SINTOMAS DE VIRA-CABEÇA SÓ EM FRUTOS: EXPLICAÇÃO DO FATO COM BASE NO ESTUDO DE ALGUNS PARAMETROS RELACIONADOS COM A EPIDEMIOLOGIA DA DOENÇA

MARCELO AGENOR PAVAN

Engenheiro Agronomo

Orientador: DR. ALVARO SANTOS COSTA

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Agronomia, Area de Concentração: Fitopatologia.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Março - 1992

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

P337s

Pavan, Marcelo Agenor
Sintomas de vira-cabeça só em frutos; explicação do fato com base no estudo de alguns parâmetros relacionados com a epidemiologia da doença. Piracicaba, 1992.
93p. ilus

Tese - ESALQ
Bibliografia

1. Relação ~~vetor~~-hospedeiro-vetor 2. Relação virus-hospedeiro 3. Tomate - Doença 4. Vira-cabeça do tomateiro 5. Virus fitopatogênico. I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 632.44

SINTOMAS DE VIRA-CABEÇA SÓ EM FRUTOS: EXPLICAÇÃO DO FATO COM BASE NO ESTUDO DE ALGUNS PARÂMEROS RELACIONADOS COM A EPIDEMIOLOGIA DA DOENÇA

MARCELO AGENOR PAVAN

Aprovada em: 14.04.92

Comissão julgadora

Prof. Dr. Hiroshi Kimati	ESALQ/USP
Prof. Dr. Ivan Paulo Bedendo	ESALQ/USP
Prof. Dr. Chukichi Kurozawa	FCA/UNESP
Dr. Alvaro Santos Costa	IAC
Dr. Valdir Atsushi Yuki	IAC

Dr. Alvaro Santos Costa

Orientador

A minha esposa, Dalva

Aos meus filhos, Juliana e Marcelo

Aos meus pais, Vicente e Norma

D E D I C O

AGRADECIMENTOS

- A Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) - UNESP - "Campus" de Botucatu, pela oportunidade oferecida para a realização do curso de Pós-Graduação.

- A Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz" (ESALQ/USP), Departamento de Fitopatologia, pela oportunidade concedida para realização do Curso de Pós-graduação.

- A Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/PICD), pela bolsa de estudo oferecida.

- Ao Dr. Alvaro Santos Costa pela valiosa orientação, estímulo, apoio e sugestões prestadas durante a realização deste trabalho.

- Ao Prof. Dr. Chukichi Kurozawa pela amizade e sugestões apresentadas durante a execução deste trabalho.

- A Profa. Assist. Júlia Maria Pavan pela colaboração prestada para a realização das análises estatísticas deste trabalho.

- Aos docentes do Departamento de Fitopatologia da ESALQ/USP, pelos conhecimentos transmitidos, ajuda e amizade.

- A Sra. Rita de Cassia Colombara Gasparini, Secretaria do Departamento de Defesa Fitossanitária da FCA/UNESP, pelos serviços de digitação prestados e amizade.

- Aos pesquisadores Cesar Sperandio e Sonia M.A. de Oliveira, pelo valioso apoio e amizade.

- Aos funcionários do Departamento de Defesa Fitossanitária da FCA/UNESP: Técnicos: Norberto Vaz de Carvalho, Hercilio Antonio da Rocha; ao Auxiliar acadêmico Domingos Paulossi; ao Auxiliar de serviço José Martins Dias e Antonio Luiz Martins, pela ajuda prestada e pela amizade.

- A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

INDICE

Página

LISTA DE TABELAS x

LISTA DE FIGURAS xii

RESUMO xiv

ABSTRACT xvi

1. INTRODUÇÃO 1

2. REVISÃO DE LITERATURA 5

2.1. Aspectos gerais do vírus 6

2.1.1. Gama de hospedeiros 6

2.1.2. Sintomatologia e importância da doença 7

2.1.3. Plantas indicadoras 9

2.1.4. Estirpes do vírus de vira-cabeça do tomateiro 11

2.2. Aspectos gerais do tripes 15

2.2.1. Transmissor do VVCT 15

2.2.2. Biologia do tripes 16

2.3. Aspectos da relação hospedeiro x vírus ... 20

2.3.1. Fatores da planta que influenciam a infecção e a doença 20

2.3.2. Resistência varietal 21

2.3.3. Transmissão por semente 22

3. MATERIAL E METODOS 23

Pagina

3.1. Origem dos isolados de VVCT utilizados ... 23

3.1.1. Fonte dos isolados virais 23

3.1.2. Manutenção dos isolados virais 24

3.2. Caracterização dos isolados de VVCT através de sintomatologia em plantas hospedeiras e testes sorológicos 26

3.2.1. Sintomatologia em hospedeiros diversos 26

3.2.2. Testes sorológicos 26

3.2.3. Determinação da hipótese da ocorrência de variabilidade (estirpe) - baseado na sintomatologia de hospedeiros selecionados 27

3.3. Comportamento de cultivares de tomateiro de crescimento determinado e indeterminado quanto à suscetibilidade e ocorrência de infecção só do fruto 29

3.3.1. Em experimento de campo 29

Ensaio 1. Incidência em estádios iniciais 29

Ensaio 2. Incidência durante todo o ciclo 30

3.3.2. Em experimentos de casa-de-vegetação 32

3.4. Testes de transmissão com sementes de tomateiro com vira-cabeça restrito ao fruto e de frutos provenientes de plantas com invasão sistêmica 33

3.5. Relações entre tripes vetor do VVCT e cultivares de crescimento determinado e indeterminado de tomateiro 34

3.5.1. Incidência dos tripes em condições de campo 34

3.5.2. Testes de preferência em laboratório 35

Pagina

Ensaio No. 1 35

Ensaio No. 2 37

3.6. Testes de inoculação direta de flores de cultivares de tomateiro de crescimento determinado e indeterminado pelo confinamento de vetores virulíferos 37

4. RESULTADOS 39

4.1. Isolados de VVCT obtidos de infecção só do fruto produzem sintomatologia semelhante à dos isolados de fruto de plantas, invadidas sistemicamente ou obtidos de outras espécies suscetíveis quando inoculados mecanicamente em diversas hospedeiras e diferenciais 39

4.2. A suscetibilidade de cultivares de crescimento determinado é aproximadamente a mesma que a dos de crescimento indeterminado até os 45 dias após o transplante, mas as primeiras desenvolvem resistência de planta madura mais rapidamente 47

4.2.1. Vira-cabeça no estádio inicial da cultura do tomateiro em condições de campo 47

4.2.2. Vira-cabeça durante o ciclo da cultura do tomateiro em condições de campo 50

4.3. Resistência de planta fisiológicamente madura manifesta-se mais precocemente em cultivares de crescimento determinado do que nas indeterminadas, também sob condições de casa-de-vegetação 59

4.4. As cultivares de crescimento determinado apresentaram tomates com sintomas de VCT restritos aos frutos mais frequentemente . 59

4.5. Invasão só do fruto não é acompanhada por tendência para invadir as sementes 63

Pagina

4.6. O tripes vetor de vira-cabeça tem maior preferência por flores de tomateiro de crescimento determinado e indeterminado do que por folhas 63

4.6.1. Avaliação do relacionamento tripes x hospedeiro, em condições de campo 63

4.6.2. Avaliação da preferência do tripes por determinados orgãos do tomateiro, em condições de laboratório ... 64

4.7. O confinamento em flores do tripes vetor virulífero leva à infecção localizada do VVCT nos frutos de tomateiro 68

5. DISCUSSÃO 71

5.1. A variabilidade existente no complexo VVCT possivelmente não é o fator de infecção localizada em frutos de tomateiro 71

5.2. Resistência de planta fisiológicamente madura manifesta-se mais precocemente em cultivares de crescimento determinado e faz com que a frequência de frutos com infecção localizada seja aparentemente maior 73

5.3. A maior frequência de infecção do fruto em cultivares de crescimento determinado não leva à transmissão do VVCT por semente ... 75

5.4. A ocorrência do VVCT só no fruto do tomateiro resulta da inoculação direta da flor pelo tripes vetor virulífero 76

5.5. A espécie de tripes **Frankliniella schultzei** foi predominante nos ensaios realizados com VVCT em tomateiro, na região de Botucatu, e é provavelmente o vetor mais importante no país 78

6. CONCLUSÕES 80

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS 82

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
1	Isolados virais iniciais obtidos de tomateiros e demais plantas hospedeiras do VVCT em algumas regiões produtoras do Estado de São Paulo	25
2	Lista de plantas hospedeiras usadas para estudo de gama de hospedeiro para o vírus de vira-cabeça do tomateiro	28
3	Reação de hospedeiros diferenciais utilizados na comparação do VVCT de amostras coletadas no campo	41
4	Sintomas nas plantas hospedeiras diferenciadoras inoculadas com isolados de VVCT .	45
5	Estimativas da taxa aparente de infecção (r), durante os 51 dias iniciais no campo, de plantas infectadas com VVCT, em quatro cultivares de tomateiro, e submetidas à transformação pelo modelo de Gompertz. Fazenda Exp. São Manoel, safra novembro de 1989	51
6	Estimativas da taxa aparente de infecção (r), durante os 51 dias iniciais no campo, de plantas infectadas com VVCT, em quatro cultivares de tomateiro, submetidas à transformação pelo modelo de Gompertz. Fazenda Exp. Lageado, safra novembro de 1989	52
7	Estimativas da taxa aparente de infecção (r), a partir de dados obtidos através de avaliações periódicas de plantas infectadas com VVCT, em quatro cultivares de tomateiro, submetidas à transformação pelo modelo de Gompertz. Fazenda Exp. São Manoel, safra março de 1990	56

TABELA Pagina

8 Estimativas da taxa aparente de infecção (r), a partir de dados obtidos através de avaliações periódicas da percentagem de plantas infectadas com VVCT, em três cultivares de tomateiro, submetidas à transformação pelo modelo de Gompertz. Fazenda Exp. Lageado, safra março de 1990 57

9 Estimativas da taxa aparente de infecção (r), a partir de dados obtidos através de avaliações periódicas de plantas infectadas com VVCT, em três cultivares de tomateiro, submetidas à transformação pelo modelo de Gompertz. Fazenda Exp. Lageado, safra novembro de 1990 58

10 Incidência de VCT em cultivares de tomateiro de crescimento determinado e indeterminado, inoculadas mecânicamente em diferentes estádios de desenvolvimento 60

11 Cultivares de tomateiro avaliados quanto aos sintomas restritos a frutos, sob condições naturais de infecção do VVCT. Fazenda Exp. Lageado, safra março de 1990 .. 61

12 Cultivares de tomateiro avaliadas quanto aos sintomas restritos a frutos, sob condições naturais de infecção do VVCT. Fazenda Exp. São Manoel, safra março de 1990 62

13 Porcentagem de frutos com sintomas de VCT, em cultivares de tomateiro de crescimento determinado e indeterminado transmitido por tripes alimentados em flores 70

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Progresso da epidemia de vira-cabeça, em porcentagem, nos estádios iniciais em quatro cultivares de tomateiro, na Fazenda Exp. São Manuel-SP, plantio novembro de 1989	48
2	Progresso da epidemia de vira-cabeça, em porcentagem, nos estádios iniciais em quatro cultivares de tomateiro, na Fazenda Exp. Lageado-Botucatu, SP, plantio novembro de 1989	49
3	Progresso da epidemia de vira-cabeça, em porcentagem, causada por VVCT em quatro cultivares de tomateiro, na Fazenda Exp. São Manoel, São Manoel-SP, plantio março de 1990	53
4	Progresso da epidemia de vira-cabeça, em porcentagem, em quatro cultivares de tomateiro, na Fazenda Exp. Lageado-Botucatu, SP, plantio março de 1990	54
5	Progresso da epidemia de vira-cabeça, em porcentagem, em três cultivares de tomateiro, na Fazenda Exp. Lageado-Botucatu, SP, plantio novembro de 1990	55
6	Percentual de tripes por folha e flor nas cultivares e linhagem de tomateiro, aos 45 dias após transplante. Fazenda Exp. São Manoel, safra de novembro de 1989	65

FIGURA Pagina

7 Percentual de tripes por folha e flor de tomateiros, aos 45 dias após transplante. Fazenda Exp. Lageado-Botucatu, safra de novembro de 1989 66

8 Percentual de tripes por flor e folha destacadas de tomateiro, quanto a sua preferência, sob condições de ausência e presença de luz 67

9 Percentual de tripes por flor e folha destacadas de tomateiro e ervas daninhas hospedeiras do VVCT, quanto a sua preferência, sob condições de ausência e presença de luz 69

SINTOMAS DE VIRA-CABEÇA SÓ EM FRUTOS: EXPLICAÇÃO DO FATO COM BASE NO ESTUDO DE ALGUNS PARAMETROS RELACIONADOS COM A EPIDEMIOLOGIA DA DOENÇA

Autor: Marcelo Agenor Pavan

Orientador: Dr. Alvaro Santos Costa

RESUMO

Um dos aspectos curiosos do vira-cabeça do tomateiro é a multiplicidade de sintomas apresentados pelas plantas doentes. Em tomateiro de crescimento determinado, foram observados com maior frequência sintomas atípicos, ocorrendo em plantações nas regiões de Botucatu e de Presidente Prudente, SP. Os sintomas em plantas desses tomatais restringem-se aos frutos, enquanto que a parte vegetativa não apresenta sintomas visuais e não permite a recuperação do vírus através de inoculações em plantas indicadoras.

Das hipóteses aventadas e testadas para explicar esse fato, ficou comprovado que a ocorrência do VVCT só no fruto do tomateiro resulta da inoculação direta de flor pelo tripes vetor virulífero, e que a maior frequência de frutos com infecção localizada em tomateiros de cultivares de crescimento determinado ocorre em função

da manifestação precoce da resistência foliar de planta fisiologicamente madura em comparação com as cultivares de crescimento indeterminado, o que permite que as flores continuem a ser infectadas pelo vírus e não mais as folhas.

A variabilidade observada dentro dos isolados de VVCT de frutos e demais hospedeiras não indica conclusivamente que é responsável pela infecção isolada de frutos de cultivares de crescimento determinado. Na infecção restrita aos frutos também não se constatou tendência para invasão das sementes.

A espécie de tripes **Frankliniella schultzei** foi a predominante nos tomateiros dos ensaios e coletas realizadas nos campos experimentais e de produção na região de Botucatu, SP.

LOCALIZED SYMPTOMS OF TOMATO SPOTTED WILT VIRUS ON TOMATO FRUITS: EXPLANATION BASED ON THE STUDY OF SOME PARAMETERS RELATED TO DISEASE EPIDEMIOLOGY

Author: Marcelo Agenor Pavan

Adviser: Dr. Alvaro Santos Costa

ABSTRACT

The most outstanding fact revealed by Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV) is the wide range of symptoms caused in tomato plants.

Symptoms of TSWV confined to young and ripe tomato fruits, but not to leaves, were observed occurring in different regions of the state of São Paulo, Brazil. The virus is recovered from the infected fruit, but not from leaves, as shown by mechanical inoculation on several host plants. The frequency of fruit infection only is greater for determinate cultivars.

Through several tests it was concluded that the TSWV isolate could not account for localized fruit infection and that seeds from those fruits did not transmit the virus. Tomato flowers of determinate and indeterminate cvs can be infected by TSWV whem virus-carrying **Frankliniella schultzei** is confined on them. Both types of

tomatoes show the same degree of suscetibility to flower infection.

The apparent higher frequency of plants with fruit symptoms only in determinate plants that has beem recorded in field plantings and experimental is due to a mechanism of resistance associated with an earlier manifestation of mature plant resistance of determinate cultivars whem compared with indeterminate ones.

Thrips species **Frankliniella schultzei** was predominant in tomato fields in one of the studied regions.

1. INTRODUÇÃO

Em tomateiro, as doenças reduzem significativamente a produtividade e a qualidade dos frutos, podendo levar o agricultor ao fracasso. As viroses encontram-se entre as mais importantes doenças, destacando-se o vira-cabeça do tomateiro.

No Brasil esta doença foi constatada e descrita pela primeira vez por COSTA **et al.** (1938), demonstrando ser particularmente devastadora em anos recentes, na região de Campinas, SP, onde ocorre com maior incidência entre dezembro a abril, principalmente devido a proliferação de tripes vetores (COSTA **et al**, 1964; YUKI & COSTA, 1988). Em outras regiões, esta virose ocorre com muita frequência e ocasiona elevados prejuízos ao tomaticultor. Nas regiões produtoras de tomate, diversos fatores favorecem o aumento dos problemas com o vira-cabeça, tais como: inexistência de variedades resistentes, numerosas propriedades plantadas e distribuídas entre

pastagens e áreas urbanas, alem das ervas daninhas hospedeiras prevalentes nas áreas cultivadas. Além disso, merece destaque abordagens relacionadas a alguns aspectos etiológicos e epidemiológicos do vírus, e o inter-relacionamento vírus-hospedeiro-vetor para melhor manejo do vira-cabeça do tomateiro nas regiões produtoras.

O vírus de vira-cabeça do tomateiro (VVCT) apresenta propriedades características que o distingue de outros vírus, tais como: partículas esféricas com aproximadamente 85nm de diâmetro envolvidas em uma membrana; transmissão de maneira circulativa em determinadas espécies de tripes e alta instabilidade em extrato vegetal. Embora hospedeiros diferenciais e sintomatologia não sejam meios seguros como critérios de identificação de determinados vírus, no caso do VVCT, testes com transmissão do extrato em hospedeiros selecionados permitem grande segurança na sua identificação (FRANCKI & HATTA, 1981).

A presença do vírus de vira-cabeça do tomateiro caracteriza-se por multiplicidade de sintomas que podem variar, na mesma espécie hospedeira, com a idade, estado nutricional da planta, variedade, condições ambientais, bem como com a estirpe do vírus (COSTA, 1947). No tomateiro, os sintomas mais característicos são um súbito bronzeamento das folhas jovens, seguido por uma paralização do crescimento da planta. Mais tarde, as folhas

tornam-se distorcidas e são comuns áreas necróticas (FRANCKI & HATTA, 1981). Os frutos formados após a infecção podem desenvolver áreas com manchas necróticas ou pálidas, em forma de círculos (SAMUEL **et al.**, 1930).

A doença pode ocorrer em plantas de qualquer idade, sendo mais comum nos primeiros dois meses após o transplante das mudas para o campo, podendo levar até à morte das plantas.

Em plantações comerciais e em campos experimentais, nas regiões de Botucatu e de Presidente Prudente, Estado de São Paulo, têm-se observado com maior frequência sintomas atípicos nos tomateiros de crescimento determinado causados pelo vírus de vira-cabeça do tomateiro. Os sintomas restringem-se aos frutos que se manifestam sob a forma de numerosas manchas necróticas, irregulares ou em anéis concêntricos de coloração parda a vermelha, característicos da virose. A parte vegetativa não apresenta nenhum sintoma visual e não foi possível recuperar o vírus (PAVAN & KUROZAWA, 1988)[1]. Diante desses fatos, três hipóteses foram levantadas: a) ocorrência de uma estirpe do vírus; b) resistência do hospedeiro durante

---

[1] PAVAN, M.A. & KUROZAWA, C. Novo tipo de sintoma em tomate de crescimento determinado, induzido pelo vírus de vira-cabeça do tomateiro. Trabalho apresentado ao 21o. Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Salvador, 1988.

a fase de crescimento vegetativo; c) especificidade da relação hospedeiro-vetor.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O vírus de vira-cabeça do tomateiro-VVCT (Tomato Spotted Wilt Virus - TSWV) tem despertado grande interesse dos fitopatologistas, principalmente pelas elevadas perdas que a doença pode causar em um grande número de cultivares importantes, pela grande gama de hospedeiros e pela sua transmissão por tripes (BEST, 1968; SMITH, 1972). Contudo, apesar de extensivas pesquisas, pouco se conhece de suas características, principalmente as propriedades químicas e físicas do vírus (MATTHEWS, 1979). Segundo BEST (1968) isto se deve a sua instabilidade **in vitro**, o que dificulta sobremaneira o seu isolamento (suficiente com alta purificação) para estudos criteriosos. Nesta revisão, serão contemplados os aspectos gerais do vírus, especialmente aqueles que nos levem a melhor compreensão da relação vírus-vetor-hospedeiro.

2.1. Aspectos gerais do vírus

2.1.1. Gama de hospedeiros

O VVCT tem muitos hospedeiros e uma relação foi compilada por BEST (1968) que incluiu 157 dicotiledoneas e 6 monocotiledoneas pertencentes a 29 e 5 famílias, respectivamente. Hospedeiros adicionais, em que o vírus tem sido isolado posteriormente a 1968, foram listados por FRANCKI & HATTA (1981), constituídos por 11 espécies (**Nerium aleander** L., **Carica papaya** L., **Ageratum houstonianum**, **Belamcandra chinensis**, **Duboisia leichhardtii**, **D. leichhardtii** x **D. myoporcides** R. Br., **Datura ferox** L., **Stachys arvensis** L., **Acanthospermum hisipidum** DC, **Bidens pilosa** L. e **Cynara scolymus** L.).

CHO **et al.** (1986) coletaram nas regiões produtoras de tomate e alface do Havaí, nove mil amostras para análise do vírus de vira-cabeça do tomateiro através do teste de sorologia de ELISA. Destas, quarenta e quatro espécies de plantas, representando 16 famílias, estavam infectadas com VVCT. Vinte e cinco espécies foram consideradas importantes fontes do vírus e vinte e quatro como novas hospedeiras. CHO et al. (1987) coligiram uma lista de hospedeiras suscetíveis ao VVCT e incluíram como novas hospedeiras: **Begonia** x **hiemalis** com base no trabalho de BARNES & HALLIWEL (1985), **Nicotiana benthamiana** Domin de GONSALVES & TRUJILLO (1986), **Hydsangia macrophylla** 'Imaculata' Ser., **Portulaca oleracea** L., **Senecio jacobea**

L., **Solanum triflorum** Nutt e **Tribulus terrestris** L. de ALLEN **et al.** (1983).

BARRADAS **et al.** (1979) verificaram que **Solanum lycocarpum, S. mammosum** e **S. robustum**, quando inoculadas com o vírus de vira-cabeça do tomateiro, manifestaram sintomas da doença.

O chuchu (**Sechium edule**) recentemente foi relatado no Brasil como nova espécie hospedeira do vírus de vira-cabeça do tomateiro (SILVEIRA JR. **et al.**, 1985).

2.1.2. Sintomatologia e importância da doença

Uma das características pendentes do vírus é a grande variação de sintomas apresentados e descritos no mesmo hospedeiro. Os sintomas podem variar, em algumas espécies hospedeiras, com a idade e estado nutricional da planta, bem como com as condições ambientais. Com a descoberta da existência de estirpes do vírus, elucidaram-se dúvidas sobre muitas destas variações serem devido a diferença da propagação de cada estirpe presente.

Vira-cabeça do tomateiro é uma das doenças mais importantes em lavouras de tomateiro e fumo de numerosas regiões. Segundo SAMUEL **et al.** (1930), em tomate, os sintomas mais característico são uma forte clorose nas folhas jovens de cor castanha, seguido de uma paralisação no desenvolvimento da planta. Mais tarde, as folhas apresentam-se deformadas e com áreas necróticas no limbo,

no peciolo e na haste da planta. Frutos formados após a infecção podem desenvolver manchas anelares ou mosqueados. FRANCKI & HATTA (1981) verificaram que espécies de **Nicotiana** usualmente desenvolvem clorose em folhas jovens e com a intensificação dos sintomas ocorre distorção de folhas, necrose e pode ocorrer paralisação no desenvolvimento da planta. As plantas jovens, se infectadas, podem ter sintomas especialmente severos e podem morrer. Tomateiro, fumo e outras espécies hospedeiras, quando infectadas com VVCT, tendem a desenvolver sintomas mais severos em um lado da planta, resultando em um desenvolvimento assimétrico.

Em adição a tomateiro e fumo, o VVCT pode causar danos em diversas outras plantas das várias famílias. Em solanáceas incluindo batata (**Solanum tuberosum** L.), berinjela (**S. melangena** L.) e pimenta (**Capsicum** spp.); em Fabaceae, o vírus tem sido relatado em amendoim (**Arachis hypogaea** L.) causando sérios danos, tremoso (**Lupinos** sp.), ervilhas (**Pisum sativum**), feijão-de-vagem (**Phaseolus vulgaris** L.) e caupi (**Vigna sinensis** (Tomer) Savi); em Asteraceae, provavelmente a mais afetada é a alface (**Lactuca sativa** L.). Segundo YUDIM (1984), no Havaí a doença tem sido particularmente devastadora nos últimos anos, quando perdas de 50% a 90% tem ocorrido na produção de alface e tomate.

Um grande número de plantas ornamentais do grupo das Asteraceas são suscetíveis ao VVCT, incluindo

cravo-de-defunto anual (**Clendula officinalis** L.), **Zinnia elegans** Jacq., **Aster** sp. e **Cineraria** sp. Suscetível perene como Chrysanthemum sp., **Gerbera** sp. e particularmente **Dahlia variabilis** (Willd.) desf. são provavelmente importantes fontes de inóculo em que a doença pode permanecer de ano para ano. A mais importante monocotiledonea suscetível ao VVCT é o abacaxi (**Ananas comosus** L. Merr.) em que a doença tem sido referida como manchas amarelas do abacaxi (CARTER, 1939). Muitas monocotiledoneas ornamentais perenes podem ser infectadas por VVCT e podem representar importantes reservatórios do vírus (BEST, 1968).

2.1.3. Plantas indicadoras

Para identificação do vírus, plantas hospedeiras diferenciadoras tem sido utilizadas e cada pesquisador individualmente tem suas preferências. Destas, a **Petunia** sp é uma das mais utilizadas, por desenvolver sintomas rapidamente, em condições favoráveis, de 2 a 4 dias (IE, 1970). COSTA & CARVALHO (1960) relatam a erva-daninha beldroega (**Portulaca oleracea** L.), como reservatório do vírus e espécie indicadora preferencial.

FRANCKI & HATA (1981) utilizaram preferencialmente algumas espécies de **Nicotiana** como indicadoras para o VVCT. Eles utilizaram **N. tabacum** cv. Xanthi, **N. glutinosa** e **N. tabacum** cv. White Burley por

serem sensíveis em condições de casa-de-vegetação.

Contudo, outros pesquisadores têm preferência por outras espécies indicadoras, determinadas por numerosos fatores que podem favorecer a sua utilização. COSTA & FORSTER (1942) concluíram que **Nicotiana passiculata** L. é a hospedeira que melhor se presta para estudo de lesões locais. As lesões locais obtidas são muito nítidas e começam a ser visíveis em torno de 4 dias após inoculação. **Petunia** sp, **Nicandria physaloides** e **Nicotiana glutinosa** manifestam-se também através de lesão local quando inoculadas com o VVCT, mas em **Petunia** sp. é pouco numerosa.

Segundo ALLEN **et al.** (1983), isolados de VVCT, obtidos no campo a partir de **Hydrangea macrophylla**, **Senecio jacobea**, **Tribulus terrestris** e **Portulaca oleracea**, quando inoculados mecanicamente em **Datura stranronium**, **Gomphrena globosa**, **Lycopersicon esculentum**, **Nicotiana glutinosa**, **N. tabacum**, **Petunia hybrida** e **Vinca rosea** reagiram com lesão local, enquanto que o sintoma sistêmico somente foi expresso em **Cucumis sativus** e **Lathynus odorates**.

O vírus causal do mosqueado que ocorre em melancia no Japão foi identificado por IWAKI **et al.** (1984) como VVCT com base em reação de hospedeiro, morfologia da partícula, transmissão por tripes e instabilidade no extrato. As reações observadas em **Cucumis sativus** foram manchas cloróticas nas folhas do baixeiro e depois clorose marginal nas folhas do ponteiro, além de folhas em forma de

cálice para cima e para baixo. **Cucurbita pepo**, **C. maxima**, C. **maxima** x **C. moschata**, **Cucumis** melo e C. melo var. comum são infectados sistêmicamente com o vírus e mostraram os sintomas descritos em **Cucumis sativus**. Em relação aos demais isolados de VVCT, o isolado da melancia diferiu por apresentar invasão sistêmica em cucurbitáceas.

2.1.4. Estirpes do vírus de vira-cabeça do tomateiro.

Estirpes com diferentes propriedades biológicas têm sido isoladas verificando-se que seu genoma pode recombinar e produzir um novo espectro de variantes (BEST, 1968). A observação de alguns isolados do vírus com relação a seu aspecto epidemiológico tem sugerido que o VVCT pode se adaptar a diferentes grupos de espécies hospedeiras. A.S. COSTA (1989)[1] constatou que algumas estirpes do VVCT se adaptaram a solanáceas, outras, a feijão e ainda outras, a cucurbitáceas.

O reconhecimento da existência de estirpes pela variação de sintomas é possível, mas a influência do efeito ambiental, especialmente temperatura, e do hospedeiro é grande no grau de sua agressividade (BEST, 1968).

---

[1] A.S. COSTA (IAC) - Instituto Agronômico de Campinas, Campinas). Comunicação Pessoal, 1989.

SMITH (1932), estudando o virus de vira-cabeça do tomateiro, confirmou variabilidade nos sintomas, mas a atribui à variação das condições ambientais.

BEST & GALLUS (1950, 1953) caracterizaram seis estirpes usando três indicadoras, **Lycopersicon esculentum** var. Dwarf Champion, **Nicotiana glutinosa** e **Nicotiana tabacum** var. Blue Pryor. Foram designadas pelas letras A, B, C, C1, C2, D e E respectivamente. Em **Lycopersicon esculentum** var. Dwarf Champion, todas as estirpes atuaram de modo sistêmico, mas podem ser identificados três grupos de acordo com o sintoma desenvolvido: 1) produção de necrose severa acompanhada de uma pigmentação púrpura (estirpes A,B,C); 2) muitas manchas necróticas, mas sem pigmentação, manchas anelares ou desenhos formados por linhas paralelas (estirpes C1, C2 e D); 3) nenhuma necrose visível e sem pigmentação (estirpe E). A estirpe A distingue-se das demais por ser a única que produz necrose apical na invasão sistêmica em tomateiro. Estirpe D é caracterizada por formar pigmentos de cor púrpura ao longo de pecíolos e nervuras. Em folhas inoculadas de **Nicotiana glutinosa**, as estirpes A, B e C produzem lesões necróticas, em forma de disco e pigmentadas; estirpe C1 produz lesões anelares amarelas com necrose somente nas bordas das folhas; estirpes C2 e E produzem manchas anelares amarelas e não necróticas. Estirpes A e B não invadem sistêmicamente **N. glutinosa**, enquanto que todas as outras a fazem. Em **N. tabacum** (Blue

Pryor) a estirpe A é a única que não invade sistemicamente. Estirpe B causa necrose no pecíolo e haste, acompanhada por forte pigmentação castanha, particularmente em um lado da planta. Causa também arqueamento para baixo do ponteiro e depois leva a planta à morte.

Outras variantes, diferenciadas em função da severidade dos sintomas, têm sido obtidas. Algumas estáveis e importantes são citadas na literatura como as estirpes TB (seca do ponteiro), N (necrótica), R (mancha anelar), M (fraca) e VM (muito fraca) por NORRIS (1946). TOMARU **et al.** (1982), comparando um isolado de VVCT de tomateiro com um isolado de tabaco, constataram que o primeiro provocou severo sintoma necrótico em tomateiro, **Datura stramonium**, e tabaco, e o segundo mostrou sintomas fracos como mosqueado, enfezamento e manchas necróticas em tomateiro e tabaco e nenhum sintoma sistêmico em **D. stramonium**. Daí, os autores aventaram a hipótese desses isolados constituirem-se estirpes diferentes.

Todas essas variantes têm sido caracterizadas somente com base nas suas propriedades biológicas e nenhum dado é avaliado em virtude da ocorrência de possível diferença em suas propriedades físicas e químicas. Esses dados são necessários para um melhor entendimento dos grupos de isolados do vírus e que, atualmente, são referidos como variantes do VVCT (FRANCKI & HATA, 1981).

WANG & GONSALVES (1990), comparando 30 isolados de VVCT, obtidos em vários países através de reação sorológica realizada em teste direto de "ELISA" (Imunoadsorção com Enzima Ligada ao Anticorpo), concluíram que alguns isolados fora dos U.S.A. podem ser categorizados dentro de um sorogrupo distinto. AVILA **et al.** (1990) compararam sorologicamente 20 isolados do VVCT através do teste de ELISA, envolvendo cinco diferentes procedimentos: a) anti-soro policlonal contra proteína do nucleocapsídeo obtido em coelho; b) anti-soro monoclonal obtido em camundongo; c) anti-soro de duas proteínas do nucleocapsídeo N1 e N2; d) anti-soro de quatro glicoproteínas G1 a G4; e) anti-soro contra VVCT-CNPH, distinguindo-os em dois sorogrupos. Dezesseis pertenceram ao sorogrupo I e identificados como isolados do sorotipo I, e os quatros restantes formaram sorogrupo II e foram agrupados dentro dos sorotipos II e III.

LISA **et al.** (1990) obtiveram isolados de VVCT de **Anemone coronaria, Ranunculus asiaticus, Eustoma grandiflorum**, pimenteira e tomateiro, no norte da Itália, e através dos sintomas nas hospedeiras e com base nos testes sorológicos sugeriram a presença de 2 estirpes do vírus. Sendo uma considerada severa porque foi facilmente detectada por "ELISA" e a outra, fraca, que embora a microscopia eletrônica revelasse a presença de numerosas partículas no tecido hospedeiro, não foi detectada por teste de "ELISA".

2.2. Aspectos gerais do tripes

2.2.1. Transmissor do VVCT

O VVCT parece ser somente transmitido por tripes (Thysanoptera). Segundo SAKIMURA (1962), somente quatro espécies de tripes têm sido demonstradas quanto a sua capacidade de transmitir o vírus, e relatos de outras espécies podem ser devido a má identificação. As quatro espécies consideradas até então são **Thrips tabaci** Lindeman (PITTMAN, 1927); **Frankliniella schultzei** Trybom (SAMUEL et al., 1930); **F. occidentalis** Pergande (GARDNER et al., 1935); e **F. fusca** (SAKIMURA, 1963). Recentemente outras duas foram identificadas, **Scirtothrips dorsalis** Hood (RAO et al., 1981) e **Thrips sitosus** Moulton (KOBATAKE et al., 1984).

No Brasil, o vírus de vira-cabeça é transmitido por uma espécie de tripes do gênero **Frankliniella**, que tem sido referida como **F. paucispinosa** (COSTA et al., 1964). DE SANTIS (1970), em uma nota sobre **F. schultzei**, estabelece que a espécie **F. paucispinosa** que ocorre na América do Sul é sinonímia de **F. schultzei**. Também, COSTA et al. (1964) relatam que a espécie **Thrips tabaci** ocorre comumente em plantações de cebola em São Paulo e é vetor do vírus em outros países. Nas culturas de tomateiro do Estado de São Paulo não parece ter importância como vetor de vira-cabeça.

Observações originais feitas por BALD & SAMUEL (1931) e por LINFORD (1932), afirmando que o VVCT pode ser adquirido somente na fase larval do tripes, têm sido confirmadas por outros trabalhos (COSTA & FORSTER, 1941; SAKIMURA, 1963). O período mínimo para aquisição do vírus pelo *T. tabaci* parece ser de 15 minutos. A eficiencia de transmissão aumenta com o tempo de alimentação e a inoculação do vírus pode ser conseguido por alimentação superficial em células da epiderme da folha (SAKIMURA, 1962; 1963). O período de latência e de 4 a 10 dias, dependendo da espécie vetora. O vetor apresenta máxima infectividade após 22 a 30 dias da aquisição e, algumas vezes, retém o vírus a vida toda, mas não transmite o vírus para a sua progênie (IE, 1970).

Transferências sucessivas do VVCT em plantas, através de inoculações mecânicas, fazem com que o isolado perca a habilidade de ser transmitido por tripes (PALIWAL, 1976).

2.2.2. Biologia do tripes

Tripes se alimentam em muitas partes da planta, exceto em raízes, mas eles usualmente se concentram em tecidos de desenvolvimento rápido, como folhas jovens, flores e brotações terminais. Poucas espécies se distribuem por toda a planta, exceto em Liliaceae, em que **Thrips tabaci** afeta bulbos, folhas e flores. Portanto, muitas

espécies se concentram em parte do hospedeiro (LEWIS, 1973). Adultos e larvas de diversas espécies de tripes são encontrados somente em flores, onde eles se alimentam por sucção do conteúdo do grão de pólem e provavelmente do suco celular de outros tecidos da flor como ao redor da base da antera e de frutos em desenvolvimento (KIRK, 1984).

Frankliniella é um gênero que inclui espécies em que a maior parte vive em flores, causando danos em flores e deformação nos frutos (PALMER **et al.**, 1989). Estudos de PALMER **et al.** (1990) com **F. schultzei**, vetor de maior importância em amendoim na India, revelaram que, em condição de campo, a sua concentração em planta é maior nas flores. YUDIN **et al.** (1988) encontraram um maior número de tripes colonizando plantas com flores do que sem. Segundo os autores, os resultados não causaram surpresa, porque a espécie de tripes mais abundante associada aos seus estudos, **F. occidentalis**, alimenta-se em polem e é típicamente associada a flores. Nos ensaios realizados, foi observado que a remoção das flores reduziu a colonização do tripes na planta. Isto porque as flores podem causar aumento na atração do tripes pela planta ou aumentar a sua retenção, ou ambas.

Dos vetores do VVCT conhecidos, **Frankliniella schultzei** é uma espécie comum em flores e está amplamente distribuída no hemisfério Sul, **F. occidentalis** é um tripes de flor e está distribuída na América do Norte. **Thrips tabaci**, conhecida como tripes da

cebola, é cosmopolita e comum em muitas regiões onde o vírus está presente e **F. fusca**, tripes do tabaco, com maior distribuição na América do Norte (SAKIMURA, 1960).

Outro aspecto morfologico que influencia a colonização dos tripes é a cor de determinados orgãos da planta. CARTER (1939) demonstrou que os tripes têm preferencia por **Emilia sonchifolia** doente, comparada com plantas sadias. Os autores sugerem que os tripes têm preferência a esta, porque as plantas mostram uma cor verde-pálido e suas folhas ao se enrolarem dispõem-se satisfatoriamente como refúgio. Também plantas de emilia ao serem infectadas com VVCT exibem manchas anelares cloróticas amarelas e são geralmente verde-claras e podem ser mais atrativas para o tripes do que o verde-escuro de plantas sadias. Como em emilia, YUDIN **et al.** (1987) observaram preferência dos tripes por plantas de alface infectada à sadia no ciclo final da cultura (semanas antes da colheita). Alface infectada com VVCT em estádios tardios desenvolve formas claras de verde em suas folhas. Em ensaios realizados pelos autores acima, para observar a preferência do tripes a cores, foi demonstrado que cores claras (amarelo e verde-claro) são mais atrativas que cores escuras (verde-escuro). Atração por cores claras pelos tripes pode ser responsável pelo elevado número encontrado em emilia e alface infectadas (YUDIN **et al.**, 1987).

O aumento da colonização de tripes, causado

por flores ou cores de planta, pode ser devido, em parte, à acuidade visual. LEWIS (1959) demonstrou que a cor influencia o modelo de colonização dos tripes. Usando armadilhas coloridas para estimular populações de tripes em campo de trigo, verificou que diferentes cores atraem diferentes espécies. Mais tarde, LEWIS (1973) notou que, com ventos fracos, algumas espécies de tripes podem se orientar em direção a superfície escolhida. IRWIN & YEARGAN (1980) usaram armadilhas de cor verde para estimular a população de tripes a se localizarem fora do campo de soja. MOFFITT (1964) coletou grande número de **F. occidentalis**, em pomar de pera, com armadilhas de cor branca. YUDIN **et al.** (1987) observaram que em armadilhas de cor branca, amarela e azul foi possível capturar maior número de tripes do que em armadilhas de cor vermelha, laranja, verde e violeta. O amarelo é particularmente atrativo (YUDIN **et al.**, 1987), e o grande aumento da população devido a flores é visto em **Verbesina encelioides**, que apresenta flores amarelas e grandes. Embora a cor pareça influenciar a resposta dos tripes, outros autores insinuam que o odor pode ser também importante (MULLIGAN & KEVAN, 1973).

2.3. Aspectos da relação hospedeiro x vírus

2.3.1. Fatores da planta que influenciam a infecção e a doença

Comumente folhas muito jovens e velhas são menos suscetíveis que folhas jovens bem desenvolvidas. Pode-se fazer um gradiente de suscetibilidade com a idade e indicar a alteração da suscetibilidade das folhas individualmente, com o tempo. Em **Nicotiana glutinosa** com 8-10 folhas bem desenvolvidas, o vírus do mosaico do tabaco (Tabaco mosaic virus - TMV) produz mais lesão local em folhas medianas e baixeiras do que em folhas jovens, diferindo do modelo acima descrito (MATHEWS, 1981). O vira-cabeça pode se manifestar em plantas de qualquer idade, mas plantas novas são mais suscetíveis à moléstia, pois adquirem certa resistência à medida que aumenta sua idade. Geralmente, é durante os primeiros 40 e 50 dias após o transplante que há maior incidência de vira-cabeça em uma plantação (COSTA **et al.**, 1964).

Em uma maturação normal de tabaco e tomate, quando inoculados com TMV em folhas jovens, as folhas velhas do baixeiro podem não ser infectadas pelo vírus, a não ser quando inoculadas diretamente. Com o aumento da idade, há uma grande tendência para a infecção permanecer localizada, pois a idade fisiológica é um fator de significância. Quando plantas de batata são infectadas com

o vírus X da batata, sob condições naturais ou por inoculação mecânica no final do ciclo, alguns tubérculos podem permanecer livres do vírus (MATHEWS, 1981). BEEMSTER (1966) encontrou que a proporção de tuberculos e botões florais infectados com o vírus Y da batata está rigorosamente relacionada com o tempo em que a planta foi inoculada.

2.3.2. Resistência varietal

Fontes para resistência ao VVCT têm sido constatadas em **Lycopersicon** spp e esforços tem sido feitos para introduzir esta resistência a cultivares comerciais de tomateiro. Espécies selvagens como **L. peruvianum**, **L. glandulosum** (CZUBER & MICZYSSKI, 1978; NAGAI **et al.**, 1984). e **L. hirsutum** (ARAUJO et al., 1983) mostraram ser resistentes a vira-cabeça. Vários cultivares comerciais ditos resistentes à virose como Pearl Harbour, PI/P2, Platense, Manzana, Anahu, Rei Humberto e Rey de los Tempranos, quando testados, em condições de campo e casa-de-vegetação no Estado de São Paulo, não apresentaram resultados satisfatórios quanto à resistência à doença (NAGAI, 1975). Os poucos sucessos parecem ser devido ao fato da resistência ser determinada por genes que controlam cada uma das cinco estirpes do vírus (BEST, 1968).

2.3.3. Transmissão por semente

O VVCT aparentemente é capaz de invadir todos os órgãos vegetais e tecidos da planta sistemicamente, inclusive suporta células em fase de mitose (FRANCKI & GRIVELL, 1970). IE (1973), examinando tecidos de antera de **Tropaeolum majus** L., detectou particulas do virus em tecidos endoteliais e foi incapaz de detectar em grãos de polem.

Foi relatada a transmissão do VVCT atraves de semente por JONES (1944) em **Cineraria** sp e não confirmada por CROWLEY (1957). Segundo COSTA **et al.** (1964), o vírus de vira-cabeça do tomateiro não é transmitido através da semente. REIFSCHNEIDER **et al.** (1989) encontraram o virus em vagens e tegumento externo da semente, em adição a haste e folhas de ervilhas. Transmissão por semente não foi observada.

3. MATERIAL E METODOS

3.1. Origem dos isolados de VVCT utilizados

Com o propósito de se conhecer a variabilidade do complexo VVCT, nas condições do Estado de São Paulo, e poder compará-lo com os isolados obtidos de frutos (sintoma restrito ao fruto), foram identificados e diferenciados os isolados coletados.

3.1.1. Fonte dos isolados virais

Em plantas de tomate de crescimento determinado, foram coletados frutos jovens e maduros que apresentavam numerosas manchas necróticas irregulares ou anéis concêntricos e manchas alternadas de vermelho e amarelo, características da virose, em algumas regiões produtoras de tomate do Estado de São Paulo, principalmente em Botucatu e Presidente Prudente.

Tambem folhas novas, foliolos e frutos de tomate de crescimento determinado e indeterminado, outras plantas cultivadas e ervas daninhas hospedeiras do VVCT com sintomas tipicos foram coletados nos campos de produção (Tabela 1).

As amostras foram acondicionadas em plásticos e transportadas para laboratório de análise viral.

3.1.2. Manutenção dos isolados virais.

Os vírus, das amostras obtidas, foram transmitidos mecanicamente para **Nicotiana rústica**, cultivar pré-selecionada pelas suas características de suscetibilidade ao vírus de vira-cabeça do tomateiro (AVILA **et al.**, 1990; GRACIA & FELDMAN, 1978; VERKLESS & PETERS, 1983). O inóculo constituiu-se de amostra vegetal triturada em almofariz, a frio, em tampão de fosfato a 0,05M, pH 7,0, com sulfito de sódio a 0,01M. Procedeu-se à inoculação mecânica nas folhas verdadeiras, previamente polvilhadas com Carborundum (600 mesh). Como fonte de inóculo, os isolados foram mantidos "in vivo" em **N. rústica**, em condições de casa-de-vegetação.

A manutenção "in vitro" foi feita a partir de folhas primárias de **N. rústica** com sintomas da virose, finamente picadas e dessecadas a 4oC. Esse material foi transferido para frascos com sílica gel, com indicador de

TABELA 1. Isolados virais iniciais obtidos de tomateiros e demais plantas hospedeiras do VVCT em algumas regiões produtoras do Estado de São Paulo.

ISOLADOS	HOSPEDEIROS ORIGINAIS	MUNICIPIO DE ORIGEM
Commelinaceae		
Tr-056	Trapoeraba (**Commelina benghalensis** L.) - Folha	Botucatu
Compositae		
Me-017	Meloso (**Gammochaeta spicata**) (Lam.) (abr.) - folha	Sao Manoel
Cc-018	Carrapicho-de-carneiro (**Acanthospermum hisipidum** D.C) - folha	Sao Manoel
Af-024	Alface - folha	Sao Manoel
Pb.044	Picão-branco (**Galinsoga parviflora** Cav.) - folha	Sao Manoel
Af.059	Alface - folha	Botucatu
Af.082	Alface - folha	Sao Manoel
Se-057	Serralha (**Sonchus oleraceus** L.) - folha	Botucatu
Leguminosae		
Am-041	Amendoim - folha	Botucatu
So-087	Soja - folha	Botucatu
Malvacea		
Gu-045	Guanxuma (**Sida spinosa** L.) - folha	Sao Manoel
Portulacaceae		
BL-073	Beldroega (Portulaca oleracea L.) - folha	Botucatu
Solanacea		
Pi-001	Pimenta - folha	Botucatu
To-006	Tomateiro determinado - fruto	Botucatu
To-011	Tomateiro - folha	Sao Manoel
To-012	Tomateiro - folha + fruto	Sao Manoel
To-013	Tomateiro - folha	Sao Manoel
To-015	Tomateiro - folha + fruto	Sao Manoel
Pm-016	Pimentão - folha	Sao Manoel
To-019	Tomateiro - folha	Sao Manoel
To-020	Tomateiro - folha	Sao Manoel
Be-049	Berinjela - folha	Sao Manoel
To-053	Tomateiro - folha	Botucatu
To-060	Tomateiro - folha	Presidente Prudente
To-061	Tomateiro - folha	Sao Manoel
To-063	Tomateiro - folha	Botucatu
To-065	Tomateiro - folha	Botucatu
To-070	Tomateiro - folha	Presidente Prudente
Pm-083	Pimentão - folha	Areialva
Pi-084	Pimenta - folha	Presidente Prudente
To-086	Tomateiro - fruto	Presidente Prudente
To-137	Tomateiro determinado - fruto	Presidente Prudente

umidade. Os frascos foram mantidos a -20oC e o material foi renovado periodicamente.

3.2. Caracterização dos isolados de VVCT através de sintomatologia em plantas hospedeiras e testes sorologicos.

3.2.1. Sintomatologia em hospedeiros diversos

Para caracterização de isolados, foram utilizadas quinze espécies que apresentam reações características quando infectadas com o VVCT (Tabela 2). As plantas foram inoculadas mecanicamente com o extrato obtido de folhas de **N. rustica** que apresentavam sintomas, conforme procedimento anteriormente descrito. Os sintomas foram observados diaramente, durante 30 dias, a partir da inoculação, e comparados com os registrados na literatura disponível (COSTA **et al.**, 1942; BEST, 1968; IE, 1970; ALLEN **et al.**, 1983; IWAKI **et al.**, 1984; SILVEIRA **et al.**, 1985).

3.2.2. Testes sorológicos

Utilizando-se anti-soro preparado contra VVCT, cedido pelo CNP-Hortaliças, EMBRAPA, Brasilia, DF, foram efetuados testes sorológicos de dupla difusão em ágar de acordo com REIFSCHNEIDER **et al.** (1989). Os testes foram conduzidos em placas de Petri de 6cm de diâmetro, com 6ml de meio preparado com água destilada, 0,8% de ágar "Nobre" e 1,0% de azida sódica. Para os testes, os antígenos

estavam contidos nos extratos foliares preparados a partir de **N. rústica** infectada. As amostras foliares foram individualmente trituradas em almofariz, na presença de tampão de fosfato 0,02M, pH 7,0 com 0,1% de sulfito de sódio, preparação de 1:1 (p/v) e cada extrato foi filtrado em gase. As placas foram mantidas em atmosfera saturada a 24oC por 18 horas, e as observações para constatar visualmente as linhas de precipitação foram efetuadas em caixa preta provida de aberturas circulares superiores e incidência de luz fluorescente de ambos os lados, obliquamente, por baixo.

3.2.3. Determinação da hipótese da ocorrência de variabilidade (estirpe) - baseada na sintomatologia de hospedeiros selecionados

A partir de folhas de **N. rústica** com sintomas de mosaico, manifestado após a transmissão mecânica, preparou-se extratos em tampão de fosfato a 0,05M, pH 7,0, com sulfito de sódio a 0,01M. Extrato de cada isolado obtido (Tabela 1) foi empregado individualmente com o objetivo de separação definitiva dos isolados em grupos ou estirpes. Essa etapa consistiu na inoculação em hospedeiras que respondem diversamente à inoculação, seja com infecção sistêmica, seja com lesões locais cloróticas e/ou necróticas ou com a ausência de ambas. As espécies e cultivares foram **P. hybrida**, **L. esculentum** var. "Kada", **N. glutinosa**.

Tabela 2: Lista de plantas hospedeiras usadas para estudo de gama de hospedeiro para o virus de vira-cabeça do tomateiro.

Amaranthaceae

- **Gomphrena globosa** L.

Chenopodiaceae

- **Chenopodium amaranticolor** Coste & Reyn.

Cucurbitaceae

- **Cucurbita pepo** Caserta

Leguminosae

- **Phaseolus vulgaris** L. Jalo e Manteiga

Solanaceae

- **Datura stramonium** L.
- **Lycopersicon esculentum** Mill. Kada, A-72, A-30
- **Nicandra physaloides** Gaerth
- **Nicotiana benthamiana**
- **Nicotiana clevelandii**
- **Nicotiana glutinosa** L.
- **Nicotiana rústica** L.
- **Nicotiana sylvestris** Speg. et Comes
- **Nicotiana tabacum** L. Havana 425, TNN
- **Petunia hybrida**
- **Physalis floridana** Rydb.

3.3. Comportamento de cultivares de tomateiro de crescimento determinado e indeterminado quanto à suscetibilidade e ocorrência de infecção só do fruto.

3.3.1. Em experimentos de campo

Ensaio 1. Incidência em estádios iniciais

Os experimentos, em número de dois, foram conduzidos em condições de campo, nas Fazendas Experimentais do Lageado e de São Manoel (FCA-UNESP), nos municípios de Botucatu e São Manoel, SP, respectivamente. Ambos apresentavam o mesmo delineamento experimental de blocos ao acaso com 6 repetições e cada bloco representado por duas fileiras com dez plantas cada. Foram instalados na primeira quinzena de novembro (1989), época de maior incidência da doença nesses municípios. As cultivares de tomateiro testadas eram de dois grupos distintos quanto ao crescimento das plantas. O grupo de crescimento indeterminado: Kada e Angela Hiper, e o grupo de crescimento determinado: A-30 e A-72.

A semeadura ocorreu na primeira quinzena de outubro, em bandejas de isopor cujo substrato constou de vermiculita, esterco de curral e terra. Para cada metro cúbico desta mistura, foram adicionados 800 gramas de superfosfato simples. Em cada cavidade, foram semeadas duas sementes e, após a germinação, manteve-se uma muda por

cavidade da bandeja até a época do transplante para o campo.

Após aproximadamente um mês, as mudas foram transplantadas para covas e todas as cultivares foram conduzidas sem estaqueamento e sem desbrota, apoiadas em fios de arame. As plantas foram irrigadas por infiltração através de sulcos.

Quando necessário, efetuou-se o controle químico de doenças, como "Damping-off", Pinta-preta, Septoriose, Requeima, etc. Evitou-se o controle de pragas para não interferir na população do tripes-vetor do vírus de vira-cabeça do tomateiro.

As avaliações foram realizadas levando-se em consideração os sintomas de vira-cabeça nas plantas (folhas e hastes). Os sintomas foram avaliados aos 30, 37, 44 e 51 dias após o transplante.

Ensaio 2. Incidência durante todo o ciclo

Os experimentos, em número de três, foram também conduzidos nas Fazendas Experimentais do Lageado (semeadura: março e novembro/1990) e de São Manoel (semeadura: março/1990).

As cultivares de tomateiro testadas foram: Santa Clara (crescimento indeterminado), nos experimentos realizados na Fazenda Lageado; Kada e Angela Hiper (crescimento indeterminado) e A-30 e A-72 (crescimento

determinado) no experimento realizado na Fazenda São Manoel.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com 6 repetições (Fazenda Lageado) e 3 repetições (Faz. São Manoel) e cada parcela foi representada por duas fileiras com dez plantas cada.

As operações de instalação e condução dos experimentos realizados neste ensaio seguiu a metodologia citada no ensaio anterior.

As avaliações foram realizadas levando-se em consideração os sintomas da doença na planta (folhas e frutos) e somente nos frutos. Os sintomas foram avaliados aos 15, 30, 45, 60, 75, 90 e 120 dias após o transplante. Foram considerados quatro tipos de reação:

R = ausência de sintomas macroscópicos;

r = plantas com sintomas típicos nos tecidos do caule e folhas;

rf= plantas com sintomas típicos nos tecidos do caule, folhas e frutos;

f = plantas com sintomas típicos somente nos tecidos do fruto.

A partir de plantas com e sem sintomas foram preparados extratos em tampão de fosfato a 0,05M, pH 7,2 com sulfito de sódio a 0,01M.

O extrato de cada amostra foi empregado individualmente com objetivo de identificar o VVCT. Essa etapa consistiu na inoculação em P. hybrida, que reage com

lesão local.

Em todos os experimentos conduzidos no campo, foram feitas coletas de tripes. As amostras obtidas foram enviadas para o Dr. Luis de Santis, Facultad de Ciências Naturales Y Museo - Universidad Nacional de La Plata, Passo del Bosque, La Plata, Argentina, para identificação.

3.3.2. Em experimentos de casa-de-vegetação

Nos experimentos conduzidos em casa-de-vegetação, foram utilizadas as cultivares Santa Clara (crescimento indeterminado), A-30 e A-72 (crescimento determinado).

Para a obtenção de mudas, a semeadura foi realizadas em bandejas de isopor, conforme citado no item 3.3.1.. As mudas com um mês de idade foram transplantadas para vasos com 5 litros de capacidade, contendo substrato preparado com a mistura de terra, areia grossa lavada e esterco de curral, em partes iguais.

As inoculações mecânicas foram feitas nos estádios de transplante; 3 a 4 folhas (15 dias após transplante); início de floração (30 dias após transplante); início de frutificação (45 dias após transplante); maturação de frutos (60 dias após transplante).

O inóculo utilizado foi do isolado To-63,

obtido e identificado como mais agressivo. A diluição do inóculo seguiu a proporção de 1:10 (g de folhas infectadas/ml de solução tampão).

Para cada variedade, utilizou-se 10 plantas com aspectos fenológicos semelhantes.

A avaliação da reação das cultivares e espécies selvagens de tomateiro foi feita periodicamente, observando-se sintomas em folhas, caules e frutos durante todo o ciclo da cultura. As plantas com e sem sintomas foram avaliadas, realizando inoculação em **P. hybrida**.

3.4. Testes de transmissão com sementes de tomateiro com vira-cabeça restrito ao fruto e de frutos provenientes de plantas com invasão sistêmica.

Avaliou-se a transmissão do vírus através de sementes obtidas de plantas com sintomas somente em frutos e de plantas com sintomas em frutos, folhas e caule de cultivares com crescimento determinado (A-30 e A-72).

O experimento foi conduzido em condições de telado, utilizando-se 400 sementes por tratamento. A semeadura foi direta, utilizando-se vasos cujo substrato era preparado com a mistura de terra, areia e esterco de curral, em partes iguais.

Semanalmente, efetuou-se pulverização aplicando o inseticida Tamaron a 0,1% (Metamidafós), para evitar transmissão através de tripes-vetor.

As plantas foram avaliadas individualmente quanto à presença do vírus, 30 e 60 dias após a germinação, através dos sintomas e dos resultados da inoculação em **P. hybrida**.

3.5. Relações entre tripes vetor do VVCT e cultivares de crescimento determinado e indeterminado de tomateiro.

3.5.1. Incidência dos tripes em condições de campo.

Os experimentos foram instalados, em condições de campo, nas Fazendas Experimentais da UNESP nos municípios de Botucatu e São Manoel, SP.

As cultivares de tomateiro testadas foram A-30 e A-72 do grupo de crescimento determinado, Kada e Angela Hiper de crescimento indeterminado e **L. peruvianum** LA-444-1, uma espécie selvagem.

As semeaduras foram realizadas, na primeira quinzena de outubro de 1989, em bandejas de isopor contendo substrato já descrito anteriormente.

O transplante para o local definitivo, foi feito utilizando-se mudas com um mês de idade. As cultivares foram conduzidas por tutoramento em estacas de bambu, com amarrios e sem desbrotamento. As plantas foram irrigadas por infiltração em sulcos.

Quando necessário, efetuou-se o controle

químico de doenças. O controle de pragas foi evitado para não afetar a população e a disseminação do tripes vetor.

O delineamento estatístico adotado foi o de blocos ao acaso com cinco tratamentos, constituídos pelas cultivares, e seis repetições. Cada parcela foi representada por duas fileiras com dez plantas cada, no campo experimental de São Manoel, e por uma fileira com seis plantas, no campo experimental de Botucatu.

As avaliações foram realizadas, levando-se em consideração a população de tripes, no estádio de 45 dias após o transplante (florescimento), coletando-os, separadamente, em todas as flores e folhas da planta. Os tripes coletados em flores e folhas foram colocados em frasco de vidro contendo álcool 70%, e levados para laboratório onde se realizou a sua contagem com auxílio de um microscópico estereoscópico.

3.5.2. Testes de preferência em laboratório.

Dois ensaios foram conduzidos para determinar a preferência do tripes por órgãos vegetais de algumas cultivares de tomateiro e outras hospedeiras de ocorrência natural.

Ensaio No. 1:

Neste ensaio, utilizaram-se flores e folhas

das cultivares de tomateiro A-72 (crescimento determinado); Santa Clara (crescimento indeterminado); PV7432 (crescimento indeterminado, com gene para coloração cor de ouro em flores) e **L. peruvianum** LA-444-1 (selvagem).

As flores e folhas dos materiais testados foram colocadas num recipiente de vidro em forma circular, dispostas ao acaso e equidistantes a partir de um ponto central. Em cada parcela colocaram-se 25 tripes na cavidade central do recipiente.

Os tripes foram coletados nos campos de produção, em plantas de tomate, em outras especies cultivadas e em ervas daninhas através de um aparelho de sucção.

Os tratamentos, com cinco repetições, foram constituídos por flores e por folhas das respectivas cultivares colocados em condições ambientais com luz artificial e no escuro. Neste segundo caso, o recipiente de vidro foi coberto com folha de alumínio.

Após duas horas de exposição dos órgãos vegetais ao tripes, os recipientes foram colocados em congelador, para se evitar a ocorrência de deslocamentos dos insetos.

Cada tratamento foi avaliado individualmente, através da observação do número de tripes por órgão vegetal.

Ensaio No. 2

Neste ensaio, utilizaram-se flores e folhas das espécies L. **peruvianum** LA-444-1, **Emilia sonchifolia** DC (erva daninha: bela emilia, pincel); **Portulaca oleracea** L. (erva daninha: beldroega).

Tanto na montagem como na condução e avaliação, o ensaio foi semelhante ao No. 1, exceto o número de repetições que foi seis e o número de tripes que foi 20 por parcela.

3.6. Testes de inoculação direta de flores de cultivares de tomateiro de crescimento determinado e indeterminado pelo confinamento de vetores virulíferos.

Os tomateiros das cultivares Santa Clara e A-30, foram mantidos em casa-de-vegetação até atingir o estádio de florescimento em que iriam ser utilizados na transmissão.

Após a coleta do tripes no campo de produção de tomate, foram feitas as transmissões colocando-se o tripes vetor em flores. Para evitar a fuga do tripes, foi colocada uma tela fina ao redor das flores, fazendo com que a sua alimentação ficasse restrita a elas.

Os tratamentos foram representados por 20 plantas por cultivar, duas flores por planta e 10 tripes

por flor.

Após um período de acesso dos insetos de 20 dias, os tripes foram eliminados utilizando-se o inseticida Tamaron - 0,1% (Metamidofos). O período de alimentaçao de 20 dias foi em função do aumento da eficiência do vetor com o aumento do tempo de alimentação. A retenção maxima observada foi de 22 a 24 dias para **Frankiniella** sp (BEST, 1968).

As plantas foram avaliadas, individualmente, observando sintomas da virose em seus diferentes orgãos até a fase de maturação, e através das reações de P. hybrida inoculadas mecanicamente utilizando os extratos preparados a partir de frutos e folhas.

4. RESULTADOS

4.1. Isolados de VVCT obtidos de infecção só do fruto produzem sintomatologia semelhante à dos isolados de fruto de plantas invadidas sistemicamente ou obtidos de outras espécies suscetíveis quando inoculados mecânicamente em diversas hospedeiras e diferenciais.

Dos 33 isolados mantidos em N. **rustica**, apenas 22 isolados reagiram com lesões locais em **P. hybrida** e puderam ser recuperados em N. **rustica**. Nos testes sorológicos de dupla difusão em ágar, quando utilizou-se anti-soro para o VVCT, os 22 isolados apresentaram também reação de identidade positiva.

Nas tentativas de transmissão mecânica para diversos hospedeiros, os isolados apresentaram um amplo círculo de hospedeiros, infectando 13 espécies botânicas

pertencentes a cinco famílias: Amaranthaceae (1), Chenopodiaceae (1), Cucurbitaceae (1), Leguminosae (1) e Solanaceae (9) (Tabela 3).

Nos isolados com sintomas restritos aos frutos (To-06, To-86 e To-137), observaram-se alguns aspectos sintomatologicos peculiares, tais como: mosaico e enação em **Cucurbita pepo** "Caserta", lesão local e infecção não sistêmica em **Nicotiana tabacum** "Havana 425" (To-137). Essas variações sintomatológicas apresentadas pelas espécies e variedades, utilizadas no trabalho para diferenciar os isolados de VVCT, foram consistentes e típicas do espectro de sintomas já relatados dentro do complexo.

Quando os isolados, identificados como VVCT, foram inoculados em **L. esculentum** var. 'Kada', **N. glutinosa**, **N. tabacum** e **P. hybrida**, observaram-se reações de agressividade variável dos diferentes isolados (Tabela 4). Os isolados To-012, To-063 e Bl-073 foram caracterizados como "fortes" ou altamente agressivos, por apresentarem necrose severa, formação de pigmentos de cor púrpura em tomateiro 'Kada' e lesões necróticas em **N. glutinosa**; To-006, To-013, To-019, To-060, To-070, Be-049, To-086 e To-137 como moderadamente agressivos, por apresentarem leve necrose, mosaico nas folhas mais novas e fraca pigmentação em tomateiro 'Kada' e lesões cloróticas em **N. glutinosa**; Pi-001, Pm-016, To-020, To-053, Se-057, To-061, To-065, Pm-083, Pi-084, Af-082 e So-087 como

TABELA 3: Reação de hospedeiros diferenciais utilizados na comparação do VVCT de amostras coletadas no campo.

Hospedeiras	Isolados Virais					
	Pi-001	To-006	To-012	To-013	Pm-016	To-019
Amaranthaceae						
Gomphrena globosa	-	LL, Mq	LL, Mq	-	-	-
Chenopodiaceae						
Chenopodium amaranticolor	LL	LL	-	LL	LL	LL
Cucurbitaceae						
Cucurbita pepa "Caserta"	-	Mo	-	-	-	-
Leguminosae						
Phaseolus vulgaris cv. "Jalo"	-	-	-	-	-	-
P. vulgaris cv. "Manteiga"	LL	LL	LL	LL	LL	LL
Solanaceae						
Datura stramonium	Df,Mc,Mo	Df, Mc	Df, Mc	Df, Mc	Df, Mc	Df, Mc
Nicandra physaloides	LL, Mo	LL, Mo	LL, Mo	LL, Mo	LL, Mo	LL, Mo
Nicotiana benthamiana	Mo, Am	Mo, Am	Mo, Am	Mo, Am	Mo, Am	Mo, Am
Nicotiana clevelandii	Mo	Mo	Mc,Df,Mo,M	Mc,Df,Mo,M	Mc,Mo	Mc,Df,Ma,M
Nicotiana rustica	Ar,Mo,An	Ar,Mo,Am	Ar,Mo,Am	Ar,Mo,Am	Ar,Mo,Am	Ar,Mo,Am
Nicotiana tabacum "Havana 425"	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
N. tabacum "TNN"	Mo	LL, Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
Physalis floridana	LL, Mo	LL, Mo	LL,Mo	LL,Mo	LL,Mo	LL,Mo

- = sem sintoma
Am= amarelecimento
Ar= arqueamento
Df= deformação foliar
EN= enação
LL= lesão local

M = morte
Mc= mancha clorotica
Mn= mancha necrótica
Mo= mosaico
Mq= mosqueado

TABELA 3: Reação de hospedeiros diferenciais utilizados na comparação do VVCT de amostras coletadas no campo.

(continuação)

Hospedeiras	Isolados Virais					
	To-020	Be-049	To-53	To-057	To-060	To-061
Amaranthaceae						
Gomphrena globosa	-	-	LL, Mq	-	-	-
Chenopodiaceae						
Chenopodium amaranticolor	-	-	LL	-	-	-
Cucurbitaceae						
Cucurbita pepa "Caserta"	-	-	-	-	-	-
Leguminosae						
Phaseolus vulgaris cv. "Jalo"	-	-	-	-	-	-
P. vulgaris cv. "Manteiga"	LL	LL	LL	LL	LL	LL
Solanaceae						
Datura stramonium	Df,Mc	Df, Mc	Df, Mc	Df, Mc	Df, Mc	Df, Mc
Nicandra physaloides	LL, Mo	LL, Mo	LL, Mo	LL, Mo	LL, Mo	LL, Mo
Nicotiana benthamiana	Mo, Am	Mo, Am	Mo, Am	Mo, Am	Mo, Am	Mo, Am
Nicotiana clevelandii	Mc,Df,Mo,M	Mc, Mo	Mc, Mo	Mc, Mo	-	Mc, Mo
Nicotiana rustica	Ar,Mo,An	Ar,Mo,Am	Ar,Mo,Am	Ar,Mo,Am	Ar,Mo,Am	Ar,Mo,Am
Nicotiana tabacum "Havana 425"	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
N. tabacum "TNN"	LL,Mo	LL,Mo	Mo	LL,Mo	Mo	Mo
Physalis floridana	LL,Mo	LL,M	LL,Mo	LL,Mo	LL,Mo	LL,Mo

- = sem sintoma
Am= amarelecimento
Ar= arqueamento
Df= deformação foliar
En= enação
LL= lesão local

M = morte
Mc= mancha clorótica
Mn= mancha necrótica
Mo= mosaico
Mq= mosqueado

TABELA 3: Reação de hospedeiros diferenciais utilizados na comparação do VVCT de amostras coletadas no campo.

(continuação)

Hospedeiras	Isolados Virais				
	To-063	To-065	To-70	Bl-73	Af-082
Amaranthaceae					
Gomphrena globosa	-	LL,Mq	-	-	LL, Mq
Chenopodiaceae					
Chenopodium amaranticolor	-	LL	-	-	LL
Cucurbitaceae					
Cucurbita pepa "Caserta"	-	-	-	-	-
eguminosae					
Phaseolus vulgaris cv. "Jalo"	-	-	-	-	-
P. vulgaris cv. "Manteiga"	LL	LL	LL	LL	LL
Solanaceae					
Datura stramonium	Df,Mc	Df, Mc	Df, Mc	Df, Mc	Df, Mc
Nicandra physaloides	LL,Mo	LL, Mo	LL, Mo	LL, Mo	LL, Mo
Nicotiana benthamiana	Mo,Am	Mo, Am	Mo, Am	Mo, Am	Mo, Am
Nicotiana clevelandii	Mc,Mo	Mc, Mo	Mc, Mo	Mc, Mo	Mc, Mo
Nicotiana rustica	Ar,Mo,Am	Ar,Mo,Am	Ar,Mo,Am	Ar,Mo,Am	Ar,Mo,Am
Nicotiana tabacum "Havana 425"	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
N. tabacum "TNN"	Mo	LL,Mo	Mo	Mo	Mo
Physalis floridana	LL,Mo	LL,Mo	LL, Mo	LL,Mo	LL,Mo

- = sem sintoma
Am= amarelecimento
Ar= arqueamento
Df= deformação foliar
En= enação
LL= lesão local

M = morte
Mc= mancha clorótica
Mn= mancha necrótica
Mo= mosaico
Mq= mosqueado

TABELA 3: Reação de hospedeiros diferenciais utilizados na comparação do VVCT de amostras coletadas no campo.

(continuação)

Hospedeiras	Isolados Virais				
	Pm-083	Pi-084	To-086	So-057	To-137
Amaranthaceae					
Gomphrena globosa	-	LL,Mq	LL,Mq	LL,Mq	LL
Chenopodiaceae					
Chenopodium amaranticolor	-	LL	-	-	LL
Cucurbitaceae					
Cucurbita pepa "Caserta"	-	-	-	-	Mo,En
Leguminosae					
Phaseolus vulgaris cv. "Jalo"	-	-	-	-	-
P. vulgaris cv. "Manteiga"	LL	LL	LL	LL	LL
Solanaceae					
Datura stramonium	Df,Mc	Df, Mc	Df, Mc	Df, Mc	Df, Mc
Nicandra physaloides	LL,Mo	LL, Mo	LL, Mo	LL, Mo	LL, Mo
Nicotiana benthamiana	Mo,Am	Mo, Am	Mo, Am	Mo, Am	Mo, Am
Nicotiana clevelandii	Mc,Mo	-	Mc, Mo	Mc, Mo	Mc, Mo
Nicotiana rustica	Ar,Mo,Am	Ar,Mo,Am	Ar,Mo,Am	Ar,Mo,Am	Ar,Mo,Am
Nicotiana tabacum "Havana 425"	Mo	Mo	Mo	Mo	LL, Mo
N. tabacum "TNN"	Mo	Mo	Mo	Mo	LL, Mo
Physalis floridana	LL,Mo	LL,Mo	LL, Mo	LL, Mo	LL, Mo

- = sem sintoma
Am= amarelecimento
Ar= arqueamento
Df= deformação foliar
En= enação
LL= lesão local

M = morte
Mc= mancha clorótica
Mn= mancha necrótica
Mo= mosaico
Mq= mosqueado

TABELA 4: Sintomas nas plantas hospedeiras diferenciadoras inoculadas com isolados de VVCT.

Isolados	Lycopersicon esculentum Sistêmico							Nicotiana glutinosa Primário			Nicotiana glutinosa Sistêmico			Nicotiana tabacum Primário			Nicotiana tabacum Sistêmico				Petunia hybrida Primário	Petunia hybrida Sistêmico
	Na	Ns	Nf	Fe	P	A	M	Nf	P	Da	Si	C	Nf	Nf	P	An	Si	Nf	P	C	LL	Si
Pi-001	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+
To-006	-	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
To-012	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
To-013	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-
Pm-016	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+
To-019	-	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
To-020	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-
Te-04[illegible]	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
To-053	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
To-057	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
To-06[illegible]	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
To-061	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
To-063	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
To-065	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
To-070	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
Bi-073	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
Af-082	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
Pm-083	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
Pi-084	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
To-086	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
So-087	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
To-137	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-

LL= lesão local
Ns= necrose do estame
Na= necrose apical
+ = presença de sintomas
- = ausência de sintomas

A= amarelecimento
M= mosqueado
Da= discos amarelos

Si= sistêmicos
C = clorose
Nf= necrose da folha

Fe= folha enrolada
P= pigmentação
An= anelar

fracamente agressivos, por apresentarem ausência de pigmentação e necrose visual em tomateiro 'Kada' e apenas clareamento das nervuras em **N. glutinosa.**

Os isolados obtidos de sintomas restritos a frutos (To-06, To-086 e To-137), apresentaram moderada agressividade, representada pela infecção sistemica do tomateiro com leve sintoma de mosaico nas folhas novas, fraca pigmentação e leve necrose nas hastes. A proporção de frutos com sintomas típicos obtidos em plantas inoculadas com os isolados de frutos e com o complexo, considerados "fortes" e "moderados" quanto a sua agressividade, foi semelhante, com uma percentagem em torno de 2%.

Ainda, nos testes de diferenciação dos isolados, observou-se que **N. rustica** comportou-se como uma boa hospedeira de multiplicação e manutenção do vírus de vira-cabeça do tomateiro; enquanto que a **P. hybrida**, como boa planta indicadora, pode ser utilizada na detecção, isolamento monolesional e no monitoramento da doença no campo por reagir com lesão local e rapidamente (2 a 3 dias após a inoculação). **N. tabacum** não se comportou como boa diferenciadora de isolados com diferenças na agressividade, pois as inoculações resultaram na maioria das vezes, reações de suscetibilidade semelhante.

Além da determinação de variabilidade dos isolados virais obtidos, constararam-se novas hospedeiras naturais do VVCT, como a Trapoeraba (**Commelina benghalensis**), Meloso (**Gamochaeta spicata**) e Guanxuma (**Sida**

spinosa).

Sucessivas inoculações mecânicas fizeram com que isolados de VVCT apresentassem decréscimo na intensidade de sintomas e, às vezes, as plantas hospedeiras permaneciam sem sintoma após a infecção sistêmica.

4.2. A suscetibilidade de cultivares de crescimento determinado é aproximadamente a mesma que a dos de crescimento indeterminado até os 45 dias após o transplante, mas as primeiras desenvolvem resistência de planta madura mais rapidamente.

4.2.1. Vira-cabeça no estádio inicial da cultura do tomateiro em condições de campo.

O progresso da epidemia, sob condições naturais, causada por VVCT nos primeiros 51 dias nas cultivares Kada e Angela (crescimento indeterminado), A-30 e A-72 (crescimento determinado) é representado nas Figuras 1 e 2. Os dados foram obtidos na safra de novembro de 1989, nas Fazendas de São Manoel e Lageado.

Os valores da taxa aparente de infecção (r), obtidos através de regressão linear para o método de avaliação e para a transformação pelo modelo de Gompertz, estão nas Tabelas 5 e 6. A significância dos valores de "r", para as diferentes cultivares foi obtida através do

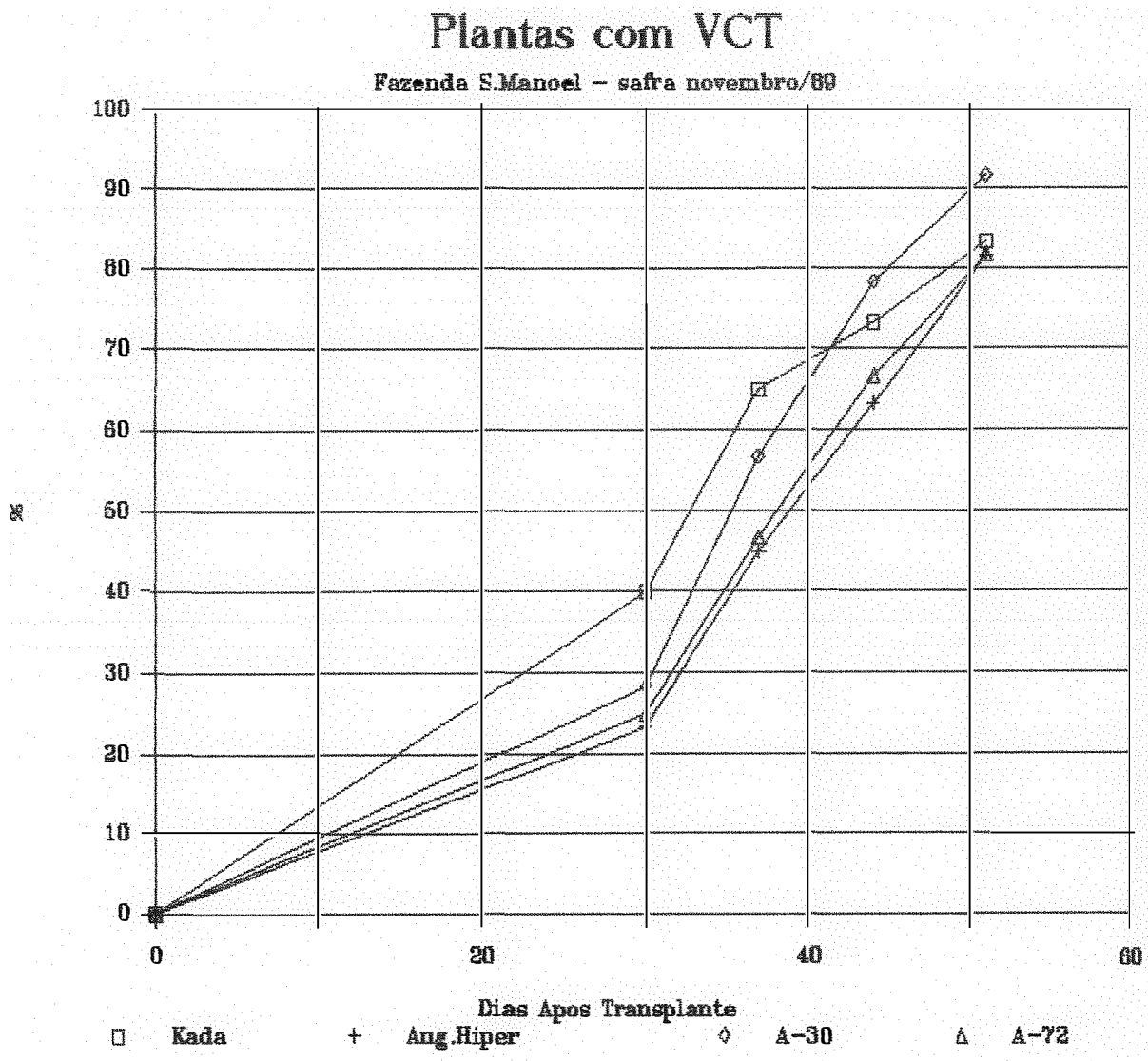


FIGURA 1: Progresso da epidemia de vira-cabeça, em porcentagem, nos estadios iniciais em quatro cultivares de tomateiro, na Fazenda Exp. São Manoel-SP, plantio novembro de 1989.

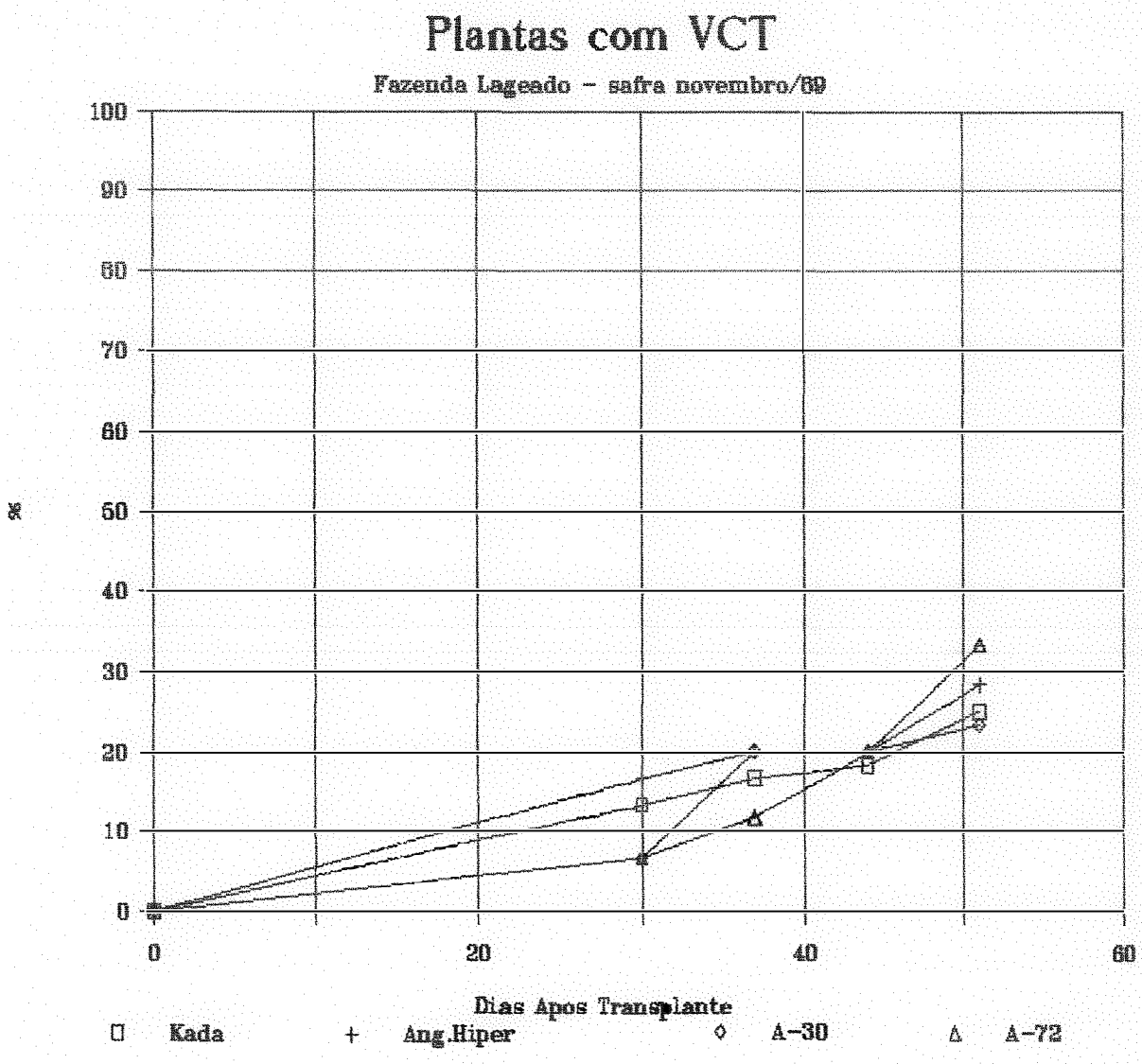


FIGURA 2: Progresso da epidemia de vira-cabeça, em porcentagem, nos estadios iniciais em quatro cultivares de tomateiro, na Fazenda Exp. Lageado-Botucatu, SP, plantio novembro de 1989.

as cultivares de crescimento determinado e indeterminado não diferiram estatisticamente entre si.

4.2.2. Vira-cabeça durante o ciclo da cultura do tomateiro em condições de campo.

Nas Figuras 3 e 4 (safra março de 1990 nas Fazendas Experimentais de São Manoel e Lageado) e Figura 5 (safra novembro de 1990 na Fazenda Lageado), são representadas as epidemias, sob condições naturais, durante o desenvolvimento do tomateiro, nas cultivares Kada, Angela Hiper e S.Clara (crescimento indeterminado), A-30 e A-72 (crescimento determinado).

Os valores da taxa aparente de infecção (r), obtidos através de regressão linear para o método de avaliação, e para a transformação pelo método de Gompertz, comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade estão nos Tabelas 7, 8 e 9. Através dos valores de "r" apresentados nestas Tabelas, pode-se constatar que as cultivares de tomateiro de crescimento determinado, apresentaram uma menor taxa aparente de infecção, sugerindo a existência de resistência fisiológica ao desenvolvimento precoce da doença quando comparado às cultivares de crescimento determinado.

TABELA 5: Estimativas da taxa aparente de infecção (r), durante os 51 dias iniciais no campo, de plantas infectadas com VVCT em quatro cultivares de tomateiro, e submetidas à transformação pelo modelo de Gompertz. Fazenda Exp. São Manoel, safra novembro de 1989.

Cultivares	Taxa aparente de Infecção "r"
Kada (crescimento indeterminado)	0,0709 a (1)
Angela Hiper (cresc.indeterminado)	0,0708 a
A-30 (crescimento determinado)	0,0845 a
A-72 (crescimento determinado)	0,0716 a

F = 13,25** CV = 30,60% DMS = 0,0379

(1) os valores seguidos por letras iguais não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey)
** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 6: Estimativas da taxa aparente de infecção (r), durante os 51 dias iniciais no campo, de plantas infectadas com VVCT em quatro cultivares de tomateiro, submetidas à transformação pelo modelo de Gompertz. Fazenda Exp. Lageado, safra novembro de 1989.

Cultivares	Taxa aparente de infecção "r"
Kada (crescimento indeterminado)	0,0254 a (1)
Angela Hiper (cresc.indeterminado)	0,0294 a
A-30 (crescimento determinado)	0,0262 a
A-72 (crescimento determinado)	0,0314 a

F = 7,99** CV = 48,07% DMS = 0,0225

(1) os valores seguidos por letras iguais não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey)

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

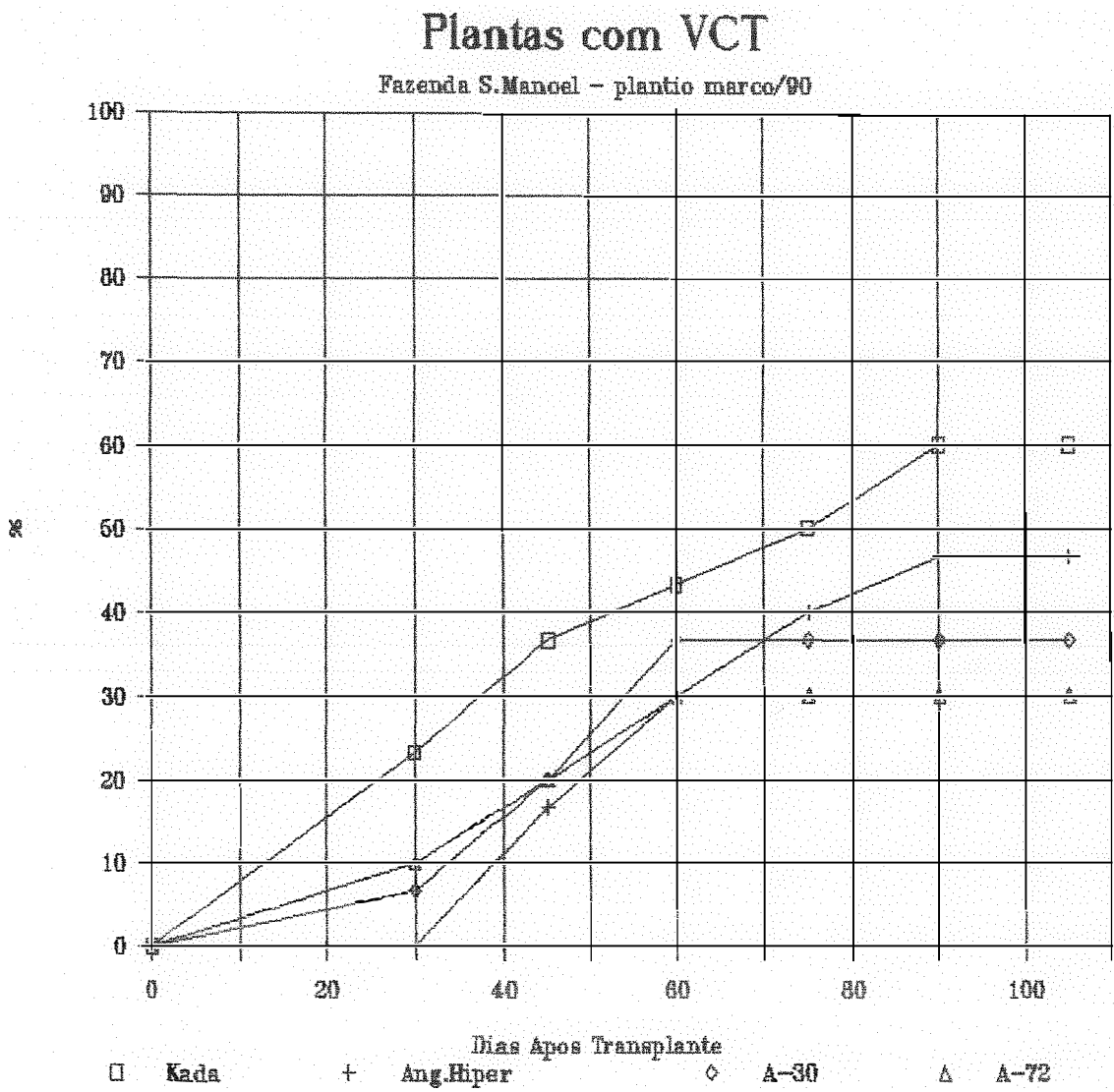


FIGURA 3: Progresso da epidemia de vira-cabeça, em porcentagem, causada por VVCT em quatro cultivares de tomateiro, na Fazenda Exp. São Manoel, São Manoel-SP, plantio março de 1990.

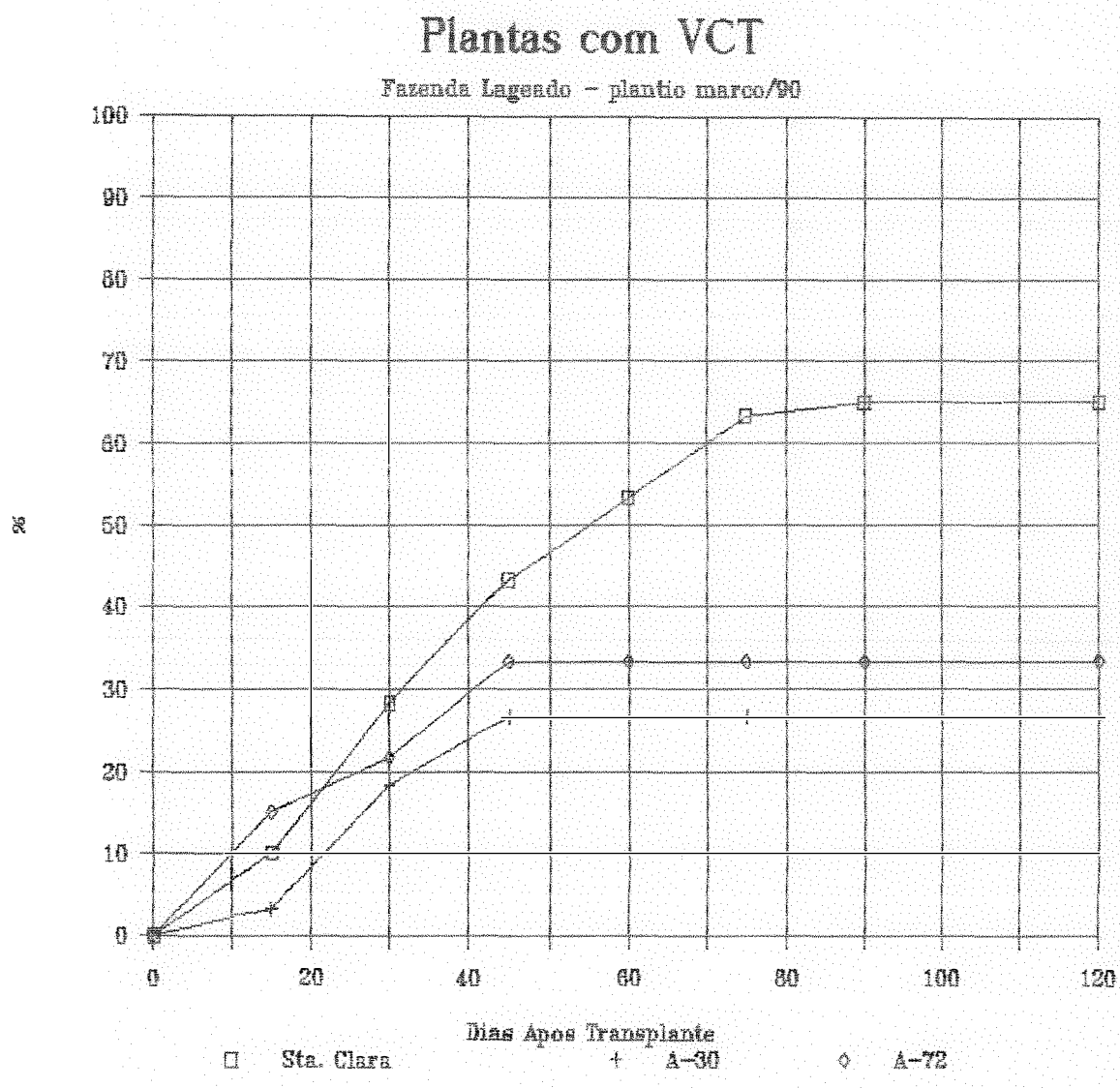


FIGURA 4: Progresso da epidemia de vira-cabeça, em porcentagem, em quatro cultivares de tomateiro, na Fazenda Exp. Lageado-Botucatu-SP, plantio março de 1990.

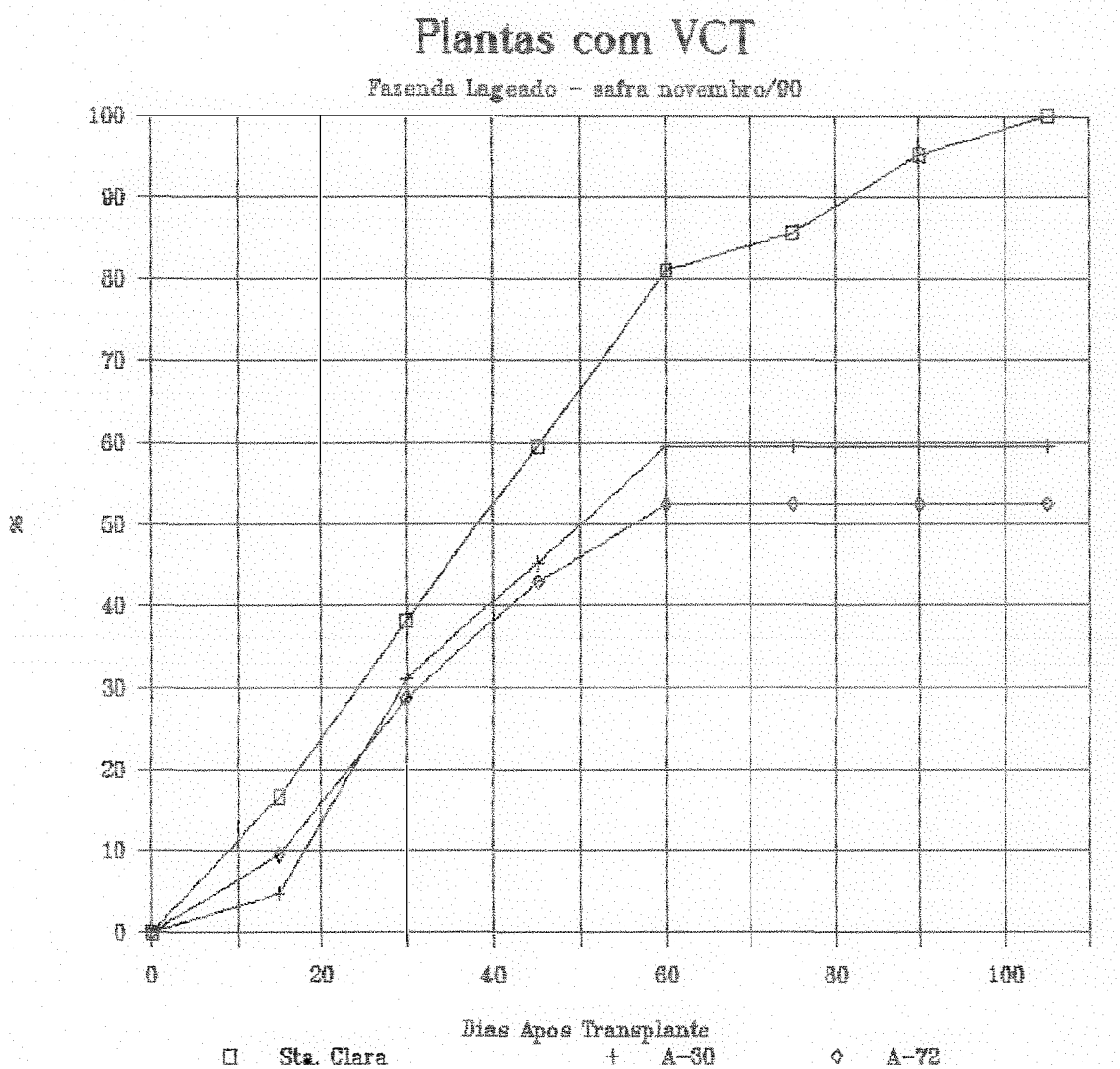


FIGURA 5: Progresso da epidemia de vira-cabeça, em porcentagem, em três cultivares de tomateiro, na Fazenda Exp. Lageado-Botucatu,SP, plantio novembro de 1990.

TABELA 7: Estimativas da taxa aparente de infecção (r), a partir de dados obtidos através de avaliações periódicas de plantas infectadas com VVCT, em quatro cultivares de tomateiro, submetidas à transformação pelo modelo de Gompertz. Fazenda Exp. São Manoel, safra março de 1990.

Cultivares	Taxa aparente de infecção ("r")
Kada (crescimento indeterminado)	0,0260 a (1)
Angela Hiper (cresc.indeterminado)	0,0217 a
A-30 (crescimento determinado)	0,0175 a
A-72 (crescimento determinado)	0,0150 a

F = 7,8** CV = 36,25% DMS = 0,0206

(1) valores seguidos por letras iguais não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey).

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 8: Estimativas da taxa aparente de infecção (r), a partir de dados obtidos através de avaliações periódicas da percentagem de plantas infectadas com VVCT, em três cultivares de tomateiro, submetidas à transformação pelo modelo de Gompertz. Fazenda Exp. Lageado, safra março de 1990.

Cultivares	Taxa aparente de infecção ("r")
Santa Clara (cresc.indeterminado)	0,0216 a (1)
A-30 (crescimento determinado)	0,0094 b
A-72 (crescimento determinado)	0,0102 b

F = 28,13%** CV = 32,43% QMS = 0,0070

(1) os valores seguidos por letras iguais não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey)

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 9: Estimativas da taxa aparente de infecção (r), a partir de dados obtidos através de avaliações periódicas de plantas infectadas com VVCT, em três cultivares de tomateiro, submetidas à transformação pelo modelo de Gompertz. Fazenda Exp. Lageado, safra novembro de 1990.

Cultivares	Taxa aparente de infecção ("r")
Santa Clara (cresc.indeterminado)	0,0987 a (1)
A-30 (cresc. determinado)	0,0221 b
A-72 (cresc. determinado)	0,0192 b

F = 60,13** CV = 30,51% DMS = 0,0214

(1) valores seguidos por letras iguais não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (teste Tukey)

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

4.3. Resistência de planta fisiológicamente madura manifesta-se mais precocemente em cultivares de crescimento determinado do que nas indeterminadas, também sob condições de casa-de-vegetação.

Na Tabela 10 são apresentados resultados das inoculações mecânicas efetuadas em diferentes estádios de desenvolvimento. As cultivares A-30 e A-72 (crescimento determinado) não apresentaram nenhuma planta doente, quando inoculadas aos 45 e 60 dias após o transplante. Nesses estádios, as cultivares de crescimento determinado já se apresentavam floridas, e em fase de frutificação já não se constatava emissão de novas brotações.

A cultivar Santa Clara (crescimento indeterminado) apresentou plantas doentes, mesmo num estádio de desenvolvimento mais tardio, 60 dias após o transplante. Esta cultivar iniciou florescimento entre 30 e 45 dias e a frutificação aos 45 dias. A emissão de flores, brotações novas e a frutificação continuaram até 90 dias após o transplante.

4.4. As cultivares de crescimento determinado apresentaram tomates com sintomas de VCT restritos aos frutos mais frequentemente.

Nas Tabelas 11 e 12, são apresentados os dados

TABELA 10: Incidência de VCT em cultivares de tomateiro de crescimento determinado e indeterminado, inoculadas mecanicamente em diferentes estádios de desenvolvimento.

Epoca de inoculação	No. de plantas com sintomas de 10 inoculadas		
	Sta Clara	A-30	A-72
No transplante	7	8	7
15 dias após transplante	7	3	2
30 dias após transplante	4	1	0
45 dias após transplante	1	0	0
60 dias após transplante	2	0	0

relativos à porcentagem de plantas de cinco cultivares de tomateiro com sintomas restritos a frutos. As cultivares A-30 e A-72 de crescimento determinado apresentaram maior frequência de plantas com sintomas restritos a frutos pela infecção do VVCT. Através de inoculação em P. hybrida foi confirmada a presença do VVCT nesses frutos.

As cultivares Santa Clara, Kada e Angela Hiper apresentaram maior incidência de vira-cabeça durante o seu desenvolvimento e menor formação de frutos. Apenas em duas plantas das cultivares Kada e Angela Hiper podem-se observar plantas com sintoma de VCT restrito aos frutos.

TABELA 11: Cultivares de tomateiro avaliados quanto aos sintomas restritos aos frutos, sob condições naturais de infecção do VVCT. Fazenda Exp. Lageado, safra março de 1990.

Cultivares	Total de plantas	Plantas com sintomas restritos ao fruto	%
S.Clara (cresc.indeterminado)	120	0	0,0
A-30 (cresc. determinado)	120	8	6,7
A-72 (cresc. determinado)	120	5	4,2

TABELA 12: Cultivares de tomateiro avaliadas quanto aos sintomas restritos aos frutos, sob condições naturais de infecção do VVCT. Fazenda Exp. São Manoel, safra março de 1990.

Cultivares	Total de Plantas	Plantas com sintomas restritos ao fruto	%
Kada (cresc.indeterminado)	60	1	1,6
Angela Hiper (cresc.indet.)	60	1	1,6
A-30 (cresc. determinado)	60	10	16,6
A-72 (cresc. determinado)	60	8	13,3

Plantas com sintomas restritos aos frutos apresentaram sintomas típicos e mais acentuados da doença quando comparados aos de frutos das plantas com sintomas sistêmicos. Os sintomas localizados apenas nos frutos caracterizavam-se inicialmente por manchas cloróticas, as quais progrediram a manchas necróticas irregulares ou a anéis concêntricos. Geralmente, os cachos das plantas com os sintomas restritos aos frutos apresentavam frutos sem sintomas, característica esta não comum em frutos de plantas com sintomas de invasão sistêmica.

4.5. Invasão só do fruto não é acompanhada por tendência para invadir as sementes.

Das 400 plantas desenvolvidas a partir de sementes obtidas de plantas com sintomas restritos a fruto, bem como outras 400 provenientes de sementes obtidas de plantas com sintomas típicos da doença em frutos e demais órgãos das plantas, nenhuma apresentou sintomas visíveis durante os estádios iniciais de desenvolvimento. Além disso, inoculções mecânicas das amostras obtidas, em **P. hybrida**, não tiveram resultados positivos.

4.6. O tripes vetor de vira-cabeça tem maior preferência por flores de tomateiro de crescimento determinado e indeterminado do que por folhas.

4.6.1. Avaliação, do relacionamento tripes X hospedeiro, em condições de campo.

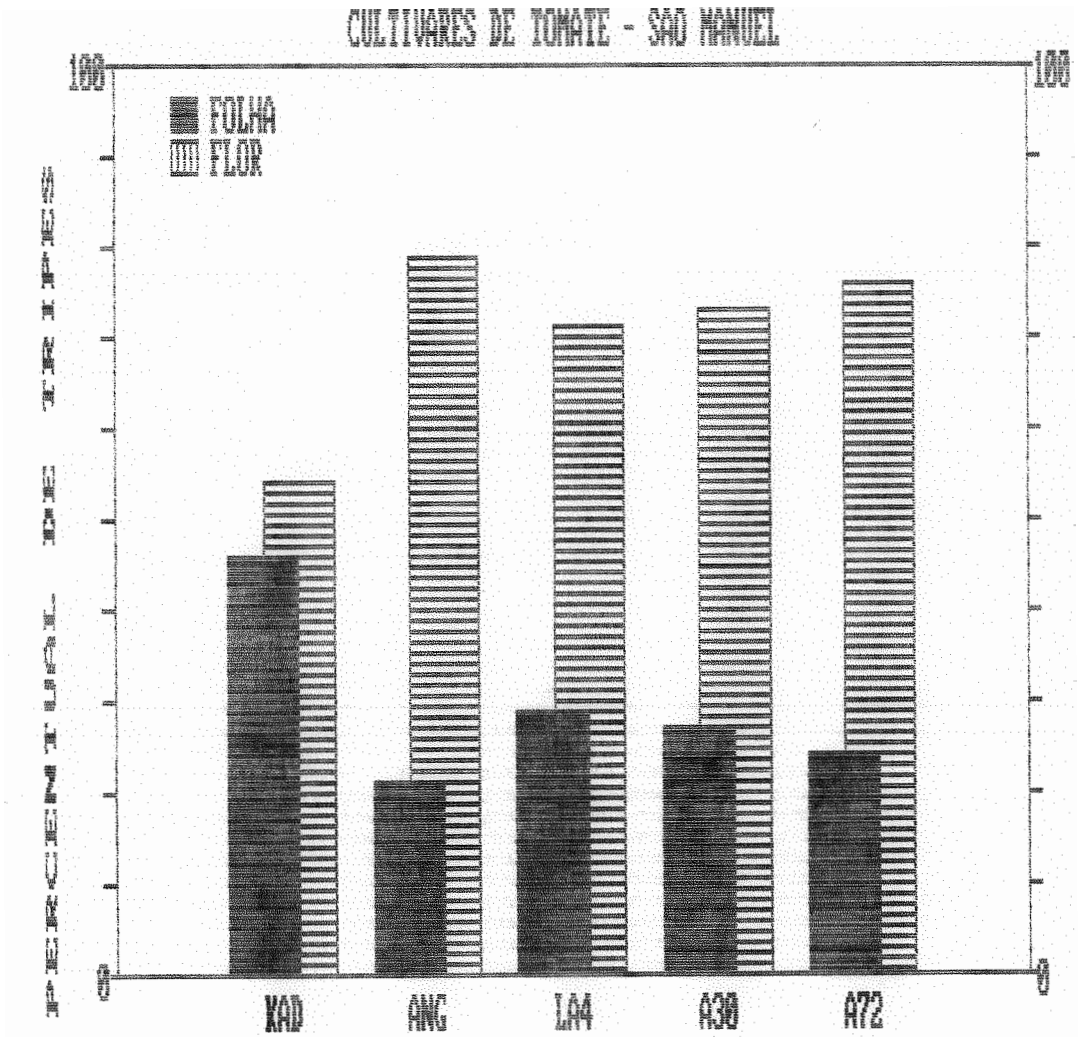
Nas Figuras 6 e 7 são apresentados os dados relativos à infestação de tripes em 4 cultivares e numa espécie selvagem de tomateiro, sob condições naturais de epidemia, aos 45 dias após transplante. Observa-se, para todas as cultivares e espécie selvagem, uma preferência significativa dos tripes pelas flores em relação à folha. As cultivares com maior emissão de flores e intensidade de

sua coloração por planta tiveram maior preferência pelos tripes. Assim, os seguintes materiais comportaram, em ordem decrescente, para estes índices: LA-444-1, A-72, A-30, Angela Hiper: a dispersão foi significativamente maior na flor; Kada: não houve diferença significativa entre as proporções de tripes na flor e folha.

Todas as amostras de tripes coletadas nos ensaios, conduzidos nas Fazendas Experimentais de São Manoel e Lageado, e enviadas para identificação, resultaram na espécie **Frankliniella schultzei** como a única presente nas cultivares e espécie selvagem de tomateiro.

4.6.2. Avaliação da preferência do tripes por determinados órgãos do tomateiro, em condições de laboratório.

Na Figura 8 é apresentada a incidência de tripes em flores e folhas de 03 cultivares e 01 espécie selvagem, nos testes realizados em órgãos destacados das plantas, quanto à preferência, sob condições de ausência e presença de luz. Verificou-se uma preferência significativa para os tripes se alojarem nas flores. A maior proporção de tripes por flores foi encontrada nas cultivares de tomateiro PV-7432, A-72 e na espécie selvagem **L. peruvianum** LA-444-1. Com relação ao efeito da luz, verificou-se uma distribuição casualizada dos tripes nos órgãos vegetais quando mantidos no escuro, mas mesmo assim houve diferença



KAD : cultivar Kada (crescimento indeterminado)

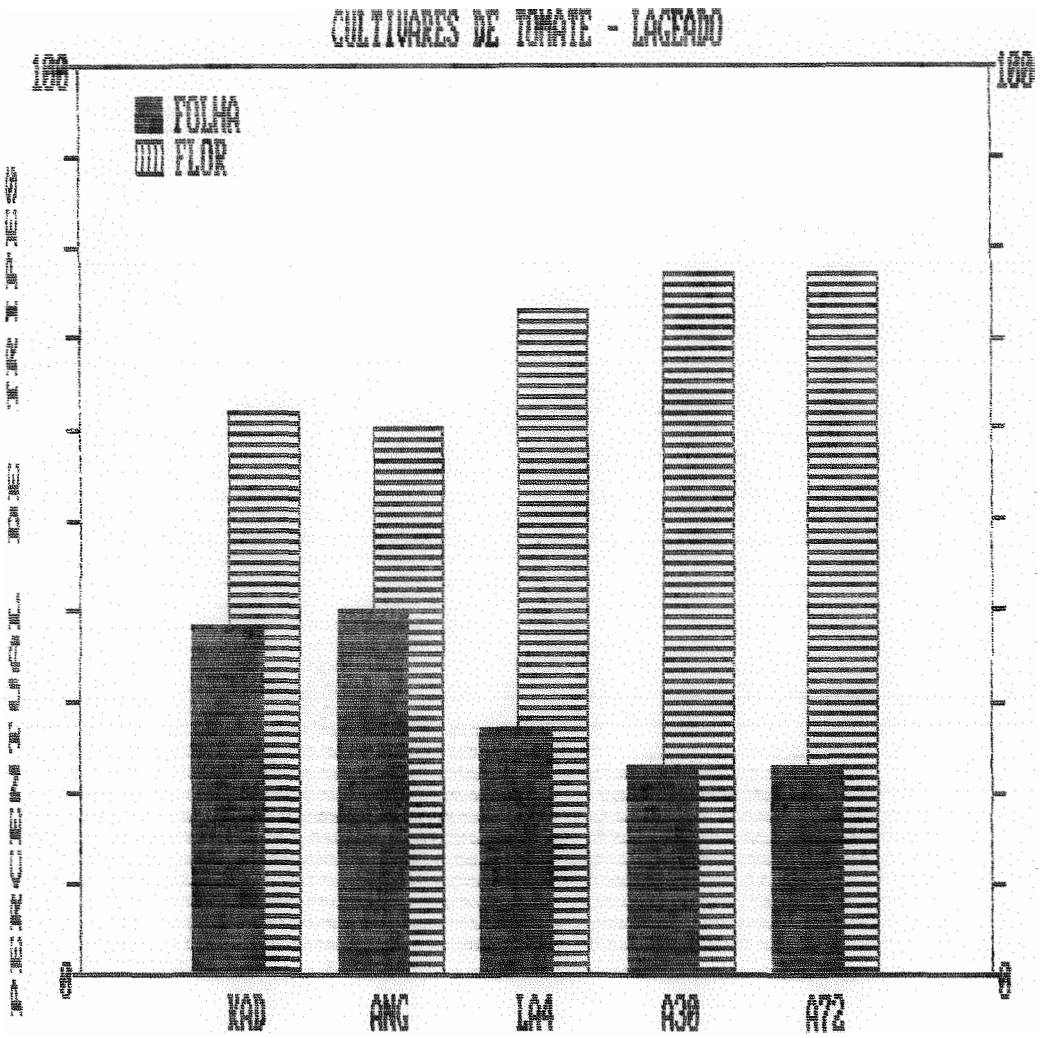
ANG : cultivar Angela Hiper (crescimento indeterminado)

LA4 : espécie selvagem L. peruvianum LA-444-1

A30 : cultivar A-30 (crescimento determinado)

A72 : cultivar A-72 (crescimento determinado)

FIGURA 6: Percentual de tripes por flor e folha de tomateiro, aos 45 dias após transplante. Fazenda Ex. São Manoel. Safra de novembro de 1989.



KAD : cultivar Kada (crescimento indeterminado)

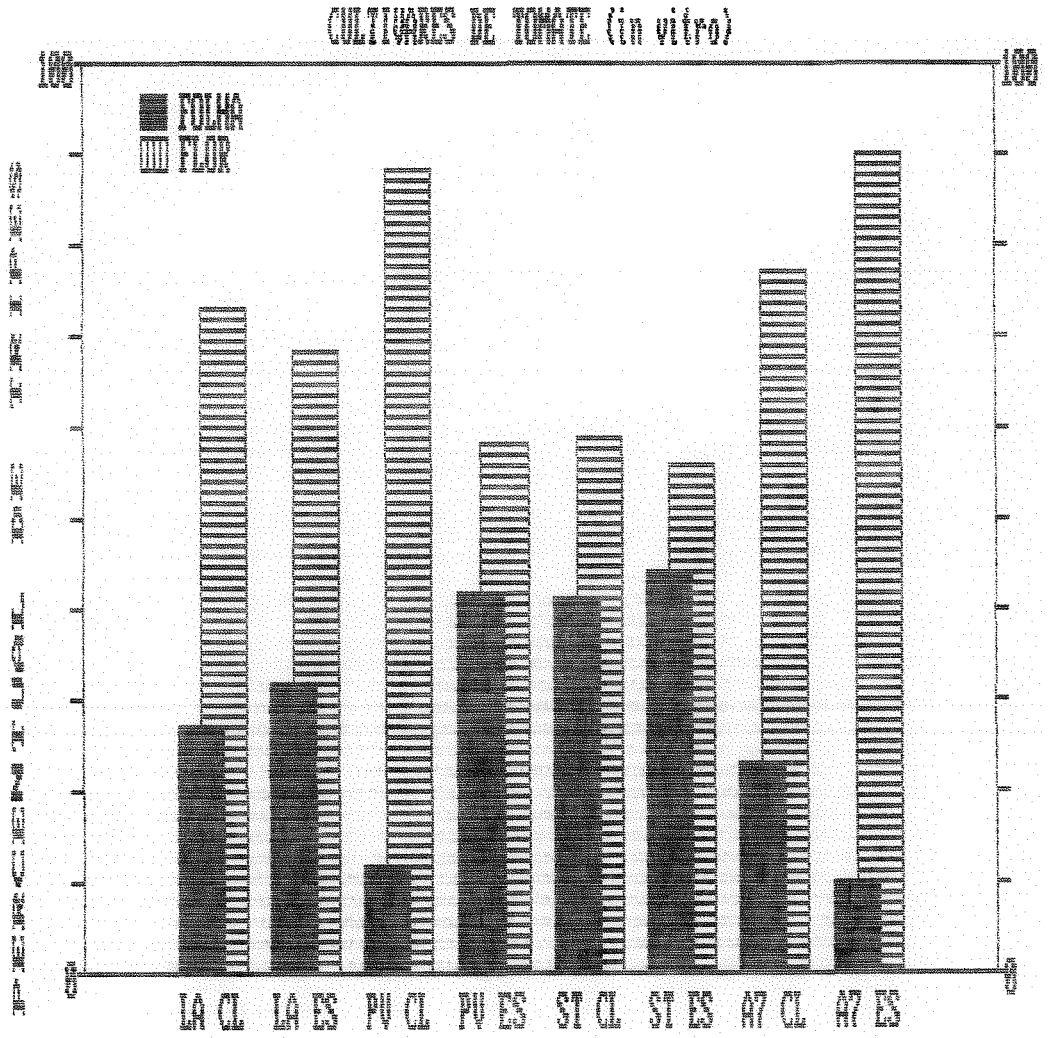
ANG : cultivar Angela Hiper (crescimento indeterminado)

LA4 : espécie selvagem L. peruvianum LA-444-1

A30 : cultivar A-30 (crescimento determinado)

A72 : cultivar A-72 (crescimento determinado)

FIGURA 7: Percentual de tripes por flor e folha de tomateiro, aos 45 dias após transplante. Fazenda Ex. Lageado. Safra de novembro de 1989.



LA : espécie selvagem L. peruvianum LA-444-1

PV : cultivar de tomateiro PV-7432

ST : cultivar de tomateiro Santa Clara

A7 : cultivar de tomateiro A-72

CL : presença de luz (claro)

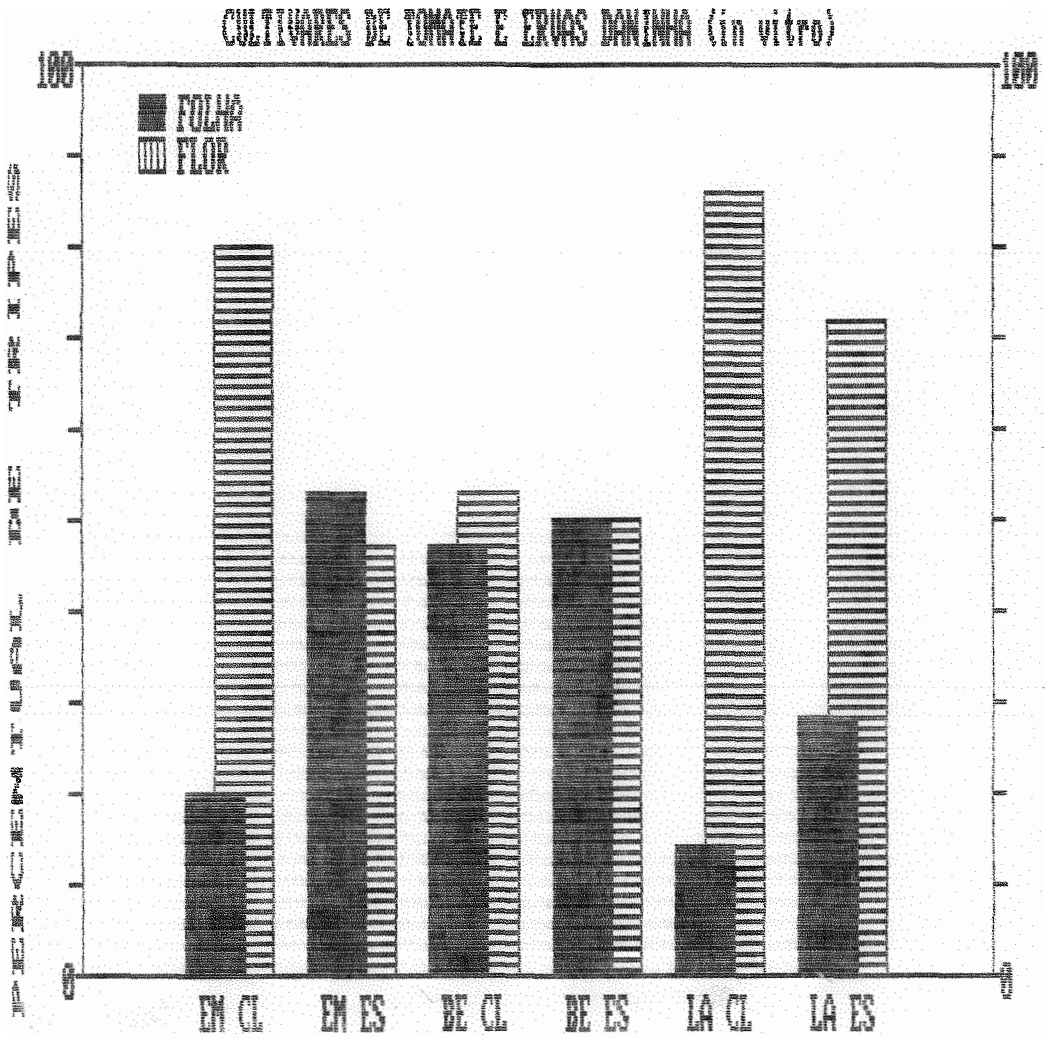
ES : ausência de luz (escuro)

FIGURA 8: Percentual de tripes por flor e folha destacadas de tomateiro, quanto a sua preferência, sob condições de ausência e presença de luz.

significativa entre flor e folha, com as cultivares e espécies selvagens de tomateiro apresentando maior proporção de tripes em flor. Para a incidência de tripes em flores e folhas de ervas daninhas hospedeiras do VVCT e linhagem selvagem de tomateiro, os valores constantes na Figura 9 revelam também uma preferência significativa por flores. As cores mais intensas do amarelo tenderam aumentar a preferência do tripes. A flor da espécie selvagem de tomateiro LA-444-1 é amarela e foi preferida em relação a **E. sonchifolia**, que apresenta flores de cor vermelha. A espécie **P. oleracea** apresenta flores amarelas, pequenas e tem tendência a se fechar com o tempo. Assim, o amarelo é predominado pelo verde do cálice, e a influência da cor da flor é minimizada pelas folhas.

4.7. O confinamento em flores do tripes vetor virulífero leva à infecção localizada do VVCT nos frutos de tomateiro.

Os resultados da infecção de frutos, pela transmissão do VVCT por tripes alimentando-se somente em flores, constam na Tabela 13. Tanto os frutos, das cultivares de crescimento determinado, como das indeterminadas, apresentaram sintomas de VCT, revelando haver uma infecção localizada dos frutos. As inoculações mecânicas realizadas em **P. hybrida**, revelaram a presença do vírus somente nos frutos com sintomas e não no restante da planta, em ambas cultivares.



Em : Emilia sonchifolia (Emilia)

Be : Portulacea oleracea (Beldroega)

LA : Lycopersicon peruvianum LA-444-1

Cl : presença de luz (claro)

Es : ausência de luz (escuro)

FIGURA 9: Percentual de tripes por flor e folha destacadas de tomateiro e ervas daninhas hospedeiras do VVCT, quanto a sua preferência, sob condições de ausência e presença de luz.

TABELA 13. Porcentagem de frutos com sintomas de VCT, em cultivares de tomateiro de crescimento determinado e indeterminado transmitido por tripes alimentados em flores.

Cultivares	No. flores inoculadas	Frutos c/ sintomas	% de frutos c/sintomas
Santa Clara (cresc. indeterminado)	40	3	7,5
A-30 (cresc. determinado)	40	2	5,0

5. DISCUSSÃO

5.1. A variabilidade existente no complexo VVCT possivelmente não é o fator de infecção localizada em frutos de tomateiro.

Observações de alguns isolados do vírus com relação a seus aspectos epidemiológicos têm surgerido que o VVCT pode se adaptar a diferentes grupos de espécies hospedeiras, e a existência de estirpes pela variação de sintomas é possível.

A utilização de sintomas em hospedeiros específicos para caracterização de isolados é válida e adotada na identificação de vários isolados estáveis, como advogado por NORRIS (1946) e por BEST & GALLUS (1950, 1953). SMITH (1932) confirmou a variabilidade de sintoma do VVCT e referiu-se a ela como sendo uma mudança ambiental. Independente dos locais estudados, a ocorrência de estirpes

biológicas no campo é constante e importante. Através da comparação dos dados obtidos e com os da literatura pode-se separar o complexo VVCT em três grupos: um com agressividade forte, outro moderada e finalmente um caracterizado como fraca.

Com base nas suas propriedades biológicas, a estirpe isolada do fruto de tomateiro de crescimento determinado pode ser caracterizada como uma estirpe de agressividade moderada e de comportamento estável em relação ao hospedeiro. Pode infectar tomateiro de crescimento determinado e indeterminado da mesma maneira, como outras variantes do complexo VVCT, ocasionando sintomas de mosaico e mancha anelar em folhas, poucas manchas necróticas nas hastes e pouca pigmentação em folhas e hastes. E com base nos resultados obtidos ainda pode-se assegurar que o isolado pertence ao complexo normal do vírus de vira-cabeça do tomateiro. Exclui-se, assim, através das reações biológicas, a hipótes de uma nova estirpe, restrita a infecção de frutos, por tratar-se de uma variante normalmente presente no complexo de vira-cabeça do campo.

Todavia, essa caracterização foi somente com base na sua propriedade biológica, sem levar-se em consideração seu aspecto físico e químico. Esses dados são necessários para um melhor entendimento do grupo de isolados de vírus, como relata FRANCKI & HATTA, (1981). Recentemente, a sorologia vem sendo explorada para

diagnose, identificação e diferenciação em sorotipo de vários isolados de VVCT (AVILA **et al.**, 1990; LISA **et al.**, 1990; WANG & GONSALVES, 1990). Até o momento, os isolados de VVCT foram agrupados em tre sorotipos. Contudo, a caracterização dos isolados que induzem sintomas restritos aos frutos de tomateiro de crescimento determinado, em sorotipo, possivelmente, por esse aspecto, não irá diferenciá-lo de outros. Pois isolados distintos em aspectos biológicos também infectam o fruto de tomateiro; pode-se dizer que trata-se de uma estirpe do complexo de VVCT, com características peculiares de agressividade e por infectar sistemicamente cucurbitáceas.

5.2. Resistência de planta fisiológicamente madura manifesta-se mais precocemente em cultivares de crescimento determinado e faz com que a frequência de frutos com infecção localizada seja aparentemente maior.

Fontes de resistência ao VVCT têm sido detectadas em **Lycopersicon** spp, especialmente em espécies selvagens como **L. peruvianum, L. glandulosum** e **L. hirsutum** (ARAUJO **et al.**, 1983; AZUBER & MICZYSSKI, 1978; NAGAI **et al.**, 1984). Várias cultivares consideradas resistentes à virose quando testadas, em condições de campo e de casa-de-vegetação, no Estado de São Paulo, não apresentaram resultados satisfatórios quanto à resistência à doença

(NAGAI, 1975). As inoculações realizadas em casa-de-vegetação com isolados de VVCT e observações de infecções naturais no campo revelaram que as variedades de tomateiro de crescimento determinado e indeterminado estudadas são suscetíveis à doença (Figura 1, 2).

Entretanto, a evolução da doença durante o desenvolvimeno das plantas, nas cultivares de crescimento determinado e indeterminado, apresentam taxa aparente de infecção diferente. As cultivares de crescimento determinado (A-30, A-72) são suscetíveis durante os primeiros 30 dias e depois tornam-se gradativamente mais resistentes. Essas cultivares têm um ciclo de desenvolvimento bem definido, com folhas atingindo seu estádio de maturação ao redor de 35 dias e, a partir de então, inicia-se o florescimento, formação de frutos e não há mais a emissão de novas brotações. Já as cultivares de crescimento indeterminado (Kada, Angela, Santa Clara) apresentam um período de maior suscetibilidade até 45 dias, mas enquanto houver a formação de novos ramos e folhas poderá ocorrer a infecção. Nestas cultivares, a emissão de novas brotações, florescimento e frutificação poderão ocorrer até entre 75 a 90 dias (Figuras 3, 4 e 5).

Tanto para as plantas de crescimento determinado como para indeterminado podem ser estabelecidos gradientes de suscetibilidade com base na idade das plantas e indicar a mudança de suscetibilidade das folhas. Comumente as folhas mais velhas são menos suscetíveis que

as folhas desenvolvidas e jovens. COSTA et al. (1964), comentam que o vira-cabeça do tomateiro pode se manifestar em plantas de qualquer idade. Mas, plantas novas são mais suscetíveis à molestia e adquirem certa resistencia à medida que aumentam em idade. Geralmente, durante os primeiros 40 e 50 dias após o transplante há maior incidencia da doença. Os dados obtidos no presente trabalho confirmam que a suscetibilidade está relacionada com a idade fisiológica da planta. Assim, para as cultivares de crescimento determinado, foi observada tendência de determinados tecidos tornarem-se resistentes com a idade e a infecção permanecer localizada. Como demonstrado por MATTHEWS (1981), com aumento da idade da planta há uma tendência da infecção permanecer localizada. BEEMSTER (1966) encontrou que a proporção de órgãos vegetais infectados está rigorosamente relacionada com o tempo em que a planta foi inoculada.

5.3. A maior frequência de infecção do fruto em cultivares de crescimento determinado não leva à transmissão do VVCT por semente.

No tocante ao teste de transmissão por semente em casa-de-vegetação, quando utilizou-se 400 sementes de frutos com sintomas típicos de VCT, não se constatou nenhuma planta com sintomas. As inoculações em plantas indicadoras deram resultados

negativos, fato que confirma alguns trabalhos (CROWLEY, 1957; COSTA **et al.**, 1964; REIFSCHNEIDER **et al.**, 1989). Mesmo com esses resultados negativos, não se deve descartar totalmente a possibilidade de transmissão por sementes, visto que há relato da capacidade do VVCT invadir tecidos da planta sistemicamente e inclusive permanecer em células em fase de mitose (FRANCKI & GRIVELL, 1970). Porém, a incapacidade de infectar grãos de pólem e algumas observações de partículas contaminando somente o tegumento externo da semente inviabilizam, em parte, a possibilidade de transmissão por semente, já que o VVCT comporta-se como um vírus altamente instável na ausência da célula hospedeira.

5.4. A ocorrência do VVCT só no fruto do tomateiro resulta da inoculação direta da flor pelo tripes vetor virulífero

Os resultados mostram que o tripes não tem preferência por determinada variedade de tomateiro quando comparados com os de espécies de ervas daninhas comuns na cultura de tomateiro (Figura 6, 7, 8). Entretanto, cultivares e espécies selvagens de tomateiro e erva daninha, em estádio de florescimento, são mais propensas à colonização por tripes. Nessas condições, a concentração de tripes, em condições de campo, é maior em flores de cor amarela mais viva do que o amarelo-pálido e o vermelho

(flor de emilia).

Este fato pode ser explicado, uma vez que o tripes é atraído por flores devido, em parte, à cor clara (amarelo) como foi demonstrado por CARTER (1939) e YUDIN (1987) e que usualmente os tripes se concentram em tecidos de desenvolvimento rapido, como folhas jovens, flores e brotações terminais (LEWIS, 1973). Tambem, conforme resultados obtidos por SAKIMURA (1960), KIRK (1984), YUDIN **et al.** (1988), PALMER **et al.** (1989) e PALMER **et al.** (1990), **Frankliniella schultzei**, bem como outras espécies, alimentam-se basicamente por sucção do conteúdo dos grãos de polem, daí a sua associação com flores, causando-lhes danos e deformação em frutos.

Conforme foi observado, variedades de crescimento determinado e indeterminado têm suas flores visitadas pelo tripes **Frankliniella schultzei** em proporções aproximadamente iguais e possuem suscetibilidade também semelhante. A maior frequência de plantas com vira-cabeça só no fruto, das variedades de crescimento determinado, resulta do fato de suas folhas desenvolverem resistência de planta madura mais precocemente, o que permite que as flores continuem a ser infectadas pelo vírus e não mais as folhas. Assim, a infecção localizada do VVCT no fruto de tomateiro pode resultar da inoculação direta de flor por vetores viruliferos, e os demais tecidos permanecem livres do vírus.

Por outro lado, as ervas daninhas podem atuar

como fonte de inóculo e são importantes na epidemia de VCT. Na falta de cultivares resistentes, o controle dessas plantas hospedeiras antes do florescimento é importante no manejo da população de tripes e fonte de inóculo do VVCT, embora difícil pela extensa gama de hospedeiras do vírus (BEST, 1968; FRANCKI & HATA, 1981; CHO **et al.**, 1986). Uma alternativa apropriada para o manejo do VVCT é manipular a colonização do tripes-vetor, cultivando plantas-armadilhas com alta atração e que não mostram ser hospedeiras do VVCT. A espécie selvagem de tomateiro **L. peruvianum** LA-444-1 é altamente atrativa ao tripes-vetor na fase de florescimento e apresenta imunidade ao vírus conforme demonstraram CZUBER & MICZYSSKI (1978) e NAGAI **et al.** (1984).

5.5. A espécie de tripes **Frankliniella schultzei** foi predominante nos ensaios realizados com VVCT em tomateiro, na região de Botucatu, e é provavelmente o vetor mais importante no país.

Através de coletas de tripes nos campos de produção e de experimentação na região de Botucatu, pode-se verificar que o tripes predominante foi **Frankliniella schultzei**. Segundo De SANTIS (1970), a espécie **F. paucispinosa**, relatada por COSTA **et al.** (1964) é sinonímia de **F. schultzei** e é uma espécie predominante na América do Sul. A espécie é, provavelmente, a mesma relatada por SAKIMURA (1962) e relatos de outras espécies podem ter sido

devido a uma ma identificação.

Nesses estudos não foi observada nenhuma outra espécie nos campos de produção, mostrando que em relatos de outras espécies deve ser demonstrada a sua capacidade de transmitir o vírus. É o caso de relatos da espécie **Thrips tabaci**, que vem sendo dada como vetora em nossas condições por ocorrer comumente em várias plantas cultivadas de nosso Estado, e por ser vetora em outros países. Em culturas de tomateiro parece não ser de importância como vetora do VVCT.

6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitem concluir que:

- em variedades de crescimento determinado e indeterminado a proporção de tripes na flor é significativamente maior que nas folhas. Os dois tipos possuem suscetibilidade da flor semelhante;

- a ocorrência do VVCT só no fruto do tomateiro resulta da inoculação direta de flor pelo tripes vetor virulífero;

- a maior frequência de plantas com vira-cabeça só no fruto, apresentada pelas variedades de crescimento determinado, resulta do fato de suas folhas desenvolverem resistência de planta madura mais cedo, o que permite que as flores continuem a ser infectadas pelo vírus e não mais as folhas;

- a infecção de frutos em cultivares de crescimento determinado e indeterminado não leva à transmissão do VVCT por semente;

- a especie **Frankliniella schultzei** e predominante em lavoura de tomate na região de Botucatu.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALLEN, T.C.; McMIRRAN, J.P. & LOCATELLI, E.A. Isolation of tomato spotted wilt virus from hydranges and four weed species. **Plant Disease**, St. Paul, 67(4):429-431, 1983.

ARAUJO, M.T.; AVILA, A.C.; CUPERTINO, F.P. & MALUF, W.R. **Lycopersicon hirsutum** nova fonte de resistência ao vírus de vira-cabeça (TSWV). **Horticultura Brasileira**, Brasília, 1983. p.164.

AVILA, A.C. de; HUGUENOT, C.; RESENDE, R. de O.; KITAKIMA, E.W.; GOLDBACH, R.W. & PETERS, D. Sorological differentiation of 20 isolates of tomato spotted wilt virus. **Journal of General Virology**, Cambridge, 71:2801-2807, 1990.

BALD, J.G. & SAMUEL, G. Investigations on "Spotted Wilt" of tomatoes. II. **Council for Scientific and Industrial Research**, Melbourne, 1931. 24p. (Bulletin, 54).

BARNES, L.W. & HALLIWEL, R.S. Tomato spotted wilt virus infecting begonia hybrids in Texas. **Plant Disease**, St. Paul, **69**:613, 1985.

BARRADAS, M.M.; ALEXANDRE, M.A.V. & VICENTE, M. Solanaceas silvestres como hospedeiras experimentais de vírus. II **Solanum lycocarpum** St. Hill, **S. mammosum** L. e **S. robustum** Wendl. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, **46**:117-125, 1979.

BEEMSTER, A.B.R. The rate of infection of potato tubers with potato virus Y^n in relation to position of the inoculated leaf. IN: BEEMSTER, A.B.R. & DIJKSTRA, J. **Viruses of Plant**, North-Holland Publ., Amsterdam, 1966. p.44-47.

BEST, R.J. Tomato spotted wilt virus. IN: SMITH, K.M. & LAUFFER, M.A. **Advances in virus Research**, Academic Press, New York, 1968. V.13, p.65-145.

BEST, R.J. & GALLUS, P.C. Strains of tomato spotted wilt virus. **Australia Journal Biology Science**, Victoria, **15**:212-214, 1955.

CARTER, W. Populations of **Thrips tabaci**, with special reference to virus transmission. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, 8:261-276, 1939.

CHO, J.J.; MAU, R.F.L., GONSALVES, D. & MITCHELL, W.C. Reservoir weed host of tomato spotted wilt virus. **Plant Disease**, St. Paul, 70:1014-1017, 1986.

CHO, J.J.; MITCHELL, W.C.; MAU, R.F.L. & SAKIMURA, K. Epidemiology of tomato spotted wilt virus disease on crisphead lettuce in Hawaii. **Plant Disease**, St. Paul, 71:505-508, 1987.

COSTA, A.S. Vira-cabeça, importante moléstia do tomateiro. **A Fazenda**, Campinas, 42:58, 1947.

COSTA, A.S. & CARVALHO, A.M.B. A beldroega, reservatório do vírus de vira-cabeça. **Bragantia**, Campinas, 19:27-29, 1960.

COSTA, A.S. & FORSTER, R. A transmissão mecânica de vira-cabeça por fricção com suco. **Revista Agricultura**, Piracicaba, 13:249-262. 1938.

COSTA, A.S. & FORSTER, R. Identidade do vírus de vira-cabeça e sua inclusão no grupo do "Spotted Wilt". **Bragantia**, Campinas, 1:491-516, 1941.

COSTA, A.S. & FORSTER, R. Lista de hospedeiro do virus de vira-cabeça. **Bragantia**, Campinas, 2(3):83-91, 1942.

COSTA, A.S.; CARVALHO, A.M.B.; COSTA, C.L. & NAGAI, H. Molestia de virus do tomateiro. **Boletim do Campo**, Campinas, 183:8-26, 1964.

CROWLEY, N.C. Transmission of TSWV through seeds, in **Cineraria** sp. **Australian Journal Biology Science**, Victoria, 10:449-464, 1957.

CZUBER, B. & MICZYNSKI, K.A. Reaction of cultivars and some wilt species of tomato to infection by tomato spotted wilt virus. **Proceeding of the XIII Virological Conference Organized by Committes for Plant Protection of the Polish Academic of Science in Jablonna**, 1978. (Review of Plant Pathology, 61(9):390, 1982).

DE SANTIS, L. Nota sobre **Frankliniella schultzei** (Thysanoptera, Thripidae). **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, 37(4):297-300, 1970.

FRANCKI, R.I.B. & GRIVELL, C.J. An electron microscope study of the distribution of tomato spotted wilt virus in systemically infected **Datura stramonium** leaves. **Virology**, New York, 42:969-978, 1970.

FRANCKI, R.I.B. & HATTA, T. Tomato spotted wilt virus. IN: KURSTAK, E. (ed.). **Handbook of Plant Virus Infections and Comparative Diagnosis.** Elsevier/North Holland Biomedical Press, New York, 1981. p.491-512.

GARDNER, M.W.; TOMPKINS, C.M. & WHIPPLE, O.C. Spotted wilt of truck crops and ornamental plants. **Phytopathology**, St. Paul, **25**:17, 1935.

GONSALVE, D. & TRUJILLO, E.E. Tomato spotted wilt virus in papaya and detection of the virus by ELISA. **Plant Disease**, St. Paul, **70**:501-506, 1986.

GRACIA, O. & FELDMAN, J.M. Natural infection of artichoke by tomato spotted wilt virus. **Plant Disease Reporter**, Washington, **62**(12):1076-1077, 1978.

IE, T.S. Tomato spotted wilt virus. **In: Descriptions of plant viruses, No. 39.** Commonwealth Agricultural Bureaux Association of Applied Biologists. Kew, 1970. 4p.

IE, T.S. Tomato spotted wilt virus in the anthers of **Tropaeolum majis.** **Netherlands Journal Plant Pathology**, Wageninger, **79**(6):249-256, 1973.

IRWIN, M.E. & YEARGAN, K.L. Sampling phytophagous thrips on soybean. In: KOGAN, M. & HERZOG, D.C. (eds.). **Sampling methods in soybean entomology.** Springer, New York, 1980, p.285-304.

IWAKI, M.; HONDA, Y.;HAMADA, K.; TOCHIHARA, T.; HOKAMA, K. & YOKOYAMA, T. Silver mottle disease of watermelon caused by tomato spotted wilt virus. **Plant Disease**, St. Paul, **68**:1006-1008. 1984.

JONES, L.K. Streak and mosaic of **Cineraria**. **Phytopathology**, St. Paul, **34**:941-953. 1944.

KIRK, W.D. Pollen-feeding in thrips (Insecta: Thysanoptera). **Journal Zoological**, London, **204**:107-117, 1984.

KOBATAKE, H.; OSAKI, T. & INOVYE, T. The vector and reservois of tomato spotted wilt virus in Nara Prefecture. **Annual Phytopathology Society Japan**, Tokyo, **50**:541-544, 1984.

KOBATAKE, H.; OSAKI, T.; YOSHIOKA, A. & INOUYE, T. Spotted wilt disease of tomatoes in Japan. **Annual Phytopathology Society Japan**, Tokyo, **42**:287-294, 1976.

LEWIS, T. A comparison of water traps, cylindrical sticky traps and suction trap for sampling thysonopteron populations at different levels. **Entomologia Exp. Appl.**, Amsterdam, **2**:204-215, 1959.

LEWIS, T. **Thrips. Their biology, ecology and economic importance.** Academic Press, New York. 1973. 349p.

LINFORD, M.B. Transmission of the pineapple yellow spot virus by **Thrips tabaci.** **Phytopathology**, St. Paul, **22**:301-324, 1932.

LISA, V.; VAIRA, A.M.; MILNE, R.G.; LUISONI, E. & RAPETTI, S. Tomato spotted will virus in cinque specie coltivate in Liguria. **Informatore Fitopatologico**, Bologna, 40(12):34-41, 1990.

MATTHEWS, R.E.F. Classification and nomenclatura of viruses. **Intervirology**, **12**:131-296, 1979.

MATTHEWS, R.E.F. **Plant Virology.** 2o. ed., Academic Press, New York, 1981. 897p.

MOFFITT, H.R. A color preference of the western flower thrips, **Frankliniella occidentalis.** **Journal Econ. Entomology**, College Park, **57**:604-605, 1964.

MULLIGAN, G.A. & KEVAN, P.G. Color, brightness, and other floral characteristics attracting insects to the blossoms of some Canadian weeds. **Canadian Journal Botany**, Ottawa, **51**:1939-1952. 1973.

NAGAI, H. Resistência ao vírus de vira-cabeça em tomateiro derivado do cruzamento entre **Lycopersicon esculentum** e **L. peruvianum**. **Anais do I Congresso da Sociedade de Olericultura do Brasil**, Botucatu, 1975.

NAGAI, H.; FONSECA, M.I.S. & SIQUEIRA, W.J. Incorporação de resistência ao vírus de vira-cabeça em tomateiro através de hidridação interespecífica. **XXIV Congresso Brasileiro e 1a. Reunião Latino Americana de Olericultura**, Jaboticabal, SP, 1984. p.123.

NORRIS, D.O. The strain complex of and symptom development of spotted wilt virus. **The Australian Council of Science and Industrial Research**, 1946. (Bulletin, 202).

PALIWAL, Y.C. Some characteristics of the thrips vetor relationship of tomato spotted wilt virus in Canada. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, **54**(5/6):402-405, 1976.

PALMER, J.M.; MOUND, L.A. & HEAUME, G.J. Thysanoptera. In: BETTS, C.R. (ed.). **Cie Guides to Insects of Importance to Man.** CAB International, Wallingford. 1989. p.1-73.

PALMER, J.M.; REDDY, D.V.R.; WIGHTMAN, J.A. & RAO, G.V.R. New information on the thrips vectors of tomato spotted wilt virus in groundnut crops in India. **International Arachis Newsletter**, No. 7:24-25. 1990.

PITTMAN, H.A. Spotted wilt of tomatoes. **Australian Council for Scientific an Industrial Research**, Melbourne, 1:74-77, 1927.

RAO, R.D.V.J.P.; IIZUKA, N.; RAGUNATHAN, V. & JOSHI, N.C. Ocurrence of tomato spotted wilt virus on tomato in Andra Pradesh. **Indian Phytopathology**, New Delhi, 33(3):436-439. 1981.

REIFSCHNEIDER, F.J.B.; CAFE, A.C.; DUSI, A.N. & KITAJIMA, E.W. Brown pod, a disease caused by tomato spotted wilt virus on peas in Brazil. **Tropical Pest Management**, London, 35(3):304-306, 1989.

SAKIMURA, R. Field observations on the thrips vector species of the tomato spotted wilt virus in the San Pablo area, California. **Plant Disease Reporter**, Washington, 45:772-776, 1961.

SAKIMURA, K. The present status of thrips-borne viruses. In: MARAMOROSCH, K. (ed.). **Biological Transmission of Disease Agents**. Academic Press, New York. 1962. p.30-40.

SAKIMURA, K. **Frankliniella fusca**, an additional vetor for tomato spotted wilt virus with notes on **Thrips tabaci**, another vetor. **Phytopathology**, St. Paul, **53**:412-415. 1963.

SAMUEL, G.; BALD, J.G. & PITTMAN, H.A. Investigations on "spotted wilt" of tomatoes. **Australian Council of Scientific and Industrial Research**. 1930. 66p. (Bulletin, **44**).

SILVEIRA JR., W.G.; AVILLA, A.C. & MUNOZ, J.O. Chuchu (**Sechium edule** Sw.): Nova espécie hospedeira do vírus de vira-cabeça do tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 10:661-665, 1985.

SMITH, K.M. **A textbook plant virus disease**. 3a. edn. Longman, New York, 1972.

TOMARU, K.; KUBO, S. & TAKANAMI, Y. Occurrence of tomato spotted wilt virus in tobacco plants in Ryukyu islands. **Annual Phytopathology Society Japan**, Tokyo, **48**:336-339, 1982.

VERKLEIJ, F.N. & PETERS, D. Characterization of a defective form of tomato spotted wilt virus. **Journal of General Virology**, **64**:677-686, 1983.

WANG, M. & GONSALVES, D. ELISA detection of various tomato spotted wilt virus isolates using specific antisera to structural proteins of the virus. **Plant Disease**, St. Paul, **74**:154-158, 1990.

YUDIN, L.S. The host range and color preference of **Frankliniella occidentalis** (Pergande), the major vetor of tomato spotted wilt virus in Kula, Hawaii. Honolulu. 1984. 53p. (MS.Thesis-University of Hawaii).

YUDIN, L.S.; MITCHELL, W.C. & CHO, J.J. Color preference of Thrips (Thysanoptera: Thripidae) with reference to aphids (Homoptera: Aphididae) and leafminers in Hawaiian lettuce farms. **Journal Econ. Entomology**, College Park, **80**:51-55. 1987.

YUDIN, L.S.; TABASHNIK, B.E.; CHO, J.J. & MITCHELL, W.C. Colonization of weeds and lettuce by Thrips (Thysanoptera: Thripidae). **Environmental Entomology**, College Park, **17**(3):522-526, 1988,

YUKI, V.A. & COSTA, A.S. Epidemiologia do vírus do vira-cabeça em Campinas, SP, mantém-se estável em 50 anos. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, 14(1/2):56. 1988.