

REVISÃO

SITUAÇÃO ATUAL DAS GEMINIVIROSES NO BRASIL

JOSIAS C. FARIA¹, ISABEL C. BEZERRA², F. MURILO ZERBINI³, SIMONE G. RIBEIRO⁴ & MIRTES F. LIMA⁵

¹Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO, e-mail: josias@cnpaf.embrapa.br, ²Embrapa Hortaliças, Caixa Postal 218, CEP 70359-970 Brasília-DF, ³Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, CEP 36571-000 Viçosa-MG, ⁴Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Caixa Postal 2372, CEP 70770-900, Brasília-DF, ⁵Embrapa Semi-Árido, Caixa Postal 23, CEP 56300-970, Petrolina-PE

(Aceito para publicação em 27/04/2000)

Autor para correspondência: Josias Corrêa de Faria

FARIA, J.C., BEZERRA, I.C., ZERBINI, F.M., RIBEIRO, S.G. & LIMA, M.F. Situação atual das geminiviroses no Brasil. *Fitopatologia Brasileira*, 25:125-137. 2000.

RESUMO

A família *Geminiviridae* é composta por espécies de vírus com genoma de DNA de fita simples, considerados emergentes para a agricultura, dado o recente aumento de epidemias nas lavouras causando grandes perdas na produção. Embora os geminivírus normalmente encontrados no Brasil sejam os transmitidos por moscas-brancas, pertencentes ao gênero *Begomovirus*, há relato de um provável membro do gênero *Curtovirus*, transmitido por cigarrinha. As principais culturas de valor econômico afetadas são o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) e o tomateiro (*Lycopersicon esculentum*), havendo, entretanto, citações de ocorrência em

caupi (*Vigna unguiculata*), pimentão (*Capsicum annuum*) e soja (*Glycine max*). Há, ainda, observações de geminivírus, diferentes dos encontrados nas espécies cultivadas, em plantas daninhas. Hospedeiros alternativos para os vírus de importância econômica não foram relatados até o momento. Neste trabalho procurou-se revisar aspectos relacionados à ocorrência, importância econômica, posição taxonômica dos geminivírus e o controle das principais geminiviroses no Brasil.

Palavras-chave: Geminivirus, *Geminiviridae*, *Begomoviridae*.

ABSTRACT

Current status of diseases caused by geminiviruses in Brazil

The family *Geminiviridae* composed of single strand DNA virus species is considered as an emergent problem for agriculture, due to the recent disease outbreaks, inflicting severe damage to the affected crops. Even though the geminiviruses commonly found in Brazil are whitefly-transmitted, and therefore belong to the genus *Begomovirus*, there are reports of a possible leafhopper-transmitted virus species within the genus *Curtovirus*. The main crops, which are economically affected, are common beans (*Phaseolus vulgaris*) and tomato (*Lycopersicon*

esculentum); however, cowpea (*Vigna unguiculata*), sweet pepper (*Capsicum annuum*) and soybean (*Glycine max*) are currently being reported as affected as well. There are observations of geminiviruses, different from those found in the cultivated species, infesting weeds. Alternate hosts for the viruses affecting the economically important crops have not been established to date. This review covers aspects related to the occurrence, economic importance, taxonomic status and control of geminiviruses in Brazil.

INTRODUÇÃO E IMPACTO ECONÔMICO

As condições climáticas da maior parte do território brasileiro permitem o cultivo de várias espécies durante todo o ano, sendo que em alguns estados, uma única espécie vegetal pode ser cultivada em qualquer época do ano, desde que haja suprimento de água. Nessas condições, a mosca-branca (*Bemisia tabaci* Genn. e *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring) se reproduz e migra de forma rápida e eficiente para essas lavouras. As culturas de valor econômico, incluindo o

feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) caupi (*Vigna unguiculata* Walp. sbsp. *unguiculata*), pimentão (*Capsicum annuum* L.) e soja [*Glycine max* (L.) Merrill] são ou podem potencialmente ser afetadas ou mesmo totalmente destruídas pela presença de vírus pertencentes à família *Geminiviridae*.

Várias doenças, cujos agentes causais são transmitidos por mosca-branca, foram primeiramente estudadas por Costa (1955, 1965, 1972, 1975). A etiologia precisa dessas doenças, entretanto, continua sendo esclarecida. Dentre as

geminiviruses descritas em plantas cultivadas, encontram-se aquelas ocasionadas pelo vírus do mosaico dourado do tomateiro (*Tomato golden mosaic virus*, TGMV) e o vírus do mosaico dourado do feijoeiro (*Bean golden mosaic virus*, BGMV-BR), isolado do Brasil. Inicialmente, o mosaico dourado foi descrito como uma doença que causava poucas perdas nos arredores de Campinas-SP, até que em 1972, grandes epidemias ocorreram no feijoeiro das secas, em áreas produtoras dos estados do Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Tal fato foi associado aos surtos de moscas-brancas que se reproduziam nas grandes extensões de lavouras de soja e, posteriormente, migravam para os feijoeiros da época das secas (Costa, 1975).

As perdas causadas pelo mosaico dourado do feijoeiro foram estimadas, sob condições de casa de vegetação, entre 48 e 85 %, dependendo da época da infecção do vírus (Costa & Cupertino, 1976). No estado de São Paulo, Menten *et al.* (1980) observaram decréscimos de 64 a 71 % da produção, tomando por base as plantas com mosaico na época da floração. Ainda em São Paulo, Almeida *et al.* (1984) estimaram as perdas em 25 a 72 %, de acordo com a época de aparecimento dos sintomas, se tardia ou precocemente. Faria & Zimmermann (1988) obtiveram reduções de 88 a 100 % da produção com incidências de mosaico dourado atingindo acima de 90 % das plantas aos 33 dias após o semeio. Faria *et al.* (1994), trabalhando com plantas uniformemente inoculadas em estádio de plântulas e transplantadas a campo, obtiveram perdas de produção entre 28 e 100 %. Em estudos de épocas de semeio, em Goiás, Rocha & Sartorato (1980) observaram até 100 % de perdas da produção sob alta incidência da virose. Uma revisão sobre o mosaico dourado do feijoeiro no Brasil foi realizada por Fazio (1985).

Ao contrário do BGMV, a importância econômica do TGMV sempre foi pequena. De fato, apenas após 20 anos esse vírus foi relatado novamente no estado do Rio de Janeiro (Alfenas *et al.*, 1998). No entanto, a partir da década de 90, relatos de geminivirus causando perdas econômicas em tomateiro tornaram-se mais frequentes. Tais relatos estão associados ao aparecimento da nova espécie de mosca-branca, *B. argentifolii* (Bellows Jr. *et al.*, 1994), também conhecida como *B. tabaci* biótipo B.

Em 1995, as perdas causadas por geminivirus em tomateiro no Distrito Federal variaram de 40 a 100 %, dependendo do estágio de desenvolvimento em que a planta foi infetada (Bezerra *et al.*, 1996). Em 1996, incidências de geminivirus de 19 a 70 % foram reportadas no estado de São Paulo (Souza-Dias *et al.*, 1996). Na Região Nordeste, no ano de 1997, foram observadas ocorrências de geminiviruses de até 100 % em áreas do Submédio do Vale do São Francisco (Bezerra *et al.*, 1997). Independentemente, Lima & Haji (1997) estimaram as reduções de produção em cerca de 30 % nessas mesmas áreas. No ano de 1998, foi observada elevada severidade de sintomas e expansão da ocorrência de geminiviruses em tomateiros da Região Nordeste, e ainda alta prevalência de possíveis geminiviruses nas culturas do feijoeiro e do caupi, em relação a outras doenças.

Nesta revisão procurou-se cobrir aspectos relacionados à ocorrência, importância econômica, posição taxonômica dos geminivirus e medidas gerais de controle das doenças por eles causadas no Brasil.

SINTOMATOLOGIA

Os geminivirus geralmente causam sintomas de mosaico dourado, amarelecimento e/ou enrolamento de folhas. O sintoma típico da infecção pelo BGMV, e por geminivirus em soja e caupi, é um mosaico amarelo intenso, que pode surgir tanto em todo o limbo foliar como apenas ao longo das nervuras ou delimitado por estas. De acordo com a variedade infetada, podem ocorrer também epinastia, encurtamento dos entre-nós, nanismo, perda da dominância apical com brotamento das gemas axilares, rugosidade, distorção do limbo foliar e retardamento da senescência foliar. Algumas culturas apresentam remissão parcial de sintomas em estádios tardios do crescimento. As vagens podem apresentar-se deformadas, com sementes descoloridas e reduzidas em tamanho, peso e qualidade.

Em tomateiro, os sintomas geralmente são mosaico, amarelecimento, redução de crescimento e enrolamento dos folíolos (Ribeiro *et al.*, 1994; Rezende *et al.*, 1996; Zerbini *et al.*, 1996; Bezerra *et al.*, 1997). Os sintomas podem variar com o estágio de desenvolvimento em que a planta foi infetada, variedade e fatores ambientais, além da ocorrência de infecção mista.

ETIOLOGIA

Os geminivirus pertencem à família *Geminiviridae*, composta pelos gêneros *Mastrevirus*, *Curtovirus*, *Begomovirus* (Rybicki, 1994; Palmer & Rybicki, 1998), os quais eram referidos anteriormente como subgrupos I, II e III, respectivamente (Timmermans *et al.*, 1994), e o gênero *Topocuvirus* criado recentemente (Van Regenmortel *et al.*, 2000). As espécies de vírus pertencentes ao gênero *Begomovirus* podem possuir genoma com dois componentes de DNA de fita simples ou apenas com um, como no caso do enrolamento amarelo das folhas do tomateiro (*Tomato yellow leaf curl virus*, TYLCV) que é monopartido. Os demais gêneros são compostos por vírus com genoma contendo um único componente. Todos possuem DNA circular de fita simples. Os membros do gênero *Mastrevirus* infetam monocotiledôneas, enquanto os outros infetam dicotiledôneas. Os membros do gênero *Begomovirus* são transmitidos por moscas-brancas, enquanto os outros são por cigarrinhas. As espécies do gênero *Mastrevirus* incluem patógenos importantes de culturas como o milho (*Zea mays* L.) e o trigo (*Triticum aestivum* L.), e a espécie tipo é o *Maize streak virus* (MSV). A espécie tipo do gênero *Curtovirus*, o vírus do encrespamento apical da beterraba (*Beet curly top virus*, BCTV), é um patógeno importante nos Estados Unidos da América (EUA) e em alguns países da Europa, em diversas culturas de importância econômica. O BCTV apresenta grande diversidade genética entre isolados, os quais,

provavelmente, serão reclassificados como novas espécies (Stenger, 1998), conforme aconteceu com o *Tomato pseudo-curly top virus* (TPCTV), que se tornou a espécie tipo e único membro do gênero *Topocuvirus* (Briddon *et al.*, 1996; Van Regenmortel *et al.*, 2000). O gênero *Begomovirus* inclui os mais importantes vírus de regiões tropicais e subtropicais, como o BGMV, o vírus do mosaico da mandioca da África (*African cassava mosaic virus*, ACMV) e o TYLCV

O relacionamento entre vírus pertencentes a gêneros distintos dentro da família *Geminiviridae* indica que a evolução dessa família pode ocorrer via recombinação/rearranjo entre espécies. Eventos de recombinação já foram demonstrados experimentalmente *in vivo* (Hou & Gilbertson, 1996), o que sugere um mecanismo adicional para a rápida evolução dos geminivirus. Rybicki (1994) sugeriu que os geminivirus derivaram de um ancestral comum a partir do gênero *Mastrevirus*. A divergência de *Mastrevirus* a partir de um ancestral comum deu origem a *Curtovirus* e *Begomovirus*.

ORGANIZAÇÃO GENÔMICA E FUNÇÃO GÊNICA

O genoma da grande maioria dos *Begomovirus* está organizado de acordo com o esquema da Figura 1. As duas fitas simples de DNA possuem comprimento semelhante, de aproximadamente 2.600 bases, e, exceto por uma região com cerca de 200 bases, a região comum (RC), não apresentam homologia de seqüência. A RC é altamente conservada dentro de cada espécie viral, apresentando normalmente acima de 90 % de homologia. Na RC estão localizadas a origem de replicação e os promotores da síntese dos mRNAs virais (Lazarowitz, 1992; Lazarowitz *et al.* 1992; Fontes *et al.*, 1994b). A transcrição é bidirecional tanto no componente A, que codifica genes envolvidos na replicação e encapsidação, quanto no componente B, que codifica genes envolvidos na movimentação do vírus na planta. No componente A, um gene é transcrito no sentido viral, e três, no sentido complementar, enquanto no componente B, um dos genes é transcrito no sentido viral e o outro no sentido complementar.

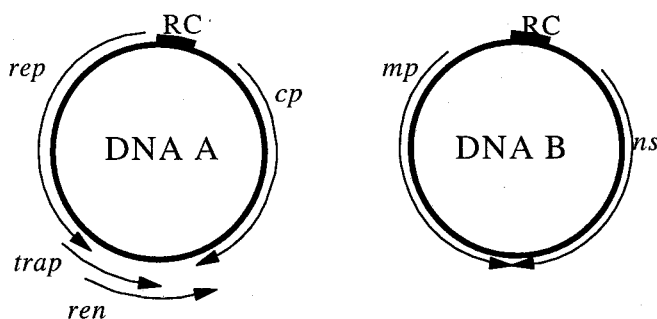


FIG. 1 - Organização genômica de vírus bipartido do gênero *Begomovirus*. RC = região comum. Genes *cp* = capa proteica, *rep* = proteína associada à replicação, *trap* = proteína de transativação, *ren* = ativador de replicação, *mp* = proteína de movimento célula-a-célula e *ns* = proteína de transporte.

O produto do gene *rep* (proteína associada à replicação, “replication associated protein” - REP, anteriormente denominado AC1) é uma enzima com propriedades de ligação a ácidos nucléicos e de endonuclease (Fontes *et al.*, 1992, 1994a). Esta é a única proteína essencial para a replicação do genoma viral (Elmer *et al.*, 1988). Ela não possui, entretanto, atividade de DNA polimerase. Dessa forma, não é considerada uma replicase, mas sim uma enzima associada à replicação do DNA. A síntese de DNA propriamente dita deve ser realizada por enzimas do hospedeiro. A função da proteína REP é de se ligar ao sítio de iniciação da replicação viral e cortar uma das fitas de DNA, iniciando o processo (Laufs *et al.*, 1995). A proteína de transativação (“transactivation protein” - TRAP, antes AC2), codificada pelo gene *trap* é um fator de transcrição, que atua em *trans* nos promotores dos genes *cp* [gene codificante da capa proteica (“coat protein” - CP, antes AV1)] e *ns* [gene codificante da proteína de transporte (“nuclear shuttle” - NS, antes BR1)] (Sunter *et al.*, 1990; Sunter & Bisaro, 1991). A proteína ativadora da transcrição (“replication enhancer” - REN, antes AC3), codificada pelo gene *ren*, é um fator de amplificação da replicação viral. Embora não seja essencial para que a replicação ocorra, o acúmulo de DNA viral é muito maior quando esta proteína está presente (Sunter *et al.*, 1990). O mecanismo de atuação dessa proteína ainda não foi elucidado. Embora a CP não seja necessária para o movimento célula-a-célula ou a longa distância, é essencial para a transmissão do vírus pelo inseto vetor (Gardiner *et al.*, 1988; Azzam *et al.*, 1994). Entretanto, quando se propaga um geminivirus por meio de inoculação mecânica, mutantes incapazes de sintetizar CP não são selecionados, mesmo que a propagação ocorra por várias gerações. Isso sugere que a capa proteica provavelmente possui alguma função adicional que ainda não foi determinada.

O gene *mp* (“movement protein” - MP, antes BC1) codifica a proteína (MP) com funções de movimento célula-a-célula, análoga às da proteína 30K do TMV (Noueiry *et al.*, 1994). O gene *ns* (BV1) codifica uma proteína que realiza a etapa extra que os geminivirus devem realizar para causar infecção sistêmica, isto é, o transporte do DNA através do envelope nuclear (Sanderfoot *et al.*, 1996).

DIAGNOSE DAS DOENÇAS E CARACTERIZAÇÃO DE GEMINIVIRUS

Embora anti-soros relativamente específicos para certos geminivirus (por exemplo, BGMV-BR e ACMV) tenham sido produzidos, a sorologia não é uma técnica comumente utilizada para a identificação desses vírus. Isto ocorre principalmente devido à baixa concentração atingida pela maioria dos geminivirus nos tecidos do hospedeiro, por serem restritos ao floema (Lazarowitz, 1992), o que dificulta a purificação das partículas virais. Além disso, a proteína capsidial dos geminivirus é um dos produtos virais mais conservados, o que leva à ocorrência freqüente de reações cruzadas nos testes sorológicos. Assim, embora a sorologia possa ser utilizada para a detecção de plantas infetadas, sua utilidade na

diferenciação de espécies ou estirpes é reduzida (Roberts *et al.*, 1984; Cancino *et al.*, 1995). Atualmente, apenas dois anti-soros comerciais encontram-se disponíveis, um da ADGEN Ltd (Ayrshire, Escócia, Reino Unido) - anti-TYLCV, para detecção específica desse geminivirus, e outro da AGDIA (Elkhart, Indiana, EUA) - para ACMV. A utilização de anticorpos monoclonais minimiza os problemas apontados acima. Os anticorpos monoclonais produzidos por Roberts *et al.* (1984) também vêm sendo utilizados na detecção e identificação. Entretanto, as dificuldades inerentes à obtenção destes anticorpos limitam sua utilização na diagnose de geminivirose em larga escala.

Com o uso de técnicas de microscopia eletrônica, caso sejam acessíveis, é possível identificar infecções por geminivirus, embora não seja possível distinguir espécies. A infecção por geminivirus causa uma série de alterações ultra-estruturais no núcleo da célula infetada (Souza *et al.*, 1986). Essas alterações incluem hipertrofia nucleolar e sua segregação em regiões granulares e fibrilares, formação de anéis intranucleares e surgimento de agregados de partículas isométricas geminadas ou virions (Kim *et al.*, 1978). Esses sinais são mais evidentes em tecidos recentemente infetados, que ainda não apresentam sintomas claros da virose em nível macroscópico. Além disso, são observados apenas em células e tecidos associados ao floema.

A detecção da infecção por geminivirus pode também ser feita com o auxílio de microscópio ótico. Como parte do processo de patogênese, ocorre um aumento de tamanho do nucléolo, que depois, condensa em regiões granulares ou fibrilares, podendo ser corado com azure A, o qual cora ácidos nucléicos (Christie & Edwardson, 1977).

As técnicas moleculares facilitam o desenvolvimento de métodos de detecção tanto universal como específicos de forma eficiente, rápida, acurada e otimizada para cada espécie de vírus. A utilização destas técnicas é facilitada no caso dos geminivirus, pois a forma replicativa do genoma viral, constituída de DNA de fita dupla, é facilmente isolada dos tecidos vegetais, nos quais ocorre em concentração superior ao de DNA de fita simples empacotado nos vírions (Timmermans *et al.*, 1994).

A reação de polimerase em cadeia (PCR) é uma técnica específica e extremamente sensível e vem sendo utilizada para detecção e estudo da variabilidade genética de geminivirus (Rybicki & Hughes, 1990; Gilbertson *et al.*, 1991; Faria & Maxwell, 1999) tanto a partir de DNA extraído de tecidos de plantas como diretamente a partir de insetos vetores (Rybicki & Hughes, 1990; Navot *et al.*, 1992; Mehta *et al.*, 1994). Rojas *et al.* (1993) idealizaram oligonucleotídeos universais para geminivirus transmitidos por mosca-branca, que são capazes de se anelar a seqüências altamente conservadas no genoma desses vírus. Essas regiões foram identificadas por meio do alinhamento das seqüências de nucleotídeos de 12 geminivirus. A reação da PCR com esses oligonucleotídeos foi utilizada com sucesso para detecção e diferenciação de geminivirus nas Américas, Caribe e África (Nakhla *et al.*, 1994a, b; Paplomatas *et al.*, 1994; Ribeiro *et al.*, 1998; Lima *et al.*,

2000). Os oligonucleotídeos universais senso viral e complementar desenvolvidos por Rojas *et al.* (1993) para detectar o componente A das espécies do gênero *Begomovirus* foram: pAC1v1978 - 5'GCA TCT GCA GGC CCA CAT YGT CTT YCC NGT 3' e pAV1c715 - 5'GAT TTC TGC AGT TDA TRT TYT CRT CCA TCC A 3', onde D=A,G,T; N=A,C,G,T; R=A,G e Y=C,T. Os primers contêm a seqüência de DNA para digestão com a enzima de restrição *Pst*I.

A hibridização com o uso de sondas moleculares vem sendo utilizada na detecção de diferentes vírus de plantas e é bastante difundida no estudo de geminivirus (Maule *et al.*, 1983; Robinson *et al.*, 1984; Harber *et al.*, 1987; Czosnek *et al.*, 1988; Navot *et al.*, 1989; Polston *et al.*, 1989). Metodologias como "dot blot", para detecção, estudo da diversidade genética, titulação do vírus na planta e epidemiologia, e "squash blot", que permitem a seleção de genótipos resistentes, vêm sendo amplamente utilizadas (Gilbertson *et al.*, 1991; Rom *et al.*, 1993; Giordano *et al.*, 1999). A hibridização com sondas marcadas com nucleotídeos radioativos é o método mais usado. Devido a problemas gerados com a utilização de radioatividade (risco para a saúde, produção e descarte de lixo radioativo, e meia-vida curta dos isótopos mais utilizados), métodos alternativos que não empregam radioatividade foram desenvolvidos (Caciagli & Bosco, 1995; Harper & Creamer, 1995).

Tanto no caso da PCR como na hibridização molecular, as condições são ajustadas de modo a detectar-se qualquer geminivirus, ou apenas uma espécie. Assim, oligonucleotídeos degenerados podem ser utilizados para detectar a presença de geminivirus, indiscriminadamente, em tecidos vegetais. Os fragmentos da PCR obtidos podem ser clonados e seqüenciados, e a partir da seqüência de nucleotídeos, novos oligonucleotídeos específicos serem sintetizados, a fim de detectar apenas a espécie viral em questão. Analogamente, uma região conservada do genoma viral como a do gene *cp* pode ser utilizada como sonda universal, e uma região altamente variável do genoma tal como a região entre a *ns* e a região comum pode ser utilizada como sonda específica. Pode-se também reunir fragmentos de geminivirus distintos na mesma reação de marcação, a fim de produzir uma sonda universal.

Embora as técnicas de diagnose molecular descritas acima sejam, na maioria dos casos, eficientes para a detecção de geminivirus em tecidos foliares, somente a determinação da seqüência de nucleotídeos do vírus permite seu correto posicionamento taxonômico. Isso ocorre principalmente quando o isolado do vírus pertence a uma nova espécie. Neste caso, os testes de hibridização ou PCR somente serão capazes de detectar este vírus quando realizados em condições de baixa especificidade. A observação de uma reação positiva, tão somente nestas condições, sugere a presença de um novo vírus.

Atualmente, no Brasil, várias espécies novas de geminivirus vêm sendo identificadas em plantas de tomateiro. Os trabalhos de caracterização desses vírus envolveram o isolamento da forma replicativa do vírus a partir de amostras de tomateiros com sintomas típicos de infecção por geminivirus, amplificação de fragmentos de DNA viral por meio de reações da PCR, clonagem e seqüenciamento. As seqüências

obtidas foram comparadas com as de outros geminivirus e determinou-se que eram espécies distintas, pois a porcentagem de homologia para o N-terminal da proteína capsidial foi sempre inferior a 80 % (Padidam *et al.*, 1995). Assim, pelo menos seis novos geminivirus foram descritos nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Pernambuco e Distrito Federal (Faria *et al.*, 1997; Ribeiro *et al.*, 1998).

Faria & Maxwell (1999) amplificaram por PCR e clonaram fragmentos de DNA viral de amostras de feijoeiro das principais regiões produtoras de feijão do País. Foi encontrada infecção mista com o vírus do mosaico do abutilon (*Abutilon mosaic virus*, AbMV) em São Paulo e uma nova espécie de geminivirus em amostra de feijão de lima (*Phaseolus lunatus* L.) de Pernambuco. Os clones obtidos das demais localidades apresentaram seqüências com níveis de homologia variando de 94 a 100 % com o BGMV clonado anteriormente, o que demonstra a predominância de uma única espécie do vírus no país.

Os principais critérios taxonômicos para caracterizar uma nova espécie como pertencente ao gênero *Begomovirus* incluem o número de componentes e a organização dos genes no genoma, a ausência de transcomplementação dos produtos gênicos, a porcentagem de homologia da seqüência de nucleotídeos do DNA-A (menor que 90 %), a porcentagem de homologia da seqüência de aminoácidos do N-terminal da proteína capsidial (menor que 90 %), a formação de pseudorecombinantes, os tecidos infetados pelo vírus, a gama de hospedeiros e a reação com certos anticorpos monoclonais (Mayo & Pringle, 1998).

CASOS ESPECÍFICOS

Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*)

Produção: O feijão é importante fonte de proteína na dieta do povo brasileiro, tanto de populações rurais como urbanas. Como possui ampla adaptação climática, o feijoeiro é cultivado nos mais variados sistemas produtivos, e ainda no inverno, sob irrigação, geralmente sob alta tecnologia. A área cultivada atingiu mais de 5,5 milhões de hectares em 1994, mas foi estimada em 3,9 milhões de hectares em 1998. A produção média, a partir de 1994, tem atingido, aproximadamente, três milhões de toneladas (Yokoyama, 1999).

Geminivirus: O mosaico dourado do feijoeiro foi primeiramente descrito por Costa (1965) relatando observações de 1961, em que encontrou plantas com sintomas da virose nas redondezas de Campinas, SP. Epidemias da virose em feijoeiros cultivados nos sementes da seca, no Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, causando perdas severas de rendimento, foram observadas cerca de uma década mais tarde (Costa, 1975). Atualmente, o mosaico dourado é encontrado em praticamente todas as regiões brasileiras onde se cultiva o feijoeiro, causando danos proporcionais à incidência e à época de ocorrência da doença (Morales, 1994). O agente causal foi clonado e completamente seqüenciado em 1988, a partir de amostras coletadas em Goiânia-

GO (Gilbertson *et al.*, 1993). A similaridade entre BGMV-BR e TGMV é ligeiramente mais alta do que a do BGMV da América Central e do Caribe. Para diferenciar as duas espécies, o vírus do Brasil foi denominado de tipo I, enquanto o da América Central e do Caribe o foi designado tipo II.

Tomateiro (*Lycopersicon esculentum*)

Produção: O Brasil cultiva anualmente cerca de 60 mil hectares de tomateiro, com uma produção de 2,6 milhões de toneladas que se destinam a dois mercados bem distintos. Cerca de 24 mil hectares são plantados com tomate industrial, de cultivo rasteiro, destinado à produção de molhos, sucos, purês, etc., enquanto os demais 36 mil se destinam ao uso *in natura*. A área plantada com tomate no Brasil expandiu-se ao longo da última década visando, principalmente, a produção para a indústria. O processamento de tomate é um dos segmentos mais importantes da indústria agroalimentar brasileira. O valor global de mercado foi de US\$682 milhões somente em 1997, com perspectivas de atingir US\$800 milhões na virada do milênio (Melo, 1999). As principais áreas de produção concentram-se nas Regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste (Argerich *et al.*, 1996).

Geminivirus: O primeiro relato de geminivirus em tomateiro no Brasil foi feito na década de 70 (Costa, 1975; Maytis *et al.*, 1975). Seis diferentes vírus transmitidos por mosca-branca foram observados, sem causar, entretanto, danos de importância econômica.

Nos últimos cinco anos surgiram relatos de geminivirus causando danos significativos em tomateiros em várias regiões do Brasil, associados a ocorrências de *B. argentifolii* (França *et al.*, 1996). No caso de Minas Gerais, Rezende *et al.* (1996) e Zerbini *et al.* (1996) observaram perdas superiores a 50 % da produção no cinturão verde de Belo Horizonte e no Triângulo Mineiro. A clonagem e o seqüenciamento de fragmentos de DNA dos componentes A e B de geminivirus isolados dessas duas regiões indicaram tratar-se de dois geminivirus distintos (Ribeiro *et al.*, 1998). Em São Paulo, um novo geminivirus em tomateiro foi descrito por Faria *et al.* (1997). O surgimento quase simultâneo de novos geminivirus infetando tomateiros na Região Sudeste sugere uma mudança nas populações de mosca-branca, com maior predominância de *B. argentifolii* sobre *B. tabaci*. Esse fato criaria condições para que vírus que infetam plantas selvagens invadam o tomateiro e, uma vez adaptados ao novo hospedeiro, dêem origem a novos vírus através de recombinação e/ou reagrupamento de componentes. Ressalte-se que geminivirus vêm sendo relatados em plantas daninhas amplamente disseminadas nessa região (Costa, 1955; Souza *et al.*, 1986; Kitajima & Kim, 1987; Almeida *et al.*, 1997a, b; Frischmut *et al.*, 1997; Galvão *et al.*, 1997; Krause *et al.*, 1998).

Em 1994, no Distrito Federal, foi observada a ocorrência de nova espécie de geminivirus não relatada em outras regiões do mundo (Ribeiro *et al.*, 1994). Em 1995 a virose expandiu-se por toda a Região Centro Oeste, causando perdas médias de

40 a 100 % (Bezerra et al., 1996).

Em 1997 foi detectada uma nova espécie de geminivírus, denominada risca amarela da nervura do tomateiro (*Tomato yellow vein streak virus*, TYVSV) (Faria et al., 1997). No estado do Rio de Janeiro foi, também, observada a presença de geminivírus em amostras coletadas no município de Campos (Almeida et al., 1997a, b).

O primeiro relato de geminivírus na Região Nordeste foi em 1996, no município de Seabra, estado da Bahia. Sintomas de mosaico amarelo foram observados em uma plantação de tomateiro com 100 % de incidência da doença e a análise de tecido de plantas sintomáticas revelou a presença de geminivírus com genoma bipartido (Ribeiro et al., 1996).

No final de 1996 e início de 1997, sintomas de geminivírus foram observados no Submédio do Vale do São Francisco, nos Estados do Pernambuco e Bahia. Nestas áreas, 100 % das plantas com menos de dois meses após o transplante apresentavam-se infetadas (Bezerra et al., 1997). Semelhantemente ao relatado para outras regiões, o aparecimento de geminiviroses nesta área ocorreu após o surgimento e explosão na população de *B. argentifolii* em 1995 e 1996 em culturas de importância econômica para a região como melão (*Cucumis melo* L.), melancia (*Citrullus vulgaris* L.) e tomate (Haji et al., 1996). Em levantamento realizado em 90 áreas de 16 municípios de Pernambuco e Bahia, foi detectada a presença de geminivírus em 40,9 % das amostras coletadas, e as perdas foram estimadas em cerca de 30 % (Lima et al., 1998b). A caracterização molecular parcial de isolados da Região Nordeste sugere a presença de uma grande diversidade de espécies, como também vem ocorrendo em outras regiões do Brasil (Ribeiro et al., 1998). Foram identificadas pelo menos três espécies em Pernambuco (Ribeiro et al., 1996, 1998) e uma na Bahia, não relatadas na literatura. Estas três espécies foram designadas provisoriamente de TGV-PE1, TGV-PE2, TGV-PE3 e TGV-BA1. Comparação da sequência do N terminal do gene da capa protéica destes isolados com outros geminivírus revelou um maior relacionamento com espécies como *Venezuela tomato geminivirus* (VenTGV), *Potato yellow mosaic virus* (PYMV/TT - isolado de Trinidad e Tobago), *Tomato leaf curl virus* (ToLCV/PN - isolado do Panamá) e *Sida golden mosaic virus* (SiGMV) (Ribeiro et al., 1996). Foi também constatada infecção mista por duas espécies de geminivírus em plantas provenientes do estado de Pernambuco (Ribeiro et al., 1996). Novas amostras coletadas neste estado, em três localidades, mostraram a predominância de uma espécie de geminivírus (Rocha, 1999). Devido aos danos diretos, causados pela alimentação da mosca-branca, e às geminiviroses, a área destinada ao plantio de tomate foi reduzida em 1998. Novas ocorrências de geminivírus em tomateiro foram relatadas nos Estados de Goiás (Santos et al., 1998), de Sergipe e Ceará (Bezerra et al., 1998; Lima et al., 2000) aumentando a área de abrangência dessas viroses (Figura 2).

Em outras culturas

Após a ampla disseminação de geminivírus na cultura do tomateiro, tem-se observado a incidência de geminiviroses

em outras culturas. No ano de 1998, incidências de 10 a 25 % foram relatada em pimentão nos Estados da Bahia e de Pernambuco, causando, em média, 20 % de perdas na produção (Lima et al., 1999a). Em caupi, Lima et al. (1998a) amplificaram por PCR parte do genoma de um geminivírus concluindo que pertencia ao gênero *Begomovirus*. As seqüências de parte do gene *rep*, RC, e parte do *cp* de um isolado de geminivírus de caupi de Petrolina, PE, depositada no GenBank com número AF 188708 (dados de J.C. Faria) diferem das seqüências dos mesmos genes do *Cowpea golden mosaic virus* da Nigéria (GenBank, AF029217).

Uma doença com sintomas do tipo encrespamento apical "curly top" em fumo (*Nicotiana tabacum* L.) (Costa & Forster, 1939) e em tomate (Sauer, 1946), cujo agente causal foi transmitido pela cigarrinha *Agallia albidula* Uhl., semelhante ao "curly top" da beterraba, que já ocorria nos EUA, foi denominada "Brazilian curly top". Bennett & Costa (1949) transmitiram o agente causal de tomateiro para várias espécies, tais como o tomate, *Datura estramonium* L., *N. tabacum* e *Beta vulgaris* L. através do inseto vetor. Kitajima et al. (1978, 1984) observaram o mesmo tipo de sintomatologia em tomateiros nas proximidades de Manaus, AM, e no estado do Rio de Janeiro, sempre com incidências em torno de 1 %. Foi feita a transmissão por enxertia e observadas alterações citopatológicas típicas de geminivírus com possíveis partículas virais localizadas no núcleo de células do floema. Nogueira et al. (1997) sugeriram, tentativamente, que o vírus observado em tomateiro pertence ao gênero *Curtovirus*.

EPIDEMIOLOGIA E TRANSMISSÃO

O BGMV-BR não é transmitido mecanicamente entre plantas de feijoeiro comum ou de outras espécies (Figueira,

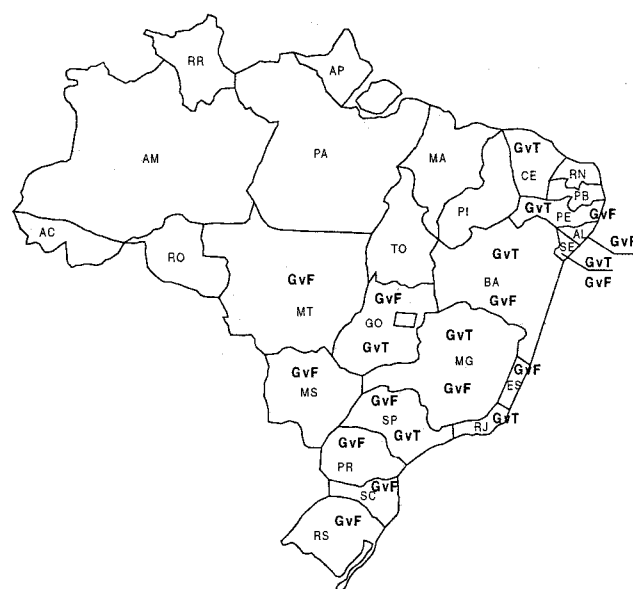


FIG. 2 - Distribuição geográfica de geminiviroses de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) (GvF) e tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) (GvT) no Brasil.

1980). Alguns geminivirus de tomateiro podem ser transmitidos mecanicamente, enquanto outros não o são, embora tenham seqüências de nucleotídeos bastante similares entre si. Os geminivirus podem ser também transmitidos por enxertia e por bombardeamento de partículas (Gilbertson *et al.*, 1993), e no caso de o genoma estar clonado, por *Agrobacterium tumefaciens* (Smith & Townsend) Conn., num processo denominado de agroinoculação (Grimsley *et al.*, 1987). Os geminivirus não são transmitidos pelas sementes de plantas infetadas (Costa, 1965; Polston & Anderson, 1997). As espécies do gênero *Begomovirus* são transmitidas na natureza pelas moscas-brancas das espécies *B. tabaci* e *B. argentifolii*. De fato, estas espécies são os únicos vetores conhecidos de begomovirus (Brown *et al.*, 1995).

Ambas as espécies são classificadas na ordem Homoptera, família *Aleyrodidae*. A distinção entre elas é possível utilizando-se abóbora (*Cucurbita* spp.) como planta indicadora, a qual apresenta prateamento foliar como sintoma da colonização por *B. argentifolii*. A distinção entre as espécies pode também ser feita por métodos moleculares, como RAPD ("Random Amplified Polymorphic DNA") e por isoenzimas, tais como esterases. A transmissão do vírus por moscas-brancas é do tipo persistente e circulativa e requer, em média, o período latente de seis a 12 h antes da transmissão (Rosell *et al.*, 1999). Estes autores detectaram vírus em *B. tabaci*, mesmo após ½ h de alimentação em plantas infetadas, aumentando de 10 % para 90 % de moscas virulíferas após um período de aquisição de ½ a 12 h. A via de transmissão de geminivirus por mosca-branca foi estudada por Hunter *et al.* (1998), os quais concluíram que o vírus se localiza na região anterior do intestino médio e da câmara-filtro de moscas adultas e nas glândulas salivares. O vírus é ingerido com os fluidos da planta para o esôfago e intestino anterior. Quando o alimento entra na câmara-filtro o excesso de água é desviado para o íleo do intestino posterior; assim os nutrientes e o vírus são concentrados na câmara-filtro. Deste ponto, o vírus se move para a hemolinfa do inseto e invade as glândulas salivares. A forma na qual o vírus se move ainda não é conhecida; no entanto, julga-se que o vírus passa das glândulas salivares para a saliva através de pequenos dutos, movendo-se da saliva para a planta durante o processo de alimentação.

A necessidade de um período de incubação de 20 a 21 h no vetor foi constatada para a maioria dos casos de vírus transmitidos por mosca-branca, razão por que são considerados vírus circulativos.

Bemisia spp são insetos polípagos, com pelo menos 506 espécies de plantas hospedeiras em 74 famílias, entre monocotiledôneas e dicotiledôneas, de países com clima tropical, subtropical e mesmo temperado (Muniyappa, 1980; Butler & Henneberry, 1985).

A mosca-branca pode produzir até 15 gerações por ano, em uma ou mais espécies hospedeiras. Cada fêmea pode ovopositar de 130 a 300 ovos, em média, durante o seu ciclo de vida (Gálvez & Morales, 1989).

Costa (1976) relatou como hospedeiros do BGMV-BR apenas *P. lunatus*, *P. acutifolius* Gray, *P. longepe-dunculatus*

Mart., *P. polystachyus* (L.) Britt., Stern & Pogg. e *Macroptilium lathyroides* L., informando que são espécies bastante suscetíveis e delas o vetor adquire o vírus facilmente. Rojas (1992) analisou plantas coletadas na Costa Rica (feijoeiro, tomateiro, *Euphorbia* sp., *Sida* sp., melão, *Calapogonium* sp., *Rhynchosia* sp., *Malva* sp., além de uma leguminosa não identificada), na República Dominicana (*Rhynchosia minima* DC., *Croton lobatus* L., *Jatropha* sp., *Sida* sp., *Urena lobata* L. e *Euphorbia heterophylla* L.) e no Porto Rico (*M. lathyroides*, de duas localidades e *E. pulcherrima* Willd.), como potenciais hospedeiras de BGMV tipo II. Usando técnicas da PCR, seqüenciamento de DNA e hibridização com sondas preparadas a partir do BGMV tipos I e II, encontrou BGMV apenas em feijoeiro. Assim, as informações sobre hospedeiros naturais de BGMV naqueles países não foram confirmadas nesse estudo. Elevada incidência de geminivirus em *M. lathyroides*, associada à presença de moscas brancas, foi relatada no Ceará (Lima *et al.*, 1999).

Costa *et al.* (1979) indicaram que as variedades de soja Bossier, IAC5, UFV 1 e Viçosa foram infetadas pelo BGMV oriundo de soja ou de feijoeiro. Faria *et al.* (1990) observaram que nove variedades americanas de soja, muitas das quais progenitoras de variedades brasileiras, podem ser artificialmente inoculadas e apresentam sintomas típicos de mosaico dourado. Plantações de fumo, tomateiro e algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) são tidas como responsáveis por altas populações de moscas-brancas em alguns países (Gálvez & Morales, 1989).

Altas temperaturas aceleram os estádios de desenvolvimento de *B. tabaci*, aumentando as densidades populacionais mais rapidamente. A disseminação do geminivirus, entretanto, pode ser mais dependente da migração e da existência de reservatórios do vírus do que da temperatura propriamente dita. Portanto, a migração do vetor pode explicar a grande ocorrência de mosaico dourado em feijoeiro da seca, quando as temperaturas médias são menores do que aquelas do feijoeiro das águas (Costa, 1975).

A disseminação do BGMV pelas altas populações de moscas-brancas é favorecida ainda pelos semeios escalonados de feijoeiros sob pivôs centrais, em certas regiões produtoras. Nestas condições ocorre a migração dos insetos de seus hospedeiros atuais para os feijoeiros mais antigos e, daí, sucessivamente aos mais novos.

CONTROLE DE GEMINIVIROSES

O manejo de geminiviruses é difícil. Por isto, práticas que visam reduzir a incidência de vírus devem ser adotadas como parte de um manejo integrado, do qual devem fazer parte o controle químico do vetor e a resistência genética do hospedeiro. Nenhuma estratégia de controle, quando utilizada isoladamente, tem demonstrado ser efetiva para as doenças causadas por geminivirus. O controle químico das moscas-brancas é de difícil consecução, devido à constante migração de grandes populações do inseto de lavouras mais velhas para as mais novas, e também devido à possibilidade de se tornarem

resistentes aos inseticidas (Harrison, 1985; Gerling, 1990). Portanto, as medidas de controle deverão visar a eliminação ou a redução das fontes do vírus, da população de inseto vetor existente e, finalmente, alterar o nível de suscetibilidade da cultura.

Controle químico da mosca-branca

Para o controle químico da mosca-branca devem ser considerados fatores como a região onde será instalada a cultura, a época de semeadura e a população da praga. Normalmente na safra das águas, observa-se uma menor população de mosca-branca na cultura do feijoeiro sendo menor o risco de transmissão de geminivírus, como o BGMV. Nas áreas onde a população da mosca-branca é baixa, o controle pode ser realizado, via pulverização de inseticidas de contato ou sistêmicos ou através do tratamento de sementes. Entretanto, nas regiões produtoras de feijão sob alta população de mosca-branca, a proteção da cultura deve ser preventiva, com a utilização de produtos sistêmicos de longo efeito residual, via tratamentos de sementes. Em casos de ocorrência de alta incidência de mosca-branca na cultura, logo após a emergência das plantas, mesmo tendo sido realizado o tratamento de sementes, recomenda-se a aplicação de produtos de contato de alta eficiência, visando diminuir o tempo de permanência da praga nas plantas. Se o fluxo migratório da mosca-branca para a cultura ocorrer continuamente, o controle químico deve se estender até o período de enchimento de vagens ou de frutificação, no caso do tomateiro.

Para o tratamento de sementes de feijoeiro, os inseticidas que apresentaram os melhores resultados foram o thiamethoxan (formulação 700 WS, a 150 g de p.c./100 Kg de sementes) e o imidacloprid (formulação 700PM, a 200 g de p.c./100Kg de sementes), os quais atuam sobre os insetos adultos. No caso de aplicações por pulverizações visando adultos, os melhores produtos vêm sendo o thiamethoxan, (formulação 250 WG, a 100 g p.c./ha), o imidacloprid (formulação 200 SC, a 800 ml de p.c./ha), e o acetamiprid (formulação 20 PS, utilizado a 250 g de p.c./ha). Quando o controle é direcionado a ovos e ninfas do inseto, recomenda-se o inseticida regulador de crescimento, pyriproxyfen (formulação a 100 CE), usado a 1000 ml do p.c./ha. Tal produto é recomendado para até duas aplicações durante o ciclo de desenvolvimento da cultura a fim de se evitar o aparecimento de insetos resistentes aos inseticidas. Os produtos mencionados encontram-se devidamente registrados no Ministério da Agricultura e do Abastecimento para o controle da mosca-branca (Yokoyama *et al.*, 1999). Testes de novos produtos químicos para o controle da mosca-branca, em condições de campo, vêm também sendo realizados no Submédio do Vale do São Francisco em tomateiro (Haji *et al.*, 1998).

Controle cultural em feijoeiro

Hospedeiros alternativos do vírus: A eliminação de hospedeiros alternativos, que funcionam como reservatórios de vírus, é uma medida de controle geralmente citada para

viroses, entretanto, apenas *Phaseolus* spp. e soja podem ser citados como hospedeiros do BGMV no Brasil, em condições naturais. A eliminação do feijão de lima ou fava (*Phaseolus lunatus* L.), de cercas e fundos de quintais, em áreas próximas daquelas onde o feijoeiro será cultivado, pode reduzir a fonte de inóculo para a soja e, no futuro, para o feijoeiro. Costa (1972) preconizou a eliminação de feijão fava de áreas próximas ao feijoeiro, recomendando uma distância de, pelo menos, 500 m de possíveis fontes de inóculo. Verificou-se que as moscas-brancas atingiam facilmente feijoeiros localizados de 100 a 150 m de um viveiro de feijão lima com BGMV, enquanto o que estava a 1.000 m não foi afetado pela virose.

Eliminação de hospedeiros do vetor: Culturas como soja, tomate e algodão, entre outras, que servem como criatórios do inseto vetor em larga escala, devem ser eliminadas com tempo suficiente para decrescer a população de mosca-branca antes de semear o feijoeiro de inverno.

Época de semeio: Executar o semeio em períodos menos favoráveis ao inseto vetor e/ou com fontes de inóculo mais escassas. Para o sudoeste de Goiás, a antecipação do semeio para a primeira quinzena de janeiro possibilitaria a redução de perdas de rendimento devidas ao mosaico dourado (Rocha & Sartorato, 1980). Atualmente, se houver grandes riscos de epidemias da doença, baseado na sua história de ocorrência, não se recomenda o semeio do feijão da seca. Para o maior sucesso no cultivo do feijão de inverno, ou terceira época, é desejável que se tenha um período com ausência de planta hospedeira da mosca-branca para que haja redução da sua população.

Resistência genética em feijoeiro

Técnicas de melhoramento utilizando a genética clássica vêm sendo empregadas no desenvolvimento de variedades resistentes, desde meados da década de 70. Mais recentemente, vários laboratórios estão investigando o uso de técnicas de engenharia genética do feijoeiro, utilizando genes do próprio vírus, analisando estratégias como a proteção mediada pela capa protéica, uso de mutantes do gene da proteína associada à replicação do vírus (*rep*), uso do antissenso do gene *rep* (Embrapa Arroz e Feijão e Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia).

Trabalhos desenvolvidos pela Embrapa Arroz e Feijão levaram à recomendação da variedade Ônix, com grãos de cor preta e produtividade de cerca de 1.500 kg/ha, sob moderada incidência precoce de BGMV. No Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), foram desenvolvidas algumas variedades apresentando expressão reduzida de mosaico e de deformação das vagens como IAPAR 57, que atinge 1519 kg/ha, e IAPAR 72 com rendimento de 1.909 kg/ha, sob alta incidência de BGMV (Bianchini, 1999).

A herança da resistência ao BGMV-BR revelou-se complexa (Personi *et al.*, 1997), ao contrário daquela a isolados de BGMV do Porto Rico onde a herança da resistência é controlada por um gene recessivo denominado *bgml* (Blair, 1992).

Controle cultural em tomateiro

Algumas medidas têm sido recomendadas para reduzir a população do vetor e a presença de plantas infetadas com geminivírus (Villas Bôas *et al.*, 1997; Hilje, 1999).

Plantar mudas de boa qualidade: Instalar a sementeira distante do local de plantio, protegendo-a com tela ou tecido à prova de insetos; aplicar inseticida nas mudas antes do transplante, e não transplantá-las antes de 21 dias após a semeadura.

Instalar barreiras físicas à entrada do inseto: Plantar sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L.) e milho como barreiras física, de forma perpendicular à direção do vento, rodeando a lavoura.

Eliminar plantas hospedeiras do inseto vetor: Controlar as plantas daninhas dentro e nas proximidades das áreas cultivadas e eliminar os restos culturais imediatamente após a colheita.

Resistência genética em tomateiro

No Brasil ainda não existem variedades comerciais disponíveis com resistência a estes vírus. Alguns genótipos de tomate, tolerantes e/ou resistentes a geminivírus em outros países vêm sendo avaliados no Brasil, objetivando a identificação de fontes de resistência às espécies de geminivírus que ocorrem no país. Giordano *et al.* (1999) identificaram fontes de resistência a geminivírus em *L. peruvianum* Mill. (CNPH-782, CNPH-786 e CNPH-787), *L. pimpinellifolium* Mill. (LA 1342) e *L. chilense* Dun. (LA 1967). Além disso, a variedade Gem Pride apresentou um bom nível de tolerância ao geminivírus do Distrito Federal em avaliações em casa de vegetação e em condições de campo no Submédio do Vale do São Francisco.

LITERATURA CITADA

ALFENAS, P.C., GALVÃO, R.M., ANDRADE, E.C., MANDELLI, M.S., FERNANDES, A.V., ZERBINI, F.M. & FONTES, E.P.B. Detecção e caracterização molecular de novos geminivírus que infetam tomateiros. *Fitopatologia Brasileira* 23:311. 1998. (Resumo).

ALMEIDA, J.A., GALVÃO, R.M., ZERBINI, F.M. & FONTES, E.P.B. Molecular characterization of novel tomato - and *Sida*-infeting geminiviruses. *Brazilian Journal of Genetics* 20:G48. 1997a. (Resumo).

ALMEIDA, J.A., GALVÃO, R.M., ZERBINI, F.M. & FONTES, E.P.B. A new geminivírus identified in the *Sida rhombifolia*-infeting geminivírus complex is probably monopartite. *Brazilian Journal of Genetics* 20:G38. 1997b. (Resumo).

ALMEIDA, L., PEREIRA, J., RONZELLI, P. & COSTA, A.S. Avaliação de perdas causadas pelo mosaico dourado do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) em condições de campo. *Fitopatologia Brasileira* 9:213-219. 1984.

ARGERICH, C.A., MELO, P.C.T. & VALDERRAMA, L.A. Update on the agro-industry situation of processing

tomatoes in South American countries. *Proceedings, 1st International Conference on the Processing Tomato, Recife, PE.* 1996. pp.15-21.

AZZAM, O., FRAZER, J., DE LA ROSA, D., BEAVER, J.S., AHLQUIST, P.G. & MAXWELL, D.P. Whitefly transmission and efficient ssDNA accumulation of bean golden mosaic geminivírus require functional coat protein. *Virology* 204:289-296. 1994.

BELLOWS JR., T.S., PERRING, T.M., GILL, R.J. & HEADRICK, D.H. Description of a species of *Bemisia* (Homoptera:Aleyrodidae). *Annals of the Entomological Society of America* 87:195-206. 1994.

BENNETT, C.W. & COSTA, A.S. The Brazilian curly top of tomato and tobacco resembling American and Argentine curly top of sugar beet. *Journal of Agricultural Research* 78:675-693. 1949.

BEZERRA, I.C., LIMA, M.F., NUNES, M.U.C., LOPES, E.S. & ÁVILA, A.C. New record of geminivírus occurring in Northeast region of Brazil. *Programa e Resumos, 9^o Encontro Nacional de Virologia, São Lourenço, MG.* 1998. pp.143.

BEZERRA, I.C., LIMA, M.F., RIBEIRO, S.G., GIORDANO, L.B., ZERBINI, F.M. & ÁVILA, A.C. Occurrence of geminivírus in tomato producing areas in Submédio São Francisco. *Fitopatologia Brasileira* 22:331. 1997. (Resumo).

BEZERRA, I.C., RIBEIRO, S.G., ÁVILA, A.C. & GIORDANO, L.B. Survey of geminivírus infection in tomato producing areas in Federal District. *Programa e Resumos, 8^o Encontro Nacional de Virologia, São Lourenço, MG.* 1996. pp.289

BIANCHINI, A. Resistance to bean golden mosaic virus in bean genotypes. *Plant Disease* 83:615-620. 1999.

BLAIR, M.W. Heritability of field resistance to bean golden mosaic virus and the sweetpotato whitefly (*Bemisia tabaci* Genn.) in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). (M.Sc Thesis). Puerto Rico. University of Puerto Rico. 1992.

BRIDDON, R.W., BEDFORD, I.D., TSAI, J.H., MARKHAM, P.G. Analysis of the nucleotide sequence of the treeshopper-transmitted geminivírus, tomato pseudo-curly top virus, suggests a recombinant origin. *Virology* 219, 387-394. 1996.

BROWN, J.K., FROHLICH, D.R. & ROSELL, R.C. The sweetpotato or silverleaf whiteflies: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex? *Annual Review of Entomology* 40:511-534. 1995.

BUTLER, G.D. & HENNEBERRY, T. *Bemisia tabaci* (Genn.), a pest of cotton in the Southwestern United States. Washington. USDA. 1985. (USDA. Technical Bulletin, 1707).

CACIAGLI, P. & BOSCO, D. Quantitative determination of tomato yellow leaf curl geminivírus DNA by chemiluminescent assay using digoxigenin-labeled probes. *Journal of Virological Methods* 57:19-29. 1995.

CANCINO, M., ABOUZID, A.M., MORALES, F.J., PURCIFULL, D.E., POLSTON, J.E. & HIEBERT, E. Generation and characterization of three monoclonal antibodies useful in detecting and distinguishing bean

- golden mosaic virus isolates. *Phytopathology* 85:484-490. 1995.
- CHRISTIE, R.G. & EDWARDSON, J.R. Light and electron microscopy of plant virus inclusions. Gainesville. Florida Agricultural Experimental Station. (Florida Agricultural Experimental Station. Monography Series, 9). 1977.
- COSTA, A.S. Espécies suscetíveis ao mosaico dourado do feijoeiro que podem servir de reservatório do vírus. *Revista da Sociedade Brasileira de Fitopatologia* 9:37. 1976. (Resumo).
- COSTA, A.S. Increase in the population density of *Bemisia tabaci*, a threat of widespread virus infection of legume crops in Brazil. In: Bird, J. & Maramorosh, K. (Ed.) *Tropical Disease of Legumes*. New York. Academic Press, 1975. pp.27-49.
- COSTA, A.S. Investigações sobre moléstias do feijoeiro no Brasil. *Anais, 1º Simpósio Brasileiro de Feijão, Viçosa, MG. 1972. v.2. pp.303-384.*
- COSTA, A.S. Three whitefly-transmitted virus diseases of beans in São Paulo, Brazil. *Plant Protection Bulletin* 13:121-130. 1965.
- COSTA, A.S. Studies on Abutilon mosaic in Brazil. *Phytopathologische Zeitschrift* 24:97-112. 1955.
- COSTA, A.S., MIRANDA, M.A.C. & ALMEIDA, A.M.R. Ocorrência de infecção natural de certas cultivares de soja com o vírus do mosaico dourado do feijoeiro. *Anais, 1º Seminário Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR. 1979. v.2. pp.145-150.*
- COSTA, C.L. & CUPERTINO, F.P. Avaliação das perdas na produção do feijoeiro causadas pelo vírus do mosaico dourado. *Fitopatologia Brasileira* 1:18-25. 1976.
- COSTA, A.S. & FORSTER, R. Uma suspeita moléstia de vírus do Fumo (*Nicotiana tabacum* L.) semelhante a "leaf curl" presente no estado de São Paulo. *Jornal de Agronomia* 2:295-302. 1939.
- CZOSNEK, H., BER, R., NAVOT, N., ZAMIR, D., ANTIGNUS, Y. & COHEN, S. Detection of tomato leaf curl virus in lysates of plants and insects by hybridization with a viral DNA probe. *Plant Disease* 72:949-951. 1988.
- ELMER, J.S., BRAND, L., SUNTER, G., GARDINER, W., BISARO, D.M. & ROGERS, S.G. Genetic analysis of tomato golden mosaic virus. II. The conserved AL1 ORF product is essential for replication. *Nucleic Acids Research* 16:7043-7049. 1988.
- FARIA, J.C. & MAXWELL, D.P. Variability in geminivirus isolates associated with *Phaseolus* spp. in Brazil. *Phytopathology* 89:262-268. 1999.
- FARIA, J.C., SOUZA-DIAS, J.A.C., SLACK, S. & MAXWELL, D.P. A new geminivirus associated with tomato in the State of São Paulo, Brazil. *Plant Disease* 81:423. 1997. (Abstract).
- FARIA, J.C., OLIVEIRA, M.N. & YOKOYAMA, M. Resposta comparativa de genótipos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) à inoculação com o vírus do mosaico dourado no estágio de plântulas. *Fitopatologia Brasileira* 19:566-572. 1994.
- FARIA, J.C., GILBERTSON, R.L., HANSON, S.F., AHLQUIST, P., MAXWELL, D.P. Variabilidade do vírus do mosaico dourado do feijoeiro e uso de sondas para a sua caracterização. *Resumos, 3ª Reunião Nacional de Pesquisa de Feijão, Vitória, ES. 1990. Resumo 53.*
- FARIA, J.C. & ZIMMERMANN, M.J.O. Controle do mosaico dourado do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) pela resistência varietal e inseticidas. *Fitopatologia Brasileira* 13:32-35. 1988.
- FAZIO, G. O mosaico dourado do feijoeiro no Brasil. *Fitopatologia Brasileira* 10:35-42. 1985.
- FIGUEIRA, A.R. Estudos realizados com o vírus do mosaico dourado do feijoeiro do Brasil, visando a sua transmissão por métodos mecânicos. (Tese de Mestrado). Campinas. Universidade Estadual de Campinas. 1980.
- FONTES, E.P.B., EAGLE, P.A., SIPE, P.S., LUCKOW, V.A. & HANLEY-BOWDOIN, L. Interaction between a geminivirus replication protein and origin DNA is essential for viral replication. *Journal of Biological Chemistry* 269:8459-8465. 1994a.
- FONTES, E.P.B., GLADFELTER, H.J., SCHAFFER, R.L., PETTY, I.T.D. & HANLEY-BOWDOIN, L. Geminivirus replication origins have a modular organization. *Plant Cell* 6:405-416. 1994b.
- FONTES, E.P.B., LUCKOW, V.A. & HANLEY-BOWDOIN, L. A geminivirus replication protein is a sequence-specific DNA binding protein. *Plant Cell* 4:597-608. 1992.
- FRANÇA, F.H., VILLAS BÔAS, G.L. & CASTELO-BRANCO, M. Ocorrência de *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring (Homoptera: Aleyrodidae) no Distrito Federal. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 25:369-372. 1996.
- FRISCHMUT, T., ENGEL, M., LAUSTER, S. & JESKE, H. Nucleotide sequence evidence for the occurrence of three distinct whitefly-transmitted, Sida-infeting bipartite geminiviruses in Central America. *Journal of General Virology* 78:2675-2682. 1997.
- GALVÃO, R.M., ALMEIDA, J.A., CAMINI, N., ZERBINI, F.M. & FONTES, E.P.B. Molecular detection and biobalistic propagation of novel Malvaceae - and tomato-infeting geminiviruses. *Fitopatologia Brasileira* 22:335. 1997. (Resumo).
- GÁLVEZ, G.E. & MORALES, F.J. Whitefly-transmitted viruses. In: Schwartz, H.F. & Pastor-Corrales, M.A. (Ed.) *Bean Production Problems in the Tropics*. 2nd ed. Cali. CIAT. 1989. pp.379-406.
- GARDINER, W., SUNTER, G., BRAND, L., ELMER, J.S., ROGERS, S.G. & BISARO, D.M. Genetic analysis of tomato golden mosaic virus: The coat protein is not required for systemic spread or symptom development. *EMBO Journal* 7:899-904. 1988.
- GERLING, D. *Whiteflies: Their Binomics, Pest Status, and Management*. England. Intercept. 1990.
- GILBERTSON, R.L., FARIA, J.C., AHLQUIST, P.G. & MAXWELL, D.P. Genetic diversity in geminiviruses causing bean golden mosaic disease: the nucleotide sequence of the infectious cloned DNA components of a

- Brazilian isolate of bean golden mosaic geminivirus. *Phytopathology* 83:709-715. 1993.
- GILBERTSON, R.L., HIDAYAT, S.H., MARTINEZ, R.T., LEONG, S.A., FARIA, J.C., MORALES, F.J. & MAXWELL, D.P. Differentiation of bean-infecting geminiviruses by nucleic acid hybridization probes and aspects of bean golden mosaic in Brazil. *Plant Disease* 75:336-342. 1991.
- GIORDANO, L.B., BEZERRA, I.C., FERRAZ, E., ÁVILA, A.C., LIMA, M.F., RESENDE, L.V. & SOUZA, A.J. Desenvolvimento de linhagens e cultivares de tomateiro para o Nordeste do Brasil com resistência a Tospovirose e Geminivirose. In: Queiróz, M.A., Goedert, C.O., Ramos, S.R.R. (Ed.) Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro. (on line). Petrolina. Embrapa Semi-Árido. 1999. Disponível via WWW – <http://www.cpatsa.embrapa.br>
- GRIMSLEY, N., HOHN, T., DAVIES, J. W. & HOHN, B. *Agrobacterium*-mediated delivery of infectious maize streak virus into maize plants. *Nature* 325:177-179. 1987.
- HAJI, F.N.P., LIMA, M.F., ALENCAR, J.A. & PREZOTTI, L. Mosca-branca: nova praga na Região do Submédio São Francisco. *Horticultura Brasileira* 14:88. 1996. (Resumo).
- HAJI, F.N.P., MATTOS, M.A.A., LIMA, M.F., ALENCAR, J.A., BARBOSA, R.R. & HAJI, A.T. Eficiência de produtos no controle da mosca-branca (*Bemisia* spp.) em tomateiro. Anais, 17º Congresso Brasileiro de Entomologia, Rio de Janeiro, RJ. 1998. pp.411.
- HARBER, S., POLSTON, J. & BIRD, J. The use of DNA to diagnose plant diseases caused by single-stranded DNA plant viruses. *Canadian Journal of Plant Pathology* 9:156-161. 1987.
- HARPER, K. & CREAMER, R. Hybridization detection of insect-transmitted plant viruses with digoxigenin-labeled probes. *Plant Disease* 79:563-567. 1995.
- HARRISON, B.D. Advances in geminivirus research. *Annual Review of Phytopathology* 23:55-82. 1985.
- HILJE, L. Un enfoque preventivo para el manejo sostenible del complejo mosca blanca-geminivirus en tomate. Anais, 8º Encontro Latino Americano e do Caribe Sobre Moscas Brancas e Geminivirus, Recife, PE. 1999. pp.27-44.
- HOU, Y.M. & GILBERTSON, R.L. Increased pathogenicity in a pseudorecombinant bipartite geminivirus correlates with intermolecular recombination. *Journal of Virology* 70:5430-5436. 1996.
- HUNTER, W.B., HIEBERT, E., WEBB, S.E., TSAI, J.H., & POLSTON, J.E. Location of geminiviruses in the whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera:Aleyrodidae). *Plant Disease* 82:1147-1151. 1998.
- KIM, K.S., SHOCK, T.L. & GOODMAN, R.M. Infection of *Phaseolus vulgaris* L. by bean golden mosaic virus: ultrastructural aspects. *Virology* 89:22-33. 1978.
- KITAJIMA, E.W. & KIM, K.S. Evidências citológicas de que o mosaico de *Leonurus*, mosaico dourado do capim Mussabé, mosaico dourado do caupi e broto crespo do tomateiro seriam geminivirus. *Fitopatologia Brasileira* 12:15. 1987. (Resumo).
- KITAJIMA, E.W., RIBEIRO, R.L.D., LIN, M.T., RIBEIRO, M.I.S.D., KIMURA, O., COSTA, C.L. & PIMENTEL, J.P. Lista comentada de vírus e organismos do tipo micoplasma em plantas cultivadas e silvestres do estado de São Paulo. *Fitopatologia Brasileira* 9:607-625. 1984.
- KITAJIMA, E.W., NODA, H. & VAN DER PAHLEN, A. Levantamento preliminar de viroses de plantas cultivadas na região de Manaus. *Fitopatologia Brasileira* 3:90. 1978. (Resumo).
- KRAUSE, R., BOARI, A.J., AMBROZEVICIUS, L.P., MACIEL-ZAMBOLIM, E. & ZERBINI, F.M. *Salvia splendens*, natural host of a new geminivirus. *Fitopatologia Brasileira* 23:318. 1998. (Resumo).
- LAUFS, J., TRAUT, W., HEYRAUD, F., MATZEIT, G., ROGERS, S.G., SCHELL, J. & GRONENBORN, B. In vitro cleavage and joining at the viral origin of replication by the replication initiator protein of tomato yellow leaf curl virus. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 92:3879-3883. 1995.
- LAZAROWITZ, S.G. Geminiviruses: genome structure and gene function. *Critical Reviews in Plant Science* 11:327-349. 1992.
- LAZAROWITZ, S.G., WU, L.C., ROGERS, S.G. & ELMER, J.S. Sequence-specific interaction with the viral AL1 protein identifies a geminivirus DNA replication origin. *Plant Cell* 4:799-809. 1992.
- LIMA, J.A.A., SÁ, P.B., VALE, C.C. & GONÇALVES, M.F.B. Análise dos componentes genômicos revelam que o vírus do mosaico dourado do caupi pertence à família *Geminiviridae* gênero *Geminivirus*, subgrupo III. *Fitopatologia Brasileira* 23:319. 1998. (Resumo).
- LIMA, J.A.A., GONÇALVES, M.F.B., LIMA, R.C.A. & OLIVEIRA, V.B. Elevada incidência de geminivirus em *Macroptilium lathyroides* no sertão central do Ceará. Anais, 8º Encontro Latino Americano e do Caribe Sobre Moscas Brancas e Geminivirus, Recife, PE. 1999. pp.107.
- LIMA, J.A.A., GONÇALVES, M.F.B., OLIVEIRA, V.B., TORRES-FILHO, J. & MIRANDA, A.C.M.M. Serological and PCR detection of a *Begomovirus* infecting tomato fields in Ibiapaba Mountain, Ceará. *Fitopatologia Brasileira* 24:104-108. 2000.
- LIMA, M.F., BEZERRA, I.C., RIBEIRO, S.G. & ÁVILA, A.C. Distribuição de geminivirus em tomateiro no Submédio do Vale do São Francisco. Anais, 8º Encontro Latino Americano e do Caribe Sobre Moscas Brancas e Geminivirus, Recife, PE. 1999a. pp.93.
- LIMA, M.F., BEZERRA, I.C., RIBEIRO, S.G. & ÁVILA, A.C. Levantamento de geminivirus na cultura do tomate no Submédio do Vale do São Francisco. *Fitopatologia Brasileira* 23:319. 1998b. (Resumo).
- LIMA, M.F. & HAJI, F.N.P. Mosca branca x geminivirus na cultura do tomate no Submédio do Vale do São Francisco. *Horticultura Brasileira* 15. (Artigo de Capa). 1997.
- MAULE, A.J., HULL, R. & DONSON, J. The application of spot hybridization to the detection of DNA and RNA viruses in plant tissues. *Journal of Virological Methods*

- 6:215-224. 1983.
- MAYO, M.A. & PRINGLE, C.R. Virus taxonomy: 1997. *Journal of General Virology* 79:649-657. 1998.
- MAYTIS, J.C., SILVA, D.M., OLIVEIRA, A.R. & COSTA, A.S. Purificação e morfologia do vírus do mosaico dourado do tomateiro. *Summa Phytopathologica* 1:267-275. 1975.
- MEHTA, P., WYMAN, J.A., NAKHLA, M.K. & MAXWELL, D.P. Polymerase chain reaction detection of viruliferous *Bemisia tabaci* (Homoptera:Aleyrodidae) with two tomato-infeting geminiviruses. *Journal of Economical Entomology* 87:1285-1290. 1994.
- MELO, P.C.T. Agroindústria de tomate em expansão. *Horticultura Brasileira* 17. (Artigo de Capa). 1999.
- MENTEN, J.O.M., TULMANN NETO, A. & ANDO, A. Avaliação de danos causados pelo vírus do mosaico dourado do feijoeiro (VMDF). *Turrialba* 30:173-176. 1980.
- MORALES, F.J. El mosaico dorado del frijol: Advances de investigación. PROFRIJOL-COSUDE. Cali, CIAT. 1994. 193p.
- MUNIYAPPA, V. Whiteflies. In: Harris, K.F. & Maramorosch, K. (Ed.) *Vectors of Plant Pathogens*. New York. Academic Press. 1980. pp.39-85.
- NAKHLA, M.K., MAXWELL, M.D., HIDAYAT, S.H., LANGE, D.R., LONIELLO, A.O., ROJAS, M.R., MAXWELL, D.P., KITAJIMA, E.W., ROJAS, A., ANDERSON, P. & GILBERTSON, R.L. Two geminiviruses associated with tomatoes in Central America. *Phytopathology* 84:467. 1994a. (Abstract).
- 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. 1994b. (Abstract).
- NAVOT, N., ZEIDAN, M., PICHERSKY, R., ZAMIR, D. & CZOSNEK, H. Use of polymerase chain reaction to amplify tomato yellow leaf curl virus DNA from infeted plants and viruliferous whiteflies. *Phytopathology* 82:1199-1202. 1992.
- 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.
- NOGUEIRA, N.I., ROSSI, M.L. & RODRIGUES, J.C.V. Purification of Curly top virus transmitted by leafhopper, *Agallia albidula* Uhl. and citopathological aspects induced in different host plants. *Virus Reviews & Research* 2:192. 1997. (Resumo).
- NOUEIRY, A.O., LUCAS, W.J. & GILBERTSON, R.L. Two proteins of a plant DNA virus coordinate nuclear and plasmodesmal transport. *Cell* 76:925-932. 1994.
- PADIDAM, M., BEACHY, R. N. & FAUQUET, C.M. Classification and identification of geminiviruses using sequence comparisons. *Journal of General Virology* 76:249-263. 1995.
- PALMER, K.E. & RYBICKI, E.P. The molecular biology of mastreviruses. *Advances in Virus Research* 50:183-234. 1998.
- 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 infeting tomatoes in Mexico. *Phytopathology* 84:1215-1224. 1994.
- PESSONI, L.A., ZIMMERMANN, M.J.O. & FARIA, J.C. Genetic control of characters associated with bean golden mosaic geminivirus resistance in *Phaseolus vulgaris* L. *Brazilian Journal of Genetics* 20:51-58. 1997.
- POLSTON, J.E. & ANDERSON, P.K. The emergence of whitefly-transmitted geminiviruses in tomato in the western hemisphere. *Plant Disease* 81:1358-1369. 1997.
- POLSTON, J.E., DODDS, J.A. & PERRING, T.M. Nucleic acid probes and "strain" discrimination of cucurbit geminiviruses. *Phytopathology* 79:1123-1127. 1989.
- REZENDE, E.A., FILGUEIRA, F.A.R., ZERBINI, F.M., MACIEL-ZAMBOLIM, E., FERNANDES, J.J. & GILBERTSON, R.L. Tomato infeted with geminivirus in greenhouse conditions at Uberlândia-MG, Brazil. *Fitopatologia Brasileira* 21:424. 1996. (Resumo).
- RIBEIRO, S.G., ÁVILA, A.C., BEZERRA, I.C., FERNANDES, J.J., FARIA, J.C., LIMA, M.F., GILBERTSON, R.L., MACIEL-ZAMBOLIM, E. & ZERBINI, F.M. Widespread occurrence of tomato geminiviruses in Brazil, associated with the new biotype of the whitefly vector. *Plant Disease* 82: 830. 1998. (Abstract).
- RIBEIRO, S.G., BEZERRA, I.C., LIMA, M.F., ÁVILA, A.C. & GIORDANO, L.B. Occurrence of geminivirus in tomato plants in Bahia. *Programa e Resumos, 8º Encontro Nacional de Virologia, São Lourenço, MG. 1996. pp.290.*
- RIBEIRO, S.G., MELLO, L.V., BOITEUX, L.S., KITAJIMA, E.W. & FARIA, J.C. Tomato infection by a geminivirus in the Federal District, Brazil. *Fitopatologia Brasileira* 19:330. 1994. (Resumo).
- ROBERTS, I.M., ROBINSON, D.J. & HARRISON, B.D. Serological relationships and genome homologies among geminiviruses. *Journal of General Virology* 65:1723-1730. 1984.
- ROBINSON, D.J., HARRISON, B.D., SEQÜEIRA, 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 Biology* 105: 483-493. 1984.
- ROCHA, G.C.R. Caracterização de três isolados de geminivirus transmitidos por mosca-branca (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring) infetando tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) na região do Submédio do São Francisco. (Tese de Mestrado). Brasília. Universidade de Brasília. 1999.
- ROCHA, J.A.M. & SARTORATO, A. Efeito da época de plantio na incidência do mosaico dourado do feijoeiro. Goiânia. EMGOPA. (Comunicado Técnico, 11). 1980.
- ROJAS, M. R. Detection and characterization of whitefly-transmitted geminiviruses by the use of polymerase chain reaction. (M.Sc Thesis). Madison. University of Wisconsin. 1992.

- ROJAS, M.R., GILBERTSON, R.L., RUSSELL, D.R. & MAXWELL, D.P. Use of degenerate primers in the polymerase chain reaction to detect whitefly-transmitted geminiviruses. *Plant Disease* 77:340-347. 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.
- ROSELL, R.C., TORREZ-JEREZ, I. & BROWN, J.K. Tracing the geminiviruses-whitefly transmission pathway by polymerase chain reaction in whitefly extracts, saliva, hemolymph, and honeydew. *Phytopathology* 89:239-246. 1999.
- RYBICKI, E.P. A phylogenetic and evolutionary justification for three genera of *Geminiviridae*. *Archives of Virology* 139:49-77. 1994.
- RYBICKI, E.P. & 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 sequences. *Journal of General Virology* 71:2519-2526. 1990.
- SANDERFOOT, A.A., INGHAM, D.J. & LAZAROWITZ, S.G. A viral movement protein as a nuclear shuttle. *Plant Physiology* 110:23-33. 1996.
- SANTOS, C.D.G., BEZERRA, I.C., ÁVILA, A.C. & RESENDE, R.O. Occurrence of geminivirus in tomato crops in the state of Goiás. *Journal of Brazilian Society for Virology* 3:144. 1998. (Resumo)
- SAUER, H.F.G. A cigarrinha *Agallia albidulla* Uhl. (Hom., Cicadelelidae) vetora de uma doença de vírus do tomateiro. *O Biológico* 12:176-178. 1946.
- SOUZA, V.B.V., KIM, K.S. & KITAJIMA, E.W. Ultrastructure of *Euphorbia heterophila* and *Datura stramonium* infested with Brazilian *Euphorbia* mosaic virus. *Fitopatologia Brasileira* 11:400. 1986. (Resumo).
- 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 infeta a batata. *Summa Phytopathologica*, 22:57. 1996. (Resumo).
- STENGER, D.C. Replication specificity elements of the Worland strain of beet curly top virus are compatible with those of the CFH strain but not those of the Cal/Logan strain. *Phytopathology* 88:1174-1178. 1998.
- SUNTER, G. & BISARO, D.M. Transactivation in a geminivirus: AL2 gene product is needed for coat protein expression. *Virology* 180:416-422. 1991.
- SUNTER, G., HARTITZ, M.D., HORMUZDI, S.G., BROUGH, C.L. & BISARO, D.M. Genetic analysis of tomato golden mosaic virus: ORF AL2 is required for coat protein accumulation while ORF AL3 is necessary for efficient DNA replication. *Virology* 179:69-77. 1990.
- TIMMERMANS, M.C., PREMDAS, O.E. & MESSING, J. Geminiviruses and their uses as extrachromosomal replicons. *Annual Review of Biochemistry and Molecular Biology* 45:79-112. 1994.
- VAN REGENMORTEL, M.H.V., FAUQUET, C.M., BISHOP, D.H.L., CARSTENS, E., ESTES, M.K., LEMON, S., MANILOFF, J., MAYO, J.A., MCGEOCH, D.J., PRINGLE, C.R., WICKNER, R. *Virus Taxonomy: Seventh report of the International Committee on the Taxonomy of Viruses*. Academic Press, New York. 1121p. 2000.
- VILLAS BÔAS, G.L., FRANÇA, F.H., ÁVILA, A.C. & BEZERRA, I.C. Manejo Integrado da Mosca-Branca *Bemisia argentifolii*. Brasília. EMBRAPA-CNPQ. (Circular Técnica, 9). 1997.
- YOKOYAMA, L.P. Aspectos conjunturais da cultura do feijão no período de 1988/89 a 1997/98. Resumos Expandidos, 6ª Reunião Nacional de Pesquisa de Feijão, Salvador, BA. 1999. pp. 709-712.
- YOKOYAMA, M., YOKOYAMA, L.P. & DI STEFANO, J.G. Efeito de inseticidas no controle da mosca branca *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, 1994 (Homoptera – Aleyrodidae) no feijoeiro: rendimento e economicidade. Resumos Expandidos, 6ª Reunião Nacional de Pesquisa de Feijão, Salvador, BA. 1999. pp. 107-110.
- ZERBINI, F.M., MACIEL-ZAMBOLIM, E., FERNANDES, J.J., GILBERTSON, R.L. & CARRIJO, I.V. Um novo geminivirus isolado de tomateiro (*L. esculentum*) em Minas Gerais. *Fitopatologia Brasileira* 21:430. 1996. (Resumo).