Ca	Solução com 50 ppm de Ca	Solução com 100ppm de Ca	Solução com 200ppm de Ca	Solução com 400ppm de Ca
$\text{KH}_2\text{PO}_4\text{M}$	1,00ml/1	1,00ml/1	1,00ml/1	1,00ml/1	1,00ml/1
KCl M	5,00ml/1	5,00ml/1	5,00ml/1	5,00ml/1	5,00ml/1
$\text{CaCl}_2\text{M}$	-	1,25ml/1	2,50ml/1	2,50ml/1	2,50ml/1
$\text{NH}_4\text{Cl M}$	5,00ml/1	2,50ml/1	-	-	-
$\text{NH}_4\text{NO}_3\text{M}$	5,00ml/1	6,50ml/1	7,50ml/1	5,00ml/1	-
$\text{MgSO}_4\text{M}$	2,00ml/1	2,00ml/1	2,00ml/1	2,00ml/1	2,00ml/1
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2\text{M}$	-	-	-	2,50ml/1	7,50ml/1
Micronu- trientes*	1,00ml/1	1,00ml/1	1,00ml/1	1,00ml/1	1,00ml/1
Fe-EDTA**	1,00ml/1	1,00ml/1	1,00ml/1	1,00ml/1	1,00ml/1

\* Para o preparo de um litro da solução estoque de micronutrientes foram usadas as seguintes substâncias; 2,86g de  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , 1,81g de  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , 0,22g de  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 0,08g de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 0,02g de  $\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

\*\* A solução de Fe-EDTA foi preparada segundo JACOBSON (1951), dissolvendo-se 26,1g de EDTA em 286ml de NaOH 1N e 24,9g de  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , arejando-se por doze horas e completando-se o volume a 1 litro.

As amostras foram analisadas quanto ao boro, cobre, ferro, manganês e zinco, conforme metodologia citada em SARRUGÉ & HAAG (1974).

Os resultados analíticos foram analisados estatisticamente segundo PIMENTEL GOMES (1973).

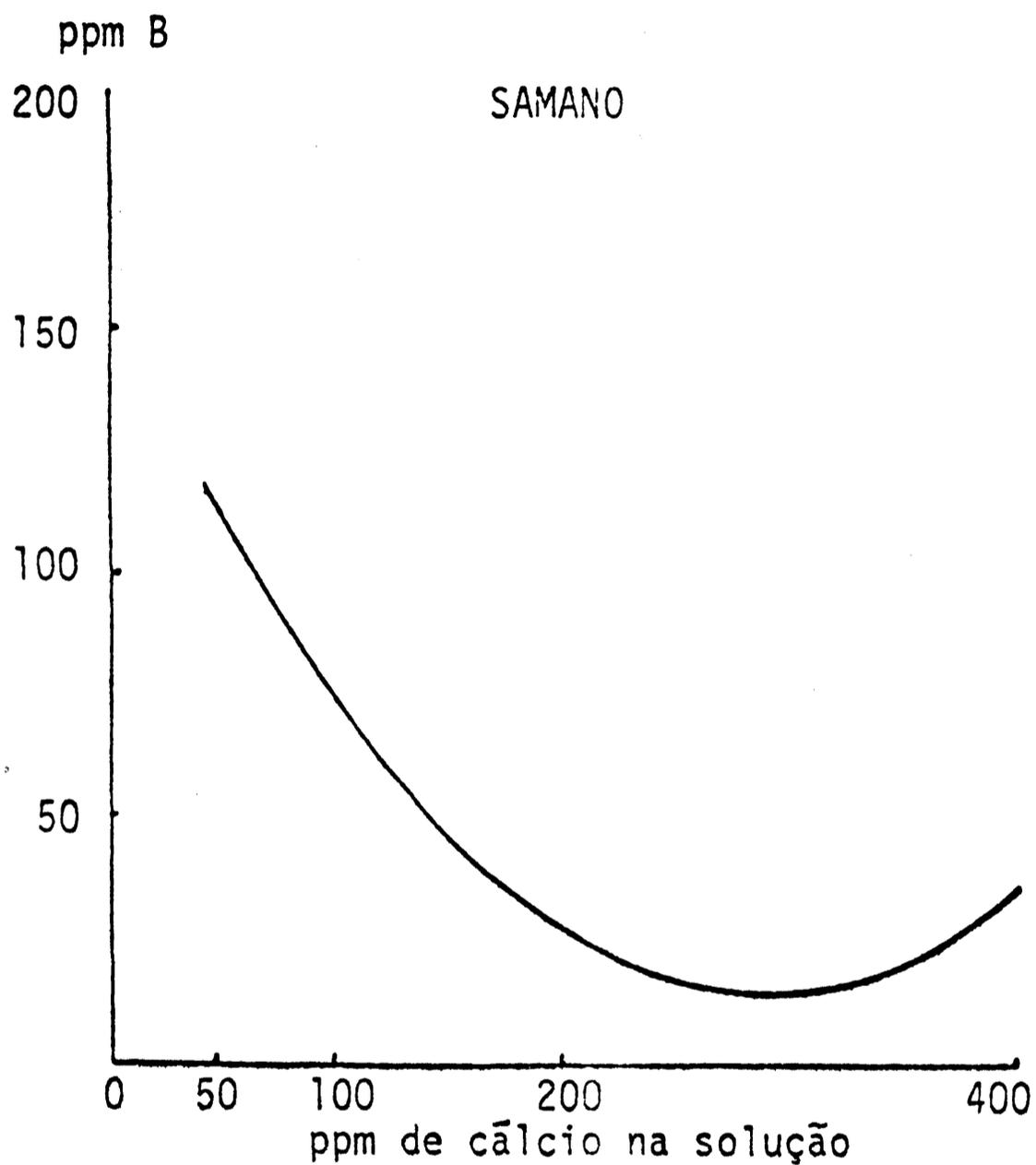
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Boro

Na Tabela 1 acham-se expressas as concentrações de boro nas partes das plantas de tomateiro das linhagens Samano e Kada em função de doses de cálcio e as curvas de regressão, nas Figuras 1 e 2.

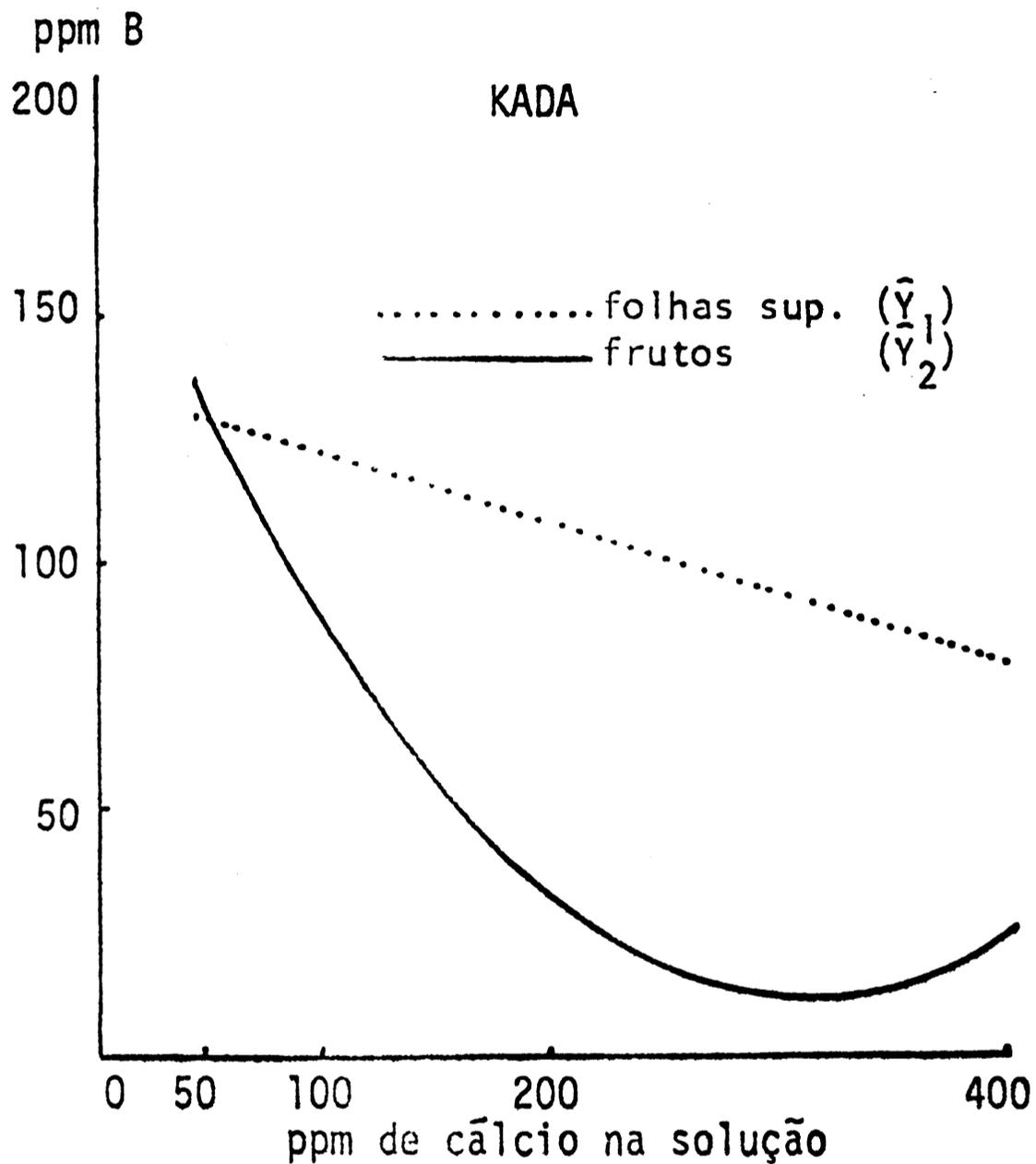
Tabela 1 - Concentração de boro (ppm) nas partes das plantas de tomateiro das linhas Samano (S) e Kada (K) em função de doses de cálcio na solução nutritiva

Partes da Planta	Doses de cálcio (ppm)							
	50		100		200		400	
	S	K	S	K	S	K	S	K
Folhas inferiores	122	117	124	155	145	120	101	120
Caules inferiores	297	39	359	31	220	22	364	33
Folhas superiores	120	141	98	112	92	108	81	83
Caules superiores	41	69	25	41	27	24	29	32
Frutos	126	132	52	97	39	36	34	34



$$\hat{Y}_1 = 158,3444 - 0,9997x + 0,1733 \cdot 10^{-2}x^2 \quad (R^2 = 84,4)$$

Figura 1 - Curva e equação de regressão dos teores de boro ( $\hat{Y}$ ) nos frutos de tomateiro, linhagem Samano, em função de doses de cálcio ( $x$ ) na solução nutritiva.



$$\hat{Y}_1 = 137,7580 - 0,1422x \quad (R^2 = 85,2)$$

$$\hat{Y}_2 = 184,0444 - 1,1086x + 0,1776 \cdot 10^{-2}x^2 \quad (R^2 = 99,7)$$

Figura 2 - Curvas e equações de regressão dos teores de boro ( $\hat{Y}$ ) nas partes das plantas de tomateiro, linhagem Kada, em função de doses de cálcio ( $x$ ) na solução nutritiva.

Na Tabela 2 encontra-se o resumo da análise de variância para estes dados: pode-se observar que houve efeito de doses e partes com interação.

Aos teores superiores das plantas da linhagem Kada ajustou-se uma regressão linear com decréscimos de 14 ppm de boro para incrementos de 100 ppm de cálcio na solução. Os teores encontrados foram semelhantes ao de 99 ppm relatado por HAAG *et alii* (1978), porém superiores aos de 39 ppm (LYON *et alii*, 1943), 73 ppm (TANAKA *et alii*, 1970) e 49 ppm (FERNANDES *et alii*, 1975).

Aos teores de boro nos frutos das plantas das linhagens Samano e Kada ajustaram-se regressões quadráticas; os teores de cresceram, respectivamente, de 113 ppm e 134 ppm nos frutos das plantas cultivadas em solução com 50 ppm de cálcio até mínimos de 14 ppm e 18 ppm correspondentes aos tratamentos com 288 ppm e 306 ppm de cálcio na solução. Para as plantas cultivadas em solução com 200 ppm de cálcio, os teores de boro nos frutos foram, respectivamente, para as linhagens Samano e Kada, 28 ppm e 38 ppm, próximos dos de 19 ppm e 39 ppm encontrados por FERNANDES *et alii* (1975) e HAAG *et alii* (1978).

### Cobre

Na Tabela 3 acham-se expressos os resultados referentes às concentrações de cobre nas partes das plantas de tomateiro em função de doses de cálcio e, as curvas de regressão, na Figura 3.

Pelo resumo da análise de variância apresentada na Tabela 2, observa-se que houve efeito de linhagem interagindo com doses.

Aos teores de cobre nas folhas superiores da linhagem Samano ajustou-se uma regressão cúbica, sendo que os teores estimados aumentaram de 8 ppm, correspondentes à solução nutritiva com 75 ppm de cálcio, até um máximo de 43 ppm, correspondentes à solução com 288 ppm de cálcio; esses teores são semelhantes aos de 10 ppm e de 7 ppm a 200 ppm relatados por FERNANDES *et alii* (1975) e ADAMS (1978), respectivamente.

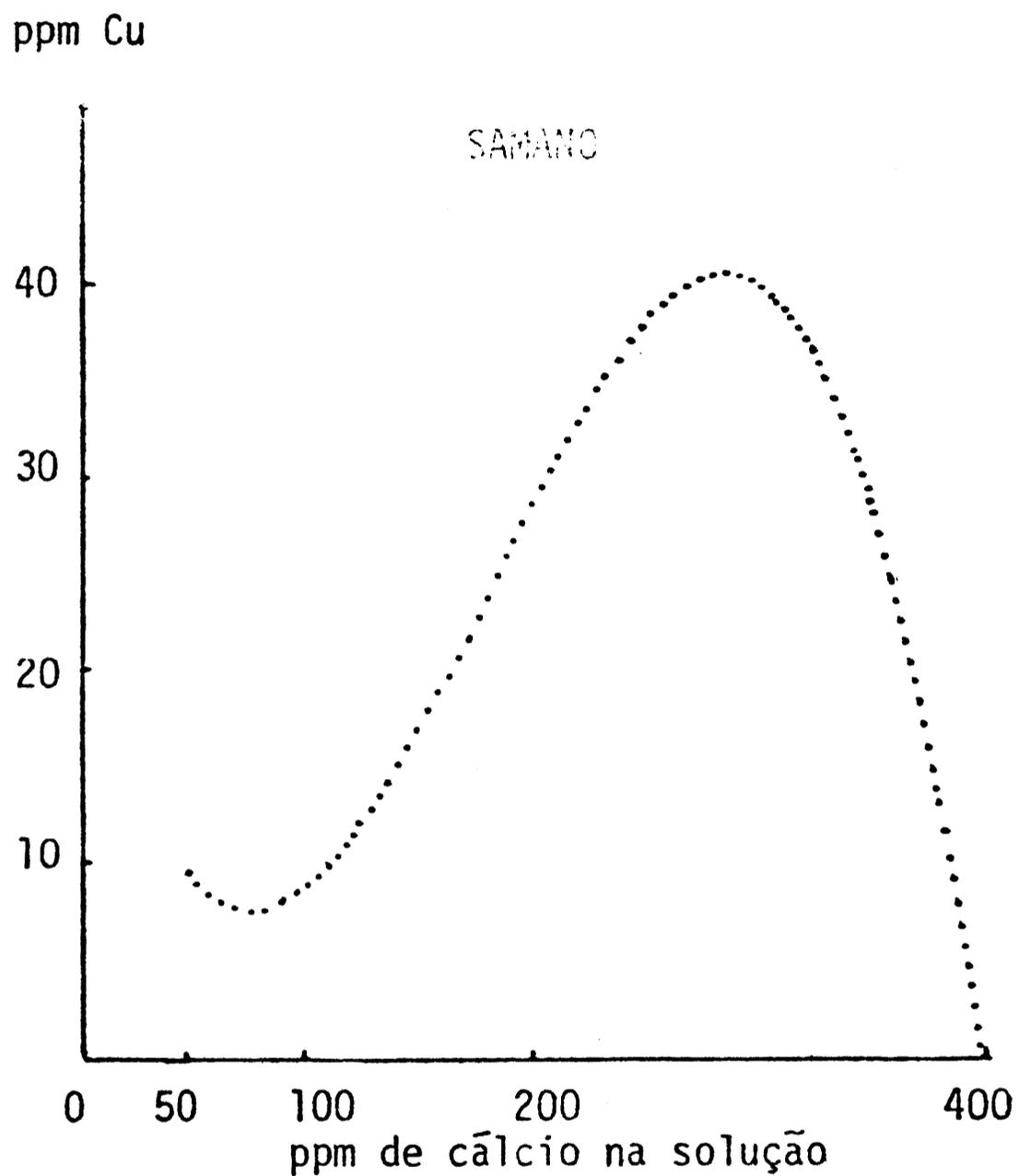
Tabela 2 - Resumo da análise da variância das concentrações (ppm) de boro, cobre, ferro, manganês e zinco em partes das plantas de tomateiro das linhagens Samano e Kada, em função de doses de cálcio na solução nutritiva

Causas de variação	G.L.	Quadrado Médio				
		Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
Doses	3	7516,637860**	75,799998	13436,363200	5468,696940	193799,141000**
Linhagens	1	2052,627530	218,700000*	12221,00800*	25375,208000**	1833,007810
Partes	4	41297,849500**	21,687496	97710,053200**	284438,153000**	4248,424220
Doses x linhagens	3	750,415691	215,433331**	5026,474610*	15288,985600**	16554,807300*
Doses x Partes	12	2208,901970**	58,070831	1017,759440	1877,954020	4778,606780
Linhagens x Partes	4	179,721679	53,054166	6098,529300*	5649,019770*	5665,049800
Doses x Linhagens x Partes	12	346,164591	30,315275	3192,744950	12634,242600**	2495,765460
Resíduo	80	699,9458	48,7083	1786,0585	2252,0001	5816,1253
Total	119					
C.V. %		36,14	35,42	30,10	34,52	33,14

\* e \*\* = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

Tabela 3 - Concentração de cobre (ppm) nas partes das plantas de tomateiro das li-  
nhagens Samano (S) e Kada (K) em função de doses de cálcio na solução nu-  
tritiva

Partes da Planta	Doses de cálcio (ppm)											
	50			100			200			400		
	S	K		S	K		S	K		S	K	
Folhas inferiores	10	15		9	9		13	7		10	15	
Caulés inferiores	10	9		8	11		12	4		9	15	
Folhas superiores	9	7		9	7		30	6		3	10	
Caulés superiores	11	8		8	7		21	8		9	10	
Frutos	21	12		10	9		16	8		11	9	



$$\hat{Y}_1 = 24,2857 - 0,4822x + 0,4033 \cdot 10^{-2}x^2 + 0,9459 \cdot 10^{-5}x^3 \quad (R^2 = 100,0)$$

Figura 3 - Curva e equação de regressão dos teores de cobre ( $\hat{Y}$ ) nas folhas superiores de tomateiro, linhagem Samano, em função de doses de cálcio ( $x$ ) na solução nutritiva.

### Ferro

São apresentados na Tabela 4 os dados de concentração de ferro nas partes das plantas de tomateiro das linhagens Samano e Kada em função de doses de cálcio.

Pelo resumo da análise de variância apresentada na Tabela 2, pode-se observar que houve efeito de linhagem interagindo com doses e com partes.

Não foi possível verificar o efeito de doses de cálcio na concentração de ferro nas partes das plantas.

### Manganês

Na Tabela 5 estão apresentados os dados de concentração de manganês nas partes das plantas de tomateiro das linhagens Samano e Kada, em função de doses de cálcio, e as curvas de regressão na Figura 4.

O resumo da análise de variância destes dados encontra-se na Tabela 2; pode-se observar que houve efeito com interação de linhagens, partes e doses.

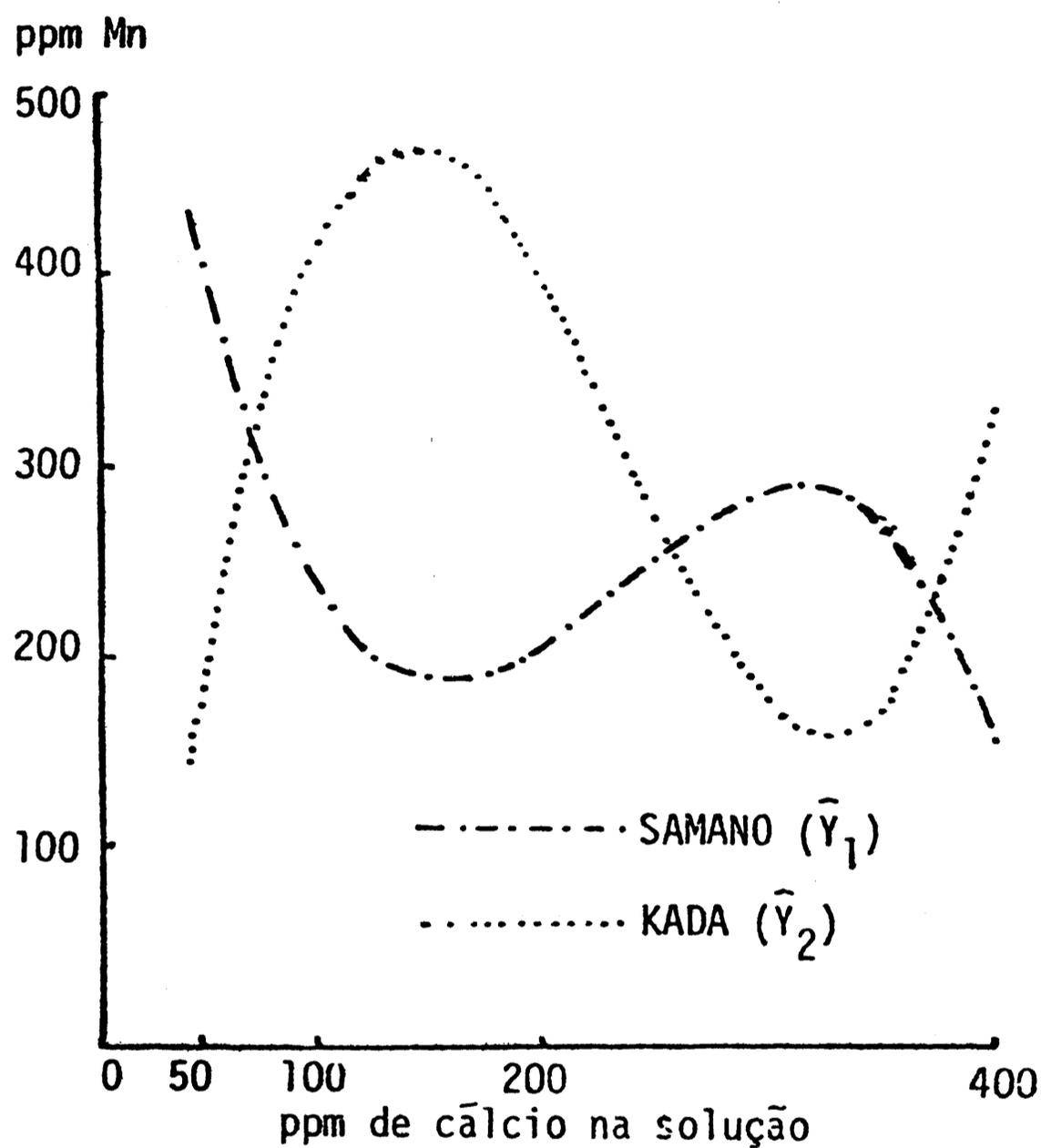
Nas folhas inferiores, aos teores de manganês, ajustaram-se regressões cúbicas com os seguintes parâmetros:

Linhagens	Mínimo		Inflexão		Máximo	
	ppm de de Ca solução	ppm Mn	ppm de de Ca solução	ppm Mn	ppm de de Ca solução	ppm Mn
Samano	156	188	234	240	313	291
Kada	329	167	236	319	143	471

Os teores encontrados são superiores aos observados por HESTER (1938) e SAXENA *et alii* (1975), de respectivamente, 100 ppm e 96,4 ppm; semelhantes aos encontrados por ADAMS (1978), de 100 ppm e 300 ppm; e inferiores aos de 389 ppm e 356 ppm citados por LYON *et alii* (1943) e FERNANDES *et alii* (1975).

Tabela 4 - Concentração de ferro (ppm) nas partes das plantas de tomateiro das li-  
nhagens Samano (S) e Kada (K) em função de doses de cálcio na solução nu-  
tritiva

Partes da Planta	Doses de cálcio (ppm)											
	50		100		200		400		200		400	
	S	K	S	K	S	K	S	K	S	K	S	K
Folhas inferiores	218	250	184	240	202	187	168	224	202	187	168	224
Caulés inferiores	74	106	70	85	85	83	76	77	85	83	76	77
Folhas superiores	152	354	205	211	194	167	145	232	194	167	145	232
Caulés superiores	99	120	77	80	58	70	84	85	58	70	84	85
Frutos	181	156	124	97	99	86	112	101	99	86	112	101



$$\hat{Y}_1 = 706,7619 - 7,9433x + 0,03807x^2 - 0,5409 \cdot 10^{-4}x^3 \quad (R^2 = 100,0)$$

$$\hat{Y}_2 = -341,4762 + 13,3106x - 0,6688x^2 + 0,9459 \cdot 10^{-4}x^3 \quad (R^2 = 100,0)$$

Figura 4 - Curvas e equações de regressão dos teores de manganês ( $\hat{Y}$ ) nas folhas interiores de tomateiro, linhagens Samano e Kada, em função de doses de cálcio ( $x$ ) na solução nutritiva.

### Zinco

As concentrações de zinco nas partes das plantas de tomateiro das linhagens Samano e Kada, em função de doses de cálcio encontram-se na Tabela 6, e as curvas de regressão nas Figuras 5 e 6.

O resumo da análise de variância está apresentado na Tabela 2; observa-se que houve efeito de doses interagindo com linhagens.

Aos teores de zinco nas folhas inferiores das plantas da linhagem Samano, ajustou-se uma regressão quadrática; os teores diminuíram de 233 ppm nas cultivadas em solução nutritiva com 50 ppm de cálcio até um mínimo de 62 ppm correspondente à solução com 252 ppm de cálcio. LYON *et alii* (1943) encontraram, em folhas inferiores de tomateiros, teor de 29,8 ppm de zinco.

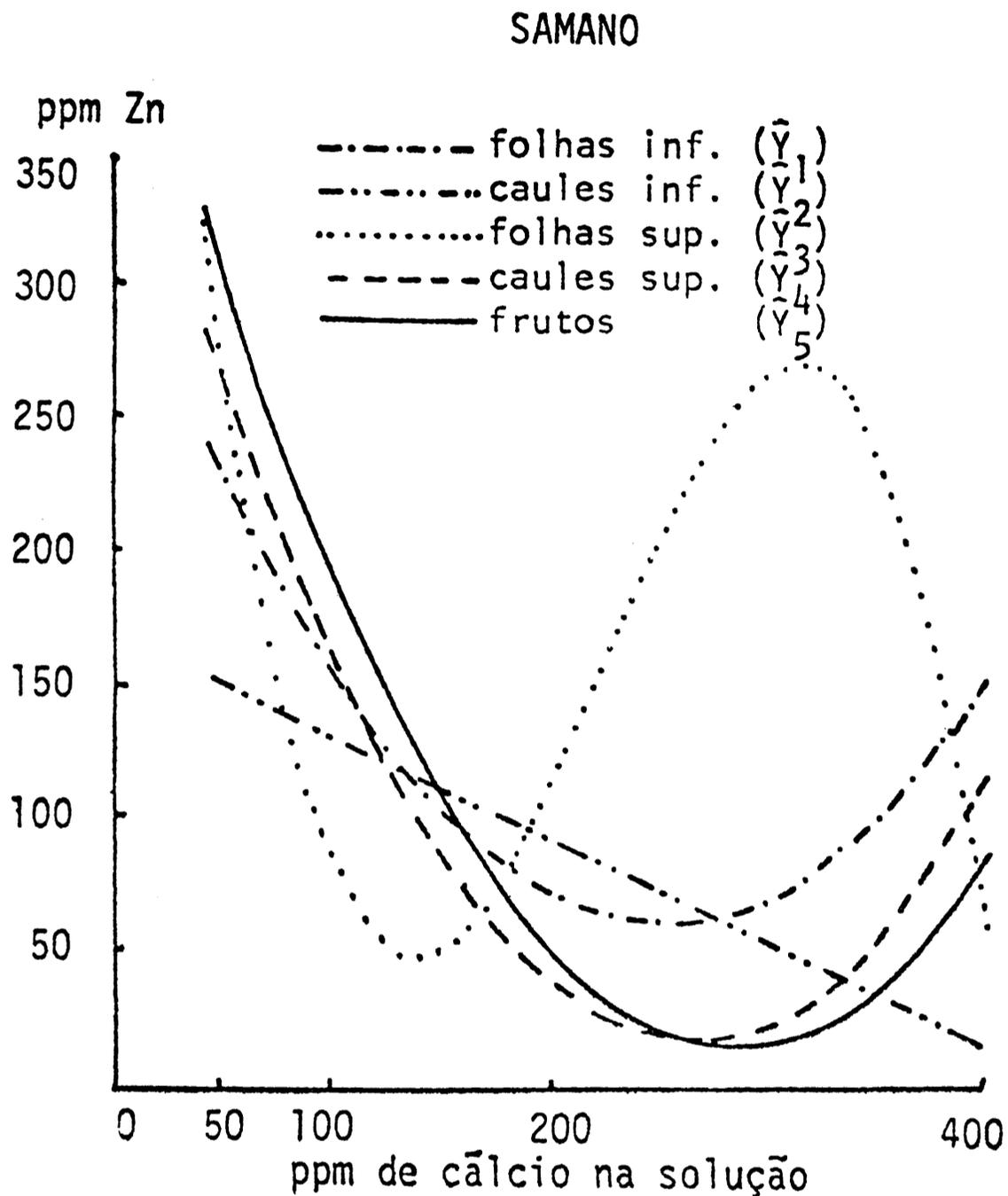
Aos teores de zinco nas folhas superiores das plantas da linhagem Samano, ajustou-se uma regressão cúbica, com mínimo, inflexão e máximo de 50 ppm, 161 ppm e 272 ppm de zinco, correspondentes às soluções com 139 ppm, 227 ppm e 314 ppm de cálcio, respectivamente. Já nas folhas superiores das plantas da linhagem Kada, ajustou-se regressão quadrática, com teores decrescendo de 283 ppm de zinco nas folhas das plantas cultivadas em solução com 50 ppm de cálcio para um mínimo de 54 ppm de zinco correspondente à solução de 282 ppm de cálcio, teores estes superiores aos de 28 ppm encontrados por LYON *et alii* (1943), de 35 ppm por TANAKA *et alii* (1970), de 44 ppm por FERNANDES *et alii* (1975), de 30,1 ppm a 37,4 ppm por SAXENA *et alii* (1975).

Nos caules inferiores das plantas das linhagens Samano e Kada, aos teores de zinco ajustaram-se regressões lineares, com decréscimos respectivamente de, 39 ppm e 43 ppm para incrementos de 100 ppm de cálcio na solução.

Aos teores de zinco nos caules superiores das plantas da linhagem Samano, ajustou-se regressão quadrática; os teores decresceram de um máximo de 270 ppm de zinco correspondente à solução com 50 ppm de cálcio até o mínimo de 15 ppm

Tabela 5 - Concentração de manganês (ppm) nas partes das plantas de tomateiro das linhagens Samano (S) e Kada (K) em função de doses de cálcio na solução nutritiva

Partes da Planta	Doses de cálcio (ppm)											
	50		100		200		400		200		400	
	S	K	S	K	S	K	S	K	S	K	S	K
Folhas inferiores	398	169	239	415	208	402	158	335	208	402	158	335
Caulés inferiores	39	74	26	53	45	48	30	33	45	48	30	33
Folhas superiores	118	115	85	157	121	166	94	122	121	166	94	122
Caulés superiores	50	54	24	53	37	39	21	30	37	39	21	30
Frutos	69	74	32	34	25	28	21	21	25	28	21	21



$$\hat{Y}_1 = 328,7222 - 2,1220x + 0,4213 \cdot 10^{-2}x^2 \quad (R^2 = 68,6)$$

$$\hat{Y}_2 = 171,6522 - 0,3901x \quad (R^2 = 57,2)$$

$$\hat{Y}_3 = 695,2857 - 10,8867x + 0,05643x^2 - 0,8295 \cdot 10^{-4}x^3 \quad (R^2 = 100,0)$$

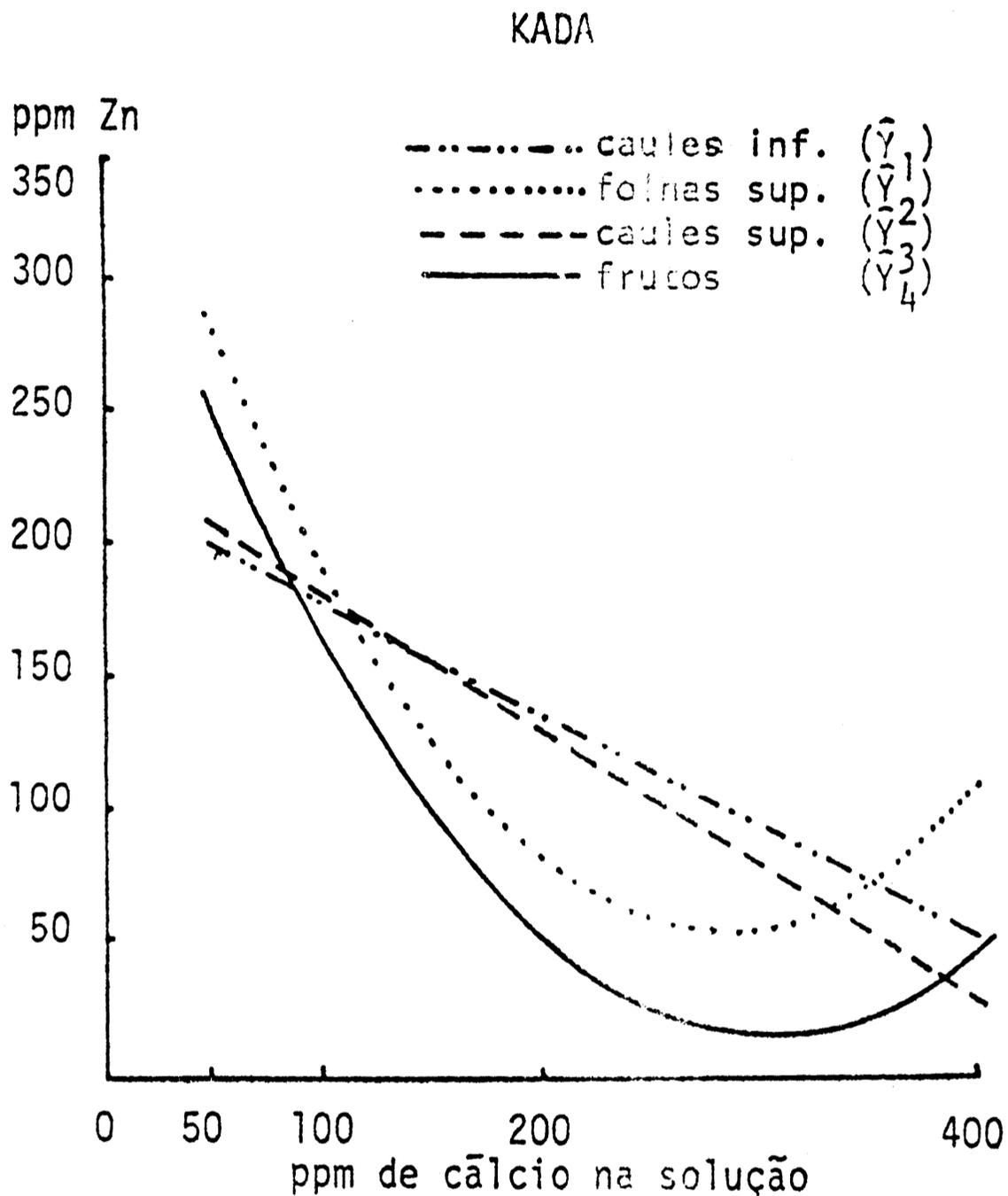
$$\hat{Y}_4 = 403,0555 - 2,9317x + 0,5544 \cdot 10^{-2}x^2 \quad (R^2 = 99,7)$$

$$\hat{Y}_5 = 445,2778 - 3,0011x + 0,5249 \cdot 10^{-2}x^2 \quad (R^2 = 92,1)$$

Figura 5 - Curvas e equações de regressão dos teores de zinco ( $\hat{Y}$ ) nas partes das plantas de tomateiro, linha gens Samano, em função de doses de cálcio ( $x$ ) na solução nutritiva.

Tabela 6 - Concentração de zinco (ppm) nas partes das plantas de tomateiro das li-  
nhagens Samano (S) e Kada (K) em função de doses de cálcio na solução nu-  
tritiva

Partes da Planta	Doses de cálcio (ppm)							
	50		100		200		400	
	S	K	S	K	S	K	S	K
Folhas inferiores	270	175	98	198	103	130	150	116
Caulés inferiores	214	205	70	214	79	85	31	71
Folhas superiores	282	292	88	179	112	91	61	111
Caulés superiores	274	254	158	166	42	81	117	53
Frutos	335	252	151	170	78	53	81	52



$$\hat{Y}_1 = 223,9710 - 0,4283x \quad (R^2 = 75,8)$$

$$\hat{Y}_2 = 392,5555 - 2,3980x + 0,4244 \cdot 10^{-2}x^2 \quad (R^2 = 98,4)$$

$$\hat{Y}_3 = 235,9130 - 0,5182x \quad (R^2 = 77,9)$$

$$\hat{Y}_4 = 357,8888 - 2,2771x + 0,3780 \cdot 10^{-2}x^2 \quad (R^2 = 99,9)$$

Figura 6 - Curvas e equações de regressão dos teores de zinco ( $\hat{Y}$ ) nas partes das plantas de tomateiro, linha gem Kada, em função de doses de cálcio ( $x$ ) na solução nutritiva.

correspondente à solução com 264 ppm de cálcio. Aos da linhagem Kada ajustou-se regressão linear com decréscimos de 52 ppm de zinco para incrementos de 100 ppm de cálcio na solução. FERNANDES *et alii* (1975) e HAAG *et alii* (1978) relataram 45 ppm e 69 ppm de zinco em caules de tomateiro.

Nos frutos, aos teores de zinco de ambas as linhagens, foram ajustadas regressões quadráticas, com comportamento semelhante. Os frutos das plantas das linhagens Samano e Kada cultivadas em solução com 50 ppm de cálcio apresentam concentrações de 308 ppm e 253 ppm de zinco, respectivamente; as concentrações mínimas, de 16 ppm e 15 ppm, corresponderam às soluções com 285 ppm e 301 ppm de cálcio, respectivamente. Esses teores são superiores ao de 1,9 ppm encontrado por LYON *et alii* (1943), porém semelhantes aos de 27 ppm, 41 ppm e 16 ppm e 21 ppm observados por FERNANDES *et alii* (1975), HAAG *et alii* (1978) e CERDA (1978), respectivamente.

## CONCLUSÕES

- A adição de cálcio na solução nutritiva diminuiu os teores de zinco nos tecidos de ambas as linhagens.
- As concentrações dos demais micronutrientes diferem nas linhagens e nas partes analisadas.

## SUMMARY

MINERAL NUTRITION OF VEGETABLE CROPS. XXXVI. EFFECTS OF CALCIUM LEVELS IN NUTRIENT SOLUTION UPON THE CONCENTRATION OF B, Cu, Fe, Mn AND Zn IN TOMATO PLANTS (*Lycopersicon esculentum* Mill).

Young tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.) 'Santa Cruz', lineages Kada and Samano, were cultivated in solutions with different calcium concentrations (0 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 200 ppm and 400 ppm Ca) with the following purposes: (a) to correlate calcium supply and the nutrient concentrations in the tomato plant, and (b) to reveal nutritional differences between the lineages.

Ninety days after started the different treatments, plant were collected and separated into old leaves, new leaves, lower part of the stem, superior part of the stem and fruits. The plant material was dried and analysed for micro-nutrients, excepting for chlorine and molybdenum.

The main conclusions were as follows:

- the concentration of calcium in the culture solutions increased the magnesium concentration in the leaves and in the superior part of the stem of the lineage Samano, while in the parts of lineage Kada a decrease of magnesium concentration was observed;

- the concentration of the other micronutrients presented differences in the lineage and in the analysed parts.

#### LITERATURA CITADA

- ADAMS, P., 1978. Effects of nutrition on tomato quality. *Grower* 89(20): 1142-1145. Apud **Horticultural Abstracts**, East Malling Kent, 48(11): 9914.
- BAYLEY, L.F.; MCHARGUE, J.S., 1943. Cooper deficiency in tomatoes. *Amer. J. Bot.* 30: 558-563.
- CAROLUS, R.L., 1949. Calcium and potassium relationships in tomatoes and spinach. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 54: 281-285.
- CASTRO, P.R.C., 1976. **Efeitos de reguladores de crescimento em tomateiro** (*Lycopersicon esculentum* Mill.), Piracicaba, 148p., Tese Doutorado, ESALQ/USP.
- CERDA, A.; BINGHAN, F.T.; LABANANUSKA, C.K., 1979. Blossom-end rot of tomato as influenced by osmotic potential, and phosphorus concentration of nutrient solution media. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104(2): 236-239.
- CHAVES, G.M., 1958. Doenças do tomateiro. In: **Hortaliças - Cultura do tomateiro**. ETA, Projeto 55, Esc. Sup. Agric.,

Univ. Rural do Estado de Minas Gerais e Universidade de Purdue, 19p.

DECHEN, A.R.; OLIVEIRA, G.D. de; HAAG, H.P., 1973. Nutrição mineral de hortaliças. XXIII. Influência do cálcio no desenvolvimento do tomateiro, variedade Santa Cruz, linhagens Kada e Samano. An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", 30: 305-315.

DECHEN, A.R., 1980. **Cálcio no desenvolvimento do tomateiro** (*Lycopersicon esculentum* Mill.), Piracicaba, 85p., Tese Doutorado, ESALQ/USP.

FERNANDES, P.D.; CHURRATA-MASCA, M.G.C.; OLIVEIRA, G.D. de; HAAG, H.P., 1975. Nutrição mineral de hortaliças. XXVII. Absorção de nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.), em cultivo rasteiro. An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" 32: 595-608.

FREEMAN, B.; DAINES, D.; McMULLEN, B., 1975. Report on the tomato variety and nutritional trial. Rural Newsletter, Austrália, 55: 4-6. Apud **Horticultural Abstracts**, East Malling Kent, 46(10). 803.

GALLI, F.; TOKESHI, H.; CARVALHO, P.C.T.; BALMER, E.; KIMATI, H., CARDOSO, C.O.N., SALGADO, C.L., 1968. **Manual de Fito-patologia**, São Paulo, Editora Agrônômica Ceres, 640p.

HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. de; BARBOSA, V.; SILVA NETO, J.M., 1978. Nutrição mineral de hortaliças. XXXII. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) destinado ao processamento industrial. An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" 35: 243-269.

HESTER, J.B., 1938. The absorption of nutrients by tomato plant at different stages of growth. Proc. Amerc. Soc. Hort. Sci. 36: 720-722.

JACOBSON, L., 1951. Maintenance of iron supply in nutrient solutions by a single addition of ferric potassium ethylene diamine-tetra-acetate. Plant Physiol. 26: 411.

- LIMA, L.A.; MISCHAN, M.M.; KIMOTO, T.; NAKAGAWA, J.; CONCEIÇÃO, F.A.D., 1976. Distribuição de cálcio em frutos saudios e com podridão apical de tomate, nos cultivares 'Castle' e 'Roma-VF'. Rev. Olericultura 16: 201-203.
- LYON, C.B.; BEESON, K.C.; ELLIS, G.H., 1943. Effects of micronutrients deficiencies on growth and vitamin content of the tomato. Botanical Gazette 104: 495-514.
- MINAMI, K.; HAAG, H.P., 1979. O tomateiro, Campinas, Fundação Cargill, 352p.
- PIMENTEL GOMES, F., 1973. Curso de Estatística Experimental, 7a. ed., São Paulo, Livraria Nobel S.A., 430p.
- SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. Instituto de Economia Agrícola, 1979. Prognóstico 79/80, 167p.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P., 1974. Análises químicas em plantas, Piracicaba, Departamento de Química, ESALQ/USP, 56p.
- SAXENA, G.K.; LOCASCIO, S.J.; LUCAS, J.B., 1975. Effect of N, P and K rates on response of cabbage and tomato grown on a coasted clay soil a Guyana. Trop. Agric. 52:149-156.
- TANAKA, T.; FREITAS, L.M.M.; TYLER, K.B., 1970. Efeito da adubação no crescimento, no nível de nutrientes analisados nas folhas e na produção de plantas de tomate cultivadas num Latossolo Amarelo. Pesq. Agrop. bras. 5: 117-123.
- TAYLOR, G.A.; SMITH, C.B., 1957. The use of plant analysis in the study of blossom-end rot of tomato. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 70: 341-349.

