

CÁLCIO NO DESENVOLVIMENTO DO TOMATEIRO (*Lycopersicum esculentum*, Mill).

Antonio Roque Dechen

Engenheiro Agrônomo, Mestre
Instituto Agronômico do Estado de São Paulo

ORIENTADOR: Prof. Dr. Henrique Paulo Haag

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universi-
dade de São Paulo, para obtenção do
título de Doutor em Agronomia na área de
Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Julho, 1980

A minha mãe e irmãos
ofereço

À Sonia Carmela
dedico

Ao Prof. Dr. Henrique Paulo Haag

Ao Prof. Gilberto Diniz de Oliveira

Ao Pesq. Cient. Bernardo van Raij

Ao Prof. Dr. José Renato Sarruge

Ao Engº Agrº Marcelo B. Paes de Camargo

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo

Ao Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

sinceros agradecimentos

INDICE

| | Página |
|--|--------|
| LISTA DE TABELAS | vi |
| LISTA DE FIGURAS | ix |
| RESUMO | xiii |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 3 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 26 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 30 |
| 4.1. Sintomatologia | 30 |
| 4.1.1. Linhagem Samano | 30 |
| 4.1.2. Linhagem Kada | 32 |
| 4.1.3. Comparação dos sintomas apresentados pelas plantas das linhagens Samano e Kada | 36 |
| 4.1.4. Sintomatologia da podridão estilar | 37 |
| 4.2. Crescimento | 37 |
| 4.3. Nitrogênio | 41 |
| 4.4. Fósforo | 46 |
| 4.5. Potássio | 49 |
| 4.6. Cálcio | 53 |
| 4.7. Magnésio | 57 |
| 4.8. Enxofre | 60 |
| 4.9. Boro | 63 |
| 4.10. Cobre | 66 |
| 4.11. Ferro | 69 |

| | Página |
|-------------------------|--------|
| 4.12. Manganês | 70 |
| 4.13. Zinco | 72 |
| 5. CONCLUSÕES | 77 |
| SUMMARY | 79 |
| LITERATURA CITADA | 81 |

LISTA DE TABELAS

| Tabela nº | | Página |
|-----------|---|--------|
| 1 | Altura e peso de matéria seca das plantas de tomateiro linhagens Samano e Kada em função de doses de cálcio na solução nutritiva (média de 6 plantas)..... | 38 |
| 2 | Resumo das análises de variância da altura e produção de matéria seca pelas plantas em função de doses de cálcio na solução nutritiva | 40 |
| 3 | Concentração de nitrogênio (%) nas partes das plantas de tomateiro das linhagens Samano (S) e Kada (K), em função de doses de cálcio na solução nutritiva | 42 |
| 4 | Resumo da análise de variância das concentrações (%) de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre em partes das plantas de tomateiro das linhagens Samano e Kada, em função de doses de cálcio na solução nutritiva | 44 |
| 5 | Concentração de fósforo (%) nas partes das plantas de tomateiro das linhagens Samano (S) e Kada (K), em função de doses de cálcio na solução nutritiva | 46 |
| 6 | Concentração de potássio (%) nas partes das plantas de tomateiro das linhagens Samano (S) e Kada (K), em função de doses de cálcio na solução nutritiva | 50 |

| Tabela nº | | Página |
|-----------|---|--------|
| 7 | Concentração de cálcio (%) nas partes das plantas de tomateiro das linhagens Samano (S) e Kada (K), em função de doses de cálcio na solução nutritiva..... | 54 |
| 8 | Concentração de magnésio (%) nas partes das plantas de tomateiro das linhagens Samano (S) e Kada (K), em função de doses de cálcio na solução nutritiva | 58 |
| 9 | Concentração de enxofre (%) nas partes das plantas de tomateiro das linhagens Samano (S) e Kada (K), em função de doses de cálcio na solução nutritiva | 61 |
| 10 | Concentração de boro (ppm) nas partes das plantas de tomateiro das linhagens Samano (S) e Kada (K) em função de doses de cálcio na solução nutritiva | 63 |
| 11 | Resumo da análise da variância das concentrações (ppm) de boro, cobre, ferro, manganês e zinco em partes das plantas de tomateiro das linhagens Sa <u>ma</u> no e Kada, em função de doses de cálcio na solução nutritiva | 65 |
| 12 | Concentração de cobre (ppm) nas partes das plantas de tomateiro das linhagens Samano (S) e Kada (K) em função de doses de cálcio na solução nutritiva | 67 |

Tabela nº

Página

| | | |
|----|--|----|
| 13 | Concentração de ferro (ppm) nas partes das plantas de tomateiro das linhagens Samano (S) e Kada (K) em função de doses de cálcio na solução nutritiva | 69 |
| 14 | 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 | 70 |
| 15 | Concentração de zinco (ppm) nas partes das plantas de tomateiro das linhagens Samano (S) e Kada (K) em função de doses de cálcio na solução nutritiva | 73 |

LISTA DE FIGURAS

| Figura nº | | Página |
|-----------|--|--------|
| 1a | Frutos do tomateiro linhagem Samano, em função de doses de cálcio na solução nutritiva. Original: H. P.Haag | 33 |
| 1a | Frutos do tomateiro linhagem Kada, em função de doses de cálcio na solução nutritiva. Original: H. P.Haag | 33 |
| 2a | Sistema radicular de plantas do tomateiro linhagem Samano, em função de doses de cálcio na solução nutritiva. Original: H.P.Haag | 34 |
| 2b | Sistema radicular de plantas do tomateiro linhagem Kada, em função de doses de cálcio na solução nutritiva. Original: H.P.Haag | 34 |
| 3 | Curvas e equações de regressão das alturas (\hat{Y}) das plantas de tomateiro, das linhagens Samano e Kada, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva | 39 |
| 4 | Curvas e equações de regressão das quantidades de matéria seca (\hat{Y}), das plantas de tomateiro, das linhagens Samano e Kada, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva | 39 |
| 5 | Curvas e equações de regressão dos teores de nitrogênio (\hat{Y}) nas partes das plantas de tomateiro, linhagem Samano, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva | 43 |

| Figura nº | Página |
|-----------|--|
| 6 | Curvas e equações de regressão dos teores de nitrogênio (\hat{Y}) nas partes das plantas de tomateiro, linhagem Kada, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva 43 |
| 7 | Curvas e equações de regressão dos teores de fósforo (\hat{Y}) nas partes das plantas de tomateiro, linhagem Samano, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva 47 |
| 8 | Curvas e equações de regressão dos teores de fósforo (\hat{Y}) nas partes das plantas de tomateiro, linhagem Kada, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva 47 |
| 9 | Curvas e equações de regressão dos teores de potássio (\hat{Y}) nas partes das plantas de tomateiro, linhagem Samano, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva 51 |
| 10 | Curvas e equações de regressão dos teores de potássio (\hat{Y}) nas partes das plantas de tomateiro, linhagem Kada, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva 51 |
| 11 | Curvas e equações de regressão dos teores de cálcio (\hat{Y}) nas partes das plantas de tomateiro, linhagem Samano, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva 55 |

| Figura nº | | Página |
|-----------|--|--------|
| 12 | Curvas e equações de regressão dos teores de cálcio (\hat{Y}) nas partes das plantas de tomateiro, linhagem Kada, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva | 55 |
| 13 | Curvas e equações de regressão dos teores de magnésio (\hat{Y}) nas partes das plantas de tomateiro, linhagem Samano, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva | 59 |
| 14 | Curvas e equações de regressão dos teores de enxofre (\hat{Y}) nas folhas inferiores das linhagens Samano e Kada, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva | 62 |
| 15 | 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 | 64 |
| 16 | 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 | 64 |
| 17 | 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 | 68 |
| 18 | Curvas e equações de regressão dos teores de manganês (\hat{Y}) nas folhas inferiores de tomateiro, linhagens Samano e Kada, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva | 71 |

| Figura nº | | Página |
|-----------|--|--------|
| 19 | Curvas e equações de regressão dos teores de zinco (\hat{Y}) nas partes das plantas de tomateiro, linhagem Samano, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva | 74 |
| 20 | Curvas e equações de regressão dos teores de zinco (\hat{Y}) nas partes das plantas de tomateiro, linhagem Kada, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva | 74 |

RESUMO

Plantas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, Mill.), da variedade Santa Cruz, linhagens Samano e Kada, foram cultivadas em sãlica, recebendo soluções nutritivas com doses de 0ppm, 50ppm, 100ppm, 200ppm e 400ppm de cálcio, com os objetivos de: (a) aquilatar o efeito do cálcio no desenvolvimento do tomateiro; (b) identificar e padronizar os sintomas de carência e excesso de cálcio; (c) verificar em que doses de cálcio ocorre a podridão estilar; (d) determinar o efeito do cálcio nas concentrações dos nutrientes na planta, e, (e) verificar diferenças no comportamento das linhagens Samano 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 dos macro e micronutrientes, com exceção do cloro e molibdênio.

Curvas representativas da altura e peso da matéria seca das plantas e das concentrações dos nutrientes nas partes das mesmas em

função das doses de cálcio, foram obtidas a partir dos dados calculados através de equações de regressão.

Os resultados mostraram que:

- as concentrações de cálcio na solução nutritiva que propiciam máximo acúmulo de matéria seca, são 388ppm e 400ppm para as linhagens Kada e Samano;

- a carência de cálcio foi caracterizada de forma nítida, não tendo sido possível, no entanto, a identificação morfológica de excesso desse nutriente;

- para a linhagem Samano é necessária maior concentração de cálcio na solução (200ppm) do que para a linhagem Kada (100ppm), para prevenir o aparecimento de sintomas de podridão estilar;

- a concentração de cálcio na solução não afeta a concentração desse elemento nos frutos;

- a adição de cálcio na solução nutritiva diminui os teores de nitrogênio e zinco e aumenta o de cálcio nos tecidos de ambas as linhagens;

- as concentrações dos demais nutrientes diferem nas linhagens e nas partes analisadas.

Adições de cálcio provocam aumento na concentração de magnésio nas folhas e na parte superior do caule na linhagem Samano e diminuição em todas as partes da linhagem Kada.

1. 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 de 514.100 t, equivalente a 44% da produção nacional.

Muitos são os problemas que afetam a cultura do tomateiro, tendo MINAMI e HAAG (1979), destacado como dos mais sérios e controvertidos, a podridão estilar, geralmente atribuída à deficiência de cálcio, enquanto GALLI *et alii* (1968) 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).

Os objetivos deste trabalho foram:

- aquilatar o efeito do cálcio no desenvolvimento do tomateiro;
- identificar e padronizar os sintomas de carência e excesso de cálcio;
- verificar em que doses de cálcio ocorre a podridão estilar;
- determinar o efeito do cálcio nas concentrações dos nutrientes na planta, e,
- verificar diferenças no comportamento das linhagens Samano e Kada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

BROOKS (1914), nos Estados Unidos da América, estudando a podridão estilar, relatou não ser a causa primária da mesma, nem bactérias e nem fungos, e que as plantas eram mais susceptíveis quando em condições de grande acidez, condições desfavoráveis de tempo, e também que a aplicação de fertilizantes potássicos em doses elevadas favorecia a podridão estilar.

NIGHTINGALE *et alii* (1931), nos Estados Unidos da América, observaram que o cálcio, na forma de oxalato, acumulava-se nas raízes e nas pontas das plantas. Em folhas superiores e inferiores de plantas cultivadas em solução com 360ppm de cálcio, encontraram teores respectivamente de: 0,80% e 0,50% de P, 2,67% e 2,67% de K, 1,61% e 3,84% de Ca, 0,67% e 0,99% de Mg; nesses mesmos órgãos, em plantas cultivadas em soluções com omissão de cálcio: 0,49% e 0,31% de P, 3,65% e 3,28% de K, 0,17% e 1,10% de Ca, 0,60% e 0,85% de Mg, e 0,59% e 1,01% de S. Para os caules superiores e inferiores das plantas cultivadas em solução com 360ppm de cálcio os teores foram: 0,70% e 0,41% de P, 5,25% e 2,27% de K, 0,67% e 0,99% de Ca, 0,60% e 0,50% de Mg e, 0,33% e 0,28% de S, respectivamente;

nesses mesmos órgãos, nas plantas cultivadas em soluções com omissão de cálcio: 0,68% e 0,43% de P, 6,02% e 4,39% de K, traços e 0,53% de Ca, 0,24% e 0,30% de Mg, 0,31% e 0,25% de S, respectivamente.

ROBBINS (1937), nos Estados Unidos da América, trabalhando com tomateiros em solução nutritiva, em cinco diferentes concentrações osmóticas, constatou a incidência da podridão estilar em 80% das plantas cultivadas em altas concentrações osmóticas (1,7 atm e 3,1 atm) e em nenhum fruto daquelas cultivadas nas soluções com menores concentrações osmóticas. Verificou também, que o desenvolvimento da podridão estilar estava associado com a variação dos níveis de transpiração.

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; 1200ppm e 800ppm de Fe, e, 100ppm e 410ppm 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 39ppm de B em folhas de plantas aos 135 dias, e teores respectivamente, de 69,7ppm, 398ppm e 1,7ppm de Mn nas folhas superiores, folhas inferiores e frutos de plantas cultivadas em solução nutritiva completa, e, 5,6ppm, 5,4ppm e 0,2ppm 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 28,0ppm,

29,8ppm e 1,9ppm, e, para as cultivadas em solução deficiente nesse elemento, 23,4ppm, 16,5ppm e 0,6ppm, respectivamente. Quanto ao ferro, os teores nas folhas superiores, folhas inferiores e frutos de plantas cultivadas em solução nutritiva completa foram respectivamente, de: 175ppm, 229ppm e 3,3ppm, e para aquelas cultivadas em solução nutritiva deficiente em ferro: 74ppm, 167ppm e 1,4ppm.

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

RALEIGH e CHUCKA (1944), nos Estados Unidos da América, verificaram que a podridão estilar era induzida por altos teores de potássio e cloro, e baixos de cálcio. Evidências indicaram também, que o balanço entre os elementos era um fator mais importante do que a concentração dos mesmos, ou a concentração osmótica da solução. Observaram ainda, que plantas que produziram frutos com teor de cálcio inferior a 0,20%, geralmente apresentaram podridão estilar. Para plantas cultivadas em soluções nutritivas com 125ppm e 250ppm de cálcio, relataram teores na parte aérea de: 4,58% e 4,18% de N; 1,24% e 1,05% de P; 3,77% e 3,46% de K; 1,32% e 1,94% de Ca; 1,22% e 0,96% de Mg; 1,22% e 1,13% de S, respectivamente, e, nos frutos de: 3,86% e 3,66% de N; 0,79% e 0,69% de P; 4,23% e 4,31% de K; 0,14% e 0,16% de Ca; 0,26% e 0,26% de Mg; 0,22% e 0,22% de S, respectivamente.

JUMELET e KOOT (1945), na Holanda, relataram que índice de pH baixo e alta concentração salina aumentavam grandemente a incidência de podridão estilar, e que havia uma relação direta entre esses

fatores e a ocorrência da podridão.

WAGER (1946), na África do Sul, citou como possíveis causas da podridão estilar em tomate: transpiração excessiva das plantas e alta concentração da solução do solo resultante da evaporação da água em dias quentes, deficiência de cálcio, excesso de nitrogênio e insuficiência de fósforo, e também, variedades susceptíveis.

DIOTALLEVI *et alii* (1947), na Itália, verificaram que a ocorrência da podridão estilar ocasionava grandes perdas e que, as observações sobre sua incidência, confirmavam que a principal causa era a irregularidade no suprimento de água.

SPENCER (1948), nos Estados Unidos da América, para evitar o surgimento da podridão estilar, sugeriu: (a) aplicação de calcário dolomítico antes do plantio para o suprimento adequado de cálcio e magnésio; (b) evitar solos com problemas de umidade, e, (c) balanceamento dos níveis de nitrogênio nas formas de nitrato e amônio, especialmente em solos com pouca aeração, ou em solos encharcados.

SPENCER e BECKENBACH (1949), nos Estados Unidos da América, relacionando os sintomas e fatores que causavam a podridão estilar, recomendaram como medidas para o controle da mesma, o controle da água, manter o pH em torno de 6,0, manter um adequado suprimento de cálcio, e utilização de variedades resistentes.

CAROLUS (1949), nos Estados Unidos da América, estudando a relação entre cálcio e potássio em tomate, encontrou para uma solução com 160ppm de cálcio e 235ppm de potássio, teores nas folhas terminais de:

6,50% de K; 2,50% de Ca; 0,65% de Mg; 140ppm de Fe e uma relação K/Ca de 2,61.

RIEUF (1951), no Marrocos, relatou que a incidência da podridão estilar, que é também função dos comportamentos diferentes das variedades cultivadas naquela localidade, poderia ser reduzida com os seguintes cuidados: (a) selecionando-se solo fértil, com pH próximo da neutralidade e com adequada reserva de cálcio; (b) através do preparo do solo, utilizando-se fertilizantes balanceados, com ênfase para fósforo e potássio; (c) controle cuidadoso da irrigação.

LEOPOLD e GUERNSEY (1952), nos Estados Unidos da América, cultivando tomateiros em areia, com solução nutritiva com diferentes níveis de nitrogênio, constataram que a ocorrência da podridão estilar era mais acentuada em presença de altos níveis de nitrogênio.

EVANS e TROXLER (1953), nos Estados Unidos da América, observaram que, em experimento de campo, a aplicação de 1000 libras de óxido de cálcio por acre* nas formas de fosfato de cálcio e nitrato de cálcio, e duas pulverizações com solução de cloreto de cálcio a 1%, reduziram significativamente a incidência da podridão estilar, e aumentaram a concentração de cálcio em frutos normais. Em experimentos em casa de vegetação, plantas pulverizadas com solução de cloreto de cálcio a 1%, apresentaram menor incidência de podridão estilar. Injetando-se solução a 2% de gluconato de cálcio nos frutos, controlava-se completamente a incidência da podridão estilar. Citaram teores de cálcio nos frutos normais de

* 1120 kg/ha.

plantas que receberam pulverizações semanais de cloreto de cálcio a 1%, de 0,09%, e nos frutos com podridão, de 0,07%. O teor de cálcio nos frutos de plantas que receberam pulverizações semanais com cloreto de cálcio a 1% e receberam injeções de solução de gluconato de cálcio a 2%, era de 0,15%.

RIEUF (1954), no Marrocos, relatou que a podridão estilar era devida à variação entre a água disponível no solo e a água fisiologicamente requerida pelas plantas, e que a incidência podia ser reduzida por: (a) uso de plantas saudáveis e com sistema radicular bem desenvolvido; (b) cultivo em solos férteis; (c) rotação de cultura; (d) utilização de fertilizantes balanceados, nos quais o fósforo e o potássio predominassem; (e) semeadura direta, e, principalmente, (f) regulação cuidadosa do volume e do intervalo da irrigação.

KALRA (1956), nos Estados Unidos da América, cultivando tomates em soluções nutritivas com concentrações de cálcio de 0ppm, 40ppm, 80ppm e 160ppm, verificou que o nível crítico desse elemento, abaixo do qual aparecia a necrose, era de 0,16% a 0,17% nos brotos.

GERALDSON (1957a), nos Estados Unidos da América, estudando a causa e controle da podridão estilar em tomates, achou como causa fundamental, a deficiência de cálcio, e que a mesma podia ser controlada pela manutenção de um nível adequado desse elemento, evitando-se também, os excessos de nitrogênio na forma amoniacal, potássio, magnésio e sódio, complementando-se com pulverização foliar de cloreto de cálcio a 0,5%. Nos frutos de plantas cultivadas em solução nutritiva com 150ppm de cálcio,

não ocorreu podridão estilar, e os teores de cálcio nos frutos e folhas foram, respectivamente, 0,17% e 3,60%. Em plantas cultivadas em solução com 25ppm de cálcio, a ocorrência de podridão estilar foi de 65%, e os teores de cálcio nos frutos e folhas foram, respectivamente, 0,10% e 0,84%. Nas plantas cultivadas nas soluções acima referidas e que receberam ainda pulverização com solução de cloreto de cálcio 0,04M, não ocorreu podridão estilar, e os teores de cálcio nos frutos e folhas, para plantas cultivadas em solução nutritiva com 150ppm de cálcio foram de 0,24% e 4,14%, respectivamente, e, para as cultivadas em solução com 25ppm, 0,18% e 3,48%, respectivamente. Esse mesmo autor, em 1957b, estudando métodos de controle da podridão estilar, constatou que o excesso de sais de magnésio, potássio, sódio e amônio ou a deficiência de sais solúveis de cálcio, causava o decréscimo da absorção de cálcio e aumentava a incidência da podridão estilar. O controle podia ser conseguido mantendo-se um adequado suprimento de cálcio no solo, pelo uso de materiais calcários que são boas fontes de cálcio, e pulverizações com esse elemento, quando necessárias. Ainda GERALDSON (1957c), estudando o uso de cálcio para o controle da podridão estilar, relatou que a incidência da mesma podia ser reduzida pela manutenção do teor de cálcio na solução do solo acima de 20% do total de sais durante todo o ciclo da cultura. Pulverizações suplementares com solução 0,04M de cloreto de cálcio poderiam ser usadas quando a deficiência de cálcio não pudesse ser distinguida.

MAYNARD *et alii* (1957), nos Estados Unidos da América, pesquisando o efeito do cálcio na nutrição do tomateiro, com relação à incidência e severidade da podridão estilar constataram que, em experimento

com três níveis de cálcio em três variedades de tomateiro cultivadas em areia, a incidência e severidade da podridão estilar decresceram significativamente quando os níveis de cálcio eram aumentados. Não foram encontradas diferenças entre as variedades em relação à severidade da podridão estilar. O conteúdo de cálcio de frutos normais (média 3,36% de Ca) era significativamente maior do que o conteúdo dos frutos afetados pela podridão (média 2,13% de Ca). O teor de potássio nos frutos não foi afetado pela variedade, nem pelo nível de cálcio no substrato, ou pela presença da podridão.

TAYLOR e 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, ferro e cobre. 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 100ppm de nitrogênio e 2ppm de boro.

SPURR (1959), nos Estados Unidos da América, estudando os aspectos anatômicos da podridão estilar, coletou frutos normais e com podridão, dividindo-os em três partes: basal, média e distal, e determinou as concentrações de cálcio, encontrando teores de 0,06%, 0,03% e 0,02% para frutos saudáveis, e, 0,09%, 0,03% e 0,02% nos frutos com podridão, nas partes basal, média e distal, respectivamente.

CLAY e HUDSON (1960), nos Estados Unidos da América, citaram, como condição para ocorrência da podridão estilar altos níveis de salinidade, verificando também que, em tratamentos que receberam calagem, diminuiu a ocorrência da mesma.

WESTERHOUT (1962), na Nigéria, estudando a relação do desenvolvimento do fruto e a incidência da podridão estilar em tomateiros cultivados em casa de vegetação, observou que sua incidência foi fortemente influenciada pelo vigor das plantas. Em plantas com desenvolvimento vigoroso, a podridão ocorreu de 7 a 10 dias depois da floração, período no qual a planta pareceu ser sensível à deficiência de cálcio. Plantas com menor vigor produziram frutos normais. Constatou ainda, que a deficiência de cálcio na planta nem sempre produziu podridão estilar, e que a deficiência desse nutriente no fruto somente apareceu quando a velocidade de crescimento excedeu um certo limite.

BHANDARY (1963), na Índia, estudando o controle da podridão estilar em tomate, conseguiu-o com pulverização de solução a 0,5% de cloreto de cálcio, quando o fruto começava a se desenvolver.

GARGANTINI e BLANCO (1963), no Brasil, determinando a marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro, relataram para plantas da variedade Santa Cruz 1639 aos 110 dias, 134cm de altura média, e 63,5g de peso do material seco. Quanto ao cálcio, verificaram que as folhas foram as que apresentaram maiores teores, vindo a seguir caule, flores, raízes e frutos. Aos 110 dias, os teores de nitrogênio nas folhas, caules e frutos foram, respectivamente: 2,17%, 1,65% e 3,30%; os de fósforo:

0,325%, 0,252% e 0,750%; os de potássio: 3,81%, 3,46% e 5,70%; os de cálcio: 1,65%, 0,77% e 0,31%; os de magnésio, 0,34%, 0,19% e 0,24%; e, os de enxofre: 2,17%, 0,41% e 0,42%.

WARD (1963), no Canadá, analisando semanalmente amostras da quinta folha de tomateiros a partir do topo, descreveu como teores satisfatórios dos nutrientes, 5,25% de N, 4,00% de K (relação N/K = 1,31), 0,80% de P, 1,50% de Ca, e 0,45% de Mg. Relatou também que, quando o teor de cálcio nas folhas era inferior a 1,00%, aparecia a podridão estilar. Esse mesmo autor, em 1964, estudando a nutrição do tomateiro em casa de vegetação, relatou para as folhas superiores, teores de 4,60% de N, 0,55% de P, 3,97% de K, 1,63% de Ca e 0,40% de Mg, e, para os frutos, 1,93% de N, 0,41% de P, 3,77% de K, 0,13% de Ca e 0,14% de Mg. Em 1967 observou, também para tomateiros crescendo em casa de vegetação, 1,81% de N, 0,42% de P, 0,20% de Ca e 0,12% de Mg nos frutos.

FISHER (1967), na Nova Zelândia, fez dois experimentos com o objetivo de verificar o efeito específico de íons e o excesso de sais solúveis no crescimento e desenvolvimento do tomateiro em casa de vegetação, cultivados em solução nutritiva. Observou que a interferência na nutrição cálcica era devida aos cátions potássio e magnésio. O efeito dos ânions também foi observado, sendo que o cloro produziu uma depressão vegetativa maior do que a de nitrato.

BARKE (1968), na Austrália, fez uso do cálcio-45 no estudo da absorção e translocação do cálcio aplicado em pulverização foliar, em relação à incidência da podridão estilar. As folhas do tomateiro absorveram rapidamente o cálcio aplicado na pulverização, mas a translocação

do elemento através das folhas foi muito pequena. A absorção de cálcio pelos frutos do tomateiro mostrou-se inversamente relacionada com a idade. Radioautografia de fatias dos frutos revelaram que a maior parte do cálcio absorvido pela casca estava localizada no pericarpo, ao redor da área de aplicação. Estimou-se, através dos resultados, que a absorção direta da solução 0,04M de cloreto de cálcio aplicada nos frutos em estágios susceptíveis à podridão, aumentou o teor de cálcio no pericarpo em mais de 30% em 48 horas.

GERARD e HIPPI (1968), nos Estados Unidos da América, conduzindo experimentos com tomateiros cv. 'Chico' e 'Chico Grande', mostraram que a incidência da podridão estilar nestes cultivares estava altamente relacionada com o stress climático. As análises químicas mostraram que, nos frutos, a parte apical apresentou baixo teor de cálcio, alto teor de potássio, e assim, uma alta relação K/Ca. Altas transpirações diminuíram o movimento de cálcio para o fruto, enquanto as baixas aumentaram-no. Sob condições de alta evapotranspiração, a perda de água por transpiração dos frutos pequenos provavelmente causava um colapso dos tecidos, resultando a podridão estilar.

GOOR (1968), na Holanda, pesquisando o papel do cálcio na permeabilidade celular da podridão estilar do tomate, relatou que tomateiros cultivados em soluções deficientes em cálcio, desenvolviam podridão estilar: como o teor de cálcio dos tecidos diminuía, a permeabilidade da parede celular aos íons aumentava. Estudos preliminares em microscópio eletrônico mostraram o aumento da desorganização das membranas e organelas, seguida da diminuição do teor de cálcio e aparecimento da

podridão estilar.

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 Latossolo 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, 75ppm de B e 35ppm de Zn.

WAISTER e HUDSON (1970), na Inglaterra, estudaram o comportamento de tomateiros em casa de vegetação, quando submetidos a quatro diferentes regimes de água baseados na deficiência de umidade do solo. A sensibilidade desta espécie a pequenos deficits foi refletida na produção total, tamanho do fruto e incidência da podridão estilar.

BARKE e MENARY (1971), na Austrália, estudando a influência da aplicação de sais de amônio na nutrição de cálcio pelo tomateiro, relataram que a deficiência desse elemento era induzida pela aplicação de nitrogênio na forma amoniacal. Quando a concentração total de nutrientes era variada, mas a relação de cálcio para outros nutrientes mantida constante, a incidência de podridão estilar era inversamente relacionada com o nível de cálcio nos frutos, mas não necessariamente associada com baixo nível desse elemento nas folhas ou em toda a planta. Em ensaios de campo em solo siltoso vermelho, o sulfato de amônio reduziu o valor do

Índice de pH de 6,0 para 4,7 o qual impediu a nutrificação e induziu a podridão estilar através da acumulação de nitrogênio na forma amoniaca.

BOON (1971), na Holanda, estudando o efeito de períodos secos na composição mineral de folhas e frutos e a ocorrência de desordens fisiológicas em tomateiros, em relação à nutrição de potássio e cálcio, em ensaio de vaso com diferentes relações K/Ca, verificou que um período seco de 10 a 12 dias diminuía o teor de cálcio e aumentava o de potássio nas folhas, aumentando então, a relação K/Ca. Nos frutos, os teores de cálcio e potássio diminuiram durante o período seco, mas o decréscimo em cálcio foi maior do que o de potássio, e por isso a relação K/Ca aumentou, especialmente nos frutos verdes. Nenhum efeito significativo do período seco na desordem fisiológica foi destacado, observando-se entretanto, um aumento na podridão estilar devido ao decréscimo do teor de cálcio nos frutos.

MILLIKAN *et alii* (1971), na Austrália, estudaram a concentração de cálcio em frutos de tomateiro cv. 'Grosse Lisse' em relação à incidência de podridão estilar, cultivado em areia com soluções nutritivas com teores de cálcio de 120ppm e 160ppm (normais) e 40ppm (baixo). As concentrações de cálcio e potássio foram maiores nos frutos dos primeiros e segundos cachos, do que nos dos quartos e quintos. Os teores de cálcio nas partes dos frutos de plantas cultivadas em soluções nutritivas normais e baixas foram, respectivamente: frutos sadios: base dos frutos: 0,086% e 0,038%; parte terminal do fruto: 0,057% e 0,028%; frutos afetados: base dos frutos: 0,072% e 0,033%; parte terminal dos frutos: 0,045% e 0,028%. A relação K/Ca foi alta nos frutos afetados: 15,84 na base e

18,20 na parte terminal, e baixa nos frutos não afetados: 12,87 na base e 17,37 na parte terminal.

PASTURE (1971), na Bélgica, relatou que investigações em cem plantações de tomate falharam em revelar qualquer condição nutricional específica como sendo a responsável pela podridão estilar, mas que, quando os primeiros cachos estavam amadurecendo, a concentração de sais no solo foi distintamente mais alta nas afetadas do que naquelas não afetadas. Testes de pós-colheita mostraram uma frequente, embora não invariável, associação da podridão estilar com conteúdos baixos de cálcio e altos de magnésio no subsolo, especialmente onde a irrigação foi insuficiente. A irrigação por aspersão, sob as mesmas condições de solo tendeu a produzir frutos aguados, particularmente onde o conteúdo de húmus do solo foi acima de 1,5%.

SHAYKEWICH *et alii* (1971), no Canadá, estudando a influência do regime hídrico do solo na nutrição e podridão estilar de tomateiros, trabalharam com dois híbridos e dois tipos de solo, submetendo-os a três regimes hídricos. Aumentando-se o deficit de água no solo, aumentava a concentração de nitrogênio e diminuía a de fósforo nas folhas. As concentrações de potássio, sódio, cálcio e magnésio não foram afetadas. A incidência de podridão estilar aumentou com o deficit de água no solo. Em solos com umidade equivalente à capacidade de campo, o teor de nutrientes nos frutos foi de 1,65% de N, 0,29% de P, 3,08% de K, 0,075% de Ca, 0,083% de Mg e relação K/Ca = 41, tendo a podridão estilar uma ocorrência de 6,7%.

MURRAY *et alii* (1972), nos Estados Unidos da América, determinaram os teores de cálcio, potássio e magnésio nos frutos do ápice, da parte média e da base dos frutos de tomateiros, tanto naqueles sadios como nos com podridão estilar. Houve pequena diferença na composição dos frutos sadios e dos frutos com podridão: nestes últimos, o teor de potássio nos frutos do ápice foi 10 vezes maior e nos frutos da base, 50% menor do que o teor dos frutos sadios.

BANGERTH (1973), na República Federal da Alemanha, relatou que a podridão estilar do tomate poderia ser reduzida com tratamentos com cálcio, discutindo ainda, a função e estabilidade da membrana citoplasmática.

BOON (1973), na Holanda, estudou a influência das relações K/Ca e períodos de seca na qualidade dos frutos de tomateiros, em ensaios de vaso. Os períodos de seca foram impostos em dois estágios, nos quais os frutos a serem amostrados estavam em idades fisiológicas comparáveis. O período seco diminuiu a concentração de cálcio e aumentou a relação K/Ca nos frutos. Após o período seco o total de cálcio nos frutos era menor do que nos da testemunha, tendo a podridão estilar ocorrido somente em altas relações de K/Ca, e sido levemente agravada pela seca.

BORKOWSKI (1973), na Polônia, estudando o controle da podridão estilar no tomate, relatou que pulverizações semanais com solução de cloreto de cálcio a 1,0% reduziram a ocorrência da mesma, de 50% até 95%, mas que, nessa concentração, o cloreto de cálcio danificou as folhas, recomendando-se portanto, o uso de solução a 0,5%, no estágio de

frutificação. Os seguintes tratamentos culturais foram também sugeridos: solo com pH não inferior a 6,0, irrigação frequente em tempo quente, adubações com nitrato, superfosfato e calcário, e prevenção da salinidade do solo.

BORKOWSKI e OSTRZYCKA (1973), na Polônia, conseguiram bom controle da podridão estilar no tomate, com sete aplicações semanais de soluções de cloreto de cálcio a 0,4% ou nitrato de cálcio a 0,5%, em frutos verdes.

WARD (1973), nos Estados Unidos da América, obteve podridão estilar experimentalmente em casa de vegetação, em tomateiros cultivados em solo ou em areia, pela restrição da absorção de cálcio em vários estágios de desenvolvimento. As análises de cálcio, potássio e magnésio das plantas afetadas mostraram que, todas as partes da planta sofreram depressão de cálcio. Os frutos com podridão estilar continham 0,02% a 0,03% de cálcio, comparados com os 0,07% a 0,09% dos frutos normais. A podridão estilar foi também obtida submetendo-se as plantas a um stress de água, na presença de um adequado suprimento de cálcio: os frutos dessas plantas, que apresentaram podridão estilar, tinham 0,07% de cálcio.

WILCOX *et alii* (1973), nos Estados Unidos da América, cultivaram plântulas de tomate cv. 'Heniz 1370', que após o transplante receberam tratamentos com 112ppm de nitrogênio, fornecidos na forma de nitrato ou de amônio, ou através de uma combinação de 56ppm na forma de nitrato e 56ppm na forma de amônio. Com o fornecimento de nitrogênio na forma de amônio, o desenvolvimento diminuiu, e os teores de cálcio e magnésio baixaram a níveis deficientes ou quase deficientes. Relataram,

para as folhas, teores de 5,40% a 5,60% de N, 0,82% a 1,28% de P, 5,40% a 5,45% de K, 1,02% a 2,65% de Ca, e 0,38% a 0,91% de Mg, em função das formas de nitrogênio aplicadas.

GOOR (1974), na Holanda, estudando a influência da restrição do suprimento de água na podridão estilar de tomates cultivados em solução nutritiva, observou que a ocorrência da podridão estilar estava correlacionada ao baixo conteúdo de cálcio, e que podia ser agravada por um stress de água. O efeito direto do stress de água na podridão estilar não pôde ser excluído, mas restringiu a absorção de muitos íons, exceto do magnésio, e aumentou a relação $\frac{K+Mg}{Ca}$ absorvidos, e a de K/Ca na folha, ou seja, diminuiu o teor de cálcio.

BORKOWSKI e OSTRZYCKA (1975), na Polônia, comparando o efeito de diferentes métodos de tratamento com cálcio na ocorrência da podridão estilar em tomate, fizeram pulverizações com solução a 1% de cloreto de cálcio, do seguinte modo: (a) somente nas folhas; (b) toda a planta, e (c) somente nos frutos. A pulverização dos frutos diminuiu significativamente a ocorrência da podridão estilar no cv. 'Potentale', enquanto que a das folhas somente, não teve efeito na podridão estilar. Pulverizações frequentes em toda a planta (14 vezes, em intervalos de 4 a 5 dias) danificaram as plantas e diminuíram a produção.

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.

Yamada e Malavolta (1974) citados por MALAVOLTA *et alii* (1975), no Brasil, estimaram em 4 meq./100g, o teor mínimo de cálcio no

solo para o não aparecimento da podridão estilar na variedade 'Angela'.

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, 444ppm a 560ppm de Fe, 82,8ppm a 96,4ppm de Mn, e 30,1ppm a 37,4ppm 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 95,5cm, 57,70g/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, 49ppm, 20ppm e 19ppm de B, 10ppm, 9ppm e 13ppm de Cu, 1000ppm, 242ppm e 111ppm de Fe, 365ppm, 111ppm e 23ppm de Mn, 44ppm, 45ppm e 27ppm de Zn, respectivamente.

MAHER (1976), na Irlanda, estudando o desenvolvimento e concentração de nutrientes em tomateiros em casa de vegetação, relatou

teores de 3,6%, 2,2% e 3,0% de N, 0,5%, 0,5% e 0,5% de P, 5,2%, 5,0% e 4,5% de K, 3,3%, 1,0% e 0,2% de Ca, 1,0%, 0,7% e 0,2% de Mg nas folhas, caules e frutos, respectivamente.

CASTRO (1976), no Brasil, pesquisando a ocorrência da podridão estilar em tomateiros sob o efeito de reguladores de crescimento, em experimentos com tomate cv. 'Miguel Pereira', observou que o ácido giberêlico, na concentração de 100ppm, promoveu alta incidência da anomalia fisiológica em plantas tratadas com altas dosagens de sulfato de amônio. Sob as mesmas condições, tomateiros pulverizados com ácido succínico-2-2-dimetilhidrazida a 4000ppm, cloreto de (2-cloroetil) trimetilamônio a 2000ppm e ácido 3-indolacético a 100ppm, apresentaram baixa incidência de podridão estilar. Foram feitas análises químicas de folhas, hastes e frutos do tomateiro, obtidas por ocasião da colheita, em plantas apresentando frutos normais e em plantas mostrando frutos com podridão estilar, cujos resultados são apresentados a seguir, entre parêntesis: folhas: N% 2,64 (4,84), P% 0,34 (0,55), K% 2,82 (3,33), Ca% 3,18 (3,08), Mg% 0,62 (0,48); hastes: N% 2,31 (2,86), P% 0,35 (0,36), K% 3,42 (3,44), Ca% 1,10 (0,95), Mg% 0,25 (0,21); frutos: N% 2,64 (2,97), P% 0,42 (0,49), K% 3,57 (3,71), Ca% 0,10 (0,06) e Mg% 0,13 (0,12).

LIMA *et alii* (1976), no Brasil, estudando a distribuição de cálcio em frutos de tomateiros dos cultivares 'Castle' e 'Roma-VF', tomaram frutos sadios e com podridão apical colhidos em condições de campo e os separaram em polpa, semente e porção apical, além de amostras de frutos inteiros, e determinaram o conteúdo de cálcio. Observaram que os teores de cálcio variaram significativamente em função do cultivar, além

de variações dos teores de cálcio na polpa e nas sementes. Relataram ainda, teores de cálcio nos frutos inteiros para o cultivar 'Castle', de 0,125% para frutos sadios, e 0,117% para frutos doentes, e para o cultivar 'Roma-VF', 0,192% para frutos sadios e 0,117% para os frutos doentes.

CASTRO e MALAVOLTA (1977) e CASTRO (1979), no Brasil, estudaram, em condições de casa de vegetação, os efeitos da aplicação de cloreto de (2-cloroetil) trimetilamônio (CCC), ácido succínico-2-2-dimetilhidrazida (SADH), ácido giberélico (GA) e ácido indolacético (IAA) em tomateiros no estágio de 4 folhas, na ocorrência da podridão estilar provocada por sulfato de amônio. Plantas tratadas com GA 100ppm apresentaram alta incidência de podridão estilar, sendo que as aplicações de SADH 4000ppm, CCC 2000ppm e IAA 100ppm reduziram a ocorrência da podridão estilar dos frutos. Frutos com podridão estilar continham 0,06% de cálcio e frutos sadios, 0,10% do elemento. Folhas de plantas com frutos sadios mostraram 3,18% de cálcio, sendo que as folhas de plantas que apresentaram frutos com podridão estilar continham 3,08% de cálcio.

HALL (1977), na Escócia, com o objetivo de avaliar o efeito de níveis de cálcio no desenvolvimento e composição de plantas de tomate, cultivou tomateiros em soluções nutritivas contendo 1ppm, 4ppm, 20ppm, 100ppm, 300ppm e 600ppm de cálcio. As plantas cultivadas em baixos níveis de cálcio apresentaram deficiência e tiveram menor produção de matéria seca. A produção ótima de matéria seca ocorreu em plantas cultivadas em solução contendo somente 4ppm de cálcio, e decresceu em presença de altos níveis de cálcio no substrato. Relatou, para plantas cultivadas em soluções nutritivas com 100ppm e 300ppm de cálcio, teores de

3,04% e 4,10% de cálcio, 0,76% e 0,37% de magnésio, 2,64% e 2,64% de potássio nas folhas, e, 1,16% e 1,70% de cálcio, 0,36% e 0,30% de magnésio e 6,40% e 5,80% de potássio nos caules.

ADAMS (1978), na Inglaterra, estudando o efeito da nutrição na qualidade do tomate, relatou como teores de nutrientes nas folhas, associados 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, 30ppm a 70ppm de B, 7ppm a 20ppm de Cu, 80ppm a 200ppm de Fe, 100ppm a 300ppm de Mn, menos que 0,4ppm de Mo e 30ppm a 100ppm 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 nitrogênio; 0,12%, 0,11% e 0,37% de fósforo; 2,28%, 1,56% e 4,62% de potássio; 3,10% 1,50% e 0,32% de cálcio; 0,39%, 0,24% e 0,25% de magnésio; 0,49%, 0,10% e 0,13% de enxofre; 99ppm, 45ppm e 39ppm de boro; 428ppm, 54ppm e 19ppm de cobre; 355ppm, 69ppm e 41ppm de ferro; 832ppm, 246ppm e 68ppm de manganês; 121ppm, 89ppm e 475ppm de zinco; 0,13ppm, 0,10 e 0,18ppm de molibdênio nas folhas, caules e frutos, respectivamente.

BESFORD (1978), na Inglaterra, estudou o efeito do potássio em três variedades de tomateiro e a incidência da podridão estilar. As variedades Amberley Cross, VF-145 e VF-13L foram cultivadas em areia, com três níveis de potássio e um constante nível alto de cálcio. Houve uma diferença varietal na concentração e no total de potássio absorvido pelas plantas. A concentração de magnésio nos frutos não foi afetada pela

nutrição de potássio, mas a concentração diminuiu nas folhas de todas as variedades quando o teor de potássio foi aumentado acima de 0,28 meq./l. A máxima concentração de cálcio nos frutos de todas as variedades ocorreu no tratamento que recebeu 2 meq. de K^+ /l e o teor de cálcio nos frutos da variedade Amberly Cross foi significativamente maior do que o das variedades VF-145 e VF-13L. Comparando-se as variedades no tratamento 10,2 meq. de K^+ /l, os frutos da variedade VF-13L tiveram a menor concentração e total de cálcio e a maior incidência de podridão estilar. A VF-13L foi mais susceptível à podridão estilar, particularmente em tratamentos com altos teores de potássio, enquanto a variedade Amberley Cross foi a única livre de sintomas nos três tratamentos.

PILL *et alii* (1978), nos Estados Unidos da América, estudando o efeito de formas e níveis de nitrogênio e a incidência da podridão estilar, relataram que a nutrição nitrogenada amoniacal em comparação com a nítrica, reduzia o crescimento das raízes, número de frutos, concentração de cálcio, magnésio, e nitrato nas folhas, e a concentração de cálcio, magnésio, potássio e nitrato em frutos normais. A podridão estilar era aumentada pela aplicação de nitrogênio na forma amoniacal, e ocorreu somente na nutrição amoniacal. Os frutos afetados tiveram baixa concentração de cálcio, magnésio, nitrato e amônio, e alta relação K/Ca. Relataram teores de fósforo variando de 1,01% a 0,97%; de potássio, de 3,67% a 4,65%; de cálcio, de 5,20% a 3,87%; de magnésio, de 0,87% a 0,77%, em função de níveis de 5 a 20 meq NO_3 /l, e teores de fósforo variando de 1,05% a 0,98%; de potássio, de 4,48% a 4,5%; de cálcio, de 2,65% a 1,42%; de magnésio, de 0,45% a 0,31%, em função de níveis de 5 a 20 meq NH_4 /l.

Em frutos normais e com podridão, de plantas sob nutrição com nitrogênio sob a forma de NH_4 , relataram teores de 0,91% e 0,89% de fósforo; 3,53% e 3,69% de potássio; 0,04% e 0,02% de cálcio e 0,17% e 0,15% de magnésio, respectivamente.

CERDA (1979), nos Estados Unidos da América, testando a influência do potencial osmótico e da concentração de fósforo na solução nutritiva, em relação à ocorrência da podridão estilar, cultivou plantas de tomate em soluções nutritivas completas, com potencial osmótico de -0,8, -2,4, -4,4 e -6,4 bars e 0,5, 5,0 e 50ppm de fósforo. Relatou que: (a) reduzindo-se o potencial osmótico (aumentando-se o valor negativo) diminuía a produção de frutos e aumentava a incidência da podridão estilar; (b) a concentração de fósforo e cálcio em plantas cultivadas em soluções com altos níveis de fósforo foram maiores do que as das plantas cultivadas em soluções com baixos níveis de fósforo; (c) a diminuição do teor de cálcio nas folhas e frutos estava associada com o desenvolvimento da podridão estilar; (d) a concentração de cálcio em frutos maduros e normais variou de 0,028% a 0,043% de frutos com podridão estilar; (e) a concentração de 1,5% a 2,0% de cálcio nas folhas foi associada com a podridão estilar.

MINAMI e HAAG (1979), no Brasil, publicaram extenso trabalho sobre o tomateiro, com capítulos especiais sobre a nutrição mineral, relacionando vasta literatura sobre a influência do cálcio na incidência da podridão estilar. Relataram que o aparecimento da podridão estilar é atribuído principalmente, à deficiência de cálcio, e qualquer fator que possa diminuir o suprimento desse elemento no fruto pode provocar o aparecimento da podridão estilar.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas sementes de tomate (*Lycopersicum esculentum*, Mill.) da variedade Santa Cruz, linhagens Samano e Kada, obtidas junto à Seção de Hortaliças de Frutos do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, em Campinas.

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

* Du Pont do Brasil Indústrias Químicas.

internamente com resina Epoxy* e externamente com Neutrol 45**.

O transplante foi efetuado quando as plantas apresentavam altura de 10cm, sendo mantidas 2 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 0ppm, 50ppm, 100ppm, 200ppm e 400ppm com 3 repetições, sendo o cálcio fornecido nas formas de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ e CaCl_2 , e as soluções preparadas segundo recomendações de SARRUGE (1970), que considera adequada a dose de 200ppm de cálcio.

Pulverizações com Dithane M-45*** na dosagem de 1,5g/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.

* Tintas Coral S.A., SP.

** O. Baungart Indústria e Comércio, SP.

*** Du Pont do Brasil Indústrias Químicas.

**** Bayer do Brasil Indústrias Químicas.

| Soluções estoque | Solução com 0ppm de Ca | Solução com 50ppm de Ca | Solução com 100ppm de Ca | Solução com 200ppm de Ca | Solução com 400ppm de Ca |
|------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| KH_2PO_4 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 |
| CaCl_2 M | - | 1,25ml/1 | 2,50ml/1 | 2,50ml/1 | 2,50ml/1 |
| NH_4Cl M | 5,00ml/1 | 2,50ml/1 | - | - | - |
| NH_4NO_3 M | 5,00ml/1 | 6,50ml/1 | 7,50ml/1 | 5,00ml/1 | - |
| MgSO_4 M | 2,00ml/1 | 2,00ml/1 | 2,00ml/1 | 2,00ml/1 | 2,00ml/1 |
| $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ M | - | - | - | 2,50ml/1 | 7,50ml/1 |
| Micronutrientes(*) | 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 H_3BO_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 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, arrendando-se por doze horas e completando-se o volume a 1 litro.

A sintomatologia das plantas foi anotada no decorrer do ensaio, sendo que o estabelecimento das cores foi feito com o auxílio do Atlas de Cores de VILLALOBOS e VILLALOBOS (1947), no qual as letras indicam a cor e seu matiz, os números dão o valor de luminosidade, e o grau expressa a tonalidade do matiz.

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, chamados 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 secar em estufa com circulação forçada de ar (75-80°C), até atingirem peso constante, tendo sido este considerado o peso da matéria seca, procedendo-se finalmente, a moagem em moinho semi-micro "Willey" com peneira de malha nº 20.

As amostras foram analisadas quanto ao nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco, conforme metodologia citada em SARRUGE e HAAG (1974).

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

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Sintomatologia

Os sintomas observados nos diversos tratamentos para as duas linhagens, bem como uma comparação das duas, e a sintomatologia da podridão estilar são relatados a seguir. O tratamento com omissão de cálcio não foi discutido devido ao fato de as plantas não terem se desenvolvido.

4.1.1. Linhagem Samano

Efeito de 50ppm de cálcio na solução nutritiva

Neste tratamento houve certa desigualdade quanto ao crescimento das plantas, que desenvolveram-se pouco, apresentando-se amareladas (a cor das folhas mais velhas foi L13-8⁰ e das novas (LG 5-6⁰), com folíolos enrolados adaxialmente; a produção de massa verde foi pequena quando comparada com a de doses maiores; o aspecto geral era de plantas deficientes.

Os frutos apresentaram sintomas de podridão estilar (figura 1a).

O sistema radicular apresentou-se de coloração pardo-escura, com raízes pouco desenvolvidas, muitas das quais mortas e apresentando desprendimento da epiderme por putrefação (figura 2a).

Efeito de 100ppm de cálcio na solução nutritiva

As folhas apresentaram coloração verde amarelada (a cor das folhas mais velhas foi LG 5-9⁰ e das mais novas GGL 5-5⁰); o secamento dos ápices foi comum às repetições.

Os frutos deste tratamento apresentaram podridão estilar (figura 1a): o diâmetro dos frutos era de 4cm e das necroses 0,7cm; alguns dos frutos com podridão apresentaram rachaduras.

Também nesta dose as raízes estavam com coloração escura e 50% delas apresentava putrefação, estando as outras claras e aparentemente ativas (figura 2a).

Efeito de 200ppm de cálcio na solução nutritiva

O aspecto das plantas cultivadas neste tratamento era de plantas normais, com folhas de coloração verde (a cor das folhas mais velhas foi LG 4-9⁰ e das mais novas G 6-3⁰).

Os frutos não apresentaram podridão (figura 1a).

As raízes apresentaram coloração clara (figura 2a), notando-se a ausência de raízes escuras e putrefeitas.

Efeito de 400ppm de cálcio na solução nutritiva

As plantas apresentaram-se muito bem desenvolvidas: a coloração das folhas era verde (a cor das folhas mais velhas foi GGL 4-4⁰ e das mais novas GGL 4-6⁰).

Os frutos não apresentaram podridão estilar (figura 1a).

O desenvolvimento do sistema radicular foi um pouco maior do que o obtido na dose de 200ppm de cálcio, tendo as raízes apresentado coloração clara e aspecto bastante sadio (figura 2a).

4.1.2. Linhagem Kada

Efeito de 50ppm de cálcio na solução nutritiva

Em todas as repetições observou-se que esta dose foi insuficiente para o desenvolvimento do tomateiro.

O crescimento foi reduzido e as folhas não apresentaram a coloração verde característica, assumindo o aspecto de plantas não saudáveis (a cor das folhas mais velhas foi L 13-8⁰ e das folhas mais novas LG 5-6⁰).

A produção de frutos foi pequena e apresentando podridão estilar (figura 1b).

O sistema radicular mostrou-se pouco desenvolvido, com coloração escura, e aspecto de putrefação; a quantidade de raízes saudáveis foi pequena (figura 2b).

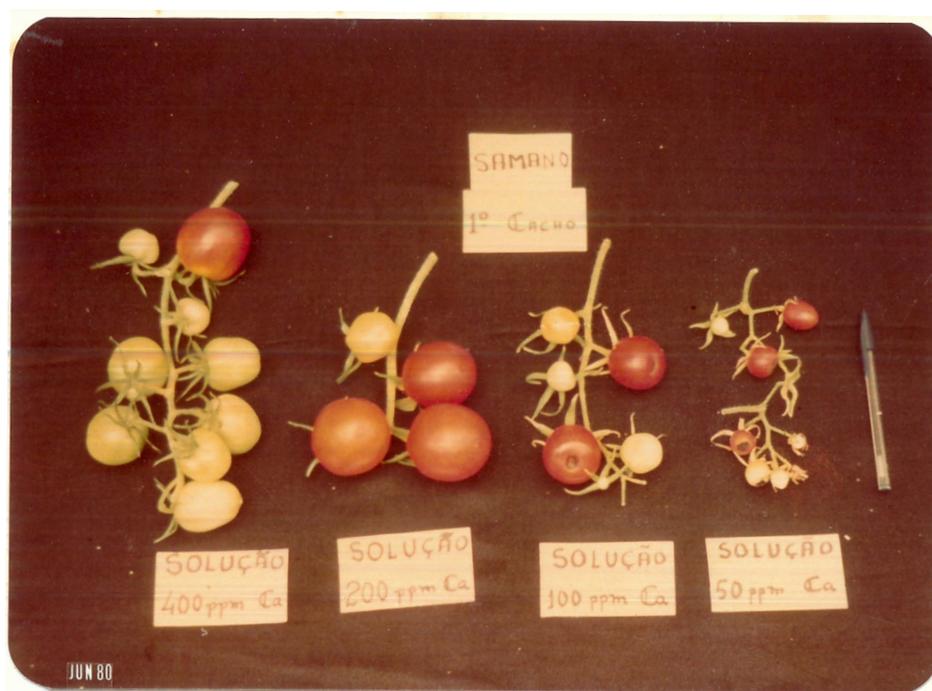


Fig. 1a. Frutos do tomateiro linhagem Samano, em função de doses de cálcio na solução nutritiva. Original: H. P. Haag



Fig. 1b. Frutos do tomateiro linhagem Kada, em função de doses de cálcio na solução nutritiva. Original: H. P. Haag

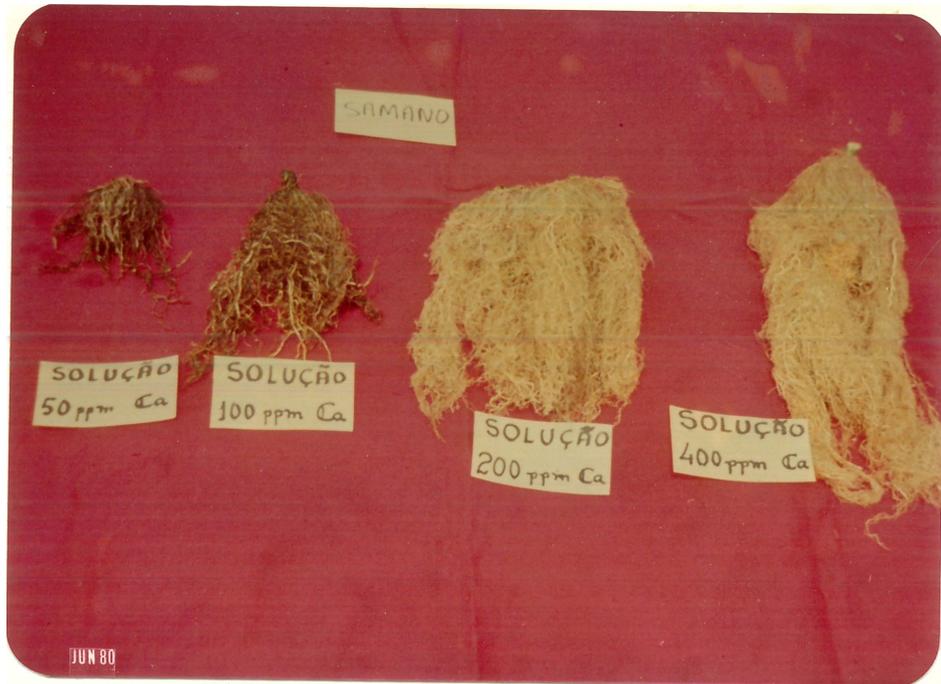


Fig. 2a. Sistema radicular de plantas do tomateiro linhagem Samano, em função de doses de cálcio na solução nutritiva. Original: H. P. Haag

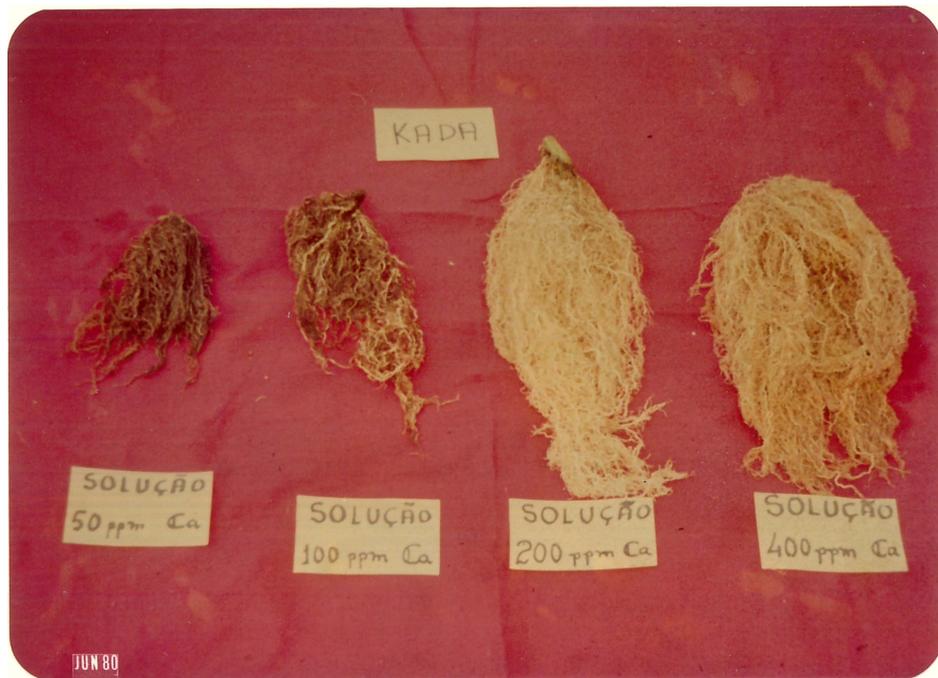


Fig. 2b. Sistema radicular de plantas do tomateiro linhagem Kada, em função de doses de cálcio na solução nutritiva. Original: H. P. Haag

Efeito de 100ppm de cálcio na solução nutritiva

Esta dose de cálcio na solução nutritiva ainda não atendeu às exigências do tomateiro; as folhas apresentaram coloração verde amarelada (a cor das folhas mais velhas foi LGG 6-7⁰ e das mais novas, GGL 5-5⁰).

Os frutos não apresentaram podridão estilar (figura 1b).

O sistema radicular apresentou-se bem, menos desenvolvido que os de doses maiores e um grande número de raízes apresentou cor escura (figura 2b).

Efeito de 200ppm de cálcio na solução nutritiva

As plantas desenvolveram-se muito bem, e as folhas apresentaram coloração verde escuro (a cor das folhas mais velhas foi LG 5-6⁰ e das folhas mais novas G 4-5⁰).

Os frutos não apresentaram podridão estilar (figura 1b).

A quantidade de raízes foi bastante grande, notando-se ausência de putrefação (figura 2b).

Efeito de 400ppm de cálcio na solução nutritiva

As plantas apresentaram excelente desenvolvimento vegetativo e produção de frutos isentos de podridão estilar (figura 1b). As folhas apresentaram coloração verde amarelada (a cor das folhas mais velhas foi LG 2-12⁰ e das mais novas G 3-10⁰).

O desenvolvimento do sistema radicular foi pouco maior que o da dose de 200ppm de cálcio e não se notou presença de putrefação (figura 2b).

4.1.3. Comparação dos sintomas apresentados pelas plantas das linhagens Samano e Kada

Efeito de 50ppm de cálcio na solução nutritiva

Para ambas as linhagens esta dose de cálcio na solução nutritiva foi insuficiente, visto que as folhas apresentaram-se amareladas, de crescimento reduzido e produção de frutos pequena, havendo ocorrência de podridão estilar.

Pela observação do sistema radicular notou-se que o da linhagem Kada desenvolveu-se um pouco mais que o da Samano.

Efeito de 100ppm de cálcio na solução nutritiva

Essa dosagem de cálcio não atendeu às exigências do tomateiro e as folhas apresentaram coloração verde claro.

O desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular foi pequeno em ambas as linhagens.

Houve ocorrência de podridão estilar apenas nos frutos da linhagem Samano.

Efeito de 200ppm de cálcio na solução nutritiva

Comparando-se o aspecto das plantas de ambas as linhagens verificou-se que praticamente não houve diferença entre elas, tendo as plantas apresentado bom desenvolvimento, com altura de cerca de 200cm.

A produção de frutos foi semelhante nas duas linhagens.

Efeito de 400ppm de cálcio na solução nutritiva

As linhagens tiveram desenvolvimento semelhante nesta dose de cálcio, com plantas atingindo 250cm de altura.

4.1.4. Sintomatologia da podridão estilar

As plantas que apresentaram frutos com podridão eram pouco desenvolvidas.

Ao redor da região apical dos frutos, quando estes estavam com diâmetro de 1cm, desenvolveu-se uma área com pequenas manchas encharcadas que posteriormente aumentaram em tamanho formando uma região deprimida, circular, ainda encharcada. Essas manchas, que eram de coloração verde, escureceram, terminando totalmente necróticas.

Pelo desenvolvimento os frutos ficaram deformados devido à necrose ao redor do ápice.

4.2. Crescimento

Como indicadores de crescimento foram utilizados dados referentes à altura e produção de matéria seca das plantas, apresentados na

tabela 1, e respectivas curvas de regressão, nas figuras 3 e 4.

Tabela 1. Altura e peso de matéria seca das plantas de tomateiro linhagens Samano e Kada em função de doses de cálcio na solução nutritiva (média de 6 plantas)

| Doses de cálcio (ppm) | Altura das plantas (cm) | | Peso de matéria seca (g) | |
|--------------------------|-------------------------|-------|--------------------------|-------|
| | Samano | Kada | Samano | Kada |
| 50 | 89,3 | 79,0 | 53,9 | 45,8 |
| 100 | 152,3 | 144,6 | 113,0 | 94,8 |
| 200 | 191,6 | 216,6 | 257,1 | 312,9 |
| 400 | 228,0 | 246,0 | 412,9 | 412,2 |

As análises resumidas de variância, para altura e produção de matéria seca pelas plantas, encontram-se na tabela 2.

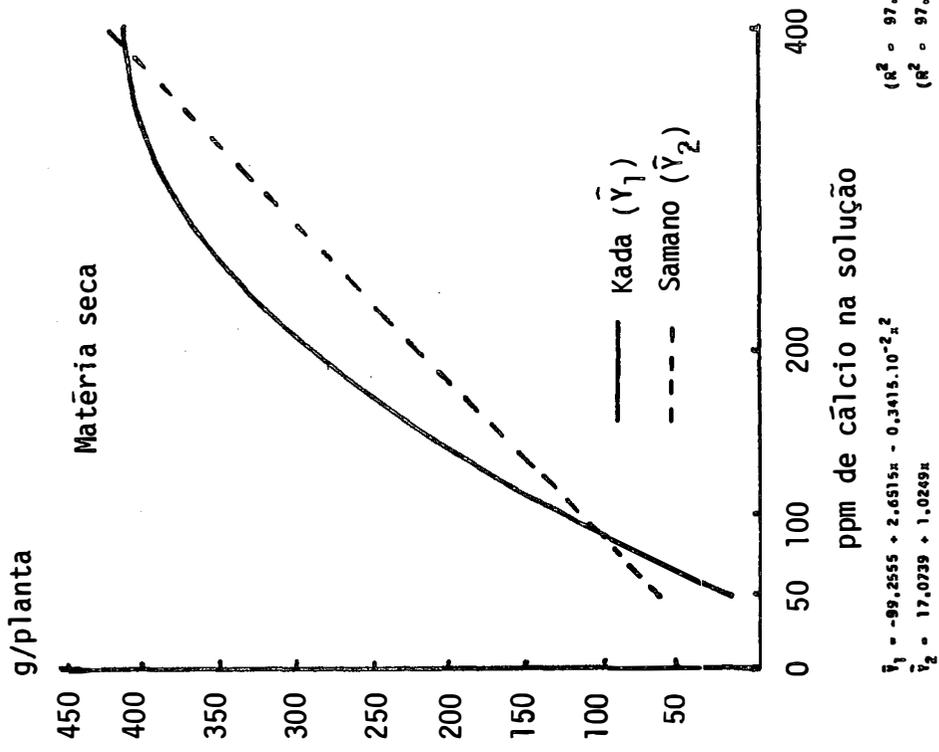


Fig. 4. Curvas e equações de regressão das quantidades de matéria seca (\bar{Y}), das plantas de tomateiro, das linhagens Samano e Kada, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva.

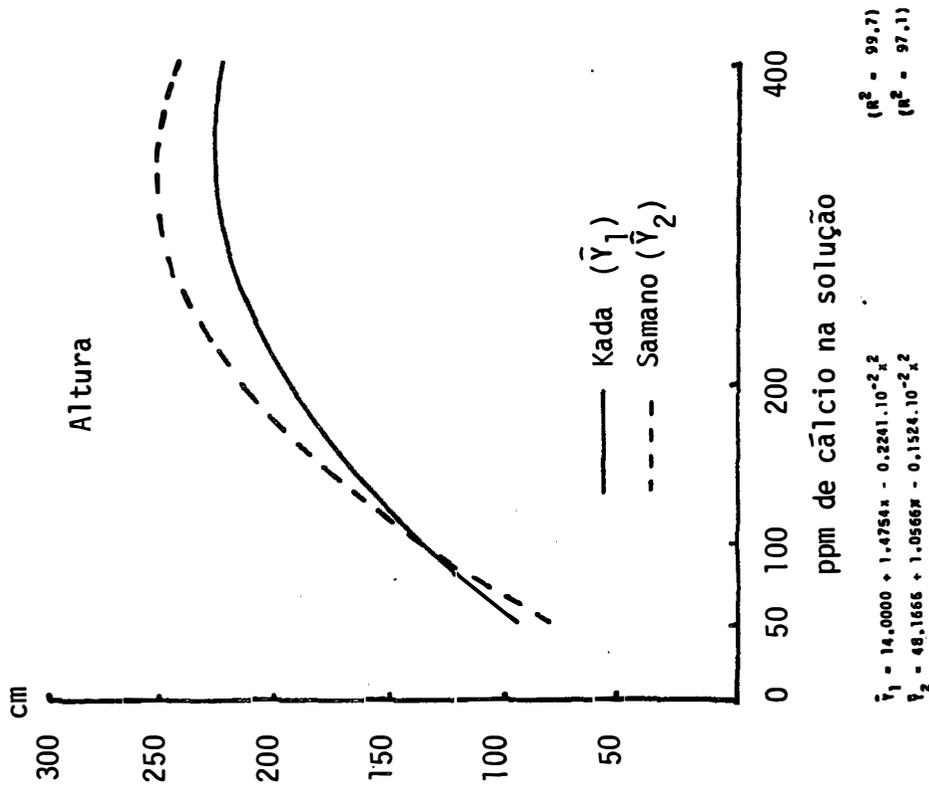


Fig. 3. Curvas e equações de regressão das alturas (\bar{Y}) das plantas de tomateiro, das linhagens Samano e Kada, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva.

Tabela 2. Resumo das análises de variância da altura e produção de matéria seca pelas plantas em função de doses de cálcio na solução nutritiva

| Causas de variação | G.L. | Quadrado Médio | |
|--------------------|------|----------------|-----------------|
| | | Altura | Matéria Seca |
| Doses | 3 | 26952,930500** | 167035,195000** |
| Linhagens | 1 | 234,375000 | 310,323242 |
| Doses x Linhagem | 3 | 479,152832 | 1649,700520 |
| Resíduo | 16 | 757,458300 | 3133,962000 |
| Total | 23 | | |
| C.V. % | | 16,3 | 26,3 |

** Quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 1% de probabilidade.

Houve efeito de doses tanto para altura quanto para produção de matéria seca pelas plantas.

O desenvolvimento em altura das plantas de ambas as linhagens foi traduzido por regressão quadrática, com máximo desenvolvimento para as plantas das linhagens Samano e Kada com 231,3cm e 256,8cm correspondentes às soluções com 346ppm e 329ppm de cálcio, respectivamente.

GARGANTINI e BLANCO (1963) relataram como altura média de plantas de tomateiro aos 110 dias, 134cm, enquanto TANAKA *et alii* (1970), estudando efeito da adubação no crescimento do tomateiro encontraram para plantas aos 100 dias, altura média de 215 cm. Já FERNANDES *et alii*

(1975), estudando absorção de nutrientes pelo tomateiro em cultivo rasteiro obtiveram comprimento da haste aos 110 dias igual a 95,5cm.

As plantas da linhagem Samano apresentaram produção de matéria seca segundo uma regressão linear, sendo que plantas cultivadas em solução nutritiva com 400ppm de cálcio apresentaram 427g. As plantas da linhagem Kada apresentaram produção de matéria seca segundo uma regressão quadrática, com produção máxima de 415,3g, correspondente à solução com 388ppm de cálcio. GARGANTINI e BLANCO (1963), conseguiram uma produção de matéria seca igual a 127,1g/planta aos 110 dias, enquanto WARD (1964), para tomateiros na maturidade, 684,0g/planta. Para plantas em cultivo rasteiro, FERNANDES *et alii* (1975) citaram 57,7g/planta, enquanto HAAG *et alii* (1978), 107,0g/planta para tomateiros do cultivar Roma VF.

4.3. Nitrogênio

Os valores da concentração de nitrogênio nas partes das plantas de tomateiro das linhagens Samano e Kada, em função de doses de cálcio, encontram-se na tabela 3, e as respectivas curvas de regressão nas figuras 5 e 6.

O resumo da análise de variância destes dados acha-se expresso na tabela 4, onde pode-se observar que houve efeito de doses e partes com interação e de linhagens.

Tabela 3. Concentração de nitrogênio (%) 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 | |
| | S | K | S | K | S | K | S | K |
| Folhas inferiores | 3,36 | 2,67 | 2,98 | 2,36 | 2,40 | 2,25 | 2,40 | 1,73 |
| Caules inferiores | 4,17 | 3,84 | 3,77 | 3,65 | 2,60 | 2,61 | 1,56 | 1,39 |
| Folhas superiores | 4,30 | 3,62 | 3,33 | 3,43 | 3,30 | 2,99 | 2,55 | 2,29 |
| Caules superiores | 2,93 | 2,16 | 3,21 | 2,86 | 1,99 | 2,08 | 1,52 | 1,53 |
| Frutos | 3,80 | 3,18 | 2,97 | 3,11 | 2,42 | 2,48 | 2,46 | 2,41 |

Os teores de nitrogênio nas folhas decresceram sempre linearmente com o aumento do suprimento de cálcio. Nas folhas inferiores e superiores das plantas da linhagem Samano, os decréscimos devido a incrementos de 100ppm de cálcio na solução foram respectivamente, de 0,25% e 0,42% de N, e na linhagem Kada, os decréscimos, nas mesmas partes, foram respectivamente de 0,25% e 0,38% de N, o que mostra que as linhagens tiveram comportamento semelhante. Esses dados são discordantes dos de NIGHTINGALE *et alii* (1931) que observaram que algumas espécies de plantas eram incapazes de absorver ou de assimilar nitratos em condições de baixo suprimento de cálcio. No entanto, HAAG (1958) também verificou o decréscimo do teor de nitrogênio com o aumento do suprimento de cálcio na solução nutritiva em folhas superiores de cafeeiros. Os valores encontrados

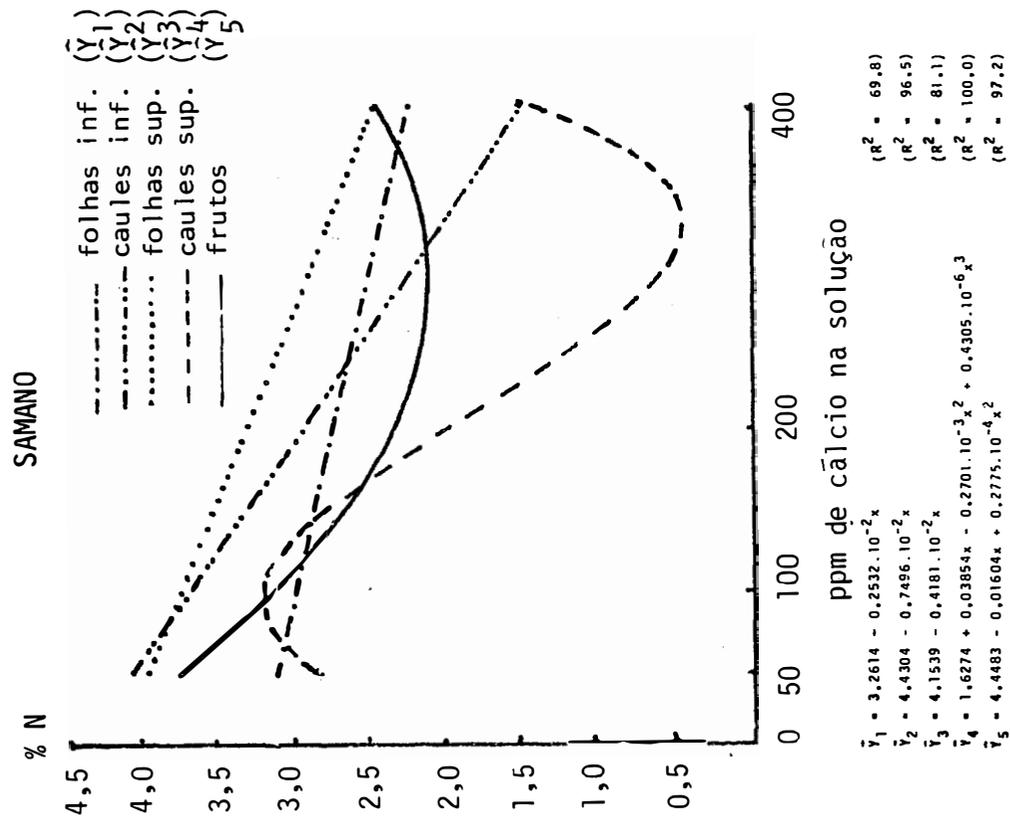


Fig. 5. Curvas e equações de regressão dos teores de nitrogênio (\bar{Y}) nas partes das plantas de tomateiro, linhagem Samano, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva.

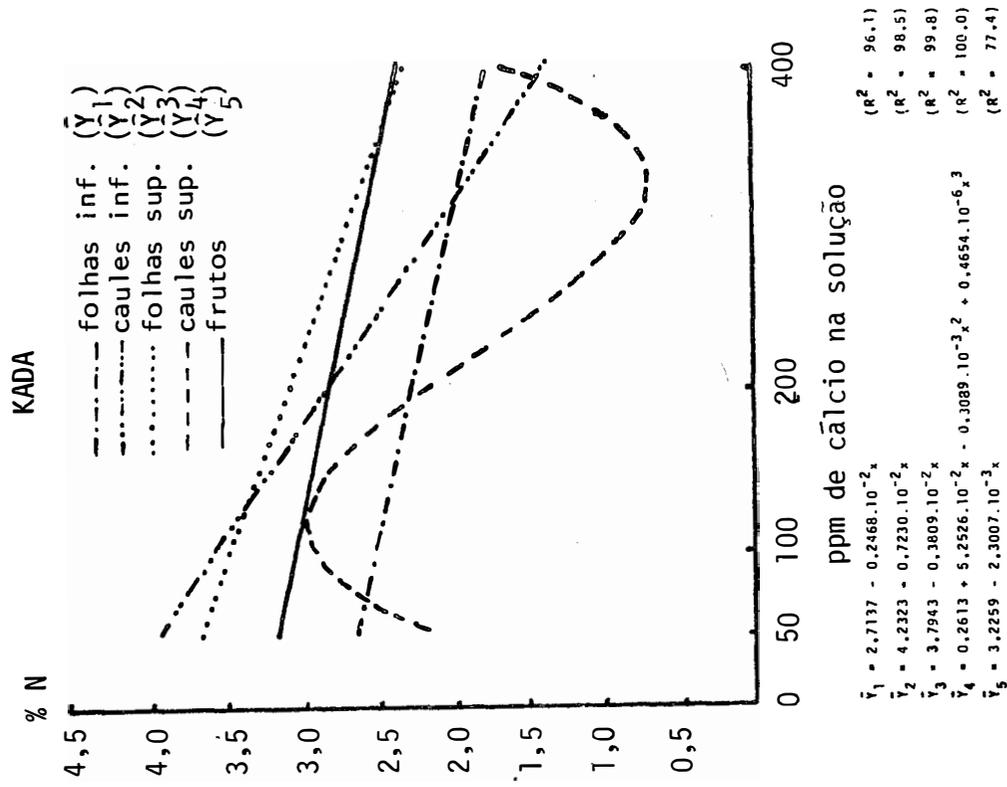


Fig. 6. Curvas e equações de regressão dos teores de nitrogênio (\bar{Y}) nas partes das plantas de tomateiro, linhagem Kada, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva.

Tabela 4. Resumo da análise de variância das concentrações (%) de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre 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 | | | | | |
|----------------------------|------|----------------|------------|------------|-------------|------------|------------|
| | | Nitrogênio | Fósforo | Potássio | Cálcio | Magnésio | Enxofre |
| Doses | 3 | 12,436348** | 0,094411** | 5,559277** | 21,321229** | 0,026438 | 0,212787 |
| Linhagens | 1 | 2,192433** | 0,037453** | 8,667209** | 0,023522 | 0,001687 | 0,252083 |
| Partes | 4 | 3,265409** | 0,008278 | 2,779986** | 19,468137** | 0,586951** | 1,605535** |
| Doses x Linhagens | 3 | 0,440933 | 0,013393* | 7,321485** | 0,237836* | 0,001622 | 0,138307 |
| Doses x Partes | 12 | 0,776343** | 0,024311** | 0,941802** | 3,052373** | 0,029432** | 0,309159** |
| Linhagens x Partes | 4 | 0,162443 | 0,003682 | 0,541953* | 0,030153 | 0,048139** | 0,230693 |
| Doses x Linhagens x Partes | 12 | 0,061463 | 0,003803 | 0,236825 | 0,071771 | 0,027464** | 0,009040 |
| Resíduo | 80 | 0,183200 | 0,003700 | 0,202900 | 0,090700 | 0,010100 | 0,124400 |
| Total | 119 | | | | | | |
| C.V. % | | 15,47 | 17,69 | 17,60 | 25,57 | 31,38 | 38,75 |

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

estão concordes com aqueles citados por outros autores, em nossas condições: GARGANTINI e BLANCO (1963), FERNANDES *et alii* (1975) e HAAG *et alii* (1978). Por outro lado, WARD (1963), WILCOX *et alii* (1973) e SAXENA *et alii* (1975) encontraram sempre teores mais altos, variando de 4,2% a 5,6%.

Os caules inferiores das linhagens Samano e Kada apresentaram decréscimos segundo regressões lineares, no teor de nitrogênio, respectivamente de 0,74% e 0,72% de N para aumentos de 100ppm de cálcio na solução.

Aos teores de nitrogênio nos caules superiores ajustaram-se regressões cúbicas com os seguintes parâmetros:

| Linhagem | Máximo | | Inflexão | | Mínimo | |
|----------|----------------------|------|----------------------|------|----------------------|------|
| | ppm de Ca na solução | %N | ppm de Ca na solução | %N | ppm de Ca na solução | %N |
| Samano | 91 | 3,22 | 208 | 1,85 | 324 | 0,47 |
| Kada | 113 | 2,89 | 221 | 1,74 | 238 | 0,59 |

FERNANDES *et alii* (1975) narraram teor de 1,21%N nos caules de tomateiros aos 110 dias e HAAG *et alii* (1978), teor de 0,98%N aos 105 dias.

As linhagens tiveram comportamento diferente quanto à concentração de nitrogênio nos frutos, como pode ser visualizado pelas figuras 5 e 6. Na linhagem Samano ajustou-se aos teores equação quadrática, sendo que estes diminuíram de 3,72% nos frutos das plantas cultivadas em solução com 50ppm de cálcio até um mínimo de 2,13%, que corresponderiam

aos de plantas cultivadas em solução com 289ppm. Na linhagem Kada as concentrações de nitrogênio apresentaram efeito linear decrescente de 0,23% de N por 100ppm de cálcio na solução. Efeito semelhante foi observado por RALEIGH e CHUCKA (1944), GARGANTINI e BLANCO (1963), FERNANDES *et alii* (1975), CASTRO (1976) e HAAG *et alii* (1978).

4.4. Fósforo

As concentrações de fósforo nas partes das plantas de tomateiro das linhagens Samano e Kada, em função de doses de cálcio, encontram-se na tabela 5, e as respectivas curvas de regressão nas figuras 7 e 8.

Tabela 5. Concentração de fósforo (%) 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 | |
| | S | K | S | K | S | K | S | K |
| Folhas inferiores | 0,51 | 0,42 | 0,44 | 0,36 | 0,46 | 0,39 | 0,17 | 0,20 |
| Caules inferiores | 0,35 | 0,32 | 0,32 | 0,31 | 0,35 | 0,37 | 0,28 | 0,26 |
| Folhas superiores | 0,46 | 0,33 | 0,46 | 0,41 | 0,35 | 0,38 | 0,21 | 0,22 |
| Caules superiores | 0,47 | 0,26 | 0,37 | 0,31 | 0,36 | 0,38 | 0,31 | 0,29 |
| Frutos | 0,28 | 0,29 | 0,36 | 0,32 | 0,44 | 0,44 | 0,36 | 0,35 |

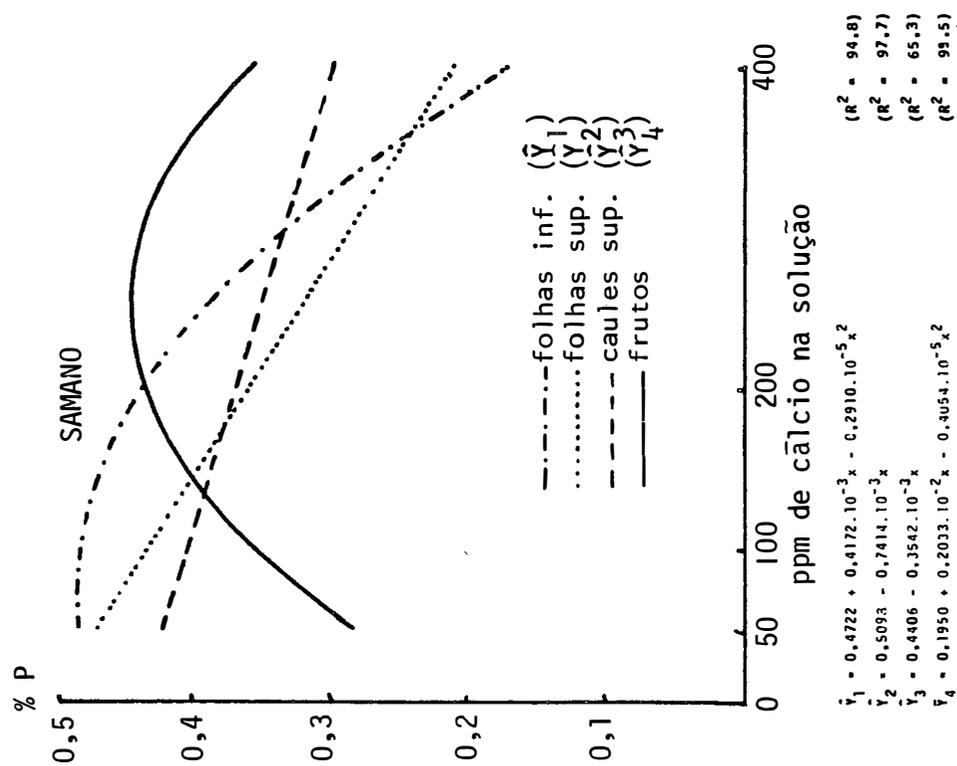


Fig. 7. Curvas e equações de regressão dos teores de fósforo (Y) nas partes das plantas de tomateiro, linhagem Samano, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva.

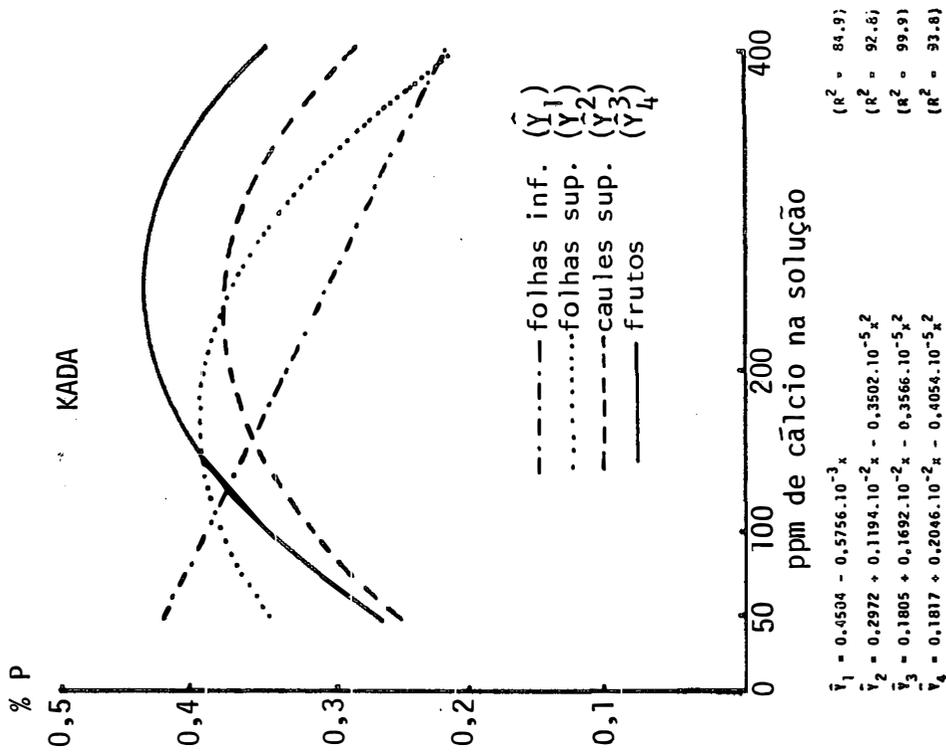


Fig. 8. Curvas e equações de regressão dos teores de fósforo (Y) nas partes das plantas de tomateiro, linhagem Kada, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva.

O resumo da análise de variância destes dados encontra-se na tabela 4, onde pode-se observar que houve efeito com interação de doses e linhagens e de doses e partes.

As folhas inferiores das plantas da linhagem Samano apresentaram teores de fósforo, em função de doses de cálcio, segundo regressão quadrática, com teor máximo de 0,49%, correspondente a 71ppm de cálcio na solução. Para a linhagem Kada, aos teores de fósforo ajustou-se regressão linear com os valores diminuindo 0,06% de P por 100ppm de cálcio na solução.

O comportamento das folhas superiores quanto à concentração de fósforo foi oposto ao verificado nas folhas inferiores, tendo a linhagem Samano mostrado teores diminuindo segundo efeito linear, na proporção de 0,07% de P para 100ppm de cálcio na solução. Na linhagem Kada, aos teores ajustou-se uma regressão quadrática com concentração máxima de 0,40% de P correspondente à solução com 170ppm de cálcio. Esses valores são inferiores aos encontrados por NIGHTINGALE *et alii* (1931), de 0,80% e 0,48% nas folhas superiores de plantas cultivadas em soluções com 360ppm de cálcio e com omissão do mesmo. Em estudos de marcha de absorção de nutrientes, GARGANTINI e BLANCO (1963), FERNANDES *et alii* (1975) e HAAG *et alii* (1978) relataram em folhas de tomateiro, teores de 0,33%, 0,09% e 0,12% de P, respectivamente.

Nos caules superiores das plantas da linhagem Samano, os teores de fósforo decresceram linearmente na proporção de 0,04% de P para aumentos de 100ppm de cálcio na solução. Já aos teores de fósforo nos

caules superiores das plantas da linhagem Kada foi ajustada uma regressão quadrática, com os valores aumentando de 0,26% nos das plantas cultivadas em solução com 50ppm de cálcio, até um máximo de 0,38%, correspondente ao das plantas cultivadas em solução com 238ppm de cálcio. NIGHTINGALE *et alii* (1931) encontraram 0,70% e 0,68% de P nos caules superiores de plantas cultivadas em soluções com 360ppm de cálcio e com omissão do mesmo. Em estudos da influência de reguladores de crescimento na nutrição mineral do tomateiro, CASTRO (1976) encontrou, nos caules de plantas que apresentavam frutos normais, 0,34% de P e 0,55% de P nos de plantas que apresentavam frutos com podridão estilar.

Efeito quadrático pôde ser ajustado aos teores de fósforo nos frutos. O comportamento das linhagens Samano e Kada foi semelhante, apresentando concentrações máximas de 0,45% e 0,44% correspondentes às soluções com 250ppm e 252ppm de cálcio. Na literatura foram encontrados valores diferentes, variando de 0,75% (GARGANTINI e BLANCO, 1963) e 0,69% (RALEIGH e CHUCKA, 1944), até 0,37%, 0,36% e 0,22%, encontrados por CERDA *et alii* (1979), HAAG *et alii* (1978) e FERNANDES *et alii* (1975), respectivamente.

4.5. Potássio

Os valores da concentração de potássio nas partes das plantas de tomateiro das linhagens Samano e Kada, em função de doses de cálcio, encontram-se na tabela 6, e as respectivas curvas de regressão nas figuras 9 e 10.

Tabela 6. Concentração de potássio (%) 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 | |
| | S | K | S | K | S | K | S | K |
| Folhas inferiores | 3,54 | 3,96 | 3,09 | 3,18 | 2,84 | 1,46 | 2,38 | 1,11 |
| Caules inferiores | 2,04 | 3,26 | 2,03 | 2,16 | 2,40 | 1,69 | 2,38 | 1,06 |
| Folhas superiores | 3,84 | 3,36 | 3,49 | 3,36 | 3,26 | 1,87 | 3,10 | 1,34 |
| Caules superiores | 2,77 | 2,84 | 1,56 | 2,61 | 2,58 | 1,75 | 2,93 | 1,27 |
| Frutos | 2,42 | 2,84 | 2,75 | 2,90 | 3,13 | 2,15 | 3,86 | 1,64 |

A análise resumida de variância para estes dados acha-se expressa na tabela 4: observa-se que houve efeito de doses, linhagens e partes, interagindo aos pares.

Regressões lineares decrescentes foram ajustadas aos teores de potássio nas folhas inferiores da linhagem Samano e folhas superiores da linhagem Kada, com decréscimos, respectivamente, de 0,30% e 0,62% de K para incrementos de 100ppm de cálcio na solução.

Aos teores de potássio nas folhas inferiores da linhagem Kada ajustou-se uma regressão quadrática. Os teores decresceram de 4,05% nas folhas de plantas cultivadas em solução com 50ppm de cálcio, até um mínimo de 0,87% correspondente a 327ppm de cálcio na solução; valores

SAMANO

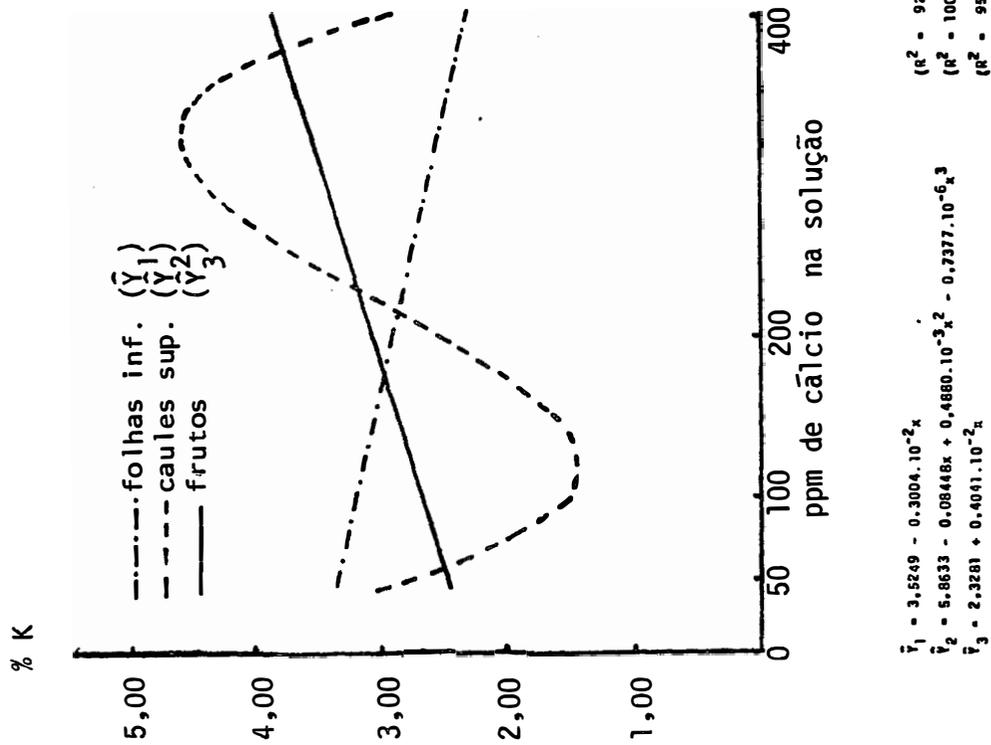


Fig. 9. Curvas e equações de regressão dos teores de potássio (Y) nas partes das plantas de tomateiro, linhagem Samano, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva.

KADA

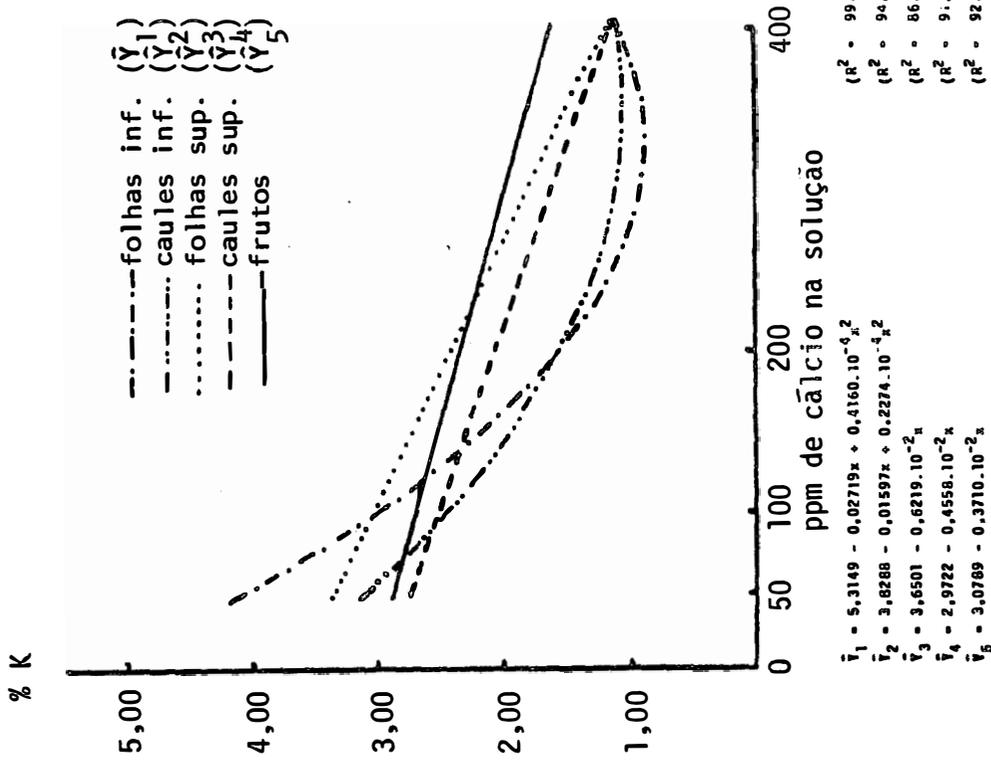


Fig. 10. Curvas e equações de regressão dos teores de potássio (Y) nas partes das plantas de tomateiro, linhagem Kada, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva.

semelhantes foram relatados por NIGHTINGALE *et alii* (1931) e HALL (1977), para folhas de tomateiros cultivados em soluções nutritivas com diferentes doses de cálcio.

Aos teores de potássio nos caules inferiores das plantas da linhagem Kada ajustou-se regressão quadrática, com os teores decrescendo de 3,08% nos das plantas cultivadas em solução com 50ppm de cálcio até um mínimo de 1,03% correspondente a 351ppm de cálcio na solução.

Nos caules superiores, aos teores de potássio foi ajustada uma regressão cúbica com pontos de mínimo, inflexão e máximo iguais a 1,47%, 3,05% e 4,62% correspondentes às soluções com 118ppm, 220ppm e 322ppm de cálcio respectivamente. Já nos da linhagem Kada ajustou-se regressão linear, com os teores diminuindo na proporção de 0,46% de K para cada 100ppm de cálcio na solução. Em tomateiros cultivados em solução com omissão de cálcio e em solução com 360ppm de cálcio NIGHTINGALE *et alii* (1931) encontraram nos caules inferiores 4,39% e 2,27% de K e nos caules superiores, 6,02% e 5,25% de K. Também HALL (1977), estudando o efeito de doses de cálcio no desenvolvimento e composição de plantas de tomateiro, relatou para caules de plantas cultivadas em soluções com 100ppm e 300ppm de cálcio, 6,40% e 5,80% de K. No Brasil, em estudos de marcha de absorção de nutrientes, GARGANTINI e BLANCO (1963), FERNANDES *et alii* (1975) e HAAG *et alii* (1978) encontraram 3,46%, 2,55% e 1,56% de K, respectivamente.

Quanto ao teor de potássio, o comportamento dos frutos das duas linhagens foi oposto: nos da linhagem Samano os teores cresceram

linearmente na proporção de 0,40% de K para aumentos de 100ppm de cálcio na solução; já na linhagem Kada, os teores decresceram linearmente na proporção de 0,37% de K para incrementos de 100ppm de cálcio na solução. Convém lembrar que a linhagem Samano foi a que mais apresentou frutos com podridão estilar, e que a linhagem Kada não apresentou frutos com podridão estilar na dose de 100ppm de cálcio. RALEIGH e CHUCKA (1944) encontraram teores de 4,23% e 4,31% de K em frutos de plantas cultivadas em soluções com 125ppm e 250ppm de cálcio. MILLIKAN *et alii* (1971), determinando a concentração de nutrientes nos frutos de tomateiro em relação à incidência da podridão estilar, e analisando os frutos em partes, expuseram teores de 4,71% de K na parte terminal e 4,65% de K na parte basal de frutos sadios, e 5,00% e 4,94% de K nas partes terminais e basais de frutos com podridão estilar.

4.6. Cálcio

As concentrações de cálcio nas partes das plantas de tomateiro das linhagens Samano e Kada em função das doses de cálcio encontram-se na tabela 7, e as respectivas curvas de regressão, nas figuras 11 e 12.

O resumo da análise de variância destes dados encontra-se na tabela 4, e observa-se que houve efeito com interação de doses e partes bem como de doses e linhagens.

Tabela 7. Concentração de cálcio (%) nas partes das plantas de tomateiro das linhagens Samano (S) e Kada (K), em função de doses de cálcio na solução nutritiva

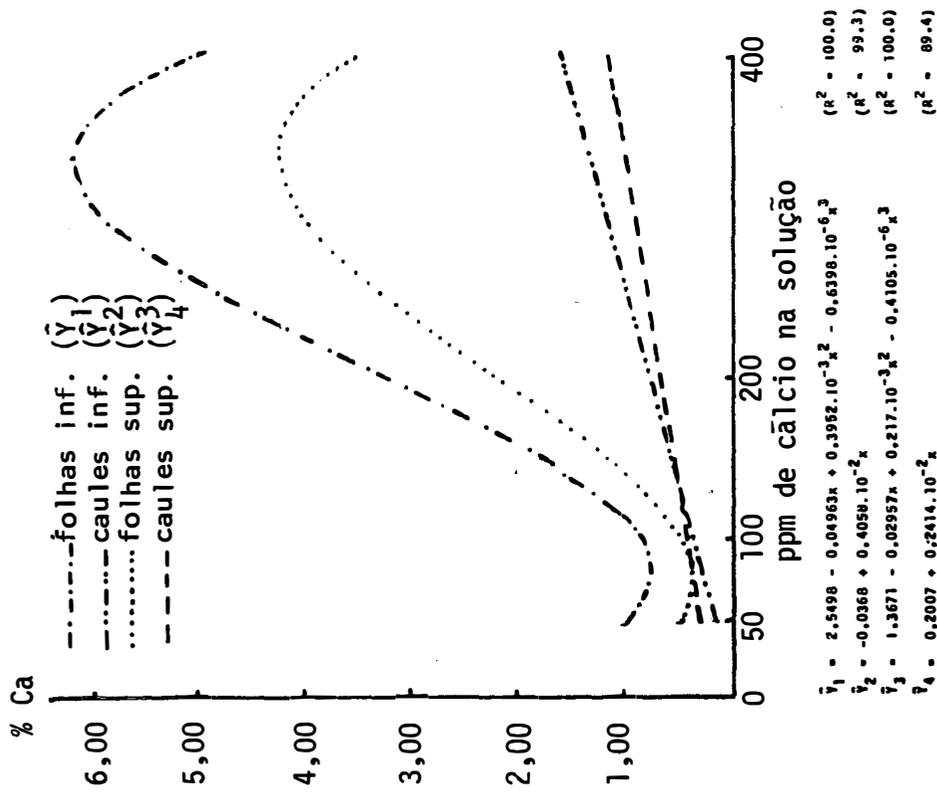
| Partes da Planta | Doses de cálcio (ppm) | | | | | | | |
|-------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 50 | | 100 | | 200 | | 400 | |
| | S | K | S | K | S | K | S | K |
| Folhas inferiores | 0,97 | 0,92 | 0,90 | 1,49 | 3,31 | 2,81 | 4,99 | 4,63 |
| Caulas inferiores | 0,22 | 0,26 | 0,29 | 0,31 | 0,80 | 0,74 | 1,59 | 1,34 |
| Folhas superiores | 0,47 | 0,56 | 0,52 | 0,84 | 2,24 | 2,31 | 3,54 | 3,19 |
| Caulas superiores | 0,42 | 0,24 | 0,27 | 0,28 | 0,78 | 0,61 | 1,15 | 1,11 |
| Frutos | 0,22 | 0,38 | 0,29 | 0,36 | 0,32 | 0,34 | 0,55 | 0,54 |

Aos teores de cálcio nas folhas inferiores e superiores das plantas da linhagem Samano ajustaram-se regressões cúbicas com os seguintes parâmetros:

| Partes | Mínimo | | Inflexão | | Máximo | |
|-------------------|--------------------------|------|--------------------------|------|--------------------------|------|
| | ppm de cálcio na solução | % Ca | ppm de cálcio na solução | % Ca | ppm de cálcio na solução | % Ca |
| Folhas inferiores | 77 | 0,78 | 206 | 3,50 | 334 | 6,23 |
| Folhas superiores | 71 | 0,39 | 204 | 2,33 | 337 | 4,27 |

Para a linhagem Kada, aos teores de cálcio nas folhas inferiores ajustou-se regressão linear, com os teores aumentando na proporção de 1,06% de Ca para incrementos de 100ppm de cálcio na solução. Na

SAMANO



KADA

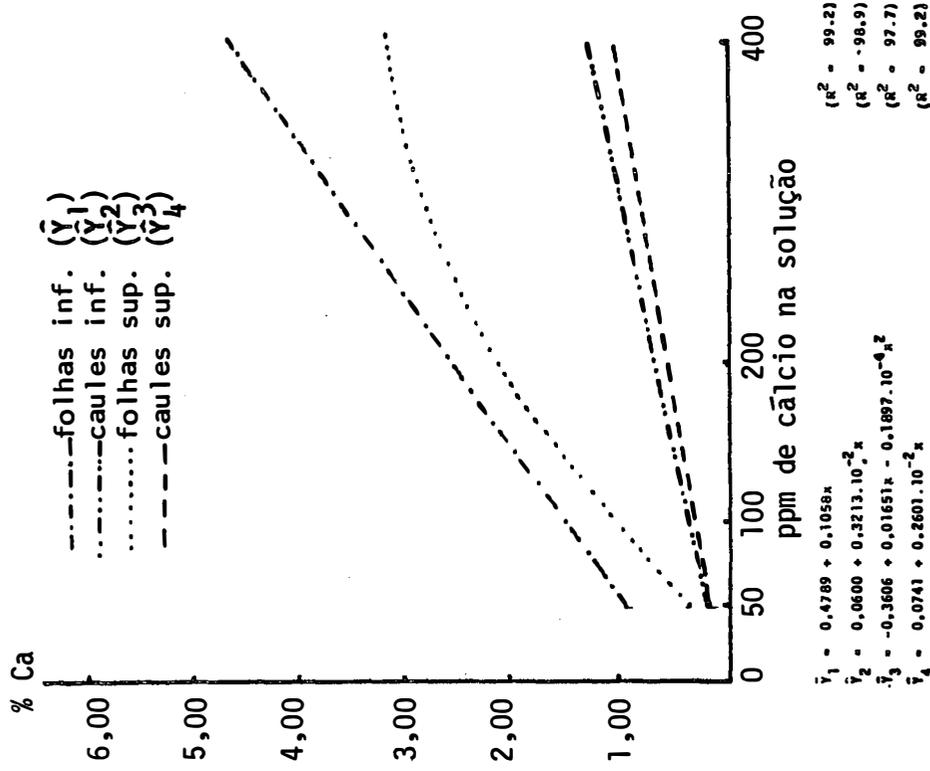


Fig. 11. Curvas e equações de regressão dos teores de cálcio (Y) nas partes das plantas de tomateiro, linhagem Samano, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva.

Fig. 12. Curvas e equações de regressão dos teores de cálcio (Y) nas partes das plantas de tomateiro, linhagem Kada, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva.

solução com 400ppm de cálcio, o teor de cálcio nas folhas inferiores foi de 4,63%. Já nas folhas superiores, aos teores de cálcio ajustou-se uma regressão quadrática com máximo de 3,22% correspondente à solução com 435ppm de cálcio.

Em ambas as linhagens os teores de cálcio foram maiores nas folhas inferiores. Em folhas inferiores de plantas de tomateiro cultivados em solução nutritiva com omissão de cálcio e com 360ppm, NIGHTINGALE *et alii* (1931) encontraram 1,10% e 3,84% de Ca, e nas folhas superiores 0,17% e 1,61% de Ca. CAROLUS (1949) relatou, para folhas superiores de plantas cultivadas em solução com 160ppm de Ca, teor de 2,49% de Ca. Cultivando tomateiro em soluções com 25ppm e 150ppm de Ca, GERALDSON (1957a) encontrou teores de 3,48% e 4,14% de Ca, superiores aos encontrados no presente trabalho. Em folhas basais e terminais de tomateiros cultivados em solução com 100ppm de Ca, TAYLOR e SMITH (1957) encontraram, respectivamente, 3,37% e 1,33% de Ca. CASTRO (1976 e 1979) e CASTRO e MALAVOLTA (1977), estudando a ocorrência de podridão estilar em tomateiros sob o efeito de reguladores de crescimento, relataram teores de cálcio em folhas de plantas apresentando frutos normais e de plantas apresentando frutos com podridão, de 3,18% e 3,08%, respectivamente. HALL (1977) encontrou, em folhas de plantas cultivadas em soluções com 100ppm e 300ppm de cálcio, teores de 3,04% e 4,10% de Ca.

Aos teores de cálcio nos caules inferiores e superiores das duas linhagens ajustaram-se regressões lineares crescentes, com os teores variando de 0,16% até 1,58%. Nos caules inferiores das linhagens Samano e Kada os teores de cálcio aumentaram, respectivamente, nas

proporções de 0,41% de Ca e 0,32% de Ca para incrementos de 100ppm de cálcio na solução; já nos caules superiores os acréscimos foram, respectivamente, de 0,24% de Ca e 0,26% de Ca para incrementos de 100ppm de cálcio na solução. NIGHTINGALE *et alii* (1931) relataram 0,53% e 0,99% de Ca nos caules inferiores de plantas cultivadas em solução com omissão de cálcio e em solução com 360ppm de cálcio e 0,67% nos caules superiores de plantas cultivadas em solução com 360ppm de cálcio. HALL (1977) encontrou teores de 1,16% e 1,70% de Ca nos caules de tomateiros cultivados em soluções com 100ppm e 300ppm de cálcio, respectivamente, teores estes superiores aos encontrados no presente trabalho.

Não foi possível ajustar-se equação de regressão aos teores de cálcio nos frutos. Pelos dados apresentados na tabela 7 pode-se observar que os teores de cálcio nos frutos das plantas cultivadas em soluções com 50ppm e 100ppm de cálcio foram menores nos frutos da linhagem Samano, lembrando-se que frutos das plantas dessa linhagem cultivadas naquelas soluções apresentaram podridão estilar; já na linhagem Kada, apenas os frutos das plantas cultivadas em solução com 50ppm de cálcio apresentaram podridão estilar.

4.7. Magnésio

As concentrações de magnésio nas partes das plantas de tomateiro, em função de doses de cálcio, encontram-se na tabela 8, e as curvas de regressão, na figura 13.

Tabela 8. Concentração de magnésio (%) 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 | |
| | S | K | S | K | S | K | S | K |
| Folhas inferiores | 0,39 | 0,63 | 0,37 | 0,59 | 0,66 | 0,58 | 0,62 | 0,62 |
| Caules inferiores | 0,36 | 0,17 | 0,27 | 0,13 | 0,21 | 0,21 | 0,27 | 0,27 |
| Folhas superiores | 0,15 | 0,40 | 0,33 | 0,42 | 0,46 | 0,47 | 0,46 | 0,48 |
| Caules superiores | 0,53 | 0,20 | 0,18 | 0,15 | 0,21 | 0,19 | 0,20 | 0,22 |
| Frutos | 0,18 | 0,27 | 0,19 | 0,15 | 0,14 | 0,15 | 0,16 | 0,18 |

O resumo da análise de variância destes dados encontra-se na tabela 4; observa-se que houve efeito de partes, interagindo com linhagens e doses.

Aos teores de magnésio nas folhas inferiores e superiores das plantas da linhagem Samano ajustaram-se equações de regressão quadrática com teores máximos, respectivamente, de 0,67% e 0,62% de Mg, correspondentes às soluções com 303ppm e 295ppm de cálcio; os teores foram sempre maiores nas folhas inferiores. NIGHTINGALE *et alii* (1931), cultivando tomateiros em soluções com omissão de cálcio e com 360ppm de cálcio, encontraram, em folhas inferiores, 0,67% e 0,99% de Mg e em folhas superiores, 0,60% e 0,85% de Mg, inferiores aos encontrados no presente trabalho. Em folhas terminais de plantas cultivadas em solução com 160ppm

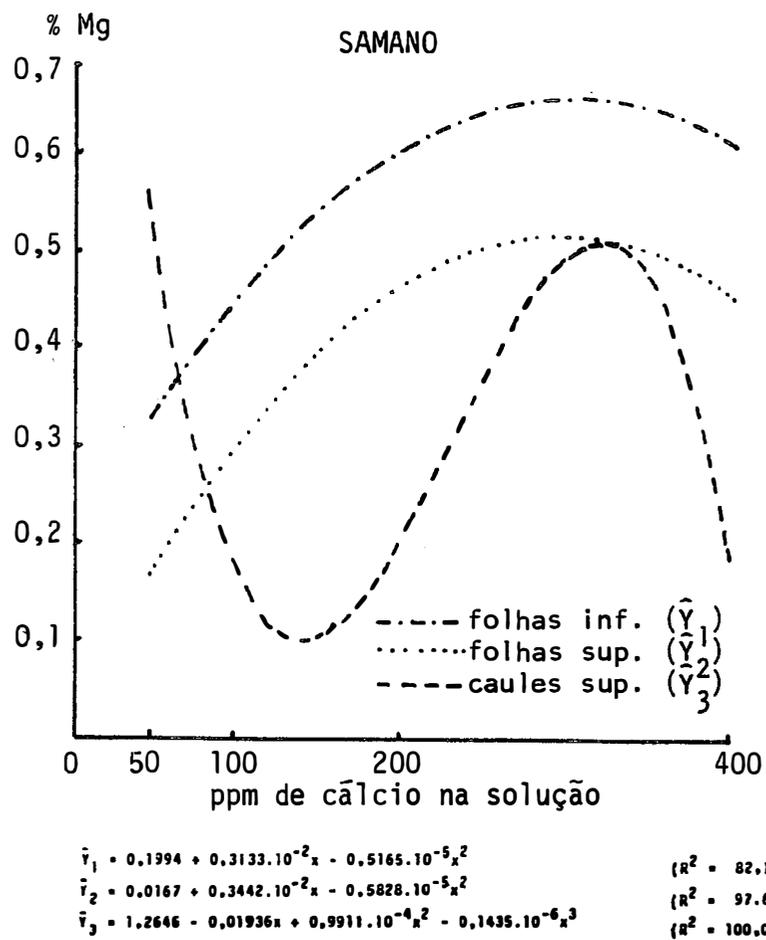


Fig. 13. Curvas e equações de regressão dos teores de magnésio (\hat{Y}) nas partes das plantas de tomateiro, linhagem Samano, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva.

de cálcio, CAROLUS (1949) relatou 0,65% de Mg. HALL (1977) determinou teores de 0,76% e 0,37% de Mg em folhas de plantas cultivadas em soluções com 100ppm e 300ppm de cálcio.

Aos teores de magnésio nos caules superiores das plantas da linhagem Samano ajustou-se regressão cúbica com os teores aumentando de um mínimo de 0,10%, correspondente à solução com 141ppm de cálcio até um máximo de 0,52%, correspondente à solução com 320ppm de cálcio, o ponto de inflexão foi 0,31%, equivalente a 230ppm de cálcio na solução.

4.8. Enxofre

Na tabela 9 são apresentados os dados de concentração de enxofre nas partes das plantas de tomateiro em função de doses de cálcio, e as equações de regressão, na figura 14.

O resumo da análise de variância para estes dados encontra-se na tabela 4; observa-se pela mesma que houve efeito de partes interagindo com doses.

Tabela 9. Concentração de enxofre (%) 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 | |
| | S | K | S | K | S | K | S | K |
| Folhas inferiores | 0,12 | 0,44 | 0,39 | 0,57 | 0,49 | 0,14 | 1,03 | 0,10 |
| Caules inferiores | 0,23 | 0,13 | 1,01 | 0,36 | 0,08 | 0,17 | 0,09 | 0,16 |
| Folhas superiores | 0,36 | 0,99 | 0,42 | 0,44 | 0,67 | 0,68 | 0,77 | 1,05 |
| Caules superiores | 0,18 | 0,12 | 0,14 | 0,13 | 0,10 | 0,19 | 0,21 | 0,25 |
| Frutos | 0,20 | 0,17 | 0,17 | 0,15 | 0,18 | 0,22 | 0,17 | 0,23 |

Aos teores de enxofre nas folhas inferiores das plantas da linhagem Samano ajustou-se uma regressão linear; os teores aumentaram na proporção de 0,24% para incrementos de 100ppm de cálcio na solução.

Já aos teores de enxofre nas folhas inferiores das plantas da linhagem Kada, ajustou-se uma regressão quadrática; os teores aumentaram de 0,23% para as folhas das plantas cultivadas em solução com 50ppm de cálcio, até um máximo de 1,40% correspondente à solução com 272ppm. NIGHTINGALE *et alii* (1931) relataram, para folhas inferiores de plantas cultivadas em solução com omissão e com 360ppm de cálcio, teor de 1,01% e 1,45% respectivamente.

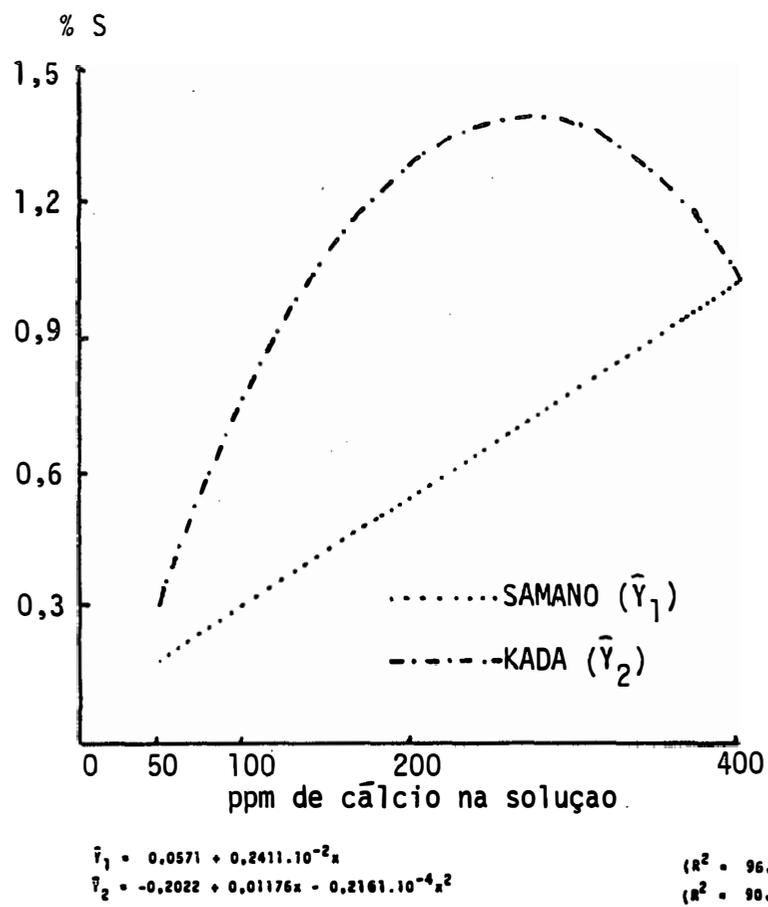


Fig. 14. Curvas e equações de regressão dos teores de enxofre (Y) nas folhas inferiores das linhagens Samano e Kada, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva.

4.9. Boro

Na tabela 10 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 15 e 16.

Tabela 10. Concentração de boro (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 | |
| | 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 |

Na tabela 11 encontra-se o resumo da análise de variância para estes dados: pode-se observar que houve efeito de doses e partes com interação.

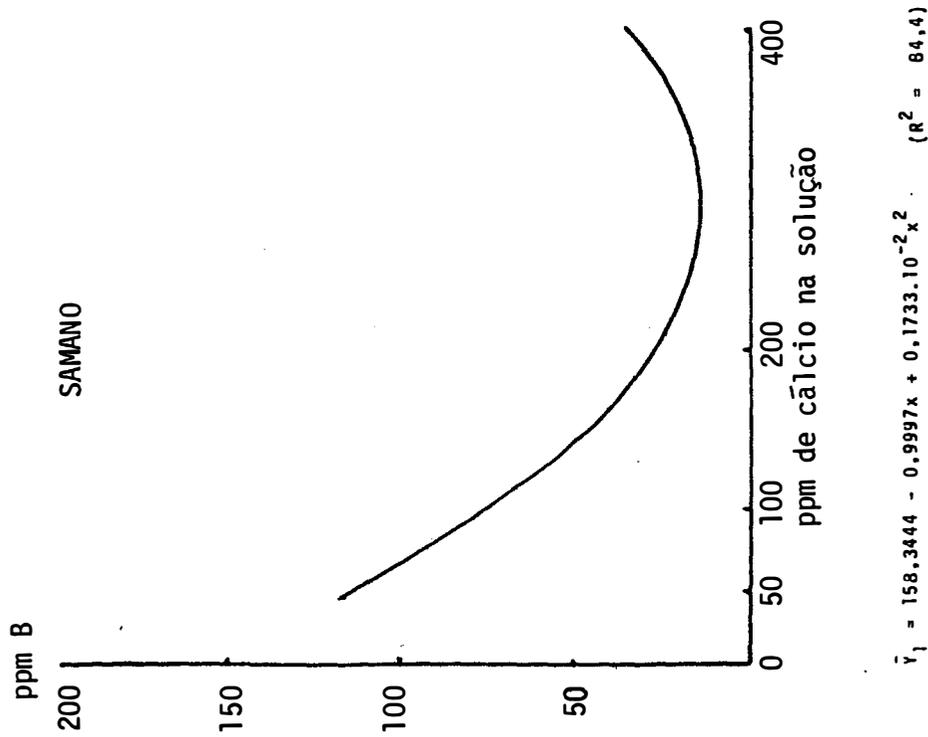


Fig. 15. Curva e equação de regressão dos teores de boro (Y) nos frutos de tomateiro, linhagem Samano, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva.

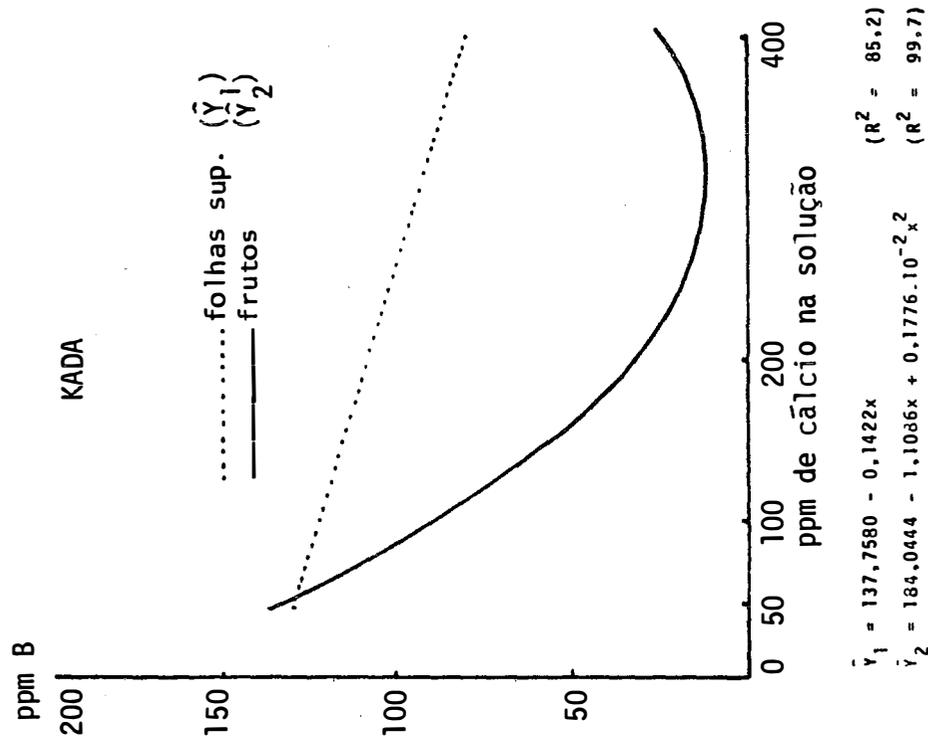


Fig. 16. Curvas e equações de regressão dos teores de boro (Y) nas partes das plantas de tomateiro, linhagem Kada, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva.

Tabela 11. 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* | 12221,007800* | 25375,208000** | 1833,007810 |
| Partes | 4 | 41297,849500** | 21,687496 | 97710,053200** | 284438,153000** | 4248,424220 |
| Doses x Linhagens | 3 | 750,415691 | 315,433331** | 5026,474610* | 15288,985600** | 16554,807300* |
| Doses x Partes | 12 | 2208,901970** | 58,070831 | 1017,759440 | 1877,954020 | 4778,696780 |
| 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

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

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

4.10. Cobre

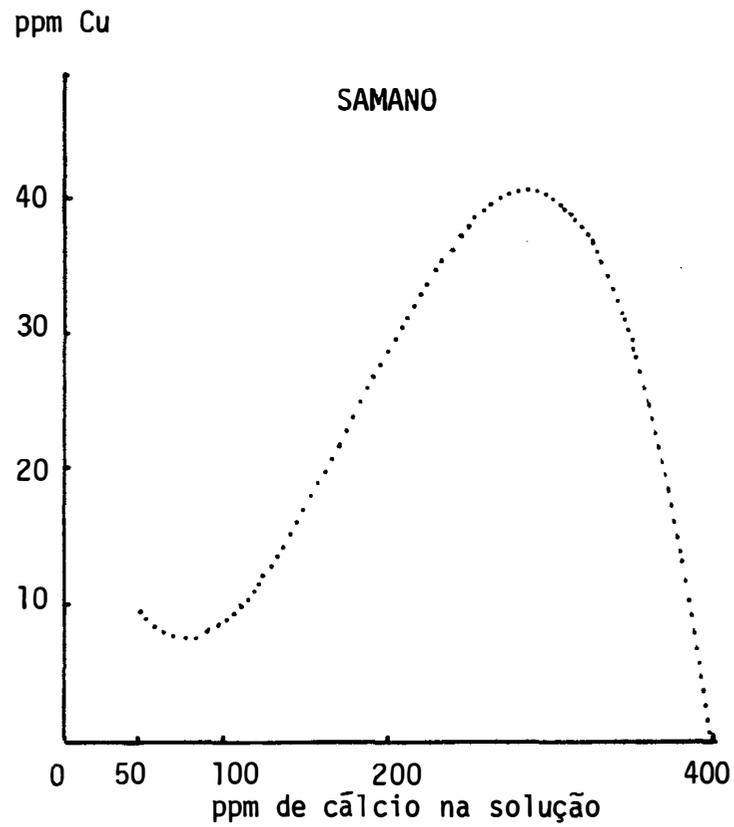
Na tabela 12 acham-se expressos os resultados referentes às concentrações de cobre nas partes das plantas de tomateiro em função de doses de cálcio e, as curvas de regressão, na figura 17.

Tabela 12. Concentração de cobre (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 | |
| | S | K | S | K | S | K | S | K |
| Folhas inferiores | 10 | 15 | 9 | 9 | 13 | 7 | 10 | 15 |
| Caules inferiores | 10 | 9 | 8 | 11 | 12 | 4 | 9 | 15 |
| Folhas superiores | 9 | 7 | 9 | 7 | 30 | 6 | 3 | 10 |
| Caules superiores | 11 | 8 | 8 | 7 | 21 | 8 | 9 | 10 |
| Frutos | 21 | 12 | 10 | 9 | 16 | 8 | 11 | 9 |

Pelo resumo da análise de variância apresentada na tabela 11, 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 8ppm, correspondentes à solução nutritiva com 75ppm de cálcio, até um máximo de 43ppm, correspondentes à solução com 288ppm de cálcio; esses teores são semelhantes aos de 10ppm e de 7ppm a 20ppm relatados por FERNANDES *et alii* (1975) e ADAMS (1978), respectivamente.



$$\hat{y}_1 = 24,2857 - 0,4822x + 0,4033 \cdot 10^{-2}x^2 - 0,7497 \cdot 10^{-5}x^3 \quad (R^2 = 100,0)$$

Fig. 17. Curva e equação de regressão dos teores de cobre (Y) nas folhas superiores de tomateiro, linhagem Samano, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva.

4.11. Ferro

São apresentados na tabela 13 os dados de concentração de ferro nas partes das plantas de tomateiro das linhagens Samano e Kada em função de doses de cálcio.

Tabela 13. Concentração de ferro (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 | |
| | S | K | S | K | S | K | S | K |
| Folhas inferiores | 218 | 250 | 184 | 240 | 202 | 187 | 168 | 224 |
| Caulas inferiores | 74 | 106 | 70 | 85 | 85 | 83 | 76 | 77 |
| Folhas superiores | 152 | 354 | 205 | 211 | 194 | 167 | 145 | 232 |
| Caulas superiores | 99 | 120 | 77 | 80 | 58 | 70 | 84 | 85 |
| Frutos | 181 | 156 | 124 | 97 | 99 | 86 | 112 | 101 |

Pelo resumo da análise de variância apresentada na tabela 11, 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.

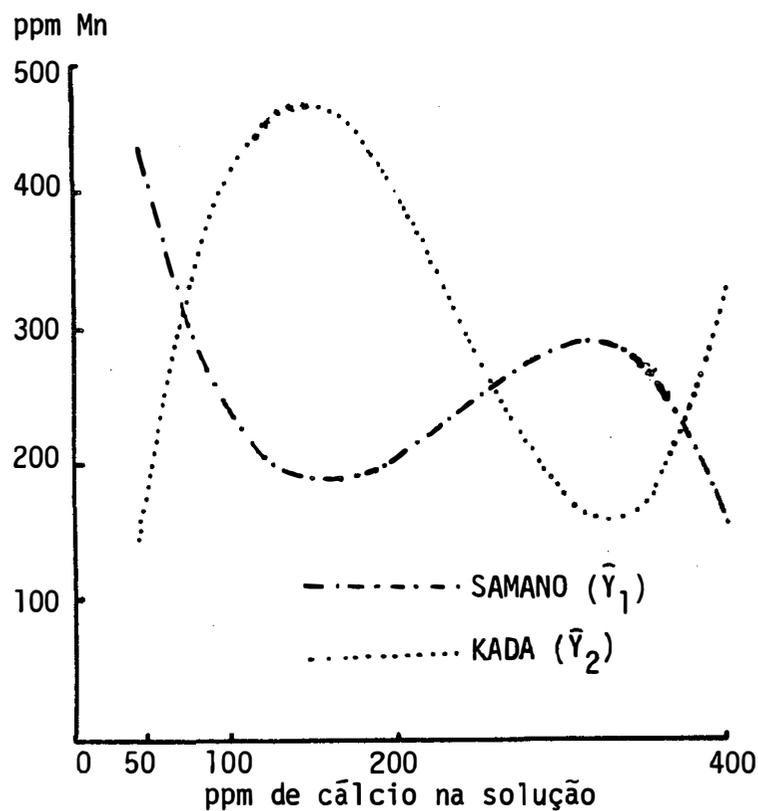
4.12. Manganês

Na tabela 14 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 18.

Tabela 14. 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 | |
| | S | K | S | K | S | K | S | K |
| Folhas inferiores | 398 | 169 | 239 | 415 | 208 | 402 | 158 | 335 |
| Caules inferiores | 39 | 74 | 26 | 53 | 45 | 48 | 30 | 33 |
| Folhas superiores | 118 | 115 | 85 | 157 | 121 | 166 | 94 | 122 |
| Caules superiores | 50 | 54 | 24 | 53 | 37 | 39 | 21 | 30 |
| Frutos | 69 | 74 | 32 | 34 | 25 | 28 | 21 | 21 |

O resumo da análise de variância destes dados encontra-se na tabela 11; pode-se observar que houve efeito com interação de linhagens, partes e doses.



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

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

Fig. 18. Curvas e equações de regressão dos teores de manganês (Y) nas folhas inferiores de tomateiro, linhagens Samano e Kada, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva.

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

| Linhagens | Mínimo | | Inflexão | | Máximo | |
|-----------|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|
| | ppm de Ca na solução | ppmMn | ppm de Ca na solução | ppmMn | ppm de Ca na solução | ppmMn |
| 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, 100ppm e 96,4ppm; semelhantes aos encontrados por ADAMS (1978), de 100ppm e 300ppm; e inferiores aos de 389ppm e 356ppm citados por LYON *et alii* (1943) e FERNANDES *et alii* (1975).

4.13. 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 15, e as curvas de regressão nas figuras 19 e 20.

Tabela 15. Concentração de zinco (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 | |
| | S | K | S | K | S | K | S | K |
| Folhas inferiores | 270 | 175 | 98 | 198 | 103 | 130 | 150 | 116 |
| Caules inferiores | 214 | 205 | 70 | 214 | 79 | 85 | 31 | 71 |
| Folhas superiores | 282 | 292 | 88 | 179 | 112 | 91 | 61 | 111 |
| Caules superiores | 274 | 254 | 158 | 166 | 42 | 81 | 117 | 53 |
| Frutos | 335 | 252 | 151 | 170 | 78 | 53 | 81 | 52 |

O resumo da análise de variância está apresentado na tabela 11; 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 233ppm nas cultivadas em solução nutritiva com 50ppm de cálcio até um mínimo de 62ppm correspondente à solução com 252ppm de cálcio. LYON *et alii* (1943) encontraram, em folhas inferiores de tomateiros, teor de 29,8ppm 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 50ppm, 161ppm e 272ppm de zinco, correspondentes às soluções

SAMANO

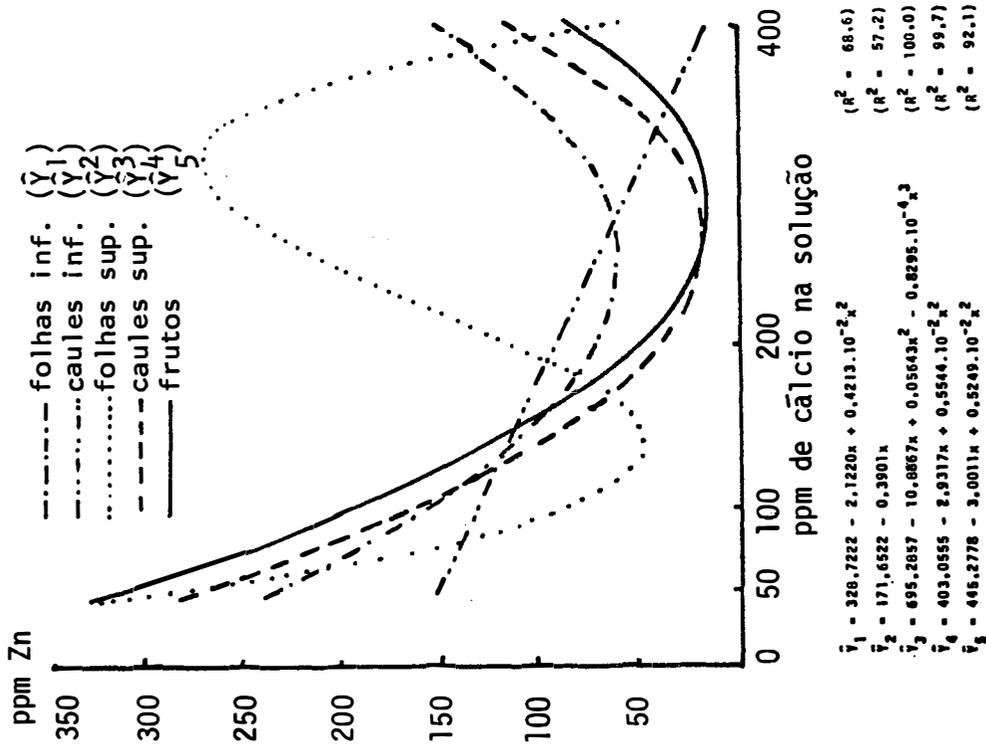


Fig. 19. Curvas e equações de regressão dos teores de zinco (Y) nas partes das plantas de to mateiro, linhagem Samano, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva.

KADA

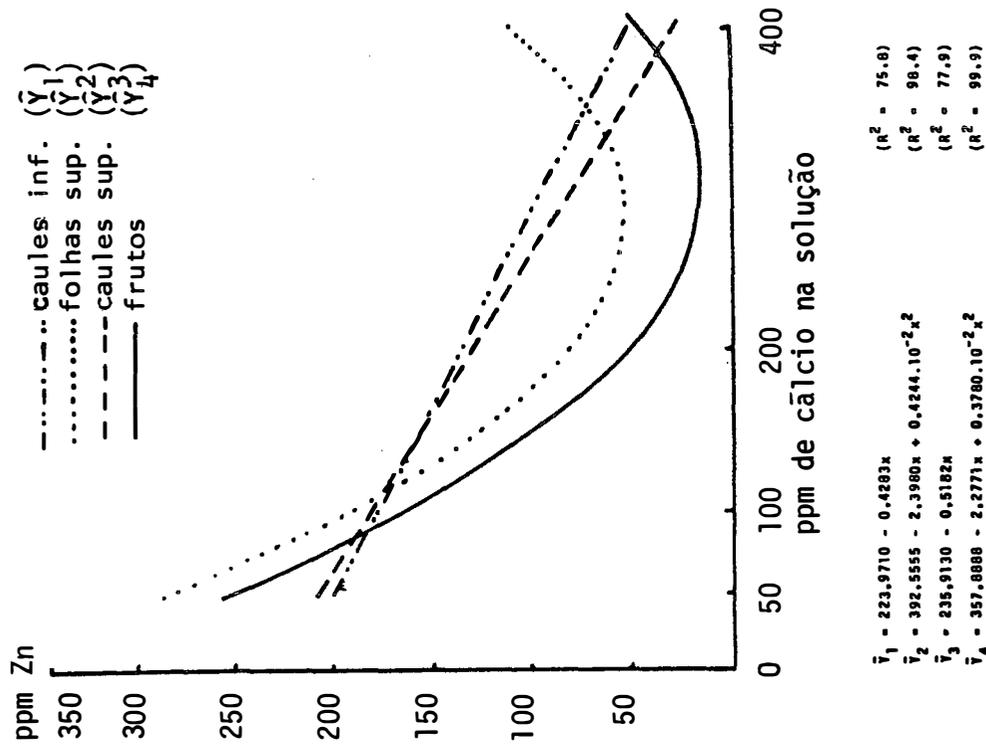


Fig. 20. Curvas e equações de regressão dos teores de zinco (Y) nas partes das plantas de to mateiro, linhagem Kada, em função de doses de cálcio (x) na solução nutritiva.

com 139ppm, 227ppm e 314ppm de cálcio, respectivamente. Já nas folhas superiores das plantas da linhagem Kada, ajustou-se regressão quadrática, com os teores decrescendo de 283ppm de zinco nas folhas das plantas cultivadas em solução com 50ppm de cálcio para um mínimo de 54ppm de zinco correspondente à solução com 282ppm de cálcio, teores estes superiores aos de 28ppm encontrados por LYON *et alii* (1943), de 35ppm por TANAKA *et alii* (1970), de 44ppm por FERNANDES *et alii* (1975), de 30,1ppm a 37,4ppm 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, 39ppm e 43ppm para incrementos de 100ppm 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 270ppm de zinco correspondente à solução com 50ppm de cálcio até o mínimo de 15ppm correspondente à solução com 264ppm de cálcio. Aos da linhagem Kada ajustou-se regressão linear com decréscimos de 52ppm de zinco para incrementos de 100ppm de cálcio na solução. FERNANDES *et alii* (1975) e HAAG *et alii* (1978) relataram 45ppm e 69ppm de zinco em caules de tomateiros.

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 50ppm de cálcio apresentaram concentrações de 308ppm e 253ppm de zinco,

respectivamente; as concentrações mínimas, de 16ppm e 15ppm, corresponderam às soluções com 285ppm e 301ppm de cálcio, respectivamente. Esses teores são superiores ao de 1,9ppm encontrado por LYON *et alii* (1943), porém semelhantes aos de 27ppm, 41ppm e 16ppm e 21ppm observados por FERNANDES *et alii* (1975), HAAG *et alii* (1978), e CERDA (1978), respectivamente.

5. CONCLUSÕES

- As concentrações de cálcio na solução nutritiva, que propiciam o máximo acúmulo de matéria seca, são 388ppm e 400ppm para as linhagens Kada e Samano.

- A carência de cálcio foi caracterizada de forma nítida, não tendo sido possível, no entanto, a identificação morfológica de excesso desse nutriente.

- Para a linhagem Samano é necessária maior concentração de cálcio na solução (200ppm) do que para a linhagem Kada (100ppm), para prevenir o aparecimento de sintomas de podridão estilar.

- A concentração de cálcio na solução não afeta a concentração desse elemento nos frutos.

- A adição de cálcio na solução nutritiva diminui os teores de nitrogênio e zinco e aumenta o de cálcio nos tecidos de ambas as linhagens.

- As concentrações dos demais nutrientes diferem nas linhagens e nas partes analisadas.

- Adições de cálcio provocam aumento na concentração de magnésio nas folhas e na parte superior do caule na linhagem Samano e diminuição em todas as partes das linhagem Kada.

SUMMARY

CALCIUM AND TOMATO GROWTH

Young tomatoes plants (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) 'Santa Cruz', lineages Kada and Samano were cultivated in culture solutions with different calcium concentrations (0ppm, 50ppm, 100ppm, 200ppm e 400ppm Ca) with the following purposes:

1. to study the calcium effects on the tomato plant growth,
2. to identify symptoms of calcium deficiency and of plenty calcium supply,
3. to correlate calcium supply and blossom-end rot,
4. to correlate calcium supply and the nutrients concentrations in the tomato plant,
5. to reveal nutritional differences between the lineages.

Ninety days after started the different treatments, the plants 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 macro and micronutrients, excepting for chlorine and molybdenum.

The main conclusions were:

- the greatest dried matter production was obtained by the supply of 388ppm of calcium in the culture solution for the Kada lineage and 400ppm of calcium for Samano lineage;

- indeed calcium deficiency was obtained, but not symptoms by a plenty calcium supply;

- it is necessary for the lineage Samano a higher concentration of calcium in the culture solution (200ppm) than for the lineage Kada (100ppm) in order to prevent the appearance of blossom-end rot;

- the fruit's calcium concentration is not affected by the calcium concentration in the nutrient culture;

- the calcium add in the culture solution decreased the nitrogen and zinc concentrations and increase the calcium concentration in both lineage parts;

- the concentration of the others nutrients presented differences in the lineage and in the analysed parts;

- concentration of calcium in the culture solution brings an increased improvement in 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 it was observed the decrease of magnesium concentration.

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. 1978.
- BHANDARY, K.R., 1963. Studies on the control of "blossom-end rot" of tomato. Lal. Baugh 8(2):5-6. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent, 36(2):363. 1966.
- BANGERTH, F., 1973. Investigation upon calcium related physiological disorders. Phytopathologische Zeitschrift, 77(1):20-37. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent, 44(2):83. 1974.
- BARKE, R.E., 1968. Absorption and translocation of calcium foliar sprays in relation to the incidence of blossom-end rot in tomatoes. Qd. J. Agric. Animal. Sci., 25:179-197. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent, 39(2): 371. 1969.

- BARKE, R.E. e R.C. MENARY, 1971. Calcium nutrition of the tomato as influenced by total salts and amonium nutrition. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 11(52):562-569.
- BAYLEY, L.F. e J.S.McHARGUE, 1943. Cooper deficiency in tomatoes. Amer. J. Bot., Maryland, 30:558-563.
- BESFORD, R.T., 1978. Effect of potassium nutrition of three tomato varieties on incidence of blossom-end rot. Plant and Soil, Martinus Nyhoff, 50(1):179-191.
- BOON, J. van Der., 1971. Effect of dry periods on the mineral composition of leaves and fruit and on the occurrence of physiological disorders in tomato in relation to potassium and calcium nutrition. Rapport, Institute voor Bodemvruchtbaarheid. N^o 11, 91p. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent, 38(6):175. 1975.
- BOON, J. van Der., 1973. Influence of K/Ca ratio and drought on physiological disorders in tomato. Netherlands Journal of Agricultural Science, Wageningen, 21(1):56-67.
- BORKOWSKI, J., 1973. Control of blossom-end rot in tomatos. Biuletyn Warzywniczy, 14:179-192. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent, 44(1):777. 1977.
- BORKOWSKI, J. e J. OSTRZYCKA, 1975. Comparison of the effect of different methods of treatment with calcium on the occurrence of blossom-end rot in tomatoes Acta Agrobotanica, 28(1):67-77. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent, 46(10):803. 1976.

- BORKOWSKI, J. e J.OSTRZYCKA, 1973. The control of blossom-end rot of tomato and tipburn in lettuce by using the proper fertilization. Acta Horticultural, 29:327-339. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent, 44(10):692. 1974.
- BROOKS, C., 1914. Blossom-end rot of tomatoes. Phytopath. Lancaster, 4:345-373.
- CAROLUS, R.L., 1949. Calcium and Potassium Relationships in Tomatoes and Spinach. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., Itaca, 54:281-285.
- CASTRO, P.R.C., 1976. Efeitos de reguladores de crescimento em tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, Mill.), Piracicaba, 148p. [Tese (Doutoramento) - ESALQ/USP].
- CASTRO, P.R.C., 1978. Relações entre reguladores de crescimento, nutrição mineral, potencial osmótico e incidência de podridão estilar em tomateiros. Pesq.Agropec.Bras., Brasília, 13(2):61-67.
- CASTRO, P.R.C. e E.MALAVOLTA, 1977. Influence of growth regulators upon mineral nutrition, osmotic potential, and incidence of blossom-end rot (BER) of tomato fruit. Turrialba, Turrialba, 27:273-276.
- CERDA, A.; F.T.BINGHAM e C.K.LABANANUSKA, 1979. Blossom-end rot of tomato as influenced by osmotic potential, and phosphorus concentration of nutrient solution media. J.Amer.Soc.Hort.Sci., Michigan, 104(2):236-239.

- CHAVES, G.M., 1958. Doenças do tomateiro. In Hortaliças - Cultura do tomateiro. ETA, Projeto 55, Esc.Sup.de Agric., Univ.Rural do Estado de Minas Gerais e Universidade de Purdue. 19p.
- CLAY, D.W.T. e J.P.HUDSON. 1960. Effects of high levels of potassium and magnesium sulphates on tomatoes. J.Hort.Sci., Londres, 35:85-97.
- DECHEN, A.R.; G.D.de OLIVEIRA e H.P.HAAG, 1973. Nutrição mineral de hortaliças. XXIII. Influência do cálcio no desenvolvimento do tomateiro, variedade Santa Cruz, linhagens Kada e Samano. Anais Esc. Sup. de Agric."Luiz de Queiroz", Piracicaba, 30:305-315.
- DIOTALLEVI, Z.; G.GOIDANICH e L.MARIM PIETRI, 1947. Il marciume apicale del pomodoro "Sam Marzano". (Blossom-end rot of the Sam Marzano tomato). Ital Agric., 84:637-43. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent, 18(1):115, 1948.
- EVANS, H.J. e TROXLER, R.V., 1953. Relation of calcium nutrition to the incidence of blossom-end rot in tomatoes. Proc.Amer.Soc.Hort.Sci., Itaca, 61:346-352.
- FERNANDES, P.D.; M.G.C.CHURRATA-MASCA; G.D.de OLIVEIRA e H.P.HAAG, 1975. Nutrição mineral de hortaliças. XXVII. Absorção de nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, Mill.), em cultivo rasteiro. Anais, Esc.Sup.Agr."Luiz de Queiroz", Piracicaba, 32:595-608.
- FISHER, K.J., 1967. Specific ion effects of certain excess soluble salts on the growth and development of glasshouse tomatoes grown in nutrient culture. J.Hort.Sci., Londres, 42:243-252.

- FREEMAN, B.; D.DAINES e B.McMULLEN, 1975. Report on the tomato variety and nutrition trial. Rural Newsletter, Austrália, 55:4-6. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent, 46(10):803. 1976.
- GALLI, F.; H.TOKESHI; P.C.T.CARVALHO; E.BALMER; H.KIMATI; C.O.N. CARDOSO; C.L.SALGADO, 1968. Manual de Fitopatologia. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 640p.
- GARGANTINI, H.e H.G.BLANCO, 1963. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro. Bragantia, Campinas, 22:693-714.
- GERALDSON, C.M., 1957a. Cause and control of blossom-end rot of tomatoes. Circ.Fla.Agric.Exp.Stat., S.101. 8p.
- GERALDSON, C.M., 1957b. Control of blossom-end rot of tomatoes. Proc. Amer.Soc.Hort.Sci., Itaca, 69:309-317.
- GERALDSON, C.M., 1957c. Factors affecting calcium nutrition of celery, tomato and pepper. Soil Sci.Soc.Amer.Proc., Madison, 21:621-625.
- GERARD, C.J. e B.W.HIPP, 1968. Blossom-end rot of 'Chico' and 'Chico Grande' tomatoes. Proc.Amer.Soc.Hort.Sci., Itaca, 93:521-531.
- GOOR, B.J. van, 1974. Influence of restricted water supply on blossom-end rot and ionic composition of tomatoes grown in nutrient solution. Communications in Soil Science and Plant Analysis, Nova Iorque, 5(1): 13-24.

- GOOR, B.J. van, 1968. The role of calcium and cell permeability in the disease blossom-end rot tomatoes. Physiologia Plantarum, Copenhagen, 21:1110-1121.
- HAAG, H.P., 1958. Efeitos das deficiências e excessos de macronutrientes no crescimento e na composição do cafeeiro cultivado em solução nutritiva. Piracicaba, 103p. [Tese (Doutoramento) - ESALQ/USP].
- HAAG, H.P.; G.D.de OLIVEIRA; V.BARBOSA e J.M.SILVA NETO, 1978. Nutrição mineral de hortaliças. XXXII. Marcha de absorção dos nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) destinado ao processamento industrial. Anais, Esc.Sup.Agr."Luiz de Queiroz", Piracicaba, 35:243-269.
- HAAL, D.A., 1977. Some effects of varied calcium nutrition on the growth and composition of tomato plants. Plant and Soil, Martinus Nyhoff, 48(1):199-211.
- HESTER, J.B., 1938. The absorption of nutrients by the tomato plant at different stages of growth. Proc.Amer.Soc.Hort.Sci., Itaca, 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., Bloomington, 26:411.
- JUMELET, A. e Y.van KOOT, 1945. Factoren die het opteden van neusrot by tomaat bepden.(Factors determining the incidence of blossom-end rot of tomatoes). Tydschr, Pl Ziekt, 51:93-115. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent, 16(2):112. 1946.

- KALRA, G.S., 1956. Responses of the tomato plant to calcium deficiency. Botanical Gazette, Chicago, 118:18-37.
- LEOPOLD, A.C. e F.S.GUERNSEY, 1953. The effect of nitrogen upon fruit abnormalities in the tomatoes. Proc.Amer.Soc.Hort.Sci., Itaca, 61: 333-338.
- LIMA, L.A.; M.M.MISCHAN; T.KIMOTO; J.NAKAGAWA e F.A.D.CONCEIÇÃO, 1976. Distribuição de cálcio em frutos sadios e com podridão apical de tomate, nos cultivares Castle e Roma VF. Rev. de Olericultura, Lavras, 16: 201-203.
- LYON, C.B.; K.C.BEESON e G.H.ELLIS, 1943. Effects of micronutrients deficiencies on growth and vitamin content of the tomato. Botanical Gazette, Chicago, 104:495-514.
- MAHER, M.J., 1976. Growth and nutrient content of glasshouse tomato crop grown in peat. Sci.Hort., Holanda, 4:23-26.
- MALAVOLTA, E., P.R.C.CASTRO, V.F.CRUIZ e T.YAMADA, 1975. Calcium and its relationship to blossom-end rot in tomato. Com.Soil Sci.Plant.Anal., Nova Yorque, 6(3):273-284.
- MAYNARD, D.N.; W.S.BARHAN e 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., Itaca, 69:318-322.

- MILLIKAN, C.R., E.N.BJARNASON; R.K.OSBORN; B.C.HANGER, 1971. Calcium concentration in tomato fruits in relation to the incidence of blossom-end rot. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 11(52):570-575.
- MINAMI, K. e H.P.HAAG, 1979. O tomateiro. Campinas, Fundação Cargil, 352p.
- MURRAY, S.A.; A.R.SPURR; K.N.PAULSON, 1972. Electron probe analysis of Ca, Mg and K in the fruit of the tomato, *Lycopersicon esculentum*, with reference to blossom-end rot. Agronomy Journal, Madison, 64(5):586-588.
- NIGHTINGALE, G.T.; R.M.ADOMS, W.R.ROBBINS e L.G.SCHERMERHORN, 1931. Effects of Calcium Deficiency on Nitrate Absorption and on Metabolism in Tomato. Plant. Physiol., Bloomington, 6:605-631.
- PASTURE, E., 1971. [Blossom-end rot of tomatoes] Neusrot by tomaten. Tuinbouruberichten, 35(8):328-330. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent, 42(2):489. 1972.
- PILL, W.G.; V.N.LAMBETH e T.M.HINCKLEY. 1978. Effects of nitrogen form and level on ion concentrations, water stress, and blossom-end rot incidence in tomato. J.Amer.Soc.Hort.Sci., Michigan, 103(2):265-268.
- PIMENTEL GOMES, F., 1973. Curso de Estatística Experimental. 7a. Ed., São Paulo, Livraria Nobel S.A., 430p.

- RALEIGH, S. M. e J.A. CHUCKA, 1944. Effect of nutrient ratio and concentration on growth and composition of tomato plants and on the occurrence of blossom-end rot of the fruit. Plant Physiology, Bloomington, 19:671-678.
- RIEUF, P., 1954. Au sujet du dessèchement apical (Blossom-end rot of tomatoes). Terre Maroc, 28:89-90. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent, 24(2):398. 1954.
- RIEUF, P., 1951. Le dessèchement de l'extrémité pistillaire de la tomate. (Blossom-end rot of tomatoes). Terre Maroc, 25:302-303. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent, 22(1):220. 1952.
- ROBBINS, W.R., 1937. Relation of nutrient salt concentration to growth of the tomato and to the incidence of blossom-end rot of fruit. Plant. Physiol, Bloomington, 12:21-50.
- SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. Instituto de Economia Agrícola. 1979. Prognóstico 79/80. 167p.
- SARRUGE, J.R. e H.P.HAAG, 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, Departamento de Química, ESALQ/USP. 56p.
- SAXENA, G.K.; S.J.LOCASCIO e J.B.LUCAS, 1975. Effect of N, P and K rates on response of cabbage and tomato grown on a coated clay soil of Guyana. Trop. Agric., Trinidad, 52:149-156.
- SHAIKWICH, C.F.; M.YAMAGUCHI e J.D.CAMPBELL, 1971. Nutrition and blossom-end rot of tomatoes as influenced by soil water regime. Can.J.Plant. Sci., Ottawa, 51:505-511.

- SPENCER, E.L., 1948. Blossom-end rot of tomatoes as affected by soil management practices. Market Grow J., 77, nº 7, (II,25). Apud Soils and Fertilizers, Farham Royal Bucks, 12(3):213. 1949.
- SPENCER, E.L. e J.R.BECKENBACH, 1949. Blossom-end rot of tomatoes. Cir. Fla.Agric.Exp.Stat. Circular S-6. 7p.
- SPURR, A.R., 1959. Anatomical aspects of blossom-end rot in the tomato with special reference to calcium nutrition. Hilgardia, Califórnia, 28:269-295.
- TANAKA, T.; L.M.M.FREITAS e K.B.TYLER, 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., Brasília, 5:117-123.
- TAYLOR, G.A. e C.B.SMITH, 1957. The use of plant analysis in the study of blossom-end rot of tomato. Proc.Amer.Soc.Hort.Sci., Itaca, 70:341-349.
- VILLALOBOS, D.C. e J.VILLALOBOS, 1947. Atlas de los Colores. Libr. El Ateneo, Buenos Aires, Argentina.
- WAGER, V.A., 1946. Blossom-end rot of tomatoes. Fmg.S.Afr., 21:309-312. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent, 16(4):257. 1946.
- WAISTER, P.D. e J.P.HUDSON, 1970. Effects of soil moisture regimes on leaf water deficit, transpiration and yield of tomatoes. J.Hort.Sci., Londres, 45:359-370.

- WARD, G.M., 1973. Causes of blossom-end rot of tomatoes based on tissues analyses. Canadian Journal of Plant Science, Ottawa, 53(1): 169-174.
- WARD, G.M., 1964. Greenhouse tomato nutrition a growth analysis studies. Plant and Soil, Martinus Nyhoff, 21:125-133.
- WARD, G.M., 1963. The application of tissue analyses to greenhouse tomato nutrition. Proc.Amer.Soc.Hort.Sci., Itaca, 83:695-699.
- WESTERHOUT, J., 1962. Relation of fruit development to the incidence of blossom-end rot of tomatoes. Neth.J.Agric.Sci., Wageningen, 10:223-234.
- WILCOX, G.E.; J.E.HOFF e C.M.JONES, 1973. Amonium reduction of calcium and magnesium content of tomato and sweet corn leaf tissue and influence of incidence of blossom-end rot of tomato fruit. J.Amer.Soc. Hort.Sci., Michigan, 98:86-89.