

Dinâmica temporal e espacial da begomovirose causada por Tomato yellow vein streak virus em tomateiro na região de Campinas-SP

Marília Gabriela Salvetti Della Vecchia¹, Daniel Dias Rosa¹, Armando Bergamin Filho¹,
Lilian Amorim¹, Jorge Alberto Marques Rezende¹, Ailton Ribeiro²

¹Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, ESALQ, 13418-900 Piracicaba-SP. ²Nunhems do Brasil Com. Sem. Ltda., Caixa Postal 921, 13140-000 Paulínia-SP, e-mail: jamrezen@esalq.usp.br. Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor. Bolsista da CAPES.

Autor para correspondência: Jorge A. M. Rezende

Data da chegada: 16/01/2006. Aceito para publicação em: 22/01/2007.

1308

RESUMO

Della Vecchia, M.G.S.; Rosa, D.D.; Bergamin Filho, A.; Amorim, L.; Rezende, J.A.M.; Ribeiro, A. Dinâmica temporal e espacial da begomovirose causada por Tomato yellow vein streak virus em tomateiro na região de Campinas-SP. *Summa Phytopathologica*, v.33, n.4, p.387-395, 2007.

O objetivo desse trabalho foi caracterizar os padrões temporal e espacial do Tomato yellow vein streak virus (ToYVSV) em tomates cultivados em condições de campo, no município de Sumaré, e de estufa plástica, na região de Elias Fausto, Estado de São Paulo. No ensaio de campo, plantado com a variedade Alambra, foram avaliadas 4.032 plantas, distribuídas em oito blocos. Em oito estufas plásticas, com plantios escalonados da variedade Ikram, foram avaliadas 6.016 plantas. As avaliações foram feitas com base nos sintomas característicos induzidos por esse vírus. A confirmação da identidade do vírus foi feita por meio da análise da sequência de nucleotídeos de parte do DNA-A viral (genes AV1 e AC3). No ensaio em condições de campo, a incidência da doença evoluiu lentamente, desde um mínimo de 0,002 (proporção de plantas sintomáticas) até um máximo de 0,0497. Mesmo assim, foi possível constatar um efeito de borda, pois a incidência média de plantas doentes nos blocos situados nos bordos

da área foi 2,1 vezes maior do que naqueles internos. O progresso da incidência da doença foi linear, o que indica que novas infecções foram devidas principalmente a um influxo constante de vetores virulíferos de fora para dentro da área avaliada. Nos plantios em estufas plásticas, os níveis finais de doença foram fortemente dependentes da época de plantio, com médias variando de 4,8% a 69,3%. A distribuição espacial de plantas sintomáticas nesses plantios foi fortemente agregada. Essa agregação provavelmente não se deve a infecções secundárias dentro das estufas plásticas, mas sim à concentração de plantas sintomáticas nos bordos das estufas, conseqüência da migração de vetores virulíferos a partir de áreas externas à estufa. Com base nesses resultados, sugere-se a eliminação de fontes de inóculo – representadas por plantios mais velhos de tomateiro e por hospedeiras do vírus na vegetação espontânea – como uma das principais medidas para o manejo da doença.

Palavras-chave adicionais: *Lycopersicon esculentum*, Aleyrodidae, índice de dispersão binomial, lei de Taylor, begomovirus.

ABSTRACT

Della Vecchia, M.G.S.; Rosa, D.D.; Bergamin Filho, A.; Amorim, L.; Rezende, J.A.M.; Ribeiro, A. Spatio-temporal pattern of a begomovirus disease caused by Tomato yellow vein streak virus in tomato in Campinas region, São Paulo. *Summa Phytopathologica*, v.33, n.4, p.387-395, 2007.

The purpose of the present work was the characterization of the temporal and spatial pattern of Tomato yellow vein streak virus (ToYVSV), transmitted by the whitefly *Bemisia tabaci*, in tomato crops under field and greenhouse conditions, in Sumaré and Elias Fausto counties, respectively, State of São Paulo, Brazil. A total of 4,032 plants of cultivar Alambra, distributed in eight randomized blocks, were evaluated under field conditions. Evaluations in greenhouses were performed on 6,016 plants of cultivar Ikram. Plants were transplanted into eight greenhouses, in a staggered manner. Evaluations were based on typical symptoms induced by this begomovirus. The identification of the virus species was based on the analysis of the nucleotide sequence of part of the DNA-A (810 bp), which included the AV1 and AC3 genes. The incidence of the disease progressed very slowly under field conditions, coming from a minimum of 0.002 (proportion of symptomatic plants)

to a maximum of 0.0497. In spite of this, border effect was observed, since the average of diseased plants in the peripheric blocks was 2.1 times higher than in the inner blocks. The disease progress curve was linear, indicating that newer infections were mainly due to the constant influx of viruliferous whiteflies coming from outside sources of inoculum. The percentage of diseased plants in tomatoes grown under greenhouse conditions was enormously influenced by the time of planting, varying from 4.8% to 69.3%. The spatial distribution of symptomatic tomato plants in these crops was aggregated. Apparently, this pattern was not due to secondary infections, but a result of aggregation of diseased plants near the periphery of the greenhouses. Based on these results, it is suggested that the elimination of sources of inoculum – represented by old tomato crops and infected weed hosts – is one of the most important practices for disease management.

Additional Keywords: *Lycopersicon esculentum*, Aleyrodidae, binomial dispersion index, Taylor law, begomovirus.

A cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) é relativamente recente no Brasil e seu crescimento, tanto em área cultivada como em produtividade, foi regular nas décadas de 50 e 60, e acentuado a partir de 1972, principalmente no Estado de São Paulo (25). No mercado nacional merecem destaque como grandes regiões produtoras o Sudeste (50,3% da produção nacional) e o Centro-Oeste (26,8%). O país produziu 3.347.000 toneladas em quase 57 mil hectares, no ano agrícola de 2004 (16).

As doenças, em particular as viroses, representam um dos fatores mais importantes que limitam a produção do tomateiro (12, 21). A literatura internacional registra pelo menos 37 diferentes espécies de vírus de importância econômica nessa cultura (27). Desses, pelo menos 17 pertencem ao gênero *Begomovirus*, da família *Geminiviridae*, e têm a mosca branca *Bemisia tabaci* (Genn.) como vetor. A importância desse grupo de vírus aumentou consideravelmente desde o final da década de 80 (27).

No Brasil, as primeiras doenças aparentemente causadas por esse tipo de vírus foram descritas principalmente com base na manifestação dos sintomas e genericamente identificadas com sendo causadas por geminivirus transmitidos por moscas brancas. Flores et al. (15) parecem ter sido os primeiros a relatar a infecção de tomateiros em campo pelo vírus da clorose infecciosa das malváceas, que hoje se sabe ser um begomovirus. Anos mais tarde, Costa (7) distinguiu seis viroses do tomateiro transmitidas por mosca branca com base nos sintomas exibidos pelas plantas. Posteriormente, Costa et al. (8) verificaram que o vírus do mosaico dourado do tomateiro, de difícil transmissão mecânica entre plantas de tomateiro, era facilmente transmitido mecanicamente para as espécies *Datura stramonium*, *Nicotiana glutinosa*, *N. tabacum* e *Physalis* sp. Naquela ocasião, todavia, os vírus do tomateiro associados com a transmissão por *B. tabaci* não eram economicamente importantes, aparentemente pelo fato de que o biótipo A desse Aleyrodidae, predominante no país, não colonizava o tomateiro (29). No entanto, com a aparente posterior substituição daquele biótipo pelo biótipo B, que coloniza o tomateiro e que foi primeiramente relatado no país em 1994 (17,23), os problemas de incidência de viroses em tomateiro transmitidas por esse inseto se intensificaram (28).

A partir dessa época, até os dias atuais, passou-se a relatar surtos de doenças do tomateiro relacionadas com begomovirus, com porcentagens elevadas de plantas infectadas e danos significativos na produção (1, 4, 5, 6, 11, 13, 30, 32, 33). Também passaram a ser feitos estudos para a identificação e caracterização das diferentes espécies de begomovirus associados com a cultura do tomateiro nas diversas regiões produtoras dessa olerícola no país (2, 28). Em São Paulo, já foram relatadas infectando o tomateiro o Tomato yellow vein streak virus (ToYVSV) (6, 11, 13, 33), o *Tomato rugose mosaic virus* (TRMV) (11) e uma possível espécie nova ainda não caracterizada (11). Apesar disso, ainda há carência de estudos sobre as espécies de maior predominância em cada região do Estado, sobre os danos ocasionados à cultura e sobre sua epidemiologia. Desse modo, o principal objetivo do presente trabalho, considerando a tomaticultura praticada na região de Sumaré e Elias Fausto, no Estado de São Paulo, foi caracterizar os padrões temporal e espacial do ToYVSV em tomates cultivados em condições de campo e de estufa plástica.

MATERIAL E MÉTODOS

PCR e seqüenciamento para identificação do ToYVSV

Cerca de cem plantas sintomáticas foram amostradas em cada local (Sumaré e Elias Fausto). A extração do DNA genômico das

plantas supostamente infectadas com o ToYVSV foi realizada, conforme protocolo descrito por Edwards et al. (10), a partir de tecido foliar. O controle negativo foi representado por DNA total extraído de tomateiros sadios. O DNA total extraído foi usado em reação de PCR usando-se o par de oligonucleotídeos degenerados AV494 (5'-GCCYATRTAYAGRAAGCCMAG-3') e AC1048 (5'-GGRTTDGARGCATGHGTACATG-3'), que amplifica um fragmento de aproximadamente 550 pb do DNA A, referente ao gene da proteína capsial dos begomovirus (36) e o par de oligonucleotídeos degenerados PBL1v2040 (5'-GCCTCTGCAGCARTGRTCKATCTTCATACA-3') e PCRc1 (5'-CTAGCTGCAGCATATTTACRARWATGCCA-3'), que amplifica um fragmento de aproximadamente 500 a 650 pb do DNA B (31). O regime utilizado para o termociclador foi de 94°C por 2 minutos, 94°C por 30 segundos, 33 ciclos de 94°C por 30 segundos, 54°C por 40 segundos, 72°C por 50 segundos, finalizando-se o processo com 72°C por 5 minutos. O produto da PCR foi visualizado em gel de agarose a 1%, contendo 0,5 mg/mL de brometo de etídeo.

Para o seqüenciamento e confirmação da identidade do isolado viral, o DNA total foi extraído separadamente de oito plantas com sintomas típicos do ToYVSV, coletadas em estufa plástica em Elias Fausto. Posteriormente, os fragmentos amplificados do DNA A foram seqüenciados. O seqüenciamento foi realizado em aparelho ABI Prism 377 DNA Sequencer™ de acordo com o protocolo descrito nos kits utilizados (Templiphi DNA amplification, Amersham Biosciences; Big Dye™ Terminator Cycle Sequencing Ready Reaction, PE Applied Biosystems).

As seqüências de nucleotídeos obtidas dos eletroferogramas foram alinhadas com auxílio do programa CAP 3, de onde foi extraída a seqüência consenso final para a região envolvendo os genes AV1 (proteína capsial) e AC3 (Ren) do DNA A. A identidade com outros begomovirus depositados no GenBank foi analisada com o programa Blast do 'National Center for Biotechnology Information' (NCBI) (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>). O alinhamento da seqüência consenso foi realizado pelo programa Multalin (INRA) (<http://prodes.toulouse.inra.fr/multalin/multalin.html>). A seqüência de aminoácidos deduzidos foi realizada pelo programa Translate (<http://ca.expasy.org/tools/dna.html>) e comparada com aquelas disponíveis no GenBank através do programa Blast.

Caracterização dos locais de plantio e instalação das armadilhas adesivas

Dois ensaios de campo foram realizados em plantios comerciais de tomateiro, variedade Alambra, localizados no município de Sumaré, Estado de São Paulo. O primeiro ensaio foi realizado em área com aproximadamente 500 mil plantas de tomate. As mudas, produzidas em bandejas em local protegido, foram transplantadas para o campo entre os dias 20 e 23 de agosto. Uma semana após o transplante foi efetuada a demarcação das áreas experimentais e iniciadas as avaliações, que prosseguiram durante todo o segundo semestre de 2004. Foram demarcadas oito parcelas: as parcelas numeradas de 1 a 4 estavam dispostas aleatoriamente em locais periféricos da área plantada, enquanto aquelas numeradas de 5 a 8 se localizaram aleatoriamente no interior da área. Cada parcela constou de catorze linhas com trinta e seis plantas cada uma, totalizando 504 plantas por parcela, num total de 4.032 plantas avaliadas durante todo o período.

O segundo ensaio foi realizado na mesma propriedade, mas em área distinta do primeiro plantio. O transplante das mudas para o

campo foi feito entre os dias 10 e 12 de março. A área cultivada continha aproximadamente 250 mil plantas. Uma semana após o transplante, foram demarcadas as parcelas, em número de quatro, e as avaliações prosseguiram durante o primeiro semestre de 2005. As parcelas 1 e 2 estavam dispostas perifericamente à área plantada e as parcelas 3 e 4 no interior da área. Cada parcela constou de catorze linhas com trinta e seis plantas cada uma, totalizando 504 plantas por parcela. O total de plantas avaliadas foi de 2.016.

Os ensaios em estufas plásticas, em tomates da variedade Ikram, foram realizados no município de Elias Fausto, São Paulo. Devido ao plantio escalonado da cultura em estufa, as avaliações foram feitas em três épocas distintas, porém com sobreposição de alguns dias. A primeira época teve início em janeiro de 2005, em plantas cultivadas nas estufas 1, 2 e 3. Cada estufa foi considerada uma parcela e cada uma continha oito linhas, com noventa e oito plantas por linha (mais ou menos uma), totalizando 2.352 plantas. Na segunda época, cujo início se deu em março de 2005, foram avaliadas plantas de mais duas estufas (4 e 5). Cada parcela apresentava oito linhas com oitenta e duas plantas por linha (mais ou menos duas), totalizando 1.312 plantas. Finalmente, na terceira época, cujas avaliações começaram a partir de abril de 2005, plantas de mais três estufas (6, 7 e 8) foram avaliadas. Cada estufa plástica tinha oito linhas com noventa e oito plantas por linha (mais ou menos duas plantas), totalizando 2.352 plantas. A vegetação predominante ao redor da área das estufas era cana-de-açúcar, exceto na área ao redor da sede da propriedade, que continha um gramado, diversas plantas ornamentais e algumas frutíferas.

Os tratamentos fitossanitários foram efetuados conforme o hábito dos produtores da região, com pelo menos duas aplicações semanais de defensivos e adubação realizada por fertirrigação através de gotejo.

Monitoramento da população de aleirodídeos

O monitoramento de insetos da família Aleyrodidae, à qual pertence a mosca branca *Bemisia tabaci*, vetora de begomovirus, nas parcelas demarcadas nos plantios de tomateiro no campo e no interior das estufas plásticas, foi feito com armadilhas adesivas amarelas colocadas em cada parcela. As armadilhas eram retangulares (9 x 14 cm), com as duas faces amarelas, recobertas por uma cola, onde os insetos ficavam aderidos. No ensaio de campo, as armadilhas foram colocadas a uma altura de 50 cm do solo, presas a uma estaca de madeira. Foi colocada uma armadilha em cada parcela, localizada no meio da décima linha da parcela. Nos plantios em estufa plástica, as armadilhas se encontravam a uma altura de 1,70 m do solo, presas ao arame de sustentação da linha, ao qual se prendiam os fitilhos de condução das plantas. Em cada estufa foi colocada uma armadilha, localizada entre a quarta e quinta linha, no centro da estufa. A cada catorze dias, no ensaio de campo, e sete dias, no ensaio de estufa, as armadilhas eram recolhidas e substituídas por outras novas. A contagem dos aleirodídeos em ambas as faces das armadilhas foram feitas no Laboratório de Virologia Vegetal, ESALQ/USP, com auxílio de estereomicroscópio, baseando-se nas características dos adultos.

Avaliação da incidência do ToYVSV

As avaliações de plantas de tomateiro infectadas com o ToYVSV foram feitas com base nos sintomas foliares causados por esse vírus. Estes se caracterizam, inicialmente, pelo aparecimento de riscas amarelas nas nervuras, que progridem para manchas de mosaico amarelo e limbo foliar ondulado. Há também redução no

tamanho das folhas. As avaliações foram realizadas semanalmente a partir da data do transplante das mudas até o final do ciclo de cultivo, em cada uma das parcelas no campo e nas estufas plásticas.

Análise epidemiológica

Os progressos temporal e espacial de plantas sintomáticas infectadas com o ToYVSV foram estudados em todas as parcelas dos ensaios, tanto no campo quanto em estufa plástica. A análise temporal constou da plotagem cumulativa e não-cumulativa da incidência de plantas sintomáticas em função do tempo para todas as parcelas, conforme metodologia descrita por Bergamin Filho et al. (3). Outros modelos epidemiológicos comumente utilizados em epidemiologia não foram ajustados aos dados de progresso da incidência em virtude da forma típica de todas as curvas obtidas, isto é, todas elas seguiram a forma típica da família de curvas linear/monomolecular, descritas pelas diferenciais $dx/dt=r$ e $dx/dt=r(1-x)$, respectivamente, na qual x é a proporção de doença (incidência), r , a taxa aparente de infecção, e t , o tempo.

A análise espacial dos dados se deu pelo mapeamento da área a partir de dados binários (presença ou ausência de sintomas). A cada levantamento, as novas plantas sintomáticas eram incorporadas aos mapas anteriores, obtendo-se, assim, o número acumulado de plantas sintomáticas e suas respectivas posições para cada data de avaliação. Os mapas básicos de cada área foram confeccionados em planilha do aplicativo Microsoft Excel. Quadrats de 5x2 plantas foram sobrepostos aos mapas. Para cada quadrat foi determinada a proporção de plantas afetadas em cada avaliação e calculada a incidência (p) na parcela. Essa variável pode ser definida como a estimativa da probabilidade de uma planta estar sintomática numa determinada área (24) e é calculada por $p = \sum X_i/nN$, na qual $\sum X_i$ é o somatório do número de plantas sintomáticas em cada *quadrat* i , n é o número de plantas em cada *quadrat* e N é o número total de *quadrats* em cada área. Incidência (p), assim calculada, é a base para o cálculo do índice de dispersão e para a aplicação da lei de Taylor modificada (24). O índice de dispersão (D) é função da variância observada (V_{obs}) e da variância binomial (V_{bin}). O valor de D foi estimado para cada parcela e cada avaliação por meio da equação (18): $D = V_{obs}/V_{bin}$, na qual, de acordo com (20), $V_{obs} = \sum (X_i - np)^2/n^2(N-1)$ e $V_{bin} = p(1-p)/n$. A lei de Taylor modificada (24) relaciona, por meio de polinômio de primeiro grau, a variância observada (V_{obs}) e a variância esperada para uma distribuição aleatória ou ao acaso (V_{bin}). Quando os dados são expressos em incidência, a distribuição binomial é a que propicia o melhor ajuste para condições de aleatoriedade (24). Nesse caso, $\log(V_{obs}) = \log(A) + b \log(V_{bin})$, na qual A e b são parâmetros. As regressões foram calculadas por meio do método dos quadrados mínimos. Considerou-se como variável independente o logaritmo das variâncias binomiais estimadas para cada avaliação e como variável dependente, o logaritmo das variâncias observadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diversas amostras de tomateiro com sintomas de riscas amarelas nas nervuras e manchas de mosaico amarelo coletadas dos tomates no campo e nas estufas plásticas tiveram seus DNA totais extraídos e analisados por PCR. Na maioria das amostras foi possível amplificar fragmentos do DNA A e DNA B com os respectivos pares de oligonucleotídeos iniciadores universais para begomovirus (dados não apresentados). O DNA total de oito amostras do isolado coletado em Elias Fausto cujos produtos da PCR para o DNA A haviam sido

positivos foram amplificados com o kit Templiphi DNA amplification (Amersham Biosciences) e, seqüenciados com o kit Big Dye Terminator Cycle Sequencing Ready Reaction (PE Applied Biosystems) em aparelho ABI Prism 377 DNA Sequencer. A seqüência consenso de nucleotídeos obtida foi usada para a identificação da espécie de begomovirus presente nos tomates. Essa seqüência, que engloba parte do gene AV1 (proteína capsidial) e AC3 (Ren), com um total de 810 nucleotídeos (DQ355977), foi comparada com seqüências de nucleotídeos de outros begomovirus depositadas no GenBank. Considerando-se o critério de identidade na seqüência de nucleotídeos e os demais critérios estabelecidos para caracterização de espécies de begomovirus (14), especialmente a similaridade dos sintomas descritos para espécies putativas relatadas no Brasil (1, 13, 33), concluiu-se que o vírus predominante naqueles tomates era o Tomato yellow vein streak virus (ToYVSV) (9).

Em Sumaré, no plantio avaliado durante o segundo semestre de 2004, a incidência da doença evoluiu lentamente, desde um mínimo de 0,002 (proporção de plantas sintomáticas) até um máximo de 0,0497. É oportuno mencionar que em levantamentos não sistemáticos realizados em 2003, em três plantios em campo na mesma região, foram constatadas incidências de plantas com sintomas aparentemente desse mesmo begomovirus variando de 58% a 100%. No entanto, em um plantio observado no primeiro semestre de 2004, na mesma região, foi constatada uma redução acentuada na incidência dessa virose, com média de 12% de plantas sintomáticas (Rezende, J.A.M.: dados não publicados). Dentre as causas possíveis, como o baixo inóculo do vírus na região no segundo semestre de 2004 ou condições do ambiente desfavoráveis à

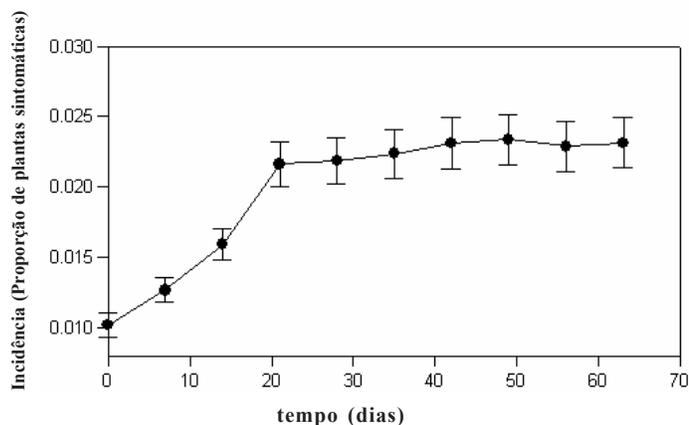


Figura 1. Curva de progresso da incidência de plantas de tomateiro cv. Alambra infectadas com o ToYVSV para o ensaio de campo em Sumaré, 2004. Dados médios avaliados conjuntamente para todas as parcelas.

infecção, não há condições de identificar a causa principal da baixa incidência encontrada em 2004. Os dados referentes à ocorrência de aleirodídeos (Tabela 1) indicam a presença desses insetos na cultura. Como houve incidência de begomovirus na cultura, certamente a mosca branca *B. tabaci* estava entre os aleirodídeos capturados, o que corrobora a hipótese de baixo inóculo de vírus no ambiente.

Foi detectado efeito de borda com base nos dados, apesar da baixa incidência da doença: a incidência média de plantas doentes nos blocos 1 a 4, situados nos bordos da área, foi 2,1 vezes maior do que a incidência média nos blocos 5 a 8, internos ao plantio

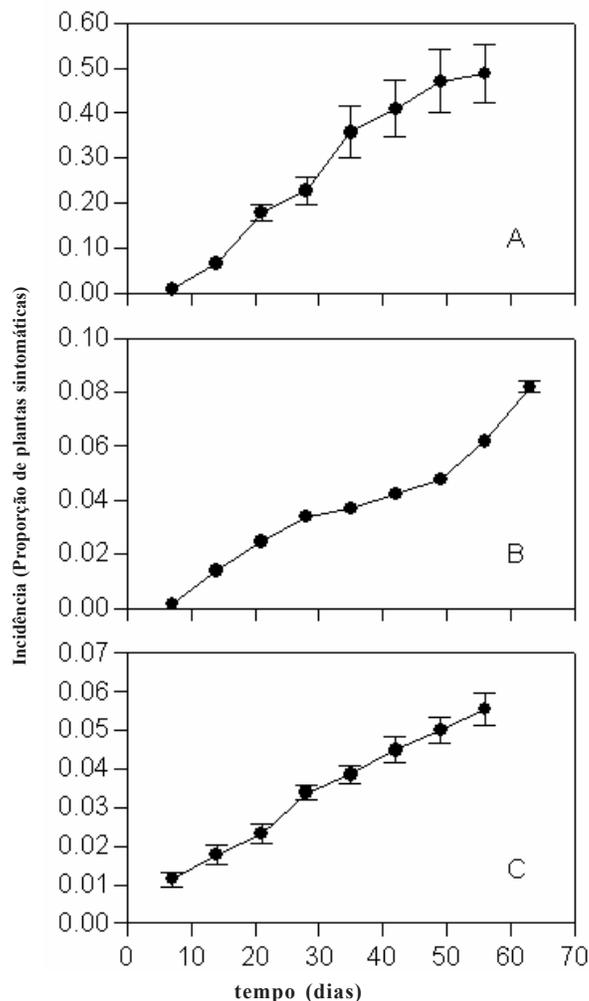


Figura 2. Curva de progresso da incidência de plantas de tomateiro cv. Ikram infectadas com o ToYVSV para o ensaio em estufa plástica em Elias Fausto, 2005. Dados médios avaliados conjuntamente. A: estufas 1-3; B: estufas 4 e 5; C: estufas 6-8.

(Tabela 2), indicando a importância de fontes de vírus externas à área de cultivo na epidemiologia do ToYVSV. Importante é ressaltar que os vetores disseminaram-se por toda a área de plantio, com ligeira preferência pelos bordos: média de 197 aleirodídeos nas armadilhas externas (blocos 1 a 4) e 144 na internas (blocos 5 a 8) (Tabela 1).

O progresso da incidência de plantas sintomáticas foi linear nas quatro primeiras avaliações (Figura 1), o que indica que novas infecções foram devidas principalmente a um influxo constante de vetores virulíferos de fora para dentro da plantação nesse período. A estabilização da curva a partir da quinta avaliação indica que esse fluxo interrompeu-se a partir dessa data, provavelmente devido a condições climáticas, e que houve pouca transmissão de planta para planta durante o ciclo da cultura, provavelmente como consequência de um controle eficiente do vetor, pois durante as avaliações nunca foi constatada a formação de colônias de moscas brancas nas plantas de tomate.

Não houve ocorrência de plantas com sintomas de ToYVSV no plantio de 2005, a despeito das condições do plantio terem sido semelhantes às do ano anterior, o que evidencia a alta sazonalidade desta doença.

Tabela 1. Número de adultos de aleirodídeos capturados em armadilha adesiva nos blocos de tomateiro cv. Alambra em campo no município de Sumaré. Blocos de 1 a 4, externos à área; blocos de 5 a 8, internos.

Datas	Blocos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
21/08/04	10	19	12	13	06	10	10	12
02/09/04	08	19	19	10	14	08	06	12
17/09/04	22	40	25	26	11	06	12	14
01/10/04	36	21	26	24	08	15	10	25
15/10/04	43	26	28	52	42	26	51	31
29/10/04	92	61	40	116	79	45	75	48
Total	211	186	150	241	160	110	164	142

Tabela 2. Valores de incidência (%) de plantas de tomateiro cv. Alambra com sintomas de ToYVSV nas parcelas em plantios em campo em Sumaré. Blocos de 1 a 4, externos à área; blocos de 5 a 8, internos.

Datas de avaliações	Blocos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
24/09/04	1,19	1,79	1,79	0,40	0,40	0,20	1,79	0,60
01/10/04	1,59	1,99	1,79	0,60	0,80	0,20	2,18	1,00
08/10/04	1,98	3,18	1,98	0,99	0,80	0,40	2,18	1,20
15/10/04	3,38	4,37	2,38	1,39	0,80	0,79	2,38	1,39
22/10/04	3,38	4,57	2,38	1,59	0,80	0,80	2,58	1,39
29/10/04	3,58	4,77	2,38	1,59	0,99	0,80	2,58	1,20
05/11/04	3,78	4,97	2,58	1,59	0,99	0,80	2,58	1,20
12/11/04	3,78	4,97	2,58	1,59	0,99	0,80	2,58	1,20
19/11/04	3,78	4,97	2,39	1,59	0,99	0,80	2,58	1,20
26/11/04	3,78	4,97	2,39	1,59	0,99	0,80	2,58	1,20

Em Elias Fausto, em condições de estufa plástica, os plantios de tomate foram escalonados. O plantio escalonado permite uma maior sobrevivência de moscas brancas virulíferas na área e estas podem migrar das estufas plásticas com plantio em final de ciclo para as estufas plásticas com mudas de tomate recém transplantadas, dando continuidade à transmissão do vírus. As formas das curvas de progresso da doença em estufa plástica também foram claramente lineares para as três épocas de plantio analisadas (Figura 2). Isso também indica um influxo constante de vetores virulíferos de fora para dentro das estufas. Esse influxo, ao contrário do ensaio de campo de Sumaré-2004, manteve-se estável durante todo o ciclo da cultura, o que pode ser explicado pelas condições ambientes mais estáveis desse tipo de cultura. A forma da curva também indica a pouca transmissão de planta para planta dentro das estufas plásticas.

Tabela 3. Número de adultos de aleirodídeos capturados em armadilha adesiva nas casas-de-vegetação, cultivadas com tomateiro cv. Ikram, no município de Elias Fausto

Datas	Casas-de-vegetação							
	1	2	3	4	5	6	7	8
12/01/05	95	115	174	..	..	..	..	..
02/02/05	23	21	21	..	..	..	..	..
23/02/05	23	15	16	..	..	..	..	..
30/03/05	..	..	..	20	22	..	..	..
06/04/05	..	..	..	24	18	..	..	..
13/04/05	..	..	..	22	22	..	..	..
20/04/05	..	..	..	19	15	27	..	..
28/04/05	..	..	..	36	24	08	09	05
04/05/05	..	..	..	30	18	27	50	43
11/05/05	..	..	..	48	22	58	81	67
18/05/05	..	..	..	10	06	35	47	39
Total	141	151	211	209	147	155	187	154

Tabela 4. Valores de incidência (%) do ToYVSV em plantios de tomate cv. Ikram, cultivados em casas-de-vegetação, no município de Elias Fausto, em 2005.

Datas de Avaliações	Casas-de-vegetação							
	1	2	3	4	5	6	7	8
12/01/05	0,13	0,26	2,17	..	..	..	..	..
19/01/05	4,50	5,80	9,32	..	..	..	..	..
26/01/05	11,45	21,91	20,20	..	..	..	..	..
02/02/05	12,89	24,55	30,73	..	..	..	..	..
09/02/05	18,94	34,54	53,46	..	..	..	..	..
17/02/05	23,45	38,42	60,77	..	..	..	..	..
23/02/05	27,71	43,98	69,36	..	..	..	..	..
02/03/05	30,03	46,89	69,36	..	..	..	..	..
30/03/05	..	..	..	0,31	..	..	..	..
06/04/05	..	..	..	1,08	1,68	..	..	..
13/04/05	..	..	..	2,32	2,61	..	..	..
20/04/05	..	..	..	3,09	3,68	..	..	..
28/04/05	..	..	..	3,55	3,83	1,78	1,02	0,64
04/05/05	..	..	..	4,33	4,14	2,67	1,52	1,15
11/05/05	..	..	..	4,95	4,60	3,18	1,91	1,91
18/05/05	..	..	..	6,52	5,85	4,07	3,05	3,05
25/05/05	..	..	..	7,76	8,62	4,70	3,43	3,44
31/05/05	..	..	..	..	..	5,59	3,68	4,20
07/06/05	..	..	..	..	..	6,10	4,32	4,58
14/06/05	..	..	..	..	..	6,99	4,83	4,83

Nota: .. não se aplica dado numérico devido ao término, ausência de plantio ou de doença

Os níveis finais de doença alcançados nas estufas foram fortemente dependentes da época de plantio: médias de 48,8% para a primeira época, 8,2% para a segunda e 5,5% para a terceira (Tabela 4 e Figura 2). Esses diferentes níveis de doença ocorreram a despeito das populações de aleirodídeos não variarem significativamente entre épocas de plantio (Tabela 3): 167,6, 178,0 e 165,3, respectivamente, o que evidencia uma vez mais a importância de se ter uma quantificação de vetores virulíferos, e não simplesmente de vetores, em estudos epidemiológicos de doenças causadas por vírus.

As análises espaciais realizadas tiveram por base mapas de distribuição de plantas doentes, como os apresentados na Figura 3. Sobre figuras como essa foram ajustados *quadrats* de 5x2 plantas, necessários para os cálculos dos diversos parâmetros que caracterizam a distribuição espacial da doença. Nas Tabelas 5 e 6 são mostrados os valores do índice de dispersão (D) para cada unidade experimental e data de avaliação, bem como os valores de b e A da lei de Taylor modificada. As Figuras 4 e 5 mostram a relação das variâncias observada e binomial.

A dinâmica espacial do ToYVSV no município de Sumaré foi predominantemente do tipo aleatória (Tabela 5 e Figura 4). Para várias pragas, incluindo a mosca branca, tem sido mostrado que aplicações de inseticidas alteram o padrão de dispersão dos insetos, na maioria dos casos diminuindo a agregação da doença por eles transmitida (22, 34, 35), o que está de acordo com os dados obtidos neste trabalho.

A análise da influência da localização das parcelas na área, porém, permite demonstrar que parcelas localizadas nas bordas da área (blocos 1 a 4 – Tabela 5 e Figura 4A) apresentaram agregação significativa de plantas sintomáticas, fato este não observado nas parcelas localizadas mais internamente (blocos 5 a 8 – Tabela 5 e Figura 4B). O número de aleirodídeos foi também ligeiramente maior nas parcelas externas

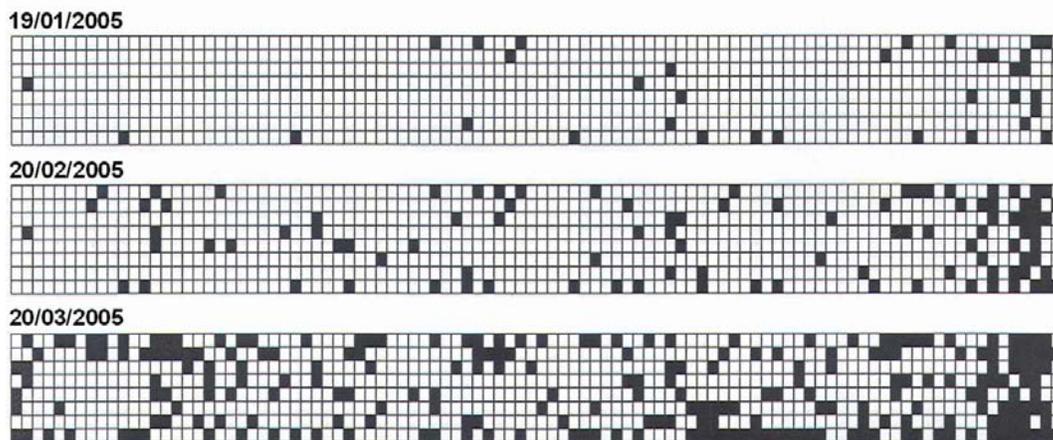


Figura 3. Padrão espacial de plantas de tomateiro infectadas com o ToYVSV em função do tempo em Elias Fausto, 2004 (estufa plástica). Quadrados pretos indicam plantas sintomáticas e quadrados brancos, plantas assintomáticas.

Tabela 5. Incidência de ToYVSV (em proporção) em diferentes blocos avaliados no período de 24 de setembro a 26 de novembro de 2004, em plantios em campo, em Sumaré e respectivos índices de dispersão binomial (D) e parâmetros da lei de Taylor modificada (*quadrat* de 5x2).

Local	Data	Incidência	D ^a	Parâmetros de Taylor ^b		Local	Data	Incidência	D ^a	Parâmetros de Taylor ^b	
				b	A					B	A
Bloco01	24/set	0,0119	0,91	0,918723	0,287577	Bloco05	24/set	0,0040	0,98	0,932901	-0,23343
	01/out	0,0159	0,87				01/out	0,0080	0,95		
	08/out	0,0198	0,83				08/out	0,0080	0,95		
	15/out	0,0338	0,82				15/out	0,0080	0,95		
	22/out	0,0338	0,82				22/out	0,0080	0,95		
	29/out	0,0358	0,82				29/out	0,0099	0,93		
	05/nov	0,0378	0,79				05/nov	0,0099	0,93		
	12/nov	0,0378	0,79				12/nov	0,0099	0,93		
	19/nov	0,0378	0,82				19/nov	0,0099	0,93		
26/nov	0,0378	0,91	26/nov	0,0099	0,93						
Bloco02	24/set	0,0179	1,08	1,557038*	1,539026*	Bloco06	24/set	0,0020	1,00	0,952008	0,174532
	01/out	0,0199	1,04				01/out	0,0020	1,00		
	08/out	0,0318	1,37*				08/out	0,0040	0,98		
	15/out	0,0437	1,66*				15/out	0,0079	0,95		
	22/out	0,0457	1,69*				22/out	0,0080	0,95		
	29/out	0,0477	1,62*				29/out	0,0080	0,95		
	05/nov	0,0497	1,82*				05/nov	0,0080	0,95		
	12/nov	0,0497	1,82*				12/nov	0,0099	0,93		
	19/nov	0,0497	1,82*				19/nov	0,0099	0,93		
26/nov	0,0497	1,82*	26/nov	0,0100	0,93						
Bloco03	24/set	0,0179	1,31	0,686155	0,753711	Bloco07	24/set	0,0179	1,08	0,584497	1,105723
	01/out	0,0179	1,31				01/out	0,0218	1,00		
	08/out	0,0198	1,25				08/out	0,0218	1,00		
	15/out	0,0238	1,35				15/out	0,0238	0,96		
	22/out	0,0238	1,14				22/out	0,0258	0,93		
	29/out	0,0238	1,14				29/out	0,0258	0,93		
	05/nov	0,0258	1,09				05/nov	0,0258	0,93		
	12/nov	0,0258	1,09				12/nov	0,0258	0,93		
	19/nov	0,0258	1,09				19/nov	0,0258	0,93		
26/nov	0,0258	1,09	26/nov	0,0258	0,93						
Bloco04	24/set	0,0040	0,98	1,23592*	0,778994*	Bloco08	24/set	0,0060	0,96	1,34395	1,080017*
	01/out	0,0060	0,98				01/out	0,0100	0,93		
	08/out	0,0099	0,95				08/out	0,0120	1,25		
	15/out	0,0139	1,25				15/out	0,0120	1,18		
	22/out	0,0159	1,25				22/out	0,0120	1,18		
	29/out	0,0159	1,25				29/out	0,0120	1,25		
	05/nov	0,0159	1,25				05/nov	0,0120	1,25		
	12/nov	0,0159	1,25				12/nov	0,0120	1,25		
	19/nov	0,0159	1,25				19/nov	0,0120	1,25		
26/nov	0,0159	1,25	26/nov	0,0120	1,25						
						Bloco01-04		1,118154*	0,376308*
						Bloco05-08		1,006921	0,021493

^a Índice de dispersão binomial (D= variância observada/variância binomial). Significâncias (*) foram calculadas pela distribuição de chi-quadrado. Valores significativos indicam agregação de plantas sintomáticas (P < 0,05)

^b valores significativamente diferentes de 1 (*) para b e de zero (*) para A, pelo teste T, ao nível de 5% de probabilidade.

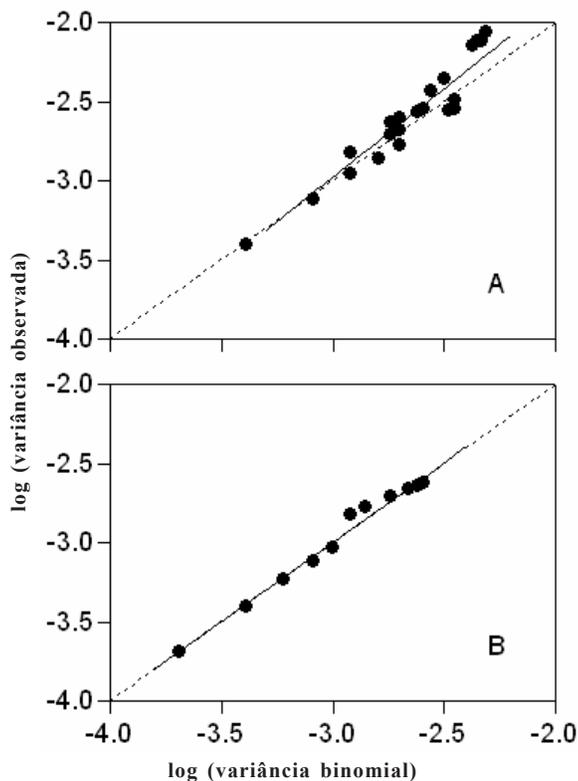


Figura 4. Relação entre variância da incidência observada e variância binomial para plantas com sintomas de ToYVSV em campo em Sumaré, 2004 (*quadrat* de 5x2). A - Blocos de 1 a 4 com os dados analisados em conjunto. B - Blocos de 5 a 8 com os dados analisados em conjunto. A linha cheia representa a relação $\log(\text{vobs}) = \log(A) + b \log(\text{vbin})$ ajustado aos dados de regressão. A linha pontilhada representa a linha binomial (variância observada = variância binomial).

(blocos 1 a 4) (Tabela 1). Esses resultados sugerem que a entrada da doença na plantação se dá de fora para dentro, a partir de hospedeiros do vírus (culturas mais velhas de tomateiro, plantas voluntárias, plantas daninhas) que se encontram próximas à área de plantio. Groves et al. (19) ressaltam que o conhecimento da relação entre a distância da fonte de vírus e a incidência da doença numa cultura suscetível é de grande importância para o sucesso de qualquer esforço para reduzir a incidência viral baseado na redução de plantas fontes de vírus.

Nos dados coletados em estufas plásticas, em Elias Fausto, o cenário da dinâmica espacial é bem diferente, já que os valores de incidência são bem mais elevados e o padrão de plantas doentes encontrado é do tipo agregado (Tabela 6 e Figura 5). Nesse caso pôde-se observar o papel da distância da fonte de inóculo no progresso da incidência da doença. O produtor possuía áreas mais velhas com plantio de tomate juntamente com áreas recém-transplantadas, e a migração do inseto infectivo da primeira área para a segunda é bem marcada, especialmente na primeira época de avaliação. É importante ressaltar que a agregação detectada nessas condições provavelmente não se deve a infecções secundárias dentro das estufas plásticas, mas sim à concentração de plantas sintomáticas nos bordos das estufas, devida à migração de vetores a partir de áreas externas à estufa. Essa explicação é corroborada pela dinâmica temporal da doença (Figura 2) e pelos dados de Polston et al. (26), que estudaram a

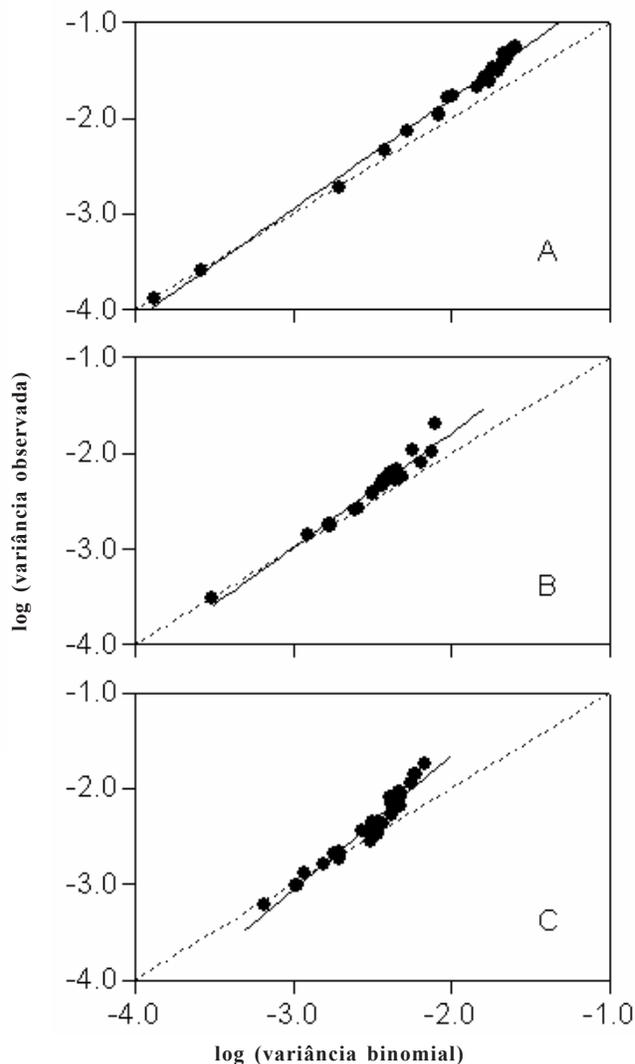


Figura 5. Relação entre variância da incidência observada e variância binomial para plantas com sintomas de ToYVSV em estufas plásticas, em Elias Fausto, 2005 (*quadrat* de 5x2). A: estufas de 1 a 3 com os dados analisados em conjunto; B: estufas 4 e 5 com os dados analisados em conjunto; C: estufas de 6 a 8 com os dados analisados em conjunto. A linha cheia representa a relação $\log(\text{vobs}) = \log(A) + b \log(\text{vbin})$ ajustado aos dados de regressão. A linha pontilhada representa a linha binomial (variância observada = variância binomial).

dinâmica espacial do *Tomato mottle geminivirus* na Flórida durante dois anos, em 10 campos comerciais, totalizando 90 parcelas de 144 plantas. Esses autores observaram que a disseminação primária tem papel mais predominante do que a secundária no aumento do número de plantas doentes e recomendam a eliminação dos campos colhidos como uma medida de manejo da doença, uma vez que os mesmos podem servir como importante reservatório de vírus. Além desta, recomenda-se também a eliminação de plantas hospedeiras do vírus e do inseto vetor nas proximidades da área do plantio e o controle da mosca branca com inseticidas apropriados e aplicados conforme a necessidade, que deve ser determinada por meio do monitoramento da população desse inseto. Variedades resistentes devem ser usadas, desde que estejam disponíveis no mercado.

Tabela 6. Incidência de ToYVSV (em proporção) em diferentes blocos avaliados no período de 12 de janeiro a 14 de junho de 2005, em Elias Fausto (estufas plásticas) e respectivos índices de dispersão binomial (D) e parâmetros da lei de Taylor modificada (*quadrat* de 5x2).

Local	Data	Incidência	D ^a	Parâmetros de Taylor ^b		Local	Data	Incidência	D ^a	Parâmetros de Taylor ^b	
				b	A					b	A
Estufa01	12/jan	0,001285	1,00	1,102166*	0,387229*	Estufa06	28/abr	0,017789	1,14	1,663561*	1,848618*
	19/jan	0,045045	1,20				04/mai	0,026684	1,35*		
	26/jan	0,114543	1,76*				11/mai	0,031766	1,37*		
	02/fev	0,128866	1,63*				18/mai	0,040661	2,00*		
	09/fev	0,189433	1,47*				25/mai	0,047014	1,99*		
	17/fev	0,234536	1,43*				31/mai	0,055909	2,12*		
	23/fev	0,277062	1,63*				07/jun	0,060991	2,34*		
	02/mar	0,300258	1,80*				14/jun	0,069886	2,69*		
Estufa02	12/jan	0,002571	0,99	1,165299*	0,566141*	Estufa07	28/abr	0,010165	0,92	1,204553*	0,574363
	19/jan	0,05799	1,40*				04/mai	0,015248	1,04		
	26/jan	0,219072	1,63*				11/mai	0,01906	1,11		
	02/fev	0,245478	1,85*				18/mai	0,030496	1,06		
	09/fev	0,345408	1,85*				25/mai	0,034308	0,99		
	17/fev	0,384217	2,08*				31/mai	0,036849	1,16		
	23/fev	0,439845	2,20*				07/jun	0,043202	1,31*		
	02/mar	0,468912	2,27*				14/jun	0,048285	1,41*		
Estufa03	12/jan	0,021711	0,97	1,321145*	0,832362*	Estufa08	28/abr	0,006361	0,95	1,260558*	0,771707*
	19/jan	0,093231	1,33*				04/mai	0,01145	1,13		
	26/jan	0,202046	1,60*				11/mai	0,019084	0,97		
	02/fev	0,307298	1,87*				18/mai	0,030534	0,89		
	09/fev	0,534615	2,22*				25/mai	0,034351	1,30*		
	17/fev	0,607692	2,13*				31/mai	0,041985	1,63*		
	23/fev	0,69359	2,19*				07/jun	0,045802	1,68*		
	30/mar	0,003091	0,99				14/jun	0,048346	1,66*		
Estufa04	06/abr	0,010819	1,16	1,086472*	0,294492*	Estufa01-03	1,157926*	0,528429*
	13/abr	0,023184	1,04			Estufa04-05	1,19861*	0,613944*
	20/abr	0,030912	1,21			Estufa06-08	1,404939*	1,15574*
	28/abr	0,035549	1,28								
	04/mai	0,043277	1,24								
	11/mai	0,049459	1,17								
	18/mai	0,065217	1,28								
	25/mai	0,07764	1,36*								
Estufa05	06/abr	0,01682	1,04	1,62971*	1,693027*						
	13/abr	0,026074	1,01								
	20/abr	0,03681	1,36*								
	28/abr	0,038344	1,41*								
	04/mai	0,041411	1,56*								
	11/mai	0,046012	1,49*								
	18/mai	0,058462	1,92*								
	25/mai	0,086154	2,62*								

^a Índice de dispersão binomial (D= variância observada/variância binomial). Significâncias (*) foram calculadas pela distribuição de chi-quadrado. Valores significativos indicam agregação de plantas sintomáticas (P < 0,05)
^b valores significativamente diferentes de 1 (*) para b e de zero (*) para A, pelo teste T, ao nível de 5% de probabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, L.C.; Fernandes-Carrigo, F.R.; Giordano, L.B.; Boiteux, L.S.; Ávila, A.C.; Fonseca, M.E.N.; Nagata, T.; Inoue-Nagata, A.K. A new begomovirus species in the tomato crop on Central Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v.29, supl., p.S218-S219, 2004. (Resumo).
- Ambrozevicus, L.P.; Calegario, R.F.; Fontes, E.P.B.; Carvalho, M.G.; Zerbini, F.M. Genetic diversity of begomovirus infecting tomato and associated weeds in Southeastern Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v.27, n.4, p.372-377, 2002.
- Bergamin Filho, A.; Amorim, L.; Laranjeira, F.F.; Berger, R.D.; Hau, B. Análise temporal do Amarelecimento Fatal do dendezeiro como ferramenta para elucidar sua etiologia. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v.23, n.3, p.391-396, 1998.
- Calegario, R.F.; Ambrozevicus, L.P.; Silveira, S.F.; Rodrigues, I.L.; Zambolim, E.M.; Zerbini, F.M. Survey of tomato geminivirus in Rio de Janeiro State, Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v.25, supl., p.438, 2000. (Resumo).
- Calegario, R.F.; Fernandes, J.J.; Zerbini, F.M. Detecção e caracterização de geminivirus em tomateiros na região do Triângulo Mineiro. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.115, 2001. (Resumo).
- Colariccio, A.; Souza-Dias, J.A.C.; Chagas, C.M.; Sawazaki, H.E.; Chaves, A.L.R.; Eiras, M. Novo surto de geminivirus em *Lycopersicon esculentum* na região de Campinas, SP. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.105, 2001. (Resumo).
- Costa, A.S. Moléstias do tomateiro no Brasil transmitidas pela mosca branca *Bemisia tabaci*. In: Reunião Anual Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 7, Brasília-DF, 1974. (Resumo).
- Costa, A.S.; Oliveira, A.R.; Silva, D.M. Transmissão mecânica do agente causal do mosaico dourado do tomateiro. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.3, n.3, p. 195-200, 1977.
- Della Vecchia, M.G.S. **Avaliação da dinâmica temporal e espacial do Tomato yellow vein streak virus na região de Campinas-SP**. 2006. 97f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Edwards, K.; Johnstone, C.; Thompson, C. A simple and rapid method for the preparation of plant genomic DNA for PCR analysis. **Nucleic Acids Research**, Oxford, v.19, n. 6, p.1349, 1991.
- Eiras, M.; Colariccio, A.; Chaves, A.L.R.; Tavares, C.A.M.; Harakawa, R. Levantamento preliminar de geminivirus em tomateiros no Estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.28, n.1, p.97, 2002. (Resumo).
- Fajardo, T.V.M.; Ávila, A.C.; Resende, R.O. Doenças causadas por

- vírus em tomate. In Zambolim, L.; Vale, F.X.R.; Costa, H. **Controle de doenças de plantas: hortaliças**, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000, v.2, cap. 24, p. 843-877.
13. Faria, J.C.; Souza-Dias, J.A.C.; Slack, S.A.; Maxwell, D.P. A new geminivirus associated with tomato in the State of São Paulo, Brazil. **Plant Disease**, Saint Paul, v.81, n.4, p. 423, 1997.
 14. Fauquet, C.M.; Mayo, M.A.; Maniloff, J.; Desselberger, V.; Ball, L.A. **Virus taxonomy – Classification and nomenclature of viruses**. Eighth Report of the International Committee on the Taxonomy of Viruses. Elsevier Academic Press, 2005, 1259p.
 15. Flores, E.; Silberschmidt, K.; Kramer, M. Observações de 'clorose infecciosa' das malváceas em tomateiros no campo. **O Biológico**, São Paulo, v.26, n.1, p.65-69, 1960.
 16. FNP Consultoria & Comércio. Tomate. **Agriannual**. Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira, São Paulo, p. 495-502, 2005.
 17. França, F.H.; Villas-Boas, G.L.; Castelo-Branco, M. Occurrence of *Bemisia argentifolli* Bellows & Perring (*Homoptera: Aleyrodidae*) in the Federal District. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.369-372, 1996.
 18. Gottwald, T. R.; Cambra, M.; Moreno, P.; Camarasa, E.; Piquer, J. Spatial and temporal analyses of citrus tristeza virus in eastern Spain. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 86, p. 45-55, 1996.
 19. Groves, R.L.; Walgenbach, J.F.; Moyer, J.W; Kennedy, G.G The role of weed hosts and tobacco thrips, *Frankliniella fusca*, in the epidemiology of *Tomato spotted wilt virus*. **Plant Disease**, Saint Paul, v.86, n.6, p.573-582, 2002.
 20. Hughes, G; Madden, L.V.; Munkvold, G.P. Cluster sampling for disease incidence data. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 86, n.2, p.132-137, 1996.
 21. Kurozawa, C.; Pavan, M.A. Doenças do tomateiro. In: Kimati, H.; Amorim, L.; Rezende, J.A.M.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L.E.A. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Ceres, 2005. v.2, cap. 67, p. 607-626.
 22. Liu, T.X.; Oetting, R.D.; Buntin, G.D. Population dynamics and distribution of *Trialeurodes vaporariorum* and *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on poinsettia following applications of three chemical insecticides. **Journal of Entomological Science**, Athens, v.28, n.1, p.126-135, 1993.
 23. Lourenção, A.L.; Nagai, H. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.53, n.1, p.53-59, 1994.
 24. Madden, L.V.; Hughes, G. Plant disease incidence: distributions, heterogeneity, and temporal analysis. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.33, p. 529-564, 1995.
 25. Minami, K.; Haag, H. P. **O tomateiro**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 397 p.
 26. Polston, J.E.; Chellemi, D.O.; Schuster, D.J.; MCGovern, R.J.; Stansly, P.A. Spacial and temporal dynamics of *Tomato mottle geminivirus* and *Bemisia tabaci* (Genn.) in Florida tomato fields. **Plant Disease**, Saint Paul, v.80, n.9, p.1022-1028, 1996.
 27. Polston, J.E.; Anderson, P.K. The emergence of whitefly-transmitted geminiviruses in tomato in the Western hemisphere. **Plant Disease**, Saint Paul, v.81, n.12, p.1358-1369, 1997.
 28. Ribeiro, S.G.; Ávila, A.C.; Bezerra, I.C.; Fernandes J.J.; Faria, J.C.; Lima M.F.; Gilbertson, R.L.; Zambolim, E.M.; Zerbini, F.M. Widespread occurrence of tomato geminiviruses in Brazil, associated with the new biotype of the whitefly vector. **Plant Disease**, Saint Paul, v.82, n.7, p.830, 1998. (Abstract).
 29. Ribeiro, S.G.; Ambrozevicius, L.P.; Ávila, A.C.; Bezerra, I.C.; Calegario, R.F.; Fernandes J.J.; Lima M.F.; Mello, R.N.; Rocha, H.; Zerbini, F.M. Distribution and genetic diversity of tomato-infecting begomovirus in Brazil. **Archives of Virology** Heidelberg, v.148, n.2, p.281-295, 2003
 30. Ribeiro, S.G.; Bezerra, I.C.; Lima, M.F.; Ávila, A.C.; Giordano, L.B. Occurrence of Geminivirus in tomato plants in Bahia. In: **National Meeting of Virology**, 8, 1996, São Lourenço, MG, Proceedings, p. 290. (Abstract).
 31. Rojas, M.R.; Gilbertson, R.T.; Russel, D.R.; Maxwell, D.P. Use of degenerate primers in the polymerase chain reaction to detect whitefly-transmitted geminivirus. **Plant Disease**, Saint Paul, v.77, n.4, p.340-347, 1993.
 32. Santos, C.D.G.; Bezerra, I.C.; Ávila, A.C.; Resende, R.O. Occurrence of geminivirus in tomato crops in the state of Goiás. **Virus Reviews & Research**, Rio de Janeiro, v. 3, supl., p.144, 1998. (Resumo).
 33. Souza-Dias, J.A.C.; Yuki, V.A.; Ribeiro, S.G.; Ravagnane, V.A. Risca amarela da nervura do tomateiro é causada por geminivirus que infecta batata. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.22, n.1, p.57, 1996. (Resumo).
 34. Tonhasca, A.; Palumbo, J.C.; Byrne, D.N. Aggregation patterns of *Bemisia tabaci* in response to insecticide applications. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v.72, n.3, p.265-272, 1994.
 35. Trumble, J.T. Implications of changes in arthropod distribution following chemical application. **Research on Population Ecology**, Kyoto, v.27, n.2, p.277-285, 1985.
 36. Wyatt, S.D.; Brown, J.K. Detection of subgroup III geminivirus isolates in leaf extracts by degenerate primers and polymerase chain reaction. **Phytopathology**, Saint Paul, v.86, n.12, p.1288-1293, 1996.