

DISTRIBUIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE GEMINIVÍRUS NO BRASIL

Isabel Cristina Bezerra

Embrapa Hortaliças - C.P. 0218, CEP 70359-970 - Brasília, DF;

S.G. Ribeiro

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia - C.P. 02372, CEP 70770-900 - Brasília, DF;

J.C. Faria

Embrapa Arroz e Feijão - C.P. 179, CEP 75375-000 - Goiânia, GO;

F.M. Zerbini

Depto. de Fitopatologia/BIOAGRO UFV - CEP 36571-000 - Viçosa, MG

M. F. Lima

Embrapa Semi-Árido - C.P. 23, CEP 56300-000 - Petrolina, PE;

A.C. de Ávila

Embrapa Hortaliças - C.P. 0218, CEP 70359-970 - Brasília, DF;

INTRODUÇÃO

Os geminivírus são vírus de planta que possuem genoma de DNA fita simples, circular, encapsulados em partículas geminadas. Podem ser transmitidos por cigarrinhas ou mosca-branca para mono e dicotiledôneas.

Os geminivírus transmitidos pela mosca-branca causam sérios danos econômicos em culturas como o feijão, cucurbitáceas, tomate, pimentão e mandioca. Nas regiões tropicais e subtropicais das Américas e Ilhas do Caribe o aumento da população de mosca-branca da espécie *Bemisia tabaci* Gennadius provocou aumento na incidência de geminivirose e no volume de perdas (BROWN e BIRD, 1992). Perdas substanciais na cultura do tomateiro devido à infecção por diferentes geminivírus têm sido relatadas desde os anos 80 na Flórida, Caribe, México, Venezuela, América Central e Brasil (POLSTON & ANDERSON, 1997). Doenças causadas por geminivírus, Tomato Yellow Leaf Curl virus e Tomato Leaf Curl Virus, têm causado sérios danos em vários países do Mediterrâneo, África, Oriente Médio, Ásia e Austrália (KHEYR-POUR *et al.*, 1991; NAVOT *et al.*, 1992; DRY *et al.*, 1993; BEDFORD *et al.*, 1994; ROCHESTER *et al.*, 1994; KONATE *et al.*, 1995) sendo, em alguns países, fator limitante na produção (PADIDAM *et al.*, 1995b).

No Brasil, em feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), o bean golden mosaic virus foi descrito pela primeira vez por Costa (1965), que demonstrou ser o agente causal transmitido pela mosca-branca *Bemisia tabaci*. Durante os anos 70 essa doença tornou-se fator limitante para a produção de feijão no Brasil (FARIA, 1994), América Central (GÁLVEZ e MORALES, 1989), Caribe (GOODMAN *et al.*, 1977) e mais recentemente na Flórida (BLAIR *et al.*, 1995).

COSTA *et al.* (1975) observaram seis doenças de tomateiro que estavam associadas à transmissão por mosca-branca. MAYTIS *et al.* (1975), purificaram o mosaico dourado do tomateiro, que era transmitido mecanicamente a partir de outras solanáceas, mas não a partir de tomate, e o classificaram como "tomato golden mosaic virus" (TGMV).

No Brasil, mais de uma década passou sem que fosse relatada a presença de geminivírus em tomate. Em 1994, detectou-se geminivírus em tomateiro no Distrito Federal (RIBEIRO *et al.*, 1994). Durante o período foi observada pela primeira vez o relato de *B. tabaci* biótipo B (também chamada *B. argentifolii*) associada a tomateiros no Brasil.

Mais recentemente foram relatados geminivírus em tomateiro nos estados de Minas Gerais, São Paulo (FARIA *et al.*, 1997), Bahia (RIBEIRO *et al.*, 1996). Em 1997, essa doença foi relatada no SubMédio São Francisco, a maior região produtora de tomate para processamento industrial no Brasil (BEZERRA *et al.*, 1997), causando perdas na ordem de 100% em algumas áreas.

Nos últimos dois anos no Brasil, equipes multidisciplinares de pesquisadores estão envolvidas na detecção, caracterização molecular, interação vírus-vetor, busca de genótipos com resistência. A análise molecular parcial desses geminivírus revelou que há espécies novas não relatadas em outras regiões do mundo e há uma diversidade no Brasil (KRAUSE *et al.*,

1998).

Atualmente, essa é a principal doença de tomate, considerando-se o alto grau de severidade de doenças causadas por esses vírus, a relativa inexistência de fontes naturais de resistências no Brasil e a pouca informação referente às espécies encontradas no país.

DESENVOLVIMENTO

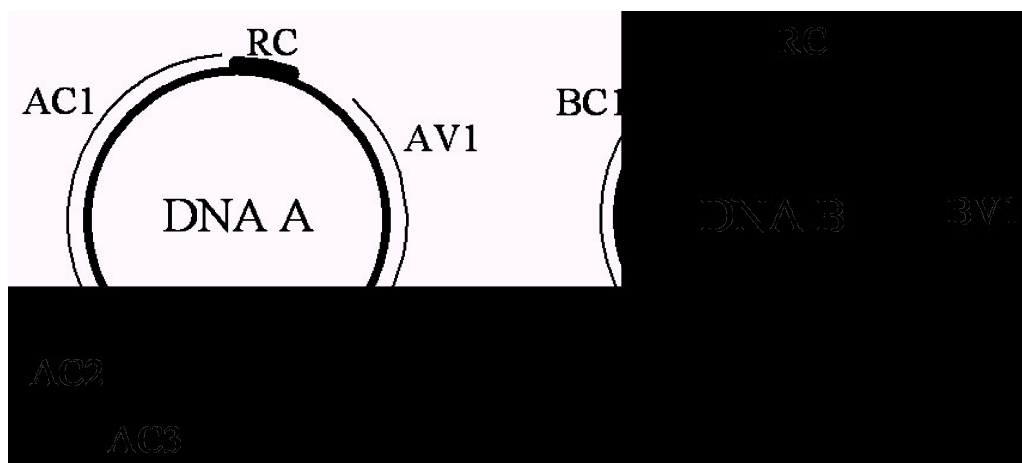
Características gerais e taxonomia

Os geminivírus são vírus que infectam plantas, mono e dicotiledôneas, possuem genoma de DNA fita simples, circular, encapsulados em partículas geminadas. São classificados, de acordo com o Comitê Internacional de Taxonomia de Vírus (ICTV), na família Geminiviridae e subdividem-se em três gêneros: Subgrupo I, II e III, com base na organização genômica, gama de hospedeiros e inseto vetor (BRIDDON & MARKHAM, 1995). No 2º Workshop Internacional sobre *Bemisia* e geminivíroses, em reunião sobre taxonomia de vírus, foi apresentada a proposta que será encaminhada ao ICTV sobre a nova classificação (Porto Rico, 1998). Nessa proposta, o Subgrupo I passará a ser chamado de gênero *Mastrevirus*, por ter o maize streak virus (MSV) como membro tipo. O Subgrupo II será denominado gênero *Curtovirus* por ter como membro tipo o beet curly top virus (BCTV). Sendo o Subgrupo III chamado de gênero *Begomovirus* por ser o bean golden mosaic virus (BGMV) o membro tipo. O gênero *Mastrevirus* inclui os vírus transmitidos por cigarrinha para plantas monocotiledôneas que possuem genoma monopartido em média com 2.7 kb. O gênero *Curtovirus* é composto pelos vírus transmitidos por cigarrinha para dicotiledôneas, possuem genoma monopartido. No gênero *Begomovirus*, encontram-se os vírus transmitidos por mosca-branca para dicotiledôneas, possuem genoma bipartido (exceto alguns isolados de tomate yellow leaf curl virus, TYLCV).

Organização genômica

Os geminivírus do gênero *Mastrevirus* possuem um componente com quatro genes e os do gênero *Curtovirus* um componente com cinco a seis genes. Os geminivírus do gênero *Begomovirus* possuem genoma bipartido com organização genômica idêntica, apresentando dois componentes, o A e o B, contendo um total de seis genes. Cada componente de aproximadamente 2.6 kb é encapsulado separadamente em partículas geminadas, sendo necessárias as duas partículas para que ocorra a infecção. Os componentes, designados DNA A e DNA B, possuem uma região intergênica de aproximadamente 200 nucleotídeos, denominada região comum (RC). Os componentes de um mesmo vírus apresentam homologia >95% na região comum, porém esta região não é conservada entre componentes de diferentes vírus. Na RC encontram-se sinais para reconhecimento de processos comuns a ambos os genomas (replicação, iniciação de transcrição e encapsidação) (LAZAROWITZ, 1992).

A organização genômica do gênero *Begomovirus* segue o seguinte esquema:



O componente A contém quatro genes. O gene rep (AC1) codifica a proteína essencial para a replicação, o Trap (AC2) codifica uma proteína transativadora, o gene Ren (AC3) codifica proteína associada com a maior eficiência da replicação, e o gene cp (AV1) a proteína capsidial (Lazarowitz, 1992). O componente B contém dois genes que codificam proteínas envolvidas no movimento célula-a-célula do vírus, o gene MP (BC1) e o gene NS "nuclear shuttle protein" (BV1),

(Brought *et al.*, 1988; Lazarowitz, 1992). No caso do tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) e do tomato leaf curl virus (TLCV), o genoma é constituído de um único componente que contém os seis genes.

Deteção de geminivírus através de técnicas moleculares

A sintomatologia não é parâmetro suficiente para identificar e diferenciar os geminivírus porque encontram-se variações nos sintomas dependendo da época de infecção da planta (idade), do hospedeiro (cultivar), de fatores ambientais e da ocorrência de infecção viral múltipla.

As técnicas moleculares têm permitido o desenvolvimento de métodos de detecção universal e/ou específicos de forma eficiente, rápida, acurada e de forma otimizada para vírus. A reação de polimerase em cadeia (PCR) é uma técnica específica e extremamente sensível e tem sido utilizada para detecção e estudo de variabilidade genética de geminivírus (RYBICKI & HUGHES, 1990; GILBERTSON *et al.*, 1991b) tanto a partir de tecidos de plantas como de DNA extraído de insetos vetores (NAVOT *et al.*, 1992; MEHTA *et al.*, 1994).

ROJAS *et al.* (1993) desenharam oligonucleotídeos degenerados que são capazes de se anelar a sequências altamente conservadas e que foram identificadas pelo alinhamento de 12 geminivirus transmitidos por mosca-branca. A reação de PCR com esses oligonucleotídeos tem sido utilizada com sucesso para detecção e diferenciação de geminivírus das Américas, Caribe e África (PAPLOMATAS *et al.*, 1994; NAKHLA *et al.*, 1994a). No Brasil tem sido utilizada para a detecção e caracterização molecular parcial de geminivírus visando determinar se a espécie já foi anteriormente relatada ou se é nova.

A hibridização com o uso de sondas moleculares tem sido utilizada na detecção de geminivirus (HARBER *et al.*, 1987; NAVOT *et al.*, 1989; POLSTON *et al.*, 1989; ROBINSON *et al.*, 1984). Metodologias como 'dot blot' e 'squash blot' têm sido amplamente utilizadas. O 'dot blot' tem permitido além da detecção, o estudo da diversidade genética e a titulação do vírus na planta, enquanto o 'squash blot' permite a seleção de genótipos resistentes (GILBERTSON *et al.*, 1991b; ROM *et al.*, 1993). No Brasil, essa técnica vem sendo utilizada para detecção de geminivírus quando o número de amostras é grande e a seleção de genótipos resistentes (GIORDANO *et al.*, 1998).

Ocorrência e distribuição de geminivírus no Brasil

No Brasil, o primeiro relato de geminivírus foi feito por Costa (1965), em feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Foi demonstrado que o bean golden mosaic virus (BGMV-Br) era transmitido pela mosca-branca *Bemisia tabaci*. Inicialmente essa doença causou pequenas perdas nas lavouras de feijão. Com o crescimento da área plantada com soja no país observou-se aumento populacional do inseto vetor de geminivírus. Como consequência, nos anos 70 essa doença tornou-se fator limitante para a produção de feijão no Brasil (FARIA, 1994).

Em tomateiro, o primeiro relato de doenças associadas à transmissão por mosca-branca no Brasil foi feito por COSTA *et al.* (1975). No mesmo ano, MAYTIS *et al.* (1975), purificaram o mosaico dourado do tomateiro, que era transmitido mecanicamente a partir de outras solanáceas, mas não a partir de tomate, e o classificaram como "tomato golden mosaic virus" (TGMV).

A partir de 1994 foi novamente detectado geminivírus em tomateiro no Distrito Federal (RIBEIRO *et al.*, 1994). Esse relato ocorreu ao mesmo tempo em que foi observada pela primeira vez o biótipo B da mosca-branca *B. tabaci* (ou *B. argentifolii*) associada a tomateiros no Brasil. A análise de sequência parcial do componente A revelou que o mesmo era um geminivírus não relacionado a outros já descritos em tomate. A ocorrência no D.F. cresceu de forma rápida. Levantamento realizado no ano de 1995 detectou a doença em toda a região produtora de tomate com volume de perdas que variou de 40 a 100% dependendo do estágio de desenvolvimento da planta (BEZERRA *et al.*, 1996).

Em Minas Gerais em tomateiro, foi detectado geminivírus em duas regiões distintas, o cinturão verde de Belo Horizonte e o Triângulo Mineiro. Em ambos os casos causando perdas superiores a 50% da produção. Resultados preliminares indicam que tratam-se de dois geminivírus distintos.

Em São Paulo, a presença de geminivírus em tomateiro foi relatada (FARIA *et al.*, 1997). O vírus foi denominado tomato yellow vein streak virus (TYVSV) e a análise da sequência nucleotídica mostrou ser um geminivírus distinto. No ano de 1996 amostras de tomate foram analisadas e detectou-se a presença de geminivírus na Bahia (RIBEIRO *et al.*, 1996).

Em 1997 no SubMédio São Francisco, a maior região produtora de tomate para processamento industrial no Brasil, observaram-se perdas na ordem de 100% em algumas áreas (BEZERRA *et al.*, 1997) devido a presença de geminivírus. O aparecimento do vírus deu-se após a introdução da mosca-branca na região. Trabalho de levantamento da doença em

regiões produtoras de tomate do nordeste vem demonstrando o avanço das geminiviroses transmitidas por mosca-branca (M. F. LIMA, comunicação pessoal).

É possível que uma mudança nas populações de mosca-branca, com maior predominância de *B. argentifolii* sobre *B. tabaci*, esteja ocorrendo, criando condições para que vírus que infectam plantas selvagens invadam o tomateiro e, uma vez adaptados ao novo hospedeiro, possam dar origem a novos vírus através de recombinação e/ou reagrupamento de componentes. Resultados obtidos por grupos de pesquisadores no México e nos E.U.A. sugerem que esse processo de adaptação e evolução pode ocorrer em períodos de tempo relativamente curtos, da ordem de 10 a 20 anos.

Caracterização molecular de geminivírus no Brasil

A identificação precisa do geminivírus só é possível com a caracterização molecular e sequenciamento do mesmo, pois a sintomatologia não é parâmetro suficiente para diferenciá-los. A identificação precisa contribui para estabelecer estratégias de melhoramento e precisar se há ou não controle efetivo da doença a amplo espectro de espécies de vírus (ROJAS *et al.*, 1993).

A comparação entre a sequência nucleotídica dos diferentes geminivírus determina se o vírus em estudo é uma nova espécie ou não (GILBERTSON *et al.*, 1991a). Utilizando esse critério, PADIDAM *et al.* (1995a) compararam as 36 sequências de geminivírus descritas e propuseram árvore filogenética com a finalidade de classificar taxonomicamente os mesmos. Considerando os resultados obtidos, os autores propuseram que um isolado de geminivírus apresentando identidade igual ou maior de 90% a nível de sequência nucleotídica deve ser considerado como uma estirpe do vírus já descrito.

A caracterização molecular de geminivírus no Brasil teve início com o BGMV-Br. Recentemente foi realizado estudo da variabilidade do BGMV em feijão proveniente de seis estados brasileiros: GO, MT, PR, SP, BA e MG. Dos 20 clones obtidos e sequenciados, a análise de diferentes regiões do genoma mostrou que a identidade entre eles foi maior que 91% e em geral, maior que 95%. Esses resultados indicam que há muito pouca divergência entre os geminivírus que infectam feijão no Brasil (FARIA *et al.*, submetido).

Em tomateiro, até o momento foi feita a caracterização molecular parcial de alguns geminivírus encontrados no Brasil. O sequenciamento parcial do N-terminal da capa proteica, que representa a variabilidade do genoma, revelou que há uma enorme diversidade desse vírus no Brasil (KRAUSE *et al.*, 1998). A tabela 1 apresenta quadro de homologia das sequências parciais dos geminivírus isolados de tomateiro no Brasil.

No Sub-Médio São Francisco foram encontradas infecções mistas em uma planta, mostrando que a situação é bem mais complexa (RIBEIRO *et al.*, 1998).

| HOMOLOGIA NUCLEOTÍDICA (%) ENTRE SEQUÊNCIAS PARCIAIS CORRESPONDENTES À CP DE GEMINIVÍRUS DE TOMATE DO BRASIL | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--------|--------|-------|
| GEMINI | PE-cA4 | PE-cA5 | PE-cB1 | PE-cB2 | PE-cB3 | PE-cC1 | PE-cC2 | PE-cC6 | DF1 | TGV-Ig | TGV-Ub | TYVSV |
| PE-cA4 | 100 | 84,6 | 99,3 | 99,3 | 97,2 | 94,4 | 92,3 | 76,2 | 79,7 | 71,3 | 80,4 | 77,8 |
| PE-cA5 | | 100 | 85,3 | 85,3 | 84,6 | 83,2 | 82,5 | 74,1 | 72,7 | 69,2 | 73,4 | 70,9 |
| PE-cB1 | | | 100 | 99,4 | 96,5 | 93,7 | 93,0 | 75,5 | 79,1 | 62,9 | 65,9 | 81,7 |
| PE-cB2 | | | | 100 | 96,1 | 93,7 | 93,0 | 75,5 | 78,6 | 62,9 | 65,9 | 81,4 |
| PE-cB3 | | | | | 100 | 91,6 | 91,6 | 75,5 | 75,7 | 62,4 | 64,5 | 77,4 |
| PE-cC1 | | | | | | 100 | 96,5 | 78,3 | 79,0 | 72,0 | 79,2 | 78,6 |
| PE-cC2 | | | | | | | 100 | 78,3 | 81,1 | 73,4 | 79,7 | 77,8 |
| PE-cC6 | | | | | | | | 100 | 76,2 | 66,4 | 76,2 | 71,7 |
| DF1 | | | | | | | | | 100 | 67,2 | 73,7 | 80,5 |
| TGV-Ig | | | | | | | | | | 100 | 79,8 | 57,6 |
| TGV-Ub | | | | | | | | | | | 100 | 64,9 |
| TYVSV | | | | | | | | | | | | 100 |

CONCLUSÕES

No Brasil, a ocorrência de geminivírus foi primeiro relatada em 1965 em feijão e em 1975 em tomateiro. Na década de 70

o BGMV-Br tornou-se fator limitante para a produção de feijão no Brasil, disseminando-se por todo o país. A caracterização molecular de vários geminivírus isolados de feijão no Brasil mostrou que há pouca divergência entre eles.

Os geminivírus que infectam tomateiro no Brasil encontram-se distribuídos nas principais regiões produtoras de tomate. Atualmente foi detectada a doença no Distrito Federal, São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Rio de Janeiro, Goiás e Ceará. A caracterização molecular parcial de alguns desses geminivírus mostrou que diferentemente do que ocorre com os encontrados no feijão, em tomate há uma grande diversidade nos que foram isolados de tomate. A complexidade da ocorrência de geminivírus em tomate pode ser verificada pela presença de infecções mistas observadas em campo.

A emergência das geminiviroses em tomateiro no Brasil mostra a necessidade de um esforço de pesquisa em colaboração no país a fim de se resolver de forma rápida o problema que poderá se tornar fator limitante para a produção de tomate no país.

AGRADECIMENTOS

Aos colegas pesquisadores da EMBRAPA: S. G. Ribeiro, J.C. Faria, M. F. Lima e A. C. de Ávila. Aos colegas professores F.M. Zerbini (UFV), E.P.B. Fontes (UFV) e R.O. Resende. À colega do IPA, L.V. Resende.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEDFORD, I.D.; BRIDDON, R.W.; JONES, P.; ALKAFF, N.; MARKHAM, P.G. Differentiation of three whitefly-transmitted geminivirus from the Republic of Yemen. *European Journal of Plant Pathology* 100: 243-257. 1994.

BEZERRA, I.C.; LIMA, M.F.; RIBEIRO, S.G.; GIORDANO, L. de B. & ÁVILA, A.C. de. Occurrence of geminivirus in tomato producing areas in Submedío São Francisco. *Fitopatologia Brasileira*. 22(Suplemento):331. 1997.

BEZERRA, I.C.; RIBEIRO, S.G.; de ÁVILA, A.C. & GIORDANO, L.B. Survey of geminivirus infection in tomato producing areas in Federal District. VIII Encontro Nacional de Virologia. Abstract V16, p. 289. São Lourenço-MG. 1996.

BLAIR, M. W., BASSETT, M. J., ABOUZID, A. M., HIEBERT, E., POLSTON, J. E., MCMILLIAN JR., R. T., GRAVES, W. & LAMBERTS, M. 1995. Occurrence of bean golden mosaic virus in Florida. *Plant Dis.* 79:529-533.

BRIDDON, R. W. & MARKHAM, P.G. Family *Geminiviridae*. In: *Virus Taxonomy – Sixth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*. Springer-Verlag Wien New York. 1995.

COSTA, A. S. 1965. Three whitefly-transmitted virus diseases of beans in São Paulo, Brazil. *FAO Plant Prot. Bull.* 13:121-130.

COSTA, A.S.; OLIVEIRA, A.R. e SILVA, D.M. Transmissão mecânica do Mosaico dourado do tomateiro. *Revista da Sociedade Brasileira de Fitopatologia* vol.6,7,8(Res.) 147. 1975.

DRY, I.B.; RIGDEN, J.E.; KRAKE, L.R.; MULLINEAUX, P.M.; REZAIAN, M.A. Nucleotide sequence and genome organization of tomato leaf curl geminivirus. *J. General Virology* 74: 147-151. 1993.

FARIA, J. C. Mosaico dourado. 1994. Pages 262-284. in: Sartorato, A., and Rava, C. A., eds. *Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle*. EMBRAPA-CNPAP, Goiânia, GO, Brazil.

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* 81(4): 423. 1997.

FARIA, J.C. MAXWELL, D.P. Variability in Geminivirus Isolates Associated with *Phaseolus* sp. in Brazil . (Submitted).

FRANÇA, F.H., VILLAS BOAS, G.L. E CASTELO BRANCO, M. Ocorrência de Bemisia argentifolii Bellows & Perring (Homoptera:Aleyrodidae) no Distrito Federal. *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil* v.25, p. 369-372, 1996.

GÁLVEZ, G. E. & MORALES, F. J. 1989. Whitefly-transmitted viruses. Pages 379-390 in: Schwartz, H. F., and Pastor Corrales, M. A., eds. *Bean production in the tropics*. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.

GILBERTSON, R.L.; FARIA, J.C.; HANSON, S.F.; MORALES, R.T.; AHLQUIST, P.; MAXWELL, D.P. e RUSSEL, D.R. Cloning of the complete DNA genomes of four bean-infecting geminivirus and determining their infectivity by electric

discharge particle acceleration. *Phytopathology* 81: 980-985. 1991a.

GILBERTSON, R.L.; ROJAS, M.R.; RUSSEL, D.R.; MAXWELL, D.P. The use of asymmetric polymerase chain reaction and DNA sequencing to determine genetic variation among isolates of bean golden mosaic geminiviruses in the Dominican Republic. *J. Gen. Virol.* 72: 2843-2848. 1991b.

GIORDANO, L.B.; BEZERRA, I.C.; FERREIRA, P.T. & BORGES NETO, C.R. Breeding tomatoes for resistance to whitefly transmitted geminivirus with bipartite genome in Brazil. 3rd. Worldwide congress on the processing tomato. Abstract p. 116. Pamplona-Navarra-Espanha, 25-29 de maio, 1998.

GOODMAN, R. M., BIRD, J. & THONGMEEARKOM, P. 1977. An unusual viruslike particle associated with golden yellow mosaic of beans. *Phytopathology* 67:37-42.

HARBER, S.; POLSTON, J.E.; BIRD, J. The use of DNA to diagnose plant diseases caused by single-stranded DNA plant viruses. *Can. J. Plant Path.* 9: 156-161. 1987.

HOU, Y.M. & GILBERTSON, R.L. Increased pathogenicity in a pseudo-recombinant bipartite geminivirus correlates with intermolecular recombination. *Journal of Virology* v.70, p. 5430-5436, 1996.

KHEYR-POUR, A. BENDAHMANE, M. MATZEIT, V.; ACCOTTO, G.P.; CRESPI, S.; GRONENBORN, B. Tomato yellow leaf curl virus from Sardinia is a whitefly-transmitted monopartite geminivirus. *Nucleic Acids Research* 19: 6763-6769. 1991.

KONATE, G.; BARRO, N.; FARGETT, D.; SWANSON, M.M.; HARRISON, B.D. Occurrence of whitefly-transmitted geminiviruses in crops in Burkina Faso and their serological detection and differentiation. *Annals of Applied Biology* 196: 121-129. 1995.

KRAUSE, R.; FERNANDES, J.J.; DE ÁVILA, A.C.; BEZERRA, I.C.; RIBEIRO, S.G.; RESENDE, R.O.; LIMA, M.F.; FONTES, E.P.B. & ZERBINI, F.M. Widespread occurrence of tomato geminiviruses in Brazil, associated with the new biotype of the whitefly vector. 2nd. International Workshop on *Bemisia* and geminiviruses. Abstract P-46, San Juan-Puerto Rico, 7-12 de junho de 1998.

LAZAROWITZ, S.G. Geminivirus: genome structure and gene function. *Critical Reviews in Plant Sciences* 11(4): 327-349. 1992.

MAYTIS, J.C.; SILVA, D.M.; OLIVEIRA, A.R.; COSTA, A.S. Purificação e morfologia do vírus do mosaico dourado do tomateiro. *Summa Phytopathologica* 1: 267-274. 1975.

METHA, P.; WYMAN, J. A.; NAKHLA, M. K. & MAXWELL, D. P. Transmission of tomato leaf curl geminivirus by *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology* 87(5):1291-1297. 1994.

NAKHLA, M.K.; MAXWELL, D.P.; MARTINEZ, R.T.; CARVALHO, M.G.; GILBERTSON, R.L. Widespread occurrence of eastern Mediterranean strain of tomato yellow leaf curl geminivirus in tomatoes in the Dominican Republic. *Plant Disease* 78: 926. 1994.

NAVOT, N.; BER, R.; CZOSNEK, H. Rapid detection of tomato yellow leaf curl virus in squashes of plants and insect vectors. *Phytopathology* 79: 562-568. 1989.

NAVOT, N.; ZEIDAN, M.; PICHERSKY, R.; ZAMIR, D.; CZOSNEK, H. Use of the polymerase chain reaction to amplify tomato yellow leaf curl virus DNA from infected plants and viruliferous whiteflies. *Phytopathology* 82: 1199-1202. 1992.

PADIDAM, M.; BEACHY, R.N.; FAUQUET, C.M. Classification and identification of geminiviruses using sequence comparisons. *J. General Virology* 76: 249-263. 1995a.

PADIDAM, M.; BEACHY, R.N.; FAUQUET, C.M. Tomato leaf curl geminivirus from India has a bipartite genome and coat protein is not essential for infectivity. *J. General Virology* 76: 25-35. 1995b.

PAPLOMATAS, E.J.; PATEL, V.P.; HOU, Y.-M.; NOUEIRY, A.O. & GILBERTSON, R.L. Molecular characterization of a new sap-transmissible bipartite genome geminivirus infecting tomatoes in Mexico. *Phytopathology* 84: 1215-1224. 1994.

POLSTON, J.E.; DODDS, J.A.; PERRING, T.M. Nucleic acid probes for detection and strain discrimination of cucurbit geminiviruses. *Phytopathology* 79: 1123-1127. 1989.

POLSTON, J.E. & ANDERSON, P. K. The emergence of whitefly-transmitted geminiviruses in tomato in the Western Hemisphere. *Plant Disease* v. 81 (12):1358-1369. 1997.

- REZENDE, E.A., FILGUEIRA, F.A.R., ZERBINI, F.M., MACIEL-ZAMBOLIM, E., FERNANDES, J.J. E GILBERTSON, R.L. Tomato infected with geminivirus in greenhouse conditions at Uberlandia-MG, Brazil. *Fitopatologia Brasileira* v.21, p. 424, 1996 (Resumo).
- RIBEIRO, S.G., BEZERRA, I.C., LIMA, M.F., de ÁVILA, A.C. & GIORDANO, L.B. Occurrence of geminivirus in tomato plants in Bahia. VIII Encontro Nacional de Virologia, São Lourenço, MG, p.290, 1996.
- RIBEIRO, S.G.; BEZERRA, I.C.; RESENDE, R.O.; LIMA, M.F.; RESENDE, L.V. & DE ÁVILA, A.C. New tomato geminiviruses in mixed infections in Brazil. 2nd. International Workshop on *Bemisia* and geminiviruses. Abstract P-63, San Juan-Puerto Rico, 7-12 de junho de 1998.
- RIBEIRO,S.G.; MELO,L.V.; BOITEUX,L.S.; KITAJIMA,E.W. & FARIA,J.C. Tomato infection by a geminivirus in the Federal District, Brazil. (abst.) *Fitopatologia Brasileira* 19: 330. 1994.
- ROBINSON, D.J.; HARRISON, B.D.; SEQUEIRA, J.C.; DUNCAN; G.H. Detection of strains of African cassava mosaic virus by nucleic acid hybridization and some effects of temperature on their multiplication. *Annals of Applied Bioogy* 105: 483-493. 1984.
- ROCHESTER,D.E.; FAUQUET,C.M.; DEPAULO,J.J.; BEACHY,R.N. Complete nucleotide sequence of the geminivirus, tomato yellow leaf curl virus (Thailand isolate). *J. General Virology* 75:477-485. 1994.
- ROJAS,M.R.; GILBERTSON,R.L.; RUSSELL,D.R. e MAXWELL,D.P. Use of degenerate primers in the polymerase chain reaction to detect whitefly-transmitted geminiviruses. *Plant Disease* 77(4): 340- 347. 1993.
- ROM, M.; ANTIGNUS, Y.; GIDONI, D.; PILOWSKY, M. Accumulation of tomato yellow leaf curl virus DNA in tolerant and susceptible tomato lines. *Plant Disease* 77: 253-257. 1993.
- RYBICK,E.P. e HUGHES.F.L. Detection and typing of maize streak virus and other distantly related geminiviruses of grasses by polymerase chain reaction amplification of conserved viral sequence. *J. Gen. Virology* 71: 2519-2526. 1990.
- TORRES-PACHECO, I., GARZON-TIZNADO, J.A., HERRERA-ESTRELLA, L, RIVERA-BUSTAMANTE, R.F. Complete nucleotide sequence of pepper huasteco virus - Analysis and comparison with bipartite geminiviruses. *Journal of General Virology*, v. 74, p. 2225- 2231, 1993.
- ZERBINI, F.M., MACIEL-ZAMBOLIM, E., FERNANDES, J.J., GILBERTSON, R.L. & CARRIJO, I.V. Geminivírus isolado de tomateiro (*Lycopersicon. esculentum* L.). *Fitopatologia Brasileira*, v.21(suplemento), p. 430, 1996. (Resumo).

