

CIRCULAR TÉCNICA

169

Brasília, DF  
Agosto, 2019

# Principais viroses que afetam a pimenteira (*Capsicum* spp.) no Brasil

Mirtes Freitas Lima  
Miguel Michereff Filho  
Cláudia Silva da Costa Ribeiro  
Sabrina Isabel Costa de Carvalho





# Principais viroses que afetam a pimenteira (*Capsicum* spp.) no Brasil

## Introdução

O Brasil é um importante centro de diversidade de espécies do gênero *Capsicum*, no qual estão inseridas as pimenteiras, destacando-se como as principais: *C. frutescens* (tipo malagueta), *C. chinense* (pimenta-de-cheiro, pimenta-de-bode, cumari-do-pará, murupi, biquinho) e *C. baccatum* (dedo-de-moça, cambuci) (Ribeiro et al., 2008).

A pimenteira é uma cultura economicamente importante, com plantios em todo o território nacional, com destaque para os estados de Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Ceará, Bahia e Rio Grande do Sul como os principais produtores (Reifschneider et al., 2015). A procura por diversos tipos de pimenta no mercado tem aumentado progressivamente, resultando em maiores áreas cultivadas visando atender às demandas. Essas áreas se caracterizam pelo plantio, principalmente, em pequenas propriedades que empregam mão-de-obra familiar, situadas em todas as regiões do País. Essa característica do sistema produtivo, com o plantio em áreas informais, dificulta a obtenção de dados de produção e de área plantada, resultando na escassez de informações disponíveis. Apesar dessa dificuldade, estima-se que a área cultivada no Brasil seja de cerca de 5.000 ha, com produção de 75 mil toneladas (Reifschneider et al., 2015).

---

**Mirtes Freitas Lima**

Engenheira agrônoma, Ph.D. em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

**Miguel Michereff Filho**

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Entomologia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

**Cláudia Silva da Costa Ribeiro**

Engenheira agrônoma, Ph.D. em Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

**Sabrina Isabel Costa de Carvalho**

Engenheira agrônoma, D.Sc., analista da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

Diversos problemas fitossanitários afetam a pimenteira com reflexos na produção e na qualidade dos frutos, entre os quais, as viroses estão classificadas no grupo das doenças mais importantes. Isso se deve, principalmente, à alta suscetibilidade de diferentes tipos de pimenteiras a várias espécies virais e à inexistência de medidas curativas convencionais de controle que possam ser empregadas no seu manejo, semelhante às medidas adotadas no controle de outros grupos de patógenos como fungos e bactérias. Essa dificuldade no emprego de medidas curativas para o controle de viroses estabelece que a tomada de decisão quanto às estratégias a serem utilizadas no manejo dessas doenças deve ser sempre de caráter preventivo e de forma integrada, associando o controle genético como o plantio de cultivares resistentes, ao controle de vetores e eliminação de fontes de inóculo (planta infectada) no campo, dentre outros, visando evitar sua ocorrência ou reduzir as perdas na produção.

A manifestação, assim como também a severidade dos sintomas em plantas doentes dependem de uma série de fatores: espécie de pimenteira e também do nível de resistência da cultivar plantada, idade da planta na época da infecção, nível de virulência da estirpe do vírus infectando a planta, ocorrência de infecção mista com a presença de mais de uma espécie de vírus na mesma planta, condições ambientais (luminosidade, chuva e temperatura) e nutrição. No campo, as pimenteiras são submetidas à infecção natural por diferentes espécies virais, transmitidas principalmente por insetos (tripes, pulgões e moscas-brancas), tornando frequente a ocorrência de plantas com infecção viral múltipla, ou seja, causada por mais de uma espécie viral na mesma planta ou por estirpes diferentes de um mesmo vírus.

Os sintomas em plantas de pimenta suscetíveis e infectadas por vírus são bastante variáveis, podendo ser observados: mosqueado, mosaico, necroses diversas (em anéis; necrose do topo; linhas necróticas em folhas, etc.) e bolhosidade em folhas, deformação foliar e nanismo, dentre outros. Os frutos também exibem sintomas como a presença de anéis cloróticos e/ou necróticos, deformações e manchas necróticas. A infecção da planta pode ocorrer em qualquer estágio de desenvolvimento, entretanto, quanto mais cedo a planta for infectada, mais acentuados são os sintomas e maiores também as perdas na produção.

O objetivo dessa circular técnica é reunir informações sobre as principais viroses que afetam as pimenteiras no Brasil e sua ocorrência nos cultivos, com abordagem sobre sintomatologia, transmissão, epidemiologia e medidas de manejo da doença e dos insetos vetores.

## Vírus que infectam a pimenteira no Brasil

Diversos vírus já foram relatados infectando espécies do gênero *Capsicum*, incluindo as pimenteiras. Entretanto, apenas nove espécies virais possuem registro na cultura no País, entre as quais as mais importantes pertencem aos gêneros *Potyvirus* (duas espécies), *Tospovirus* (três espécies), *Tobamovirus* (uma espécie) e *Cucumovirus* (uma espécie) (Tabela 1). Mais recentemente, duas espécies pertencentes aos gêneros *Begomovirus* e *Crinivirus* foram detectadas na cultura, apesar de sua ocorrência ser ainda pouco expressiva.

**Tabela 1.** Principais espécies de vírus que infectam as pimenteiras no Brasil.

Doença	Espécie de vírus	Gênero	Família	Vetor	Modo transmissão
Mosaico	<i>Potato virus Y</i> (PVY)	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>	Afídeo	Não persistente
Mosaico amarelo	<i>Pepper yellow mosaic virus</i> (PepYMV)	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>	Afídeo	Não persistente
Mosaico	<i>Cucumber mosaic virus</i> (CMV)	<i>Cucumovirus</i>	<i>Bromoviridae</i>	Afídeo	Não persistente
Vira-cabeça	<i>Tomato spotted wilt virus</i> (TSWV)	<i>Tospovirus</i>	<i>Bunyaviridae</i>	Trips	Circulativo propagativo
	<i>Groundnut ringspot virus</i> (GRSV)	<i>Tospovirus</i>	<i>Bunyaviridae</i>	Trips	Circulativo propagativo
	<i>Tomato chlorotic spot virus</i> (TCSV)	<i>Tospovirus</i>	<i>Bunyaviridae</i>	Trips	Circulativo propagativo
Mosqueado	<i>Pepper mild mottle virus</i> (PMMoV)	<i>Tobamovirus</i>	<i>Virgaviridae</i>	Sem relatos	Não se aplica
Clorose	<i>Tomato chlorosis virus</i> (ToCV)	<i>Crinivirus</i>	<i>Closteroviridae</i>	Mosca branca	Semi-persistente
Mosaico	<i>Tomato severe rugose virus</i> (ToSRV)	<i>Begomovirus</i>	<i>Geminiviridae</i>	Mosca branca	Circulativo persistente

A seguir são descritas as principais viroses que afetam a cultura no Brasil e também resultados de monitoramento de vírus em pimenteiras realizado no período de 2009 a 2012. Serão abordados os principais aspectos de cada doença, assim como também as medidas de manejo dos vírus e dos seus respectivos vetores. As táticas de controle serão descritas considerando o grupo de espécies virais transmitidas pelo mesmo tipo de inseto vetor.

## **Vírus transmitidos por pulgões**

**Gênero: *Potyvirus***

### **Mosaico das nervuras (*Potato virus Y* - PVY)**

A doença “mosaico das nervuras” apresenta distribuição mundial, sendo uma das viroses mais comuns afetando espécies do gênero *Capsicum*. No Brasil, o PVY é de ocorrência frequente em áreas produtoras, podendo infectar diversas solanáceas como o tomate (*Solanum lycopersicum* L.), a batata (*Solanum tuberosum* L.), o pimentão (*Capsicum annuum* L.) e o fumo (*Nicotiana tabacum* L.), além da pimenteira, causando sérios prejuízos. Pode ainda infectar espécies pertencentes às famílias *Amaranthaceae*, *Chenopodiaceae*, *Asteraceae* e *Fabaceae*. No campo, hospedeiras alternativas infectadas podem servir como fonte do vírus e/ou abrigar o inseto vetor. Em lavouras de pimenta, PVY é frequentemente encontrado (Tabela 2).

No período de 2009 a 2012, realizou-se avaliação de infecção viral em 1.430 amostras de pimenteiras (tipos: malagueta; bode; habanero; dedo-de-moça; biquinho; calabresa; jalapeño) coletadas em área de produtor (Distrito Federal-DF; Goiás-GO; Minas Gerais-MG) e na Estação Experimental da Embrapa Hortaliças. Em áreas do DF, a amostragem foi aleatória com a coleta de pimenteiras exibindo ou não exibindo sintomas de viroses, enquanto que em lavouras de GO e MG a amostragem foi direcionada para a coleta apenas de plantas exibindo sintomas semelhantes aos induzidos por vírus. Cada amostra consistiu de brotos e/ou folhas novas coletadas de três a quatro ramos na mesma planta na obtenção de amostras representativas.

A análise das amostras foi feita com o emprego do teste DAS-ELISA (*Double antibody sandwich - Enzyme-linked immunosorbent assay*; Clark e Adams, 1977) utilizando-se antissoros policlonais contra potyvírus (*Potato virus Y* – PVY; *Pepper yellow mosaic virus* – PepYMV), cucumovírus (*Cucumber mosaic virus* – CMV), tospovírus (*Tomato spotted wilt virus* – TSWV; *Groundnut ringspot virus* – GRSV) e tobamovírus (*Pepper mild mottle virus* – PMMoV) que são os principais grupos de vírus infectando pimenteiras no Brasil (Lima et al., 2011a; 2011b; 2014; Pernezny et al., 2003).

Os resultados revelaram que a porcentagem de infecção por PVY nas plantas avaliadas variou de 8,3% a 100% para as coletas direcionadas apenas para amostragem de plantas com sintomas de virose (GO e MG). No caso das amostragens aleatórias, a porcentagem de infecção das plantas por PVY variou de 14,7% a 63,7%. Esses dados confirmam a importância do vírus em pimenteira nas regiões visitadas.

As plantas podem ser infectadas em qualquer estágio de desenvolvimento. Plantas doentes apresentam mosaico, mosqueado, clareamento de nervuras e faixas de coloração verde-escuro associadas às nervuras principais (faixa verde das nervuras) (Figura 1). Outros sintomas são distorção foliar, necrose de nervuras, além de redução no desenvolvimento da planta. A doença pode afetar a frutificação e os frutos podem se apresentar deformados e de tamanho reduzido. O topo da planta pode ficar necrosado e a planta pode até morrer. O PVY pode ocorrer em infecção mista, caracterizada pela ocorrência de mais de uma espécie viral ou de duas ou mais diferentes estirpes do mesmo vírus, infectando a mesma planta e que pode resultar em interações complexas com a produção de tipos diferenciados de sintomas. Segundo Elena et al. (2014) e Styller (2012), a interação entre vírus ou entre estirpes distintas pode resultar no aumento da replicação viral ou na coexistência entre esses agentes virais, no processo denominado sinergismo. Nesse processo, um dos agentes do complexo viral é afetado e, assim, os sintomas dessa interação produzidos no hospedeiro, tornam-se mais severos que a somatória das infecções separadas produzidas por cada vírus.



**Tabela 2.** Resultados de análises sorológicas de amostras de pimenteiras coletadas em lavouras situadas no Distrito Federal e nos estados de Goiás e Minas Gerais, utilizando-se antissoros policlonais contra *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), *Groundnut ringspot virus* (GRSV), *Pepper yellow mosaic virus* (PepYMV), *Potato virus Y* (PVY), *Cucumber mosaic virus* (CMV) e *Pepper mild mottle virus* (PMMoV), em DAS-Elisa e begomovírus por meio da PCR e oligonucleotídeos universais. Brasília, DF - Embrapa Hortaliças, 2009-2012.

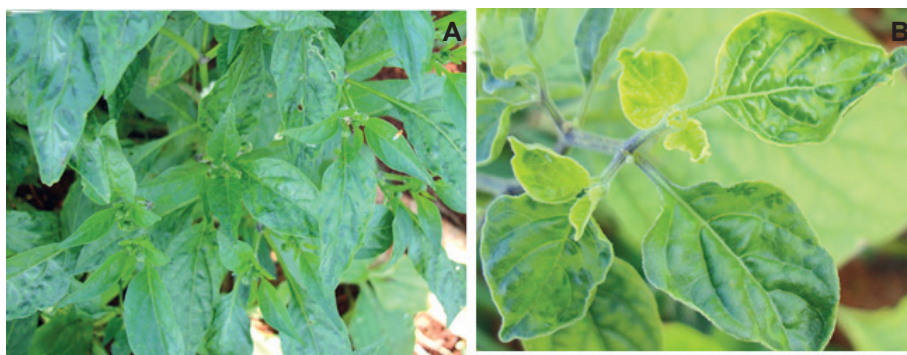
Estado	Município/ Campo	Amostras (Nº)	Coleta (Data)	Infecção (%) <sup>(1)</sup>						
				TSWV	GRSV	PepYMV	PVY	CMV	PMMoV	Begomovirus
Goiás	Ceres (campo 1)	113	09/2009	2,7	33,6	14,2	14,2	0	15,9	0
	Ceres (campo 2)	3	08/2011	0	0	100	100	0	0	0
	Ceres-(campo3)	12	09/2011	0	66,7	8,3	8,3	0	0	0
	Ceres-(campo 4)	14	09/2011	0	57,1	7,14	0	0	0	0
	Ceres (campo 5)	157	10/2010	14,6	9,6	28,0	72,0	1,3	14,0	0
	Rio Verde	32	10/2011	0	12,5	62,5	84,4	0	0	0
	Uruana	52	10/2011	0	53,8	1,9	0	0	1,9	0
Minas Gerais	Monte Carmelo	35	10/2011	0	80	40	0	0	14,3	0
Distrito Federal	Gama (campo 1)	341	04/2009	18,8	17,0	19,4	14,7	0	39,0	0
	Gama (campo 2)	102	03/2010	0,3	16,7	23,5	63,7	0,4	0	0
	Gama (campo 3)	83	10/2010	2,4	44,6	57,8	31,3	6,0	46,3	0
	Gama (campo 4)	139	03/2011	0	15,8	32,4	25,9	19,4	0	0
	Gama (campo 5)	109	09/2011	10,1	1,8	30,0	17,4	0	65,1	0
	Gama (campo 6)	48	03/2010	0	0	43,8	0	2,1	29,2	0
	Gama (campo 7)	190	03/2012	0	2,6	3,2	37,4	0	3,2	0
Total		1.430								

<sup>(1)</sup> Número de amostras positivas sobre número total de amostras testadas, multiplicado por 100.

O PVY é o membro tipo do gênero *Potyvirus*, família *Potyviridae*. Os vírus dentro deste gênero apresentam partículas flexíveis em forma de bastão, contendo uma fita simples de RNA, senso positivo. Isolados de PVY que infectam espécies do gênero *Capsicum* podem ser classificados em patótipos distintos (0; 1; 1.2; 1.3; 1.2.3). Esses patótipos podem ser diferenciados



segundo sua habilidade em suplantar a resistência presente nas cultivares de pimentão (*C. annuum*): Bastidon, Yolo Wonder, Yolo Y, Florida VR-2, W4, Serrano Crioulo de Morellos 334 e Perennial (Truta et al., 2004), além de Puerto Rico Wonder (Pavan et al., 2016). Essa resistência é conferida pelos alelos recessivos *pvr2*<sup>1</sup> e *pvr2*<sup>2</sup> (Kyle; Palloix, 1997) e *pvr2*<sup>3</sup> localizados no *locus pvr*<sup>2</sup>. As cultivares nacionais de pimentão, Avelar, Casca Dura, Ikeda e Moura possuem o gene de resistência *pvr*<sup>2</sup>, pertencendo, portanto, ao grupo da cv. Yolo Y. Até o momento, apenas dois patótipos de PVY foram relatados no Brasil, P<sub>1</sub> e P<sub>1,2</sub> (Truta et al., 2004).



Fotos: Mirtes Freitas Lima

**Figura 1.** Pimenteiras exibindo sintomas de infecção causada por *Potato virus Y* (PVY), em campo. Sintomas de faixa verde das nervuras em (A) pimenta-de-cheiro e em (B) pimenta cumari.

No campo, PVY é transmitido por pulgões, que são insetos sugadores de seiva e de corpo mole, pertencentes à ordem Hemiptera e à família Aphididae. Três espécies são comuns infestando a cultura:

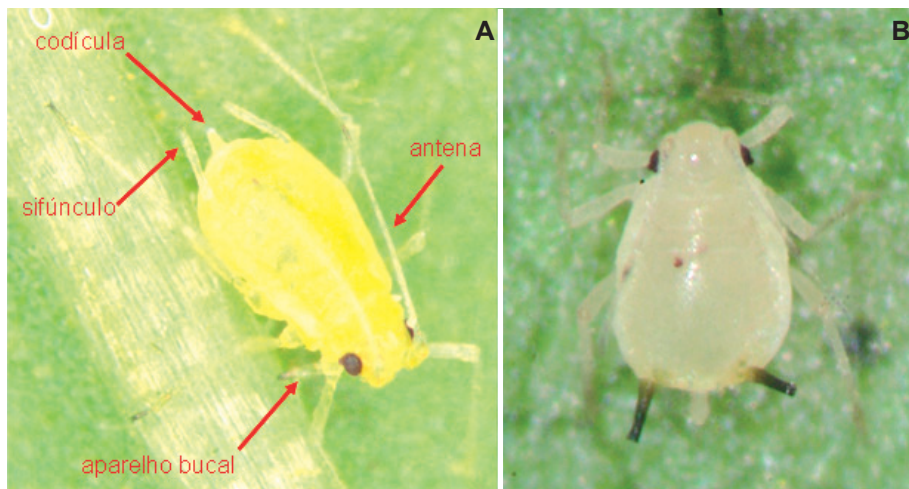
*Myzus persicae* (Sulzer) - a ninfa (forma jovem) e o adulto áptero (sem asas) apresentam coloração verde-clara, amarelada, rosada ou avermelhada. No final do abdome possui dois apêndices tubulares laterais (sifúnculos) e um apêndice central (codícula) (Figura 2A), por onde são expelidas grandes quantidades de líquido adocicado (*honeydew*). Os adultos alados possuem abdome verde-amarelado, cabeça e tórax pretos e sifúnculos escurecidos no ápice.

*Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) – maior das três espécies que ocorrem em pimenteira, atingindo 3-4 mm de comprimento na fase adulta. A forma áptera é maior que a alada. Possui coloração esverdeada, com cabeça e tórax amarelados, antenas escuras e mais longas que o corpo; sífúnculos longos, maiores que a distância entre suas bases.

*Aphis gossypii* (Glover) - mede 1-3 mm de comprimento, com corpo em forma de pêra e antenas bem desenvolvidas. As ninfas e os adultos ápteros (sem asas) desta espécie apresentam coloração variável do amarelo-claro ao verde-escuro, com sífúnculos e porções terminais das tíbias escuros (Figura 2B); a forma alada é de coloração verde-escura, com antenas, cabeça e tórax pretos.

As três espécies de pulgões atacam as brotações, folhas e os ramos novos das plantas de pimenta. A espécie *A. gossypii* também ataca os botões florais e as flores. O pulgão *M. euphorbiae* coloniza preferencialmente as porções mediana e superior das plantas.

Fotos: Miguel Michereff Filho



**Figura 2.** Pulgões que frequentemente infestam a pimenteira. (A) adulto áptero de *Myzus persicae* e (B) *Aphis gossypii*.

O PVY pode ser transmitido por mais de 25 espécies de pulgões, de maneira não-persistente, sendo *M. persicae* a mais eficiente. Nesse tipo de transmissão,

a aquisição das partículas virais pelo afídeo a partir de plantas doentes, assim como também sua transmissão para plantas saudáveis, ocorre durante a “picada de prova” do inseto. Nesse caso, as partículas do vírus ficam aderidas apenas ao estilete do inseto (ponta do aparelho bucal sugador), essas não se acumulam no corpo e também não se multiplicam no inseto. No mesmo instante em que o vírus é adquirido, este pode ser transmitido à outra planta. Entretanto, o vírus pode ser facilmente perdido durante as provas de alimentação subsequentes, ou seja, o pulgão pode perder o vírus após experimentar duas ou três plantas consecutivas. Para readquirir o vírus e atuar novamente como vetor, o inseto precisa se alimentar outra vez em uma planta doente. Caso contrário, esse inseto deixa de transmitir o vírus para novas plantas saudáveis. As duas fases – aquisição e transmissão – ocorrem em períodos de máxima duração de até 60 segundos. A transmissão por sementes ainda não foi comprovada.

### **Mosaico amarelo do pimentão (*Pepper yellow mosaic virus* – PepYMV)**

PepYMV é relatado apenas no Brasil, onde foi descrito infectando plantas de pimentão sabidamente resistentes à infecção por PVY. Foi classificado, inicialmente, como uma estirpe M do PVY (PVY<sup>M</sup>). Posteriormente, análises moleculares revelaram que se tratava de uma nova espécie de vírus. PepYMV é detectado com frequência em áreas produtoras de pimenta e pimentão em diferentes regiões do Brasil. O vírus foi relatado também infectando tomate no estado do Espírito Santo (Maciel-Zambolim et al., 2004).

Levantamentos de viroses em pimenteiras realizados no período de 2009 a 2012 em áreas do Distrito Federal, Goiás e Minas Gerais, revelaram a presença de PepYMV em todos os plantios visitados (Tabela 2). A análise sorológica das amostras coletadas apenas de plantas sintomáticas (áreas em GO e MG) detectou a presença de PepYMV em 1,9% a 100% das plantas avaliadas. Enquanto que a análise das amostras coletadas aleatoriamente (DF), o vírus foi encontrado em 3,2% a 57,8% das plantas testadas. A detecção do vírus em todas as áreas amostradas indica a importância de PepYMV para a cultura.

Em plantas afetadas pela doença observa-se mosaico amarelo, mosqueado e distorção foliar, resultando em redução da produtividade (Figura 3). Os

sintomas de mosaico induzidos por PepYMV em cultivares de pimenta suscetíveis são semelhantes aqueles causados por PVY e dessa forma, torna-se difícil a identificação da espécie viral tomando-se como referência apenas os sintomas observados na planta infectada.

O PepYMV pertence ao gênero *Potyvirus*, família *Potyviridae*, apresentando as mesmas características que o PVY quanto à morfologia da partícula e genoma. É transmitido por várias espécies de pulgões de maneira não-persistente (estiletar), na qual a aquisição e a transmissão do vírus pelo vetor ocorrem durante a “picada de prova” do inseto na planta. Os pulgões *A. gossypii* e *M. persicae* são vetores do vírus. Não há registro de transmissão do vírus pela semente.

Fotos: Mirtes Freitas Lima



**Figura 3.** Planta de pimenteira tipo habanero exibindo sintomas de mosaico amarelo resultantes de infecção por *Pepper yellow mosaic virus* (PepYMV), após inoculação mecânica em casa de vegetação.

## Gênero *Cucumovirus*

### Mosaico do pepino (*Cucumber mosaic virus* - CMV)

CMV apresenta ampla distribuição geográfica, sendo considerado um dos vírus mais disseminados em todo o mundo. É capaz de infectar cerca de 1.200 espécies de plantas classificadas em mais de 100 famílias botânicas.

Dentre estas, o vírus pode causar severas perdas em tomate, cucurbitáceas, alface, pimentão, além da pimenta, entre outras. Entretanto, sua ocorrência em pimenta tem sido esporádica, o que pode ser confirmado pelos resultados de análises sorológicas de plantas de pimenta, obtidos no intervalo 2009-2012 (Tabela 2).

Os sintomas induzidos podem ser bem variáveis, dependendo da estirpe do vírus infectando a planta. Folhas podem se tornar opacas, exibir mosqueado, mosaico, pontuações necróticas e deformação foliar, com a consequente redução no desenvolvimento da planta (nanismo) (Figuras 4A-B). Os frutos podem ser pequenos, deformados, com sintomas de mosaico e necrose, tornando-os inviáveis para a comercialização. Entretanto, à medida em que a planta se torna mais velha tende a expressar resistência de planta madura ao vírus e dessa forma, diante da infecção por CMV, exibe sintomas muito brandos ou mesmo permanecem sem sintomas.



Fotos: Mirtes Freitas Lima

**Figura 4.** Pimenteira do tipo habanero com sintomas de infecção causada por *Cucumber mosaic virus* (CMV), sob inoculação mecânica em casa de vegetação. Folhas opacas e exibindo também sintomas de mosqueado, mosaico (A, B) e pontuações necróticas (B).

O CMV pertence ao gênero *Cucumovirus*, família *Bromoviridae*. As partículas virais são isométricas e o genoma é composto por três moléculas de RNA fita simples, senso positivo. As estirpes do vírus são agrupadas em CMV-I e CMV-II, distinguidas em nível molecular por diferenças existentes no genoma e também segundo propriedades sorológicas.

O CMV é transmitido por mais de 80 espécies de pulgões, com relação vírus-vetor do tipo não-persistente, semelhante ao modo de transmissão dos potyvírus PVY e PepYMV, que são adquiridos e transmitidos em segundos durante a “picada de prova”. Os pulgões *M. persicae* e *A. gossypii* são os vetores mais importantes. Há evidências de que o vírus seja transmitido por sementes de *Capsicum annuum* (Ali; Kobayashi, 2010). Plantas daninhas hospedeiras de CMV atuam como fonte de vírus no campo, assim como também de pulgões vetores.

### **Controle:**

De maneira geral, deve-se considerar que no controle de viroses não existem medidas curativas a serem empregadas como ocorre para outros tipos de doenças. Dessa forma, uma vez a planta estando infectada com vírus, não há agrotóxicos que possam ser utilizados visando à redução dos danos causados na planta. As principais estratégias de controle das viroses visam evitar o processo de infecção ou reduzir a ocorrência da doença na lavoura, o que pode ser atingido com o emprego de medidas preventivas como parte de um plano de manejo integrado. Assim, para as diferentes etapas do cultivo recomendam-se as seguintes medidas de controle:

- Implantar barreiras vivas (capim elefante, milheto ou cana-de-açúcar) ao redor do cultivo, no intuito de retardar a infestação por pulgões;
- Usar sementes de cultivares resistentes ou tolerantes às viroses causadas por PVY, PepYMV e CMV, conforme recomendações apresentadas na seção “Resistência varietal”;
- Produzir as mudas em local protegido com tela antiafídeo (viveiro), distante de cultivos mais velhos infestados com insetos vetores e infectados com viroses associadas e também longe do local definitivo de plantio;
- O acesso de pessoal e de visitantes aos viveiros de mudas deve ser restrito;
- Evitar o estabelecimento de áreas novas de plantio próximo a lavouras de pimenta mais velhas e infectadas com vírus;



- Estabelecer os cultivos de pimenta em locais distantes de lavouras de espécies suscetíveis aos vírus, como tomate, pimentão, pimenta, batata e fumo, e que também hospedam o vetor;
- Garantir o isolamento dos talhões por data e área, evitando o escalonamento de plantio;
- Plantar os talhões no sentido contrário à direção do vento, do mais velho para o mais novo, para desfavorecer o deslocamento das pragas dos talhões velhos para os novos;
- Realizar a adubação conforme análise de solo ou análise foliar e requerimentos da cultura, evitando o excesso de nitrogênio;
- Utilizar cobertura do solo com superfície refletora de raios ultravioleta (casca de arroz, palha ou *mulching* plástico de coloração branca), para dificultar a colonização das plantas por pulgões;
- Selecionar mudas saudáveis e vigorosas quando do transplântio para o campo;
- Transplantar somente mudas com mais de 30 dias de idade;
- Adequar a época de plantio segundo as condições climáticas da região, de maneira a coincidir com o período de baixa infestação de pulgões no campo (preferencialmente na estação chuvosa);
- Realizar o monitoramento da infestação de pulgões no viveiro de mudas e logo após o transplântio, conforme recomendações apresentadas na seção “Monitoramento de insetos vetores”;
- Destruir plantas hospedeiras alternativas (plantas daninhas, tigueras e plantas silvestres) de dentro da área de cultivo e também das proximidades, visando eliminar fontes dos vírus e/ou de pulgões, que podem atuar como reservatório para infecção da cultura;
- Para evitar a disseminação de pulgões entre os talhões/lotês de pimenta, os agricultores deverão iniciar a execução das atividades de manejo sempre nos plantios menos infestados e depois naqueles mais infestados, tomando o cuidado para não retornar às áreas previamente visitadas no mesmo dia;



- Manejar adequadamente a irrigação para evitar o estresse hídrico e favorecer o estabelecimento rápido das plantas;
- Eliminar plantas de pimenta com viroses (*roguing*) e descartá-las longe do cultivo. Entretanto, esta medida deve ser tomada apenas após a pulverização prévia das plantas com inseticidas para eliminar pulgões virulíferos;
- Evitar a exploração do cultivo por mais de um ano e meio;
- Destruir e incorporar os restos culturais logo após a última colheita. Sempre que possível, após a destruição da lavoura, manter a área cultivada ou talhão livre do cultivo de pimenta e também de plantas hospedeiras de pulgões e viroses associadas por pelo menos 40 dias até o novo plantio. Isto contribuirá para a redução da incidência da doença nos próximos cultivos de pimenta;
- Destruir cultivos de pimenta abandonados;
- Realizar a rotação de culturas com plantas não hospedeiras de pulgões e dos vírus associados (evitar a sucessão com solanáceas, cucurbitáceas e brássicas), por no mínimo 12 meses;
- O controle químico dos pulgões não é recomendado considerando a alta eficiência de transmissão do vírus por esse vetor e, neste caso, a infecção da planta pode ocorrer antes que o inseticida possa ter algum efeito letal sobre o pulgão.

## **Vírus transmitidos por tripes**

**Gênero: *Tospovirus***

**Vira-cabeça (*Tomato spotted wilt virus* – TSWV; *Groundnut ringspot virus* – GRSV; *Tomato chlorotic spot virus* - TCSV)**

É uma das principais doenças de etiologia viral afetando a pimenteira no Brasil, com ampla distribuição em áreas cultivadas. Os maiores prejuízos são verificados sob altas temperaturas e reduzida umidade relativa, condições que favorecem a ocorrência de elevadas populações do tripes vetor. GRSV é uma das espécies detectadas com maior frequência infectando pimenteiras

na região Centro Oeste. Levantamentos realizados em lavouras de pimentas situadas no DF, MG e GO, no período de 2009 a 2012 revelaram que GRSV foi a espécie predominante infectando a cultura (Tabela 2), seguido por TSWV. Dos 15 plantios de pimenteiras visitados, em 13 áreas identificou-se a presença de GRSV, enquanto que TSWV ocorreu em apenas seis lavouras.

Os sintomas em plantas doentes são clorose e presença de anéis cloróticos e/ou necróticos, às vezes concêntricos, em folhas; mosaico e deformação foliar; necrose de brotações terminais, e nanismo acentuado, com paralisação no crescimento da planta (Figuras 5A-C). Em frutos também ocorrem manchas cloróticas e/ou necróticas e algumas vezes em anéis, inviabilizando-os para a comercialização (Figura 5D-E). A virose pode afetar as plantas em todos os estádios de crescimento, entretanto, quando as plantas são infectadas no estágio inicial de desenvolvimento, a severidade dos sintomas, assim como as perdas na produção são mais acentuadas.

A doença é causada por três espécies principais: *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), *Groundnut ringspot virus* (GRSV) e *Tomato chlorotic spot virus* (TCSV). Esses vírus estão classificados na família *Bunyaviridae*, gênero *Tospovirus*. As partículas virais são pleomórficas circundadas por envelope e apresentam genoma em três moléculas de RNA (L; M; S). A infecção de pimenteiras suscetíveis por espécies de *Tospovirus* induz a produção de sintomas muito semelhantes, sendo nesse caso, recomendado o emprego de testes laboratoriais específicos, incluindo métodos sorológicos, métodos biológicos e métodos moleculares na identificação da espécie viral.

A espécie TSWV apresenta o maior número de plantas hospedeiras registradas, sendo capaz de infectar mais de 900 espécies de plantas, incluindo mono- e dicotiledôneas, classificadas em mais de 90 famílias botânicas. Infecção por espécies de *Tospovirus* já foi identificada em diversas espécies de hortaliças (p. ex. pimentão; pimenta; tomate; jiló; berinjela; batata; coentro; alface; melancia), fruteiras (p. ex. abacaxi; mamão), plantas ornamentais (p. ex. begônia; crisântemo; dália; gladiolo) e plantas daninhas (p. ex. joá de capote; maria-pretinha; caruru), entre outras. Plantas infectadas atuam como reservatórios do vírus e/ou do vetor, em campo.

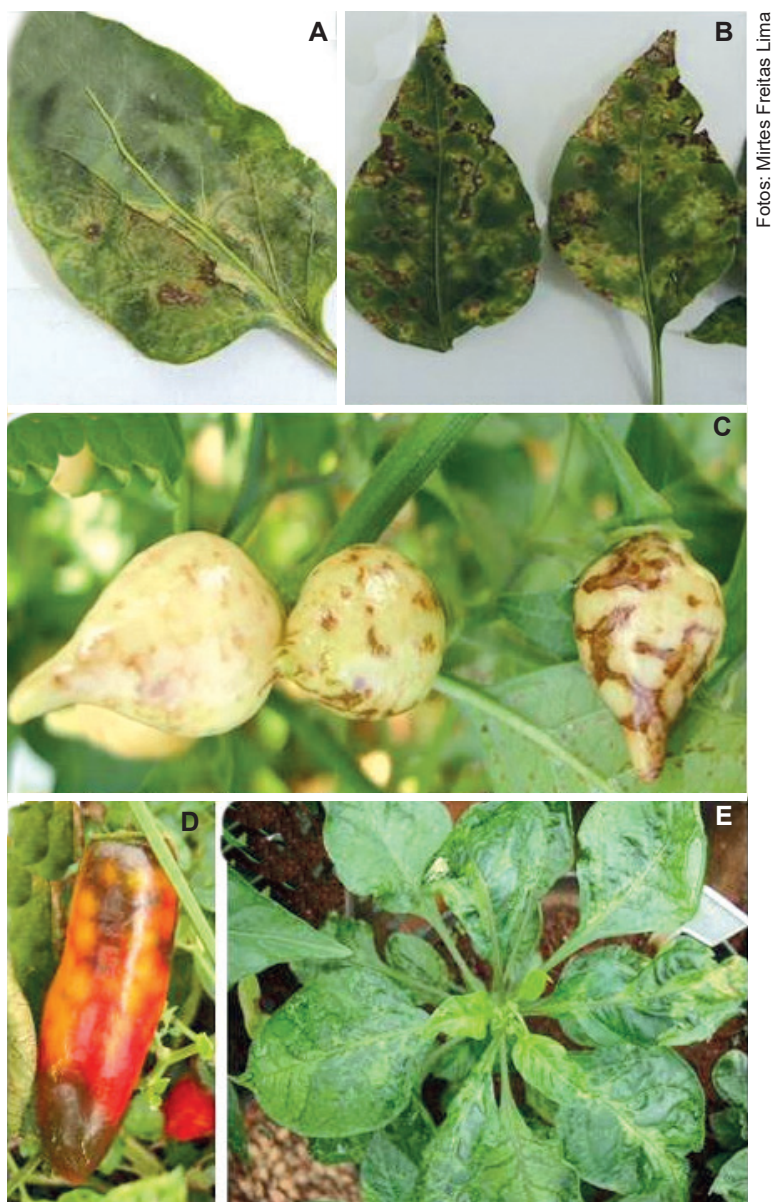
Os tospovírus são transmitidos por insetos vetores conhecidos como tripses, pertencentes à ordem Thysanoptera e à família Thripidae. Os tripses são

insetos muito pequenos (1 a 2 mm de comprimento), de corpo estreito e alongado, com coloração variando de amarelo-claro a preto, cabeça quadrangular e aparelho bucal do tipo perfurador-sugador. Os adultos têm dois pares de asas estreitas e franjadas (Figura 6A), enquanto as formas jovens são ápteras (Figura 6B). Quatro espécies podem ser encontradas na pimenteira, *Frankliniella schultzei* (Trybom), *F. occidentalis* (Pergande), *Thrips tabaci* Lindeman e *T. palmi* Karny. A distinção entre as espécies no campo é muito difícil e a identificação correta somente é possível com um especialista. Tanto adultos como jovens perfuram os tecidos vegetais e sugam o conteúdo das células. Estes insetos são encontrados na face inferior das folhas, nas brotações, primórdios florais, flores e hastes e ficam abrigados entre dobras e reentrâncias das plantas. Experimentalmente, esses vírus são também transmitidos mecanicamente, pela fricção de extrato de planta infectada em plantas previamente polvilhadas com abrasivo (Figura 5E).

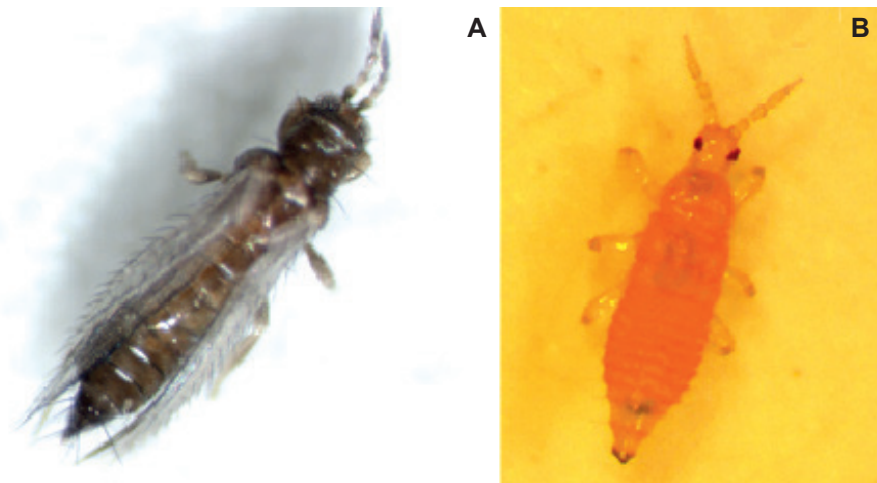
Os sintomas de infestação por tripses são folhas retorcidas, de tamanho reduzido e com estrias esbranquiçadas e prateadas, superbrotamento da planta, flores com manchas marrons, abortamento de flores, frutos com manchas escurecidas, cicatrizes de vários tipos, deformações e tamanho reduzido.

Os tospovírus são transmitidos por tripses de maneira circulativa-propagativa e a espécie *F. schultzei* é a mais importante no Brasil. A aquisição do vírus ocorre após a alimentação do tripses, ainda no estágio larval (forma jovem), em planta infectada. O vírus circula e se multiplica no corpo do inseto vetor, no denominado “período de latência”. O vírus é retido no tripses em todas as suas fases de desenvolvimento, ou seja, larvas e adultos podem transmitir o vírus durante sua alimentação em planta sadia. Todavia, o adulto é o responsável pela dispersão da doença à distância, assim como o inseto pode transmitir o vírus por toda sua vida. Salienta-se que o tripses torna-se transmissor de tospovírus somente após passar a fase larval em planta infectada. Caso contrário, o inseto não se tornará virulífero mesmo que passe a se alimentar em plantas infectadas na fase adulta.

Não há transmissão dos tospovírus aos descendentes (progênie) do inseto e também não há relatos de transmissão em sementes. Os insetos adultos virulíferos são os principais responsáveis pelos surtos epidêmicos da doença em condições naturais, devido a sua mobilidade. No campo, os insetos são disseminados principalmente pelo vento.



**Figura 5.** Pimenteiras tipo (A,D) jalapeño, (B,C) biquinho e (E) habanero com sintomas de infecção causada por espécies de *Tospovirus*, em campo. Sintomas de (A, B) anéis cloróticos e (B, C) anéis necróticos (B, C) causados por *Groundnut ringspot virus* (GRSV); (D) anéis cloróticos em fruto sob infecção natural e (E) mosaico em folhas sob inoculação mecânica com *Tomato spotted wilt virus* (TSWV).



**Figura 6.** Tripes da espécie *Frankliniella schultzei*. (A) Adulto e (B) larva.

### Controle:

O grande número de plantas hospedeiras das espécies de *Tospovirus* e dos tripes vetores em campo são fatores que dificultam o controle da doença. Recomendam-se as mesmas estratégias de controle apresentadas para viroses associadas a pulgões, com algumas medidas complementares como:

- Usar sementes de cultivares resistentes ou tolerantes à virose, conforme recomendações apresentadas na seção “Resistência varietal”;
- Adotar cobertura do solo com *mulching* plástico de coloração prateada ou aluminizada, para dificultar a colonização das plantas por tripes;
- Realizar o monitoramento da infestação de tripes no viveiro de mudas e logo após o transplante para o campo, conforme recomendações apresentadas na seção “Monitoramento de insetos vetores”;
- Eliminar plantas de pimenta com “vira-cabeça” (*roguing*), quando ainda no estágio inicial de infecção, e descartá-las longe do cultivo. As plantas devem ser cortadas a partir da base com uma tesoura de poda ou faca e imediatamente, ainda no local de poda, colocadas dentro de saco de plástico

ou de outro material impermeável e só então devem ser retiradas da área cultivada e, em seguida, enterradas ou queimadas;

- Empregar o sistema de irrigação por aspersão, com gotas grandes, durante apenas algumas horas por dia e apenas algumas vezes na semana, para controle mecânico de trips;
- Adotar o controle químico, com inseticidas registrados para trips na cultura da pimenta, conforme recomendações apresentadas na seção “Controle químico de insetos vetores” e,
- Realizar rotação de culturas com plantas não hospedeiras de trips e dos vírus associados (evitar a sucessão com solanáceas, cucurbitáceas e leguminosas), por no mínimo 12 meses.

## **Vírus transmitidos por mosca-branca**

**Gênero: *Begomovirus***

### **Mosaico severo do tomateiro (*Tomato severe rugose virus* – ToSRV)**

Após a disseminação da mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B ou MEAM1, em diversos países, os begomovirus se tornaram sério problema em diversas culturas de importância econômica. No Brasil, apesar de infectarem principalmente o tomateiro, já foram detectados em espécies do gênero *Capsicum* na região Nordeste (Lima et al., 2001) e, posteriormente, nas regiões Sudeste e Centro-Oeste. Duas espécies já foram relatadas em *Capsicum*: *Tomato golden vein virus* (TGVV) e *Tomato severe rugose virus* (ToSRV); entretanto, em pimenteira (*C. baccatum*), apenas ToRSV foi encontrado em áreas dos estados de Goiás e São Paulo (Bezerra-Agassie et al., 2006; Nozaki et al., 2006). Apesar da importância desses vírus para algumas espécies de hortaliças, os begomovirus ocorrem apenas ocasionalmente infectando pimenteiras no campo, não sendo consideradas, portanto, doenças economicamente importantes para a cultura. Em inspeção de 15 áreas de pimenteiras situadas no DF, GO e MG, no período de 2009 a 2012 não foram detectadas plantas com sintomas por begomovirus. Também, a extração de DNA total das amostras coletadas, seguido por PCR (*Polymerase Chain Reaction*) utilizando-se *primers* universais (Rojas et al., 1993) não revelou a presença desses vírus nas plantas amostradas (Tabela 2).

Os sintomas em plantas afetadas pela doença variam de mosaico amarelo, mosqueado, clorose internerval à redução no desenvolvimento da planta, entre outros.

Os begomovírus pertencem à família *Geminiviridae*, que compreende nove gêneros, dos quais *Begomovirus* é o mais importante. São vírus de DNA circular, fita simples e partículas geminadas.

O vetor dos begomovírus é a mosca-branca da espécie *B. tabaci*, o qual é um inseto sugador de seiva, pertencente à ordem Hemiptera e à família Aleyrodidae. O adulto possui dorso amarelo-palha, quatro asas membranosas recobertas com pulverulência branca e, quando em repouso, as asas permanecem levemente separadas (Figura 7A). O ovo apresenta coloração amarelada, com formato de pêra, sendo depositado isoladamente e de forma irregular na face inferior da folha, sendo preso por um pedicelo. A ninfa (forma jovem) é translúcida, de coloração amarelo a amarelo-pálido (Figura 7B); apenas o primeiro *instar* ninfal é móvel, os demais permanecem fixos na planta e o quarto *instar* é chamado de pseudo-pupa ou pupário. A pseudo-pupa de *B. tabaci* possui poucos filamentos cerosos longos no dorso e nas laterais do corpo. Ovos, ninfas e adultos se localizam na face inferior das folhas; ovos e adultos são encontrados principalmente nas folhas e brotações mais novas, enquanto ninfas ocorrem nas folhas mais desenvolvidas.

No Brasil ocorrem três biótipos de *B. tabaci* (A, B e Q), os quais recentemente foram classificados como um conjunto de espécies crípticas, incluindo NW (biótipo A, nativo), MEAM-1 (biótipo B, introduzido na década de 1990) e MED (biótipo Q, introdução detectada em 2015), respectivamente. Populações de MEAM-1 estão amplamente distribuídas e predominam no País, enquanto MED pode ser encontrada nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste (Barbosa et al., 2015; Moraes et al., 2017). Populações de *B. tabaci* MEAM-1 podem ocorrer em pimenteira, porém, altas infestações são esporádicas e restritas a algumas localidades. Existem evidências de que populações de MED (biótipo Q) possam se tornar praga severa na cultura da pimenta, dentre elas, os primeiros registros de MED no Brasil estiveram relacionados com pimentas ornamentais (*Capsicum* spp.) (Barbosa et al., 2015). As plantas infestadas por moscas-brancas apresentam amarelecimento e enrolamento dos bordos das folhas e ocorrência de fumagina. Alta infestação pode ocasionar a morte de mudas e plantas jovens.

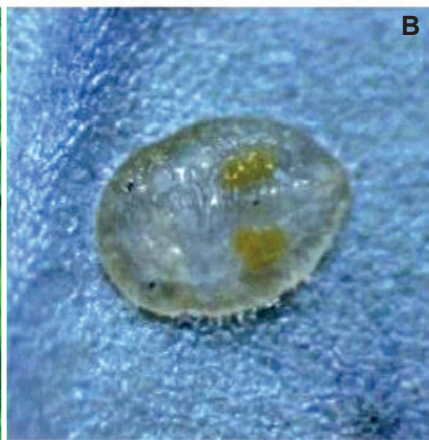


Os begomovírus são transmitidos por *B. tabaci*, de maneira persistente circulativa. A aquisição do vírus pelo inseto ocorre durante o processo de alimentação em planta infectada. As partículas virais circulam no corpo do vetor até atingir as glândulas salivares. Após esta fase, a mosca-branca torna-se apta a transmitir o vírus, ao se alimentar em plantas saudáveis. A retenção do vírus pela mosca-branca ocorre mesmo após mudanças de estágios de desenvolvimento (ninfá-adulto).

Foto: Alice Kazuko Inoue-Nagata



Foto: Miguel Michereff Filho



**Figura 7.** Mosca-branca, *Bemisia tabaci*, em pimenteira. (A) Adulto e (B) ninfa.

### Controle:

Recomendam-se os mesmos métodos de controle apresentados para viroses associadas a pulgões e tripses, com algumas medidas complementares como: tratamento de mudas com inseticidas de ação sistêmica (imersão de bandejas ou via esguicho), dois dias antes do transplante, além de pulverizações periódicas com produtos de ação sistêmica ou contato nos 35 dias seguintes ao transplante; em regiões de baixa ocorrência de begomovirose, além de inseticidas químicos registrados para mosca-branca na cultura da pimenta (conforme seção “Controle químico de vetores”), pode-se pulverizar óleo mineral, óleo vegetal emulsionável ou inseticida botânico à base de óleo de sementes de nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss) na concentração de 0,5% (500 ml para 100 litros de água) e ainda utilizar inseticidas biológicos à base dos fungos entomopatogênicos *Isaria* spp. e *Beauveria bassiana*, quando a umidade relativa do ar for superior a 60%.

## Vírus transmitidos por outras vias de disseminação

**Gênero: *Tobamovirus***

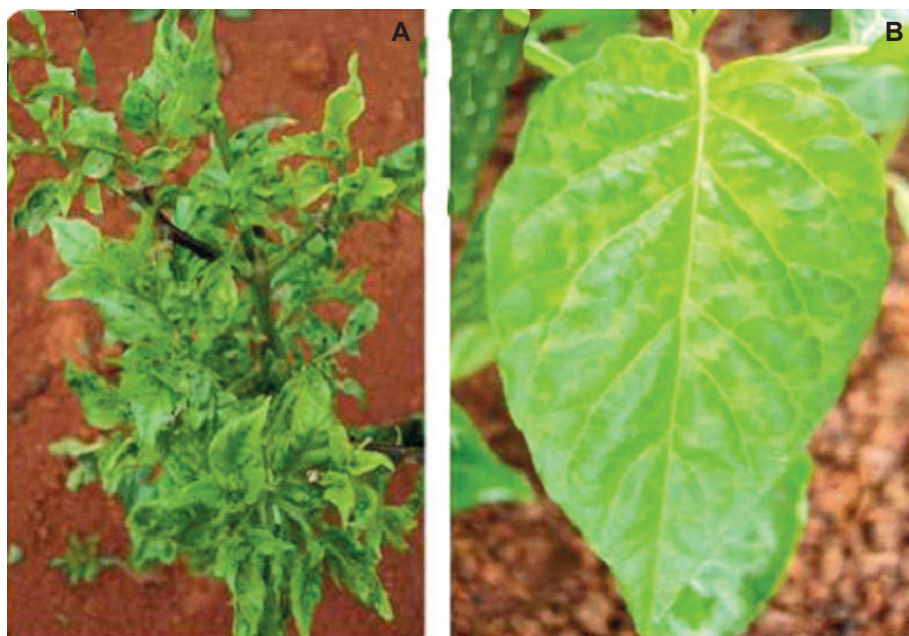
### **Mosqueado suave do pimentão (*Pepper mild mottle virus* – PMMoV)**

O vírus apresenta ampla distribuição em condições de clima temperado e clima tropical. No Brasil, infecta a pimenta e o pimentão, causando mosaico, doença importante que reduz a produção de frutos comercializáveis. Entretanto, apesar de não ocorrer com frequência em lavouras de pimenta, quando é identificado na área, a porcentagem de plantas infectadas pode aumentar sensivelmente, considerando a sua fácil disseminação por meio de sementes e também mecanicamente. Em levantamentos realizados em diversos plantios de pimentas identificou-se porcentagem de infecção das plantas em torno de 65%, em uma área do Distrito Federal (Tabela 2).

Os sintomas em plantas afetadas são pouco distintos, ocorrendo mosqueado e mosaico verde ou mosaico amarelo em folhas (Figuras 8A-B), com a presença de estrias ou manchas escurecidas no caule. Em frutos os sintomas são mais acentuados ocorrendo mosqueado, malformação, redução de tamanho, presença de áreas necróticas depressivas, podendo ocorrer ainda abortamento de flores. A planta pode apresentar redução no desenvolvimento quando a infecção é precoce.

O vírus pertence ao gênero *Tobamovirus*, família *Virgaviridae*. As partículas virais são em formato de bastão e o genoma é constituído por uma fita simples de RNA, senso positivo. Entre os cinco subgrupos que compõem o gênero, entre os quais três já aceitos (I-solanáceas; II-cucurbitáceas ou legumes; III-brássicas) e dois propostos (IV-malváceas; V-cactáceas) por Rhee et al. (2014), PMMoV pertence ao subgrupo I. Os tobamovírus são classificados em patótipos ( $P_0$ ;  $P_1$ ;  $P_{12}$ ;  $P_{123}$ ;  $P_{1234}$ ), segundo sua habilidade de superar genes de resistência *L* em diferentes espécies e cultivares de *Capsicum* (Velasco et al., 2002). Esses genes são encontrados na forma de quatro alelos *L1*, *L2*, *L3* e *L4* (Boukema, 1980). Por meio da utilização desta metodologia, a identificação de estirpes de PMMoV é feita segundo sua capacidade de infectar cultivares de *C. frutescens* que possuem os genes de resistência  $L_1$  e  $L_2$  (estirpes denominadas  $P_{12}$ ) e na identificação dos patótipos  $P_{123}$ , utiliza-se *C. chinense* que apresenta os genes  $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$ . Naturalmente, PMMoV é restrito às solanáceas, infectando pimenta e pimentão.

Não há relatos de vetores para PMMoV. Entretanto, o vírus é facilmente transmitido mecanicamente de planta para planta, durante a realização dos tratos culturais como a poda e colheita de frutos, devido à estabilidade das partículas virais e à alta capacidade de acúmulo nos tecidos infectados. O vírus sobrevive nos tecidos de plantas infectadas por longos períodos. Pode ainda ser disseminado em sementes contaminadas, onde o vírus está presente no tegumento, mucilagem externa, testa e endosperma. Sementes contaminadas e solo contaminado constituem fontes primárias de inóculo, enquanto que plantas doentes são fontes secundárias de vírus, de onde é transmitido durante as práticas culturais como poda e colheita.



Fotos: Mirtes Freitas Lima

**Figura 8.** Pimenteiras com sintomas de infecção por *Pepper mild mottle virus* (PMMoV). Sintoma de mosaico em planta com infecção natural (A) em campo e (B) sob inoculação mecânica em casa de vegetação.

### Controle:

– Plantar sementes saudáveis, livres do vírus, para evitar a infecção inicial das plantas, considerando-se que PMMoV é transmitido por sementes contaminadas;

- Fazer a semeadura para produção de mudas em bandejas novas ou desinfestadas em solução de água sanitária e plantar as sementes em substrato esterilizado;
- Evitar plantar pimenta na mesma área em anos consecutivos, considerando-se que PMMoV pode sobreviver em restos de cultura no solo, por períodos prolongados;
- Realizar o manejo adequado da cultura em campo e em cultivo protegido, visando evitar a disseminação do vírus para novas áreas cultivadas;
- Quando da ocorrência de infecção primária, ou seja, proveniente de sementes contaminadas, identificar as plantas infectadas e removê-las da área de cultivo, visando reduzir a disseminação secundária do vírus.

## Informações adicionais

### Métodos de detecção e identificação de vírus em pimenteira

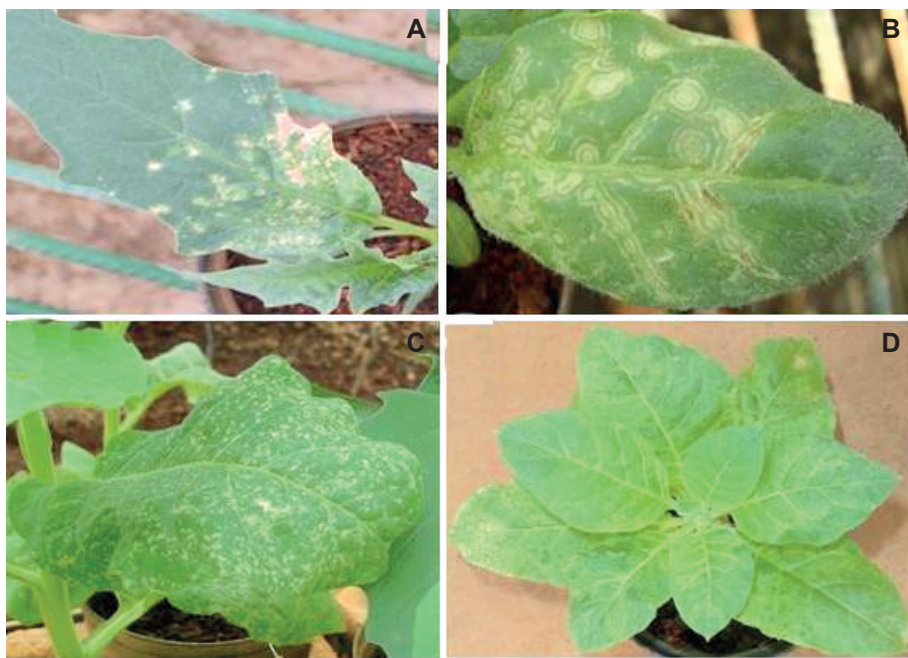
Os avanços obtidos em pesquisas nas áreas de Virologia Molecular têm propiciado grandes descobertas com resultados promissores no desenvolvimento de métodos sensíveis e eficazes empregados em detecção viral. Considerando que a correta diagnose da doença deve ser o primeiro passo na definição das medidas de manejo a serem empregadas no seu controle, a utilização desses métodos tem facilitado a rápida e a acurada identificação desses patógenos, tornando-se ferramentas primordiais ao conhecimento da doença e do seu agente.

A diagnose da doença segundo apenas a sintomatologia expressa na planta pode ter pouco valor diagnóstico, considerando-se que as plantas frequentemente apresentam infecção múltipla em campo. Outro fator importante é que nem sempre a presença de sintomas é observada na planta infectada, considerando-se que a infecção pode ser latente e nesse caso, a planta apesar de ter sido infectada pode não exibir sintomas. Para a detecção de vírus considerando principalmente esses casos, é imprescindível a utilização de técnicas específicas de detecção com o emprego de métodos sorológicos, métodos biológicos e métodos moleculares.

Geralmente, utiliza-se mais de uma técnica de modo a assegurar a diagnose da doença assim como também a identificação do vírus de forma precisa.

Neste trabalho serão abordadas as técnicas rotineiramente utilizadas na detecção de vírus e diagnose da doença.

Um dos métodos biológicos mais empregados é a indexação viral por meio da inoculação em hospedeiras diferenciais, que são espécies de plantas sensíveis à infecção com vírus. Essa pode ocorrer de forma mecânica, pela fricção do extrato da planta infectada, preparado em tampão específico, em plantas indicadoras, previamente polvilhadas com abrasivo, como *Datura stramonium*, *Nicotiana tabaccum* cv. TNN, *N. rustica*, *N. benthamiana*, *Capsicum chinense* 'PI159236' (CNPH 679), *Capsicum annuum* cv. Ikeda, entre outras. A inoculação também pode ser feita por meio de enxertia. A análise das plantas inoculadas é feita cerca de 10-15 dias após, pela avaliação dos sintomas produzidos nas folhas (Figura 9).



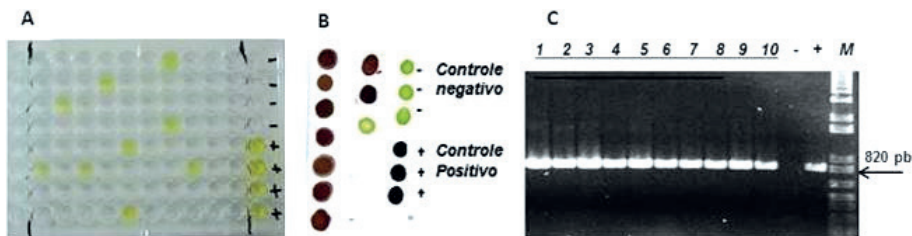
Fotos: Mirtes Freitas Lima

**Figura 9.** Indexação biológica - hospedeiras indicadoras com sintomas por infecção viral. Sintomas de anéis cloróticos e anéis necróticos induzidos por *Groundnut ringspot virus* (GRSV) em plantas de (A) *Datura stramonium*; (B) anéis necróticos e necrose de nervuras causados por GRSV em plantas de *Nicotiana rustica*; (C) manchas necróticas induzidas por *Potato virus Y* (PVY) em plantas de *N. tabaccum* cv. TNN; (D) mosaico causado por *Cucumber mosaic virus* (CMV) em *N. tabaccum* cv. TNN.



A sorologia baseia-se no uso de anticorpos específicos produzidos em animais contra um vírus alvo. É um dos métodos mais utilizados na detecção de vírus desde que haja disponibilidade de anticorpos específicos contra o vírus para o qual se deseja testar. É bastante sensível, de baixo custo, propicia a avaliação de um grande número de amostras ao mesmo tempo e os resultados são obtidos em curto período de tempo, em aproximadamente, 48 horas. Os tipos mais utilizados na detecção rotineira de vírus que infectam plantas e quando há disponibilidade de antissoros no mercado são DAS-ELISA (*Double antibody sandwich – Enzyme-linked immunosorbent assay*), PTA-ELISA (*Plate trapped antibody*) e NCM-ELISA (*Nitrocelulose Membrane*) (Figura 10A-B).

Entre os métodos moleculares, a transcrição reversa e a reação em cadeia da polimerase (*Reverse Transcription e Polymerase Chain Reaction – RT-PCR*) tornou-se a ferramenta mais utilizada na detecção de vírus. Para a utilização desse método torna-se necessário o conhecimento de parte da sequência do genoma do vírus de onde serão desenhados os *primers* específicos a serem utilizados na reação de detecção. Possui como vantagens ser mais sensível e específico que o método sorológico. A grande maioria dos vírus abordados nesta publicação (TSWV; GRSV; PVY; PepYMV; PMMoV; CMV) possuem RNA como material genético e dessa forma, a sua detecção em plantas infectadas é realizada pela extração de RNA total a partir de folhas e emprego da RT-PCR utilizando-se *primers*. No caso dos begomovírus que possuem DNA como material genético, sua detecção em plantas doentes é feita por meio de extração do DNA total que é submetido à PCR (Tabela 3).



**Figura 10.** Métodos de detecção de vírus em plantas. Sorologia: (A) DAS-ELISA, PTA-ELISA em placas de poliestireno; (B) NCM-ELISA ou dot-Elisa em membrana de nitrocelulose; Métodos moleculares: (C) PCR – análise de produtos da PCR em gel de agarose.

Os produtos da PCR são posteriormente analisados em gel de agarose, para visualização dos fragmentos de DNA, após o gel ser corado em solução de brometo de etídeo (Figura 10C).

**Tabela 3.** Métodos de detecção viral em pimenteira.

Métodos	Potyvirus (PVY; PepYMV) <sup>(1)</sup>	Cucumovirus (CMV)	Tospovirus (GRSV; TSWV; TCSV)	Begomovirus (ToSRV)	Tobamovirus (PMMoV)
Indexação biológica: Inoculação mecânica em plantas indicadoras	X	X	X		X
Indexação biológica: Inoculação por enxertia em plantas indicadoras	X	X	X	X	X
Sorologia: DAS-ELISA; PTA-ELISA	X	X	X		X
Sorologia: NCM-ELISA ou dot-ELISA		X			X
Molecular: RT-PCR	X	X	X		X
Molecular: PCR				X	

<sup>(1)</sup> PVY= *Potato virus Y*; PepYMV= *Pepper yellow mosaic virus*; CMV= *Cucumber mosaic virus*; GRSV= *Groundnut ringspot virus*; TSWV= *Tomato spotted wilt virus*; TCSV= *Tomato spotted wilt virus*; ToSRV= *Tomato severe rugose virus*; PMMoV= *Pepper mild mottle virus*.

A confirmação da identidade do vírus é feita geralmente por meio de sequenciamento direto do produto da PCR ou sequenciamento após clonagem desses produtos em plasmídeo vetor e transformação na bactéria *Escherichia coli*.

Outro método biológico, muito utilizado na indexação viral é a enxertia, na qual a transmissão do vírus ocorre por meio da união dos tecidos. Esse método é empregado quando a transmissão mecânica pela fricção do extrato de plantas infectadas, muito empregado na inoculação de potyvirus (PVY; PepYMV) e tospovirus (TSWV; GRSV), não ocorre. A enxertia é usada na detecção de



vírus que infectam a pimenteira e que, entretanto, são limitados ao floema, como crinivírus (ToCV) e begomovírus (ToSRV; TYSVV). A indexação é feita por meio da inserção de pequena porção da haste da planta supostamente infectada (enxerto) em uma fenda aberta, por exemplo, no topo da haste da planta indicadora (porta-enxerto), por meio da utilização do método garfagem. O enxerto é fixado ao porta-enxerto com uma presilha e a planta protegida com saco plástico nos primeiros dias, para evitar molhamento da área, o que poderia interferir com o pegamento do enxerto. Os sintomas devem ser observados em aproximadamente 30 dias após a realização da enxertia nas folhas novas da planta indicadora.

## Monitoramento de insetos vetores

A maneira mais eficiente e econômica para se prevenir os danos causados por insetos vetores e viroses associadas é através do monitoramento periódico do cultivo, de modo que as infestações e doenças possam ser detectadas no seu início. As vistorias devem ser realizadas tanto no viveiro de mudas (telado) como na lavoura.

Na fase de produção de mudas em viveiro, deve-se realizar o monitoramento dentro do telado, pelo menos duas vezes por semana. Já o monitoramento na lavoura deve ser iniciado logo após o transplante e realizado, pelo menos, uma vez por semana. O monitoramento de vetores pode ser feito de forma direta, por meio da detecção visual dos insetos presentes nas plantas com o auxílio de uma lupa de aumento de 20X, ou ainda de forma indireta, através do uso de armadilhas atrativas. Recomendam-se os seguintes procedimentos:

**Pulgões** – inspecionar os brotos, as hastes, a face inferior das folhas (Figura 11A), os botões florais e as flores (Figura 11B), localizados na parte superior, mediana e inferior do dossel das plantas, em busca de ninfas e adultos (ápteros e alados). Também pode-se realizar o monitoramento de pulgões adultos alados com armadilhas adesivas amarelas (Figura 12A) ou com armadilhas d'água (bandeja pintada de amarelo, contendo água e gotas de detergente). Com as armadilhas é possível monitorar a atividade de voo dos insetos adultos alados, detectar o momento de sua entrada na área e identificar os focos de infestação inicial. As armadilhas amarelas adesivas deverão ser instaladas em hastes de arame, na altura de 5 cm acima do ápice das plantas. Estas armadilhas devem ser dispostas ao longo de toda

a bordadura da área (dentro do viveiro ou entorno da lavoura), assim como entre bancadas (no viveiro) ou entre fileiras de cultivo (na lavoura). Instalar, pelo menos, 20 armadilhas por talhão de cultivo, devendo ser substituídas a cada cinco dias. As bandejas com água podem ser dispostas nas bancadas (viveiro) ou no chão (lavoura), seguindo-se a mesma disposição recomendada para armadilhas adesivas. Na lavoura, quando as plantas estiverem com mais de 50 dias do transplântio, também pode-se agitar as folhas das plantas sobre uma placa ou bandeja plástica branca e avaliar a quantidade de insetos (adultos alados e ninfas) caídos na superfície (Figura 11C).

*Tripos* – inspecionar brotos, botões florais, flores, hastes e a face abaxial de folhas da parte superior, mediana e inferior do dossel das plantas (Figuras 11A-B), para detecção e quantificação de adultos e larvas. Para complementar o monitoramento dos tripos, pode-se instalar armadilhas adesivas de cor amarela e também de cor azul (Figuras 12A-B), ou armadilhas d'água (bandeja pintada nestas cores, contendo água e detergente), para a captura de adultos. O uso de armadilhas nas duas cores amplia o poder de atração em relação às espécies de tripos presentes no ambiente. A instalação e disposição das armadilhas devem ser similares ao recomendado para monitoramento de pulgões. Na lavoura, após 50 dias do transplântio, também pode-se utilizar a técnica de agitação das folhas sobre bandeja branca para avaliar a infestação de adultos e larvas de tripos (Figura 11C). Em localidades de alta incidência de “vira-cabeça”, o controle químico dos tripos deve ser realizado quando forem encontrados os primeiros insetos nas plantas ou nas armadilhas.

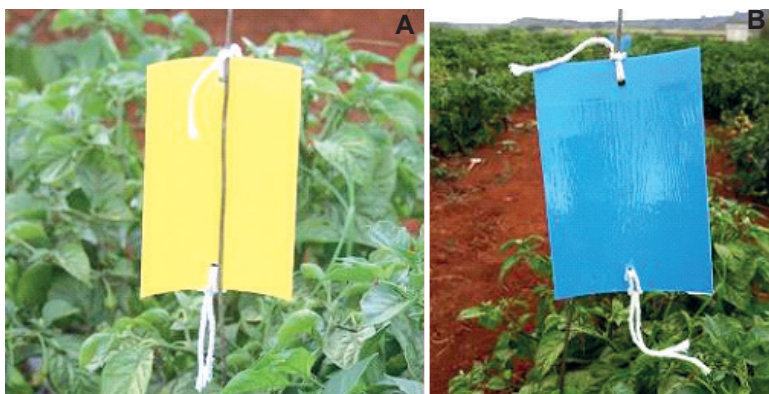
*Mosca-branca* – inspecionar a face abaxial de folhas (Figura 11A) da parte superior, mediana e inferior do dossel das plantas para detecção de adultos, ovos e ninfas. No viveiro de mudas e na lavoura também pode-se complementar o monitoramento com armadilhas adesivas amarelas (Figura 12A) ou armadilhas d'água para a captura de adultos, seguindo-se as mesmas recomendações das armadilhas para pulgões. Na lavoura, opcionalmente, o produtor poderá utilizar a técnica de agitação de folhas sobre bandeja (Figura 11C). O controle químico de mosca-branca só deve ser adotado quando forem encontrados, em média, acima de 10 insetos adultos por planta ou por armadilha adesiva. Esse nível diferencia-se daqueles recomendados para pulgões e tripos em razão da baixa incidência de begomovirose e seus danos menos severos à pimenteira.

Fotos: Miguel Michereff Filho



**Figura 11.** Monitoramento da infestação de insetos vetores em pimenteira. (A) Inspeção visual de folhas, hastes e brotos para detecção de pulgões e mosca-branca; (B) Inspeção de flores em busca de pulgões e tripses; (C) Agitação de ápice caulinar sobre bandeja branca para detecção de pulgões alados, tripses e adultos de mosca-branca.

Fotos: Miguel Michereff Filho



**Figura 12.** Armadilhas para monitoramento de adultos de insetos vetores. (A) placa adesiva de cor amarela para captura de pulgões alados, tripses e mosca-branca e (B) placa adesiva de cor azul para tripses.

## Resistência varietal

A resistência genética é a maneira mais efetiva e econômica para o controle de vírus que causam doenças em plantas. Deve-se sempre dar preferência ao plantio de sementes de cultivares resistentes ou tolerantes a viroses, quando disponíveis no mercado. Apesar da importância desses patógenos para a cultura, as pesquisas na área de Melhoramento Genético de Plantas visando o desenvolvimento de cultivares de pimentas resistentes a esses patógenos ainda possuem certa limitação.

Fontes de resistência para espécies virais que infectam pimenteiras já foram relatadas. Cezar et al. (2009) reportaram os acessos de *Capsicum chinense*, PI 152225 e PI 159236, como sendo resistentes ao patótipo 1-2 ( $P_{12}$ ) de PMMoV, conferida pelo gene  $L_3$ . Bento et al. (2009) também identificaram fontes de resistência a PepYMV em acessos de *C. baccatum* var. *pendulum* e em *C. chinense*.

Em *C. chinense* a resistência contra tospovírus é do tipo monogênica dominante, sendo mediada pelo gene *Tsw* (Cheng et al., 1989; Boiteux; Nagata, 1993; Boiteux; Ávila, 1994). Entretanto, há relatos de que isolados de TSWV foram capazes de superar essa resistência conferida pelo gene *Tsw* (McMichael et al., 2002).

A Embrapa Hortaliças possui um programa pioneiro de melhoramento genético de pimenteiras. Como resultados desse programa, cultivares de pimentas foram desenvolvidas e estão disponíveis no mercado (Reifschneider et al., 2016). Essas cultivares possuem resistência a espécies virais que pertencem aos grupos de vírus mais frequentemente detectados infectando lavouras de pimenta no País, como os tospovírus e os potyvírus. As cultivares tipo Dedo-de-moça BRS Mari e tipo Biquinho BRS Moema, possuem resistência em campo a PepYMV. Também, bons níveis de resistência em campo foram identificados nas cultivares tipo Habanero BRS Juruti e BRS Nandaia. A resistência às espécies PVY e PepYMV (potyvírus), além da resistência à TSWV (tospovírus) é encontrada na cultivar BRS Juruti, enquanto que BRS Nandaia apresenta resistência em campo apenas a PepYMV.

## Controle químico de vetores

A eficiência do controle químico do vetor para minimizar os danos da virose é fortemente influenciada pelo tipo de relação entre o vírus e seu vetor. Quando a relação é do tipo não-persistente (como ocorre entre os vírus PVY, PepYMV, CMV e os pulgões), o inseto vetor é capaz de adquirir e transmitir o vírus em poucos segundos. Nesse caso, o impacto do controle químico de pulgões sobre a virose é praticamente nulo, pois o inseticida não é rápido suficiente para eliminar o vetor antes que este realize a picada de prova e inocule o vírus na planta sadia. Além disso, inseticidas do grupo dos piretroides podem até acelerar a disseminação do vírus no cultivo, em decorrência da superexcitação dos pulgões e aumento da quantidade de picadas de prova. Portanto, não é recomendável o uso de inseticidas químicos e de óleos (mineral ou vegetal emulsionável) para o controle de pulgões em áreas com histórico de severa incidência de PVY, PepYMV e CMV. Alternativamente, o produtor deverá adotar, de forma integrada, várias medidas de controle de ação preventiva, que incluem práticas culturais para o manejo do ambiente de cultivo e o uso de cultivares resistentes ou tolerantes às viroses, conforme previamente mencionado.

Quando a relação vírus-vetor é do tipo circulativa-propagativa ou persistente circulativa (como ocorre entre tospovírus e tripes ou entre begomovírus e mosca-branca), necessita-se de mais tempo de alimentação do vetor para aquisição e transmissão do vírus. Nesse caso, há maior chance do inseticida eliminar o vetor antes que esse adquira o vírus de uma planta doente ou inocule o vírus em planta sadia. Assim, o controle químico poderá ter impacto efetivo sobre a disseminação da virose dentro da lavoura.

Em regiões de alta incidência de tospovírus, o controle químico de tripes no viveiro deve ser altamente eficiente, sendo adotado de forma preventiva, mediante a aplicação de inseticida via pulverização, pelo menos na véspera do transplântio das mudas no campo. Quando não há histórico da virose na região, inseticidas para controle de tripes no viveiro só devem ser adotados após detecção dos primeiros insetos nas armadilhas instaladas ou nas plantas, após inspeção.

Em áreas com histórico de alta infestação de tripes e de alta incidência de “vira-cabeça”, recomenda-se a aplicação de inseticidas nos primeiros dias após o

transplântio das mudas. Nesse caso, dar prioridade para produtos de baixo efeito residual, curto período de carência e que sejam seletivos em favor dos inimigos naturais. Em caso de baixa incidência de viroses, também pode-se utilizar inseticida botânico a base de nim indiano. Fungos entomopatogênicos (principalmente *B. bassiana*), utilizados isoladamente, não propiciam controle eficaz de tripses e nem a redução da incidência de “vira-cabeça”.

Em regiões com alta infestação de mosca-branca, recomenda-se o uso de inseticidas, através da aplicação de produtos com ação sistêmica via pulverização, por meio da imersão de bandejas com mudas ou na forma de esguicho (*drench*), pelo menos 48 horas antes do transplântio das mudas no campo. Para infestações iniciais, quando apenas moscas-brancas adultas forem encontradas na lavoura, recomenda-se o uso de inseticidas que eliminem de forma eficaz a praga nesta fase do seu ciclo de vida. Quando também forem encontrados ovos e ninfas de mosca-branca em folhas da pimenteira, deve-se pulverizar produtos que atuem sobre estas fases, além dos inseticidas com ação sobre adultos.

A adição de óleo mineral emulsionável a 0,5% volume/volume na calda com inseticidas mostra efeito sinérgico sobre adultos de mosca-branca (Esashika, 2014; Marques et al., 2018). Isso é observado pela maior rapidez na morte do inseto após contato com a planta tratada e, em caso de baixa infestação de moscas-brancas, esse procedimento pode inclusive reduzir significativamente a transmissão de begomovírus para a pimenteira. Contudo, o produtor deve ter cautela com a frequência de uso desse tipo de produto em razão do risco de fitotoxicidade ocasionada pelo óleo mineral. Por esta mesma razão, também vale salientar que, não se recomenda a mistura de óleo mineral ou vegetal na calda contendo fungicidas.

Quando não há histórico de viroses na localidade, não é justificável o uso de inseticidas de forma preventiva e “calendarizada” para o controle de tripses e mosca-branca durante a condução da lavoura. Para o controle de pulgões, tripses e moscas-brancas, visando exclusivamente a redução de infestação em regiões de baixa incidência de viroses, pode-se pulverizar: 1) óleo mineral, óleo vegetal emulsionável ou inseticida botânico à base de óleo de nim indiano, na concentração de 0,5% (500 ml para 100 litros de água) e 2) suspensão de sabão ou detergente neutro em água, exclusivamente, para pulgões e mosca-branca.



O uso excessivo de inseticidas químicos contra insetos vetores de vírus em várias culturas tem resultado na evolução da resistência a diferentes grupos de inseticidas. A pequena quantidade de ingredientes ativos registrados para o controle de tripes e de mosca-branca em pimenta no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), justamente por ser uma Cultura de Suporte Fitossanitário Insuficiente (CSFI) ou *Minor crop*, também dificulta o controle químico dessas pragas na cultura. Além disso, o número reduzido de produtos registrados (Agrofit, 2003) limita as possibilidades de rotação de ingredientes ativos, com base na alternância dos modos de ação, para prevenir o desenvolvimento de resistência aos inseticidas pelos pulgões, tripes e mosca-branca. Assim, recomenda-se que esses produtos sejam utilizados somente quando estritamente necessário.

É importante reforçar que o uso de inseticidas (químicos ou biológicos) e óleos sempre deve estar associado a outros métodos de controle. Para o uso de inseticidas químicos, várias precauções devem ser tomadas para se alcançar a eficiência de controle desejada. Assim, recomenda-se:

- Sempre consultar um engenheiro agrônomo para a prescrição dos agrotóxicos;
- Utilizar apenas produtos registrados. A lista completa e atualizada dos inseticidas químicos e biológicos para pragas da pimenteira pode ser consultada no Agrofit ([http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons));
- Dar preferência para produtos que sejam seletivos em favor dos inimigos naturais e polinizadores e pouco tóxicos ao homem (classes III - faixa azul e IV - faixa verde);
- Utilizar a dosagem recomendada pelo fabricante, observando sempre o período de carência, visto que são realizadas várias colheitas ao longo do cultivo;
- Evitar a aplicação de mistura de inseticidas e desses com outros produtos na calda;
- Para o controle de infestações persistentes, sempre que possível, fazer o rodízio dos produtos com base no modo de ação e no grupo químico, para evitar a resistência do inseto vetor aos inseticidas;



- Não pulverizar nos períodos quentes do dia e na ocorrência de ventos fortes;
- Doses muito altas de óleos (mineral ou vegetal) poderão ocasionar fitointoxicação às plantas de pimenta e o uso frequente de produtos à base de nim indiano pode ter efeito nocivo sobre os inimigos naturais;
- Manter os equipamentos em boas condições de trabalho (pressão de aspersão recomendada, bicos adequados e bem regulados), garantindo a aplicação do produto na dosagem correta;
- Para o manuseio dos inseticidas deve-se sempre utilizar o equipamento de proteção individual (EPI) e seguir todas as recomendações constantes nas bulas dos produtos e no receituário agrônomo.

## Referências

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5. ed. New York: Elsevier, 2005. 919 p.

**Agrofit**: sistema de agrotóxicos fitossanitários. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003. Disponível em: < [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons) > Acesso em: 28 set. 2018.

ALI, A.; KOBAYASHI, M. Seed transmission of *Cucumber mosaic virus* in pepper. **Journal of Virological Methods**, v. 163, p. 234–237, 2010.

BARBOSA, L. F.; YUKI, V. A.; MARUBAYASHI, J. M.; DE MARCHI, B. R.; PERINI, F. L.; PAVAN, P. A.; BARROS, D. R.; GHANIM, M.; MORIONES, E.; NAVAS-CASTILLO, J.; KRAUSE-SAKATE, R. First report of *Bemisia tabaci* Mediterranean (Q biotype) species in Brazil. **Pest Management Science**, v. 71, n. 4, p. 501–504, Apr. 2015.

BENTO, C dos S.; RODRIGUES, R.; ZERBINI JUNIOR, F. M.; SUDRÉ, C. P. Sources of resistance against the Pepper yellow mosaic virus in chili pepper. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 196-201, 2009. DOI: 10.1590/S0102-05362009000200013

BEZERRA-AGASIE, I. C.; FERREIRA, G. B.; de ÁVILA, A. C.; INOUE-NAGATA, A. K. First Report of *Tomato severe rugose virus* in Chili Pepper in Brazil. **Plant Disease**, v. 90, p. 114. 2006. DOI: 0.1094/PD-90-0114C

BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. **Aphids on the world's crops**: an identification guide. Chichester: John Wiley & Sons, 1989. 466 p.

BOITEUX, L. S.; de ÁVILA, A. Inheritance of a resistance specific to *Tomato spotted wilt virus* in *Capsicum chinense* 'PI 159236'. **Euphytica**, v. 75, p. 139-142, 1994. DOI: 10.1007/BF00024541

BOITEUX, L. S. Allelic relationships between genes for resistance to tomato spotted wilt tospovirus in *Capsicum chinense*. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 90, p. 146-149, 1995. DOI: 10.1007/BF00221009

BOITEUX, L. S.; NAGATA T. Susceptibility of *Capsicum chinense* PI 159236 to tomato spotted wilt virus isolates in Brazil. **Plant Disease**, v. 77, p. 210, 1993.

BOUKEMA, I. W. Allelism of genes controlling resistance to TMV in *Capsicum* L. **Euphytica**, v. 29, p. 433-439, 1980.

CARVALHO, S. I. C.; RIBEIRO, C. S. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. 'BRS Mari': nova cultivar de pimenta dedo-de-moça para processamento. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 571-573, 2009. DOI: 10.1590/S0102-05362009000400028

CEZAR, M. A.; KRAUSE-SAKATE, R.; PAVAN, M. A.; COSTA, C. P. Avaliação da resistência a tobamovírus em acessos de *Capsicum* spp. **Summa Phytopathologica**, v. 35, p. 39-43, 2009. DOI: 10.1590/S0100-54052009000100006

CHENG, S. S.; GREEN, S. K.; GRIGGS, T. D.; McLEAN, B. T. The use of *Capsicum chinense* as sweet pepper cultivars and sources for gene transfer. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED MANAGEMENT PRACTICES, 1988, Tainan. **Tomato and pepper production in the tropics: proceedings**. Tainan: Asian Vegetable Research and Development Center, 1989. (Asian Vegetable Research and Development Center. Publication, 89-317). p. 55-62.

CLARK, M. F.; ADAMS, A. N. Characteristics of the Microplate Method of Enzyme-Linked Immunosorbent Assay for the Detection of Plant Viruses. **Journal of General Virology**, v. 34, p. 475-483, 1977.

COSTA, C. S. R.; HENZ, G. P. (Ed.). **Pimenta *Capsicum* spp.** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2007. (Embrapa Hortaliças. Sistemas de produção, 2). Disponível em: < [https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta\\_capsicum\\_spp/index.html](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/index.html) >. Acesso em: 12 jun. 2018.

DE BARRO, P. J.; LIU, S.; BOYKIN, L. M.; DINSDALE, A. B. *Bemisia tabaci*: a statement of species status. **Annual Review of Entomology**, v. 56, p. 1-19, 2011.

DUSI, A. N. Manejo integrado de viroses em hortaliças. In: ZAMBOLIM, L.; LOPES, C. A.; PICANÇO, M. C.; COSTA, H. (Ed.). **Manejo Integrado de doenças e pragas: hortaliças**. Viçosa: Universidade Federal Viçosa, 2007. Cap. 5, p. 163- 187.

ELENA, S. F.; BERNET, G. P.; CARRASCO, J. L. The game plant viruses play. **Current Opinion in Virology**, v. 8, p. 62-67, 2014.

ESASHIKA, D. A. S. **Pesticidas para o manejo da mosca-branca (*Bemisia tabaci*, biótipo B) visando a redução da transmissão de begomovírus ao tomateiro**. 2014. 146 f. Dissertação (Mestrado). Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília (UnB). Disponível em: < <http://repositorio.unb.br/handle/10482/17959> > Acesso em: 10 ago. 2018.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

HARREWIJN, P.; MINKS, A. K. Integrated aphid management: General aspects. In: MINKS, A. K.; HARREWIJN, P. (Ed.). **World crop pests - aphids: their biology, natural enemies and control**. New York: Elsevier, 1989. p. 267-272.

HARRINGTON, R.; EMDEN, H. F. (Ed.). **Aphids as crop pests**. London: CABI Publishing, 2007. 717p.

HOGENHOUT, S. A.; AMMAR, E-D. WHITFIELD, A. E.; REDINBAUGH, M. G. Insect vector interactions with persistently transmitted viruses. **Annual Review of Phytopathology**, v. 46, p. 327-359. 2008.

INOUE-NAGATA, A. K.; FONSECA, M. E. N.; RESENDE, R. O.; BOITEUX, L. S.; MONTE, D. C.; DUSI, A. N.; ÁVILA, A. C. de; VLUGT, R. A. A. V. de. Pepper yellow mosaic virus, a new potyvirus in sweetpepper, *Capsicum annuum*. **Archives of Virology**, v. 147, p. 849-855, 2002.

KYLE, M.; PALLOIX, A. Proposed revision of nomenclature for potyvirus resistance genes in *Capsicum*. **Euphytica**, v. 97, p. 183-188, 1997.

LIMA, M. F.; BEZERRA, I. C.; RIBEIRO, S. G. de Ávila, A. C. Distribuição de geminivírus nas culturas do tomate e pimentão em doze municípios do Submédio do Vale de São Francisco. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, p. 81-85, 2001.

LIMA, M. F.; INOUE-NAGATA, A. K.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; SOUZA, K. R. R.; ULHOA, A. B.; FERRAZ, R. M. Detection, occurrence and natural incidence of *Pepper mild mottle virus* (PMMoV) in hot peppers in Brazil. **Acta Horticulture**, v. 917, p. 269-273, 2011a.

LIMA, M. F.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; FERRAZ, R. M.; INOUE-NAGATA, A. K. Incidence of viruses affecting Cumari hot pepper (*Capsicum baccatum* var. *praetermissum*) in Central Brazil. **Journal of Plant pathology**, v. 92, p. 122-122. 2010.

LIMA, M. F.; RIBEIRO, C. S. da C.; OLIVEIRA, D. V. V.; COELHO, L. G. F.; GOMES, L. M.; BRITO, S. M.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Panorama de viroses em pimenteiras no Brasil Central. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 2, p. S0641-S0646, abr./jun. 2014. Suplemento.

LIMA, M. F.; ULHOA, A. B.; INOUE-NAGATA, A. K.; FERRAZ, R. M.; SOUZA, K. R. R.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Virus incidence in domesticated and semi-domesticated field-grown hot peppers (*Capsicum* spp.). **Acta Horticulturae**, v. 917, 285-290. 2011b.

MACIEL-ZAMBOLIM, E.; COSTA, H.; CAPUCHO, A. S.; ÁVILA, A. C.; INOUE-NAGATA, A.; KITAJIMA, E. W. Surto epidemiológico do vírus do mosaico amarelo do pimentão em tomateiro na região serrana do Espírito Santo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, p. 325-327, 2004.

MARQUES, M. A.; QUINTELA, E. D.; MASCARIN, G. M.; FERNANDES, P. M.; ARTHURS, S. P. Management of *Bemisia tabaci* biotype B with botanical and mineral oils. **Crop Protection**, v. 66, p. 127-132, Dec. 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.09.006>> Acesso em: 10 ago. 2018.

McMICHAEL, L. A.; PERSLEY, D. M.; THOMAS, J. E. A new tospovirus serogroup IV species infecting *Capsicum* and tomato in Queensland, Australia. **Australasian Plant Pathology**, v. 313, p. 231-239, 2002.

MORAES, L. A.; MARUBAYASHI, J. M.; YUKI, V. A.; GHANIM, M.; BELLO, V. H.; DE MARCHI, B. R.; BARBOSA, L. F.; BOYKIN, L. M.; KRAUSE-SAKATE, R.; PAVAN, M. A. New invasion of *Bemisia tabaci* Mediterranean species in Brazil associated to ornamental plants. **Phytoparasitica**, v. 45, n. 4, p. 517–525, Sept. 2017. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12600-017-0607-9>> Acesso em: 10 ago. 2018.

MOURA, A. P.; MICHEREFF FILHO, M.; GUIMARÃES, J. A.; AMARO, G. B.; LIZ, R. S. **Manejo integrado de pragas de pimentas do gênero *Capsicum***. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2013. 14 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 115). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/956416>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

NG, J. C. K.; FALK, B. W. Virus-vector interactions mediating nonpersistent and semipersistent transmission of plant viruses. **Annual Review of Phytopathology**, v. 44, p. 183-212, Apr. 2006. DOI: 10.1146/annurev.phyto.44.070505.143325

NOZAKI, D. N.; KRAUSE-SAKATE, R.; HASEGAWA, J. M.; CEZAR, M. A.; DZIUBA, P. H.; PAVAN, M. A. First report of Tomato severe rugose virus infecting pepper plants in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, p. 5040, 2006. DOI: 10.1590/S0100-41582006000300019

PARELLA, M. P.; LEWIS, T. Integrated pest management (IPM) in field crops. In: LEWIS, T. (Ed.), **Thrips as crop pests**. New York CAB International, 1997. p. 595-614.

PAVAN, M. A.; KRAUSE-SAKATE, R.; KUROZAWA, C. Doenças das solanáceas. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.) **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5. ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2016. p. 677-685. v. 2.

PERNEZNY, K.; ROBERTS, P. D.; MURPHY, J. F.; GOLDBERG, N. P. (Ed.) **Compendium of pepper diseases**. 2nd ed. St. Paul: APS Press, 2003. 63 p.

REIFSCHNEIDER, F. J. B.; LOPES, C. A.; RIBEIRO, C. S. C. Continuity, focus and impact: a commented historical perspective on Embrapa Vegetables' extended *Capsicum* breeding program. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 155-160, 2016. DOI: 10.1590/S0102-053620160000200002

REIFSCHNEIDER, F. J. B.; NASS, L. L.; HENZ, G. P.; HEINRICH, A. G.; RIBEIRO, C. S. C.; EUCLIDES FILHO, K.; BOITEUX, L. S.; RITSCHER, P.; FERRAZ, R. M.; QUECINI, V. **Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros**. Brasília, DF, 2015. 156 p.

RHEE, S. J.; HONG, J. S.; LEE, G. P. Infectivity and complete nucleotide sequence of Cucumber fruit mottle mosaic virus isolate Cm cDNA. **Archives of Virology**, v. 159, p. 1807-1811, 2014. DOI: 10.1007/s00705-014-1990-x

RIBEIRO, C. S. da C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C. de; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Ed.). **Pimentas *Capsicum***. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. 200 p. il. color.

RIBEIRO, C. S. C.; SOUZA, K. R. R.; CARVALHO, S. I. C.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. BRS Juruti: the 1st Brazilian habanero-type hot pepper cultivar. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 527-529. 2015. DOI: 10.1590/S0102-053620150000400020

RILEY, D. G.; SHIMAT, V. J.; RAJAGOPALBABU, S.; DIFFIE, S. Thrips Vectors of Tospoviruses. **Journal of Integrated Pest Management**, v.1, n.2, p.1-10. 2011. DOI: 10.1603/IPM10020

ROJAS, M. R.; GILBERTSON, R. L.; RUSSEL, D. R.; MAXWELL, D. P. Use of degenerate primers in the polymerase chain reaction to detect whitefly-transmitted geminivirus. **Plant Disease**, v. 77, p. 340-347, 1993.

SYLLER, J. Facilitative and antagonistic interactions between plant viroses in mixed infections. **Molecular Plant Pathology**, v. 13, n. 2, p. 204-216, 2012. DOI: 10.1111/j.1364-3703.2011.00734.x

TRUTA, A. A. C.; SOUZA, A. R. R.; NASCIMENTO, A. V. S.; PEREIRA, R. C.; PINTO, C. M. F.; BROMMONSCHENKEL, S. H.; CARVALHO, M. G.; ZERBINI, F. M. Identidade e propriedades de isolados de potyvirus provenientes de *Capsicum* spp. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, p.160-168, 2004. DOI: 10.1590/S0100-41582004000200007

VELASCO, L.; JANSSEN, D.; RUIZ-GARCIA, L.; SEGUNDO, E.; CUADRADO, I. M. The complete nucleotide sequence and development of a differential detection assay for a *Pepper mild mottle virus* (PMMoV) isolate that overcomes L3 resistance in pepper. **Journal Virological Methods**, v. 106, p. 135-140, 2002. DOI: 10.1016/S0166-0934(02)00144-1

VENZON, M.; OLIVEIRA, C. H. C. M.; ROSADO, M. C.; PALLINI FILHO, A.; SANTOS, I. C. Pragas associadas à cultura da pimenta e estratégias de manejo. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 235, p. 75-86, nov./dez. 2006.

VILLAS-BÔAS, G. L.; FRANÇA, F. H. Pragas e métodos de controle. In: RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Ed.). **Pimentas *Capsicum***. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. p. 127-140.

Exemplares desta publicação  
podem ser adquiridos na:

**Embrapa Hortaliças**

Rodovia BR-060,  
trecho Brasília-Anápolis, km 9  
Caixa Postal 218  
Brasília-DF  
CEP 70.351-970  
Fone: (61) 3385.9000  
Fax: (61) 3556.5744  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)  
[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)

1ª edição

1ª impressão (2019): 1.000 exemplares



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



**Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Hortaliças**

Presidente

*Henrique Martins Gianvecchio Carvalho*

Editora Técnica

*Flávia M. V. T. Clemente*

Secretária

*Clidineia Inez do Nascimento*

Membros

*Geovane Bernardo Amaro*

*Lucimeire Pilon*

*Raphael Augusto de Castro e Melo*

*Carlos Alberto Lopes*

*Marçal Henrique Amici Jorge*

*Alexandre Augusto de Moraes*

*Giovani Olegário da Silva*

*Francisco Herbert Costa dos Santos*

*Caroline Jácome Costa*

*Iriani Rodrigues Maldonade*

*Francisco Vilela Resende*

*Italo Morais Rocha Guedes*

Supervisor Editorial

*George James*

Normalização Bibliográfica

*Antonia Veras de Souza*

Tratamento de ilustrações

*André L. Garcia*

Projeto gráfico da coleção

*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica

*André L. Garcia*

Foto da capa

*Mirtes Freitas Lima*