

Capítulo 26

Tomato ringspot virus (ToRSV) (Picornavirales: Secoviridae)

MIRTES FREITAS LIMA, ALICE KAZUKO INOUE-NAGATA

Identificação da praga

Nome científico

- *Tomato ringspot virus*.

Acrônimo

- ToRSV.

Posição taxonômica

Virus; duas moléculas de RNA fita simples, senso positivo, proteína VPg codificada pelo vírus ligada à extremidade 5' e calda poly(A) na extremidade 3'; o formato da partícula viral é esférico, com 28 nm em diâmetro; Ordem: *Picornavirales*; Família: *Secoviridae*; Subfamília: *Comovirinae*; Gênero: *Nepovirus* (Subgrupo C).

Sinonímias

Blackberry (Himalaya) mosaic virus; Euonymus chlorotic ringspot virus; Euonymus ringspot virus; Grape yellow vein virus; Grapevine yellow vein virus; Nicotiana 13 virus; Nicotiana virus 13; Peach yellow bud mosaic virus; Peach stem pitting virus; Prune brown line virus; Prunus stem pitting virus; Red currant mosaic virus; Tomato ringspot virus – raspberry 2; Tobacco ringspot virus nº2; Tomato ringspot nepovirus; Tomato ringspot virus; Winter peach mosaic virus.

Hospedeiros

Isolados de ToRSV ocorrem naturalmente em plantas perenes e ornamentais. O vírus foi primeiramente relatado em fumo em 1936. Dentre as espécies hospedeiras naturais destacam-se amora do ébano (*Rubus laciniatus*), cassis (*Ribes nigrum*), cereja (*Prunus* spp.) e outros *Prunus* spp., dente-de-leão (*Taraxacum officinale*), framboesa (*Rubus idaeus*), freixo (*Fraxinus americana*), gladiolo (*Gladiolus* spp.), groselha (*Ribes rubrum*), hortência (*Hydrangea* spp.), maçã (*Malus domestica*), morango (*Fragaria* spp.), morugem (*Stellaria media*), nectarina e pêsego (*Prunus persica*), videira (*Vitis* spp.) e sardinheira (*Pelargonium* spp.).

Hospedeiros experimentais: amplo círculo, com mais de 35 espécies, incluindo mono- e dicotiledôneas. Alguns exemplos de hospedeiros experimentais são *Chenopodium amaranticolor*, *C. quinoa*, *Cucumis sativus*, *Solanum lycopersicum*, *Nicotiana tabacum*, *N. clevelandii*, *Petunia hybrida*, *Phaseolus vulgaris* e *Vigna unguiculata*.

Distribuição geográfica da praga

ToRSV foi encontrado e está estabelecido na Alemanha, Austrália, Bulgária, Canadá, Chile, China, Coréia, Eslováquia, Eslovênia, Estados Unidos, Holanda, Itália, Japão, Jordânia, Peru, Porto Rico, Turquia, República Checa, Taiwan e Tunísia. Já foi encontrado, mas não está estabelecido, na Grã-Bretanha, Dinamarca, Egito, Grécia, Noruega, Nova Zelândia, Rússia e Suécia (Figura 1).

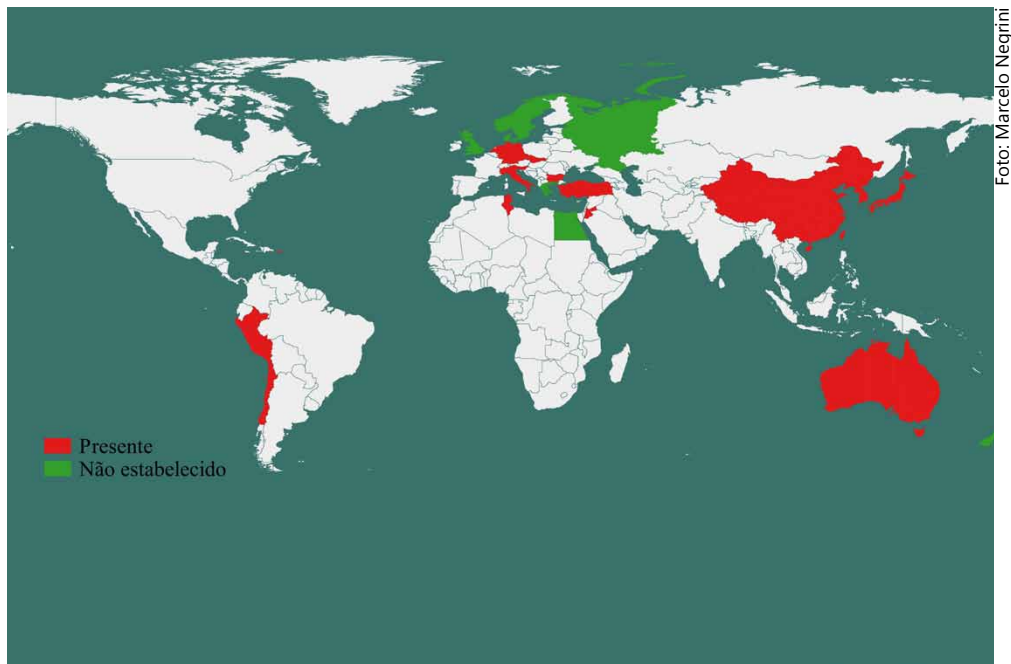


Figura 1. Distribuição geográfica de *Tomato ringspot virus* (ToRSV).

Biologia da praga

Ciclo biológico da praga

O vírus possui amplo círculo de hospedeiras, sendo transmitido por meio de material propagativo e também em sementes infectadas de algumas espécies de plantas. Em framboesa, foi demonstrado que a infecção das sementes pode ocorrer por meio do tecido materno e em pelargonium, através do pólen infectado. Também há relatos da transmissão do ToRSV em sementes de tomateiro, fumo e uva, e ainda em *Gomphrena globosa*, morango e soja (cv. Lincoln). Sementes infectadas representam importante fonte de inóculo do vírus no solo, considerando-se que os principais vetores de ToRSV na natureza são os nematoides, representados por *Xiphinema americanum* sensu lato ("dagger nematode"; *Dorylaimidae*), que possuem estiletos longos que penetram as raízes das plantas. Entretanto, o vírus não é transmitido

por apenas uma espécie de nematoide, trata-se de um complexo, podendo compreender mais de 20 diferentes espécies como possíveis vetoras. A forma adulta e três estádios larvais do nematoide podem transmitir o vírus. O ciclo de vida do *X. americanum* é de pelo menos um ano.

Estratégias reprodutivas da praga

ToRSV é retido por longos períodos de tempo no nematoide vetor *X. americanum* sensu lato que pode ser de meses ou anos, em sítios específicos do aparelho bucal. O vírus não se replica no vetor; não há transmissão transovariana, sendo descartado quando os estádios imaturos do nematoide passam por ecdises, trocam cutícula e aparelho alimentar. A reprodução do nematoide vetor ocorre por partenogênese, sem a participação do macho, que é raro. Isso reduz consideravelmente sua variabilidade genética.

Tipo de dispersão

A dispersão do ToRSV pode ocorrer por meio do transporte de plantas infectadas com o vírus, principalmente, em mudas das espécies hospedeiras, a longas distâncias. Nesse caso, a ocorrência de infecções assintomáticas nas plantas facilita a disseminação do vírus. A dispersão ocorre, também, através de sementes infectadas, como em framboesa e em pelargonium e, em tomate, soja e morango. Sementes de plantas daninhas (por exemplo, dente-de-leão) infectadas com ToRSV constituem fonte do vírus disponível no solo. Em videira e em fumo, esse tipo de transmissão é relatado como eventual. Entretanto, a forma mais importante de dispersão do vírus é através do nematoide vetor, principalmente por *X. americanum*. O nematoide adquire o vírus durante a alimentação em raízes de plantas infectadas com ToRSV. Diversas espécies de nematoides dentro do gênero *Xiphinema* já foram descritas como possíveis vetores do ToRSV, entre as quais, *X. incognitum*, *X. occiduum*, *X. rivesi*, *X. thornei*, *X. utahense* (Brown, 1989), *X. californicum* e *X. brevicolle*. Adultos e estádios imaturos (formas juvenis) do nematoide podem adquirir e transmitir o vírus em períodos de até 1 h cada. Restos de solo também podem atuar como agentes de dispersão do vírus por carrear

sementes infectadas e o nematoide vetor. Experimentalmente, ToRSV pode ser transmitido por enxertia e inoculação mecânica de extrato de plantas infectadas para hospedeiras indicadoras. A transmissão do vírus por meio de *Cuscuta* spp. ainda não foi comprovada.

Mecanismos de sobrevivência em condições adversas

O ToRSV pode sobreviver em plantas perenes infectadas (ver item 2-hospedeiros) e ainda em sementes contaminadas no campo. Em condições desfavoráveis, como na ausência de plantas hospedeiras, ToRSV sobrevive em nematoides que são capazes de reter o vírus por longos períodos no solo. A transmissão do ToRSV em sementes infectadas de diversas espécies de plantas daninhas favorece a sua sobrevivência ao longo do ano, constituindo importante fonte de vírus o que contribui também para a sua disseminação no campo por meio do nematoide vetor.

Condições edafoclimáticas ideais para o desenvolvimento

O *Xiphinema americanum*, principal vetor de ToRSV, completa o seu ciclo de vida no solo em tempo mínimo de um ano. Sobrevive no solo, entretanto não se reproduz na ausência de plantas hospedeiras. Sua reprodução e desenvolvimento ocorrem em temperaturas variando de 20 °C a 24 °C. Níveis de umidade do solo muito elevados ou muito baixos desfavorecem a sua sobrevivência, devendo a umidade do solo estar na faixa de 70% a 90% da capacidade de campo. Em lugares com invernos rigorosos, o nematoide não consegue sobreviver por períodos prolongados em solos que se tornaram congelados. O desenvolvimento do nematoide ocorre em pH do solo variando entre 6,0 e 6,6.

Adaptabilidade: plasticidade

ToRSV possui amplo círculo de hospedeiros, podendo infectar diversas espécies de plantas perenes e anuais, lenhosas e herbáceas e também, plantas daninhas. O vírus possui dois RNAs. O RNA1 é traduzido em uma poliproteína que é processada em seis domínios: NTB, VPg, Proteinase e

Polimerase na região terminal C e que estão envolvidas na replicação viral e, X1 e X2, na região terminal N. O RNA2 codifica duas proteínas, X3 e X4, das quais X4 é única que não tem função conhecida. Apesar da importância do ToRSV, principalmente, em espécies perenes, há poucos estudos que abordam a diversidade do vírus. Pode sobreviver em plantas infectadas, material de propagação vegetativa e em sementes contaminadas e, também, em nematoides virulíferos. Quando na ausência de plantas hospedeiras, o nematoide vetor *X. americanum* sensu lato pode sobreviver por muito tempo no solo. Em plantas daninhas o vírus é transmitido em sementes contaminadas, o que favorece a manutenção de inóculo do vírus no campo o ano todo e facilita, também, sua disseminação.

Sintomas, sinais e danos

Os sintomas auxiliam na diagnose da virose, entretanto, testes sorológicos, biológicos com a inoculação do extrato de plantas infectadas em espécies de plantas hospedeiras indicadoras e, ainda, testes moleculares devem ser realizados para a correta identificação do vírus.

Os sintomas induzidos pelo ToRSV são bastante variáveis dependendo da planta hospedeira e das condições ambientais. Em framboesa a infecção da planta com ToRSV pode comprometer os ramos, com produção de ramos raquíticos e também a produtividade, com frutos de tamanho reduzido. Em folhas de plantas jovens podem surgir anéis cloróticos e, nos anos seguintes, epinastia e abscisão foliar precoce. Cerca de 10% a 80% dos ramos produtivos da planta infectada podem morrer ao final do terceiro ano. Em videiras severamente afetadas os brotos de inverno são fracos e atrofiados e muitos morrem. As folhas são pequenas, com a presença de anéis e mosqueado, e assumem forma de roseta devido ao encurtamento dos entrenós. Os cachos são menores e pode haver abortamento de bagas. Abaixo da casca do tronco e ramos há engrossamento dos tecidos que se tornam esponjosos e, ainda, com a presença de pequenas cavidades. Em tomateiro, ToRSV induz sintomas de enrolamento e necrose da porção terminal de brotos. Anéis necróticos podem surgir na porção basal de folhas novas, pecíolos e nas porções da haste próximas aos pecíolos. Em frutos infectados precocemente,

há desenvolvimento de anéis concêntricos, corticosos e de coloração cinza a marrom. Em pessegueiro, manchas de coloração verde-pálido e de formato alongado surgem em folhas ao longo da nervura principal ou de nervuras laterais. Brotações produzem folhas pequenas e deformadas, formando uma roseta, podendo apresentar sintomas de mosqueado. Os brotos podem amarelecer e secar. Sintomas não são observados em flores, entretanto, os frutos podem ser menores e malformados. Em folhas novas de pelargonium, pode haver desenvolvimento de sintomas locais (anéis) ou sistêmicos (manchas amareladas, mosqueado e malformação foliar não severa). Em folhas velhas podem surgir bandas cloróticas no padrão conhecido como "folha-de-carvalho", entretanto, as plantas podem exibir apenas nanismo pouco acentuado. Pode haver malformação de flores.

Métodos de controle

O controle de ToRSV em plantas perenes é complexo. Recomenda-se o emprego de medidas de controle preventivas e o manejo eficiente de plantas daninhas suscetíveis. Para algumas culturas há cultivares com resistência à infecção, como, por exemplo, em videira e ameixeira, que devem ser, preferencialmente, utilizadas para produção ou como porta-enxerto no estabelecimento de plantios em regiões de ocorrência endêmica do vírus.

Na produção de mudas, é essencial o emprego de material vegetativo que tenha passado por testes de indexação e que esteja livre do vírus. Para pelargonium, plantas matrizes importadas de países com ocorrência do ToRSV apenas podem ser utilizadas para multiplicação quando provenientes de áreas livres do nematoide vetor *X. americanum* sensu lato, que estejam livres do vírus com comprovação mediante realização de testes de detecção e que não tenham apresentado sintomas da virose quando avaliadas. E, nesse caso, a multiplicação não deve exceder a quatro gerações.

Para os vírus transmitidos por sementes, como em rubus e dente-de-leão, as sementes a serem utilizadas na produção de mudas devem ser extraídas apenas de matrizes sadias. Para plantas perenes em locais com constatação de infestação pelo nematoide vetor e da presença do vírus, utilizar porta-enxertos com resistência.

Métodos de erradicação são recomendados, porém são de difícil execução. Dentre esses métodos destacam-se destruição da planta infectada, evitar o plantio no mesmo local por pelo menos dois anos e fumigação do solo. A eliminação do vírus da área é extremamente difícil. A fumigação profunda do solo para a eliminação dos nematoides é inviável. Quando a distribuição do vírus é limitada, deve-se tentar restringir ao máximo a sua dispersão no pomar. Neste sentido, deve-se evitar realizar operações de manejo da cultura, incluindo a movimentação do solo e irrigação por sulco ou inundação. As árvores infectadas devem ser removidas imediatamente, assim como também, pelo menos duas linhas em volta das plantas infectadas. Caso a dispersão seja mais ampla, todo o bloco de árvores deve ser removido. Antes de retirar as plantas, estas devem ser mortas pela aplicação de herbicida ou com anelamento para induzir a morte das raízes. A remoção deve ser a mais completa possível, incluindo as raízes finas. A área infestada deve ser mantida em pousio por dois anos e depois fumigada para matar os nematoides.

Métodos de produção de material propagativo

O material produtivo pode ser dividido em dois grupos: sementes e material de propagação vegetativa. Em ambos os casos, a matriz que será a fonte de sementes e propágulos vegetativos precisa estar livre do ToRSV. Para aqueles vírus que não são transmitidos por sementes, o uso de sementes provenientes de plantas infectadas pode ser considerado, desde que não haja contaminação da parte externa das sementes com vírus. Propágulos vegetativos, como borbulhas, estacas e ramos, devem ser extraídos de plantas sem sintomas de infecção viral e que tenham sido atestadas como livres de vírus mediante realização de testes de detecção, como sorologia e testes moleculares. Quando possível, matrizes propagadas "in vitro" deverão ser utilizadas.

Os propágulos devem ser destinados à produção de mudas para plantio em solo isento de nematoides do gênero *Xiphinema* e sem ocorrência da doença. O plantio de mudas não deve ser feito em solo com ocorrência anterior da doença, mesmo que o tratamento do solo com nematicida tenha sido realizado.

As mudas preparadas para cultivo deverão ser transportadas em veículo fechado, protegidas com material plástico para evitar contato com qualquer superfície que tenha entrado em contato com solo contaminado. As mudas deverão ser transportadas do viveiro diretamente para a área do produtor.

Vias de ingresso de ToRSV na área

São duas as principais vias de introdução do vírus em uma área de produção, pelo solo e pela planta.

O nematoide transmissor virulífero pode estar presente em torrões de solo aderidos em vestimentas do produtor ou técnico em visita às lavouras contaminadas. Nesse caso, especial atenção precisa ser prestada ao se visitar lavouras com plantas infectadas, sendo necessário limpar o veículo e os calçados antes de proceder uma próxima visita, mesmo que não seja realizada no mesmo dia.

A principal forma de ingresso do ToRSV em uma área livre do vírus é pela muda infectada, principalmente por que a planta pode estar infectada com o vírus e não apresentar sintomas. Dessa forma, as mudas devem ser adquiridas de produtores idôneos. No Brasil, onde o patógeno é ausente, os produtores não devem trazer material propagativo (sementes, estacas, borbulhas, etc.) de outros países.

Inspeção e detecção

A avaliação das plantas quanto à infecção por ToRSV pode ser realizada utilizando três métodos. O primeiro método consiste na avaliação dos sintomas. A presença de sintomas característicos na planta (vide seção 4.7) indica possibilidade de infecção, entretanto, a realização de testes laboratoriais é necessária. Como método auxiliar na diagnose da doença, a avaliação da expressão de sintomas pela planta infectada é de difícil implementação pela demora da planta em expressar o sintoma após a infecção e, também, porque plantas infectadas pelo vírus podem não apresentar sintomas.

O segundo método é o teste biológico, na qual o extrato de amostra foliar é utilizado para inoculação mecânica em espécies herbáceas anuais. ToRSV causa sintoma de lesão local clorótica e lesão necrótica sistêmica em folhas novas de *Chenopodium amaranticolor* e *C. quinoa*. A inoculação em plantas de pepino induz sintomas característicos como manchas cloróticas, clorose e mosqueado. Plantas herbáceas como fumo, petúnia, feijão e feijão-de-corda também podem ser utilizadas na inoculação. A enxertia em plantas indicadoras perenes como amendoeira, cerejeira, pessegueiro e ameixeira também pode ajudar na diagnose. Em terceiro lugar, pode se utilizar testes de detecção como os sorológicos e testes moleculares com extração de RNA total e realização da transcrição reversa e reação de polimerase em cadeia (RT-PCR). Esses métodos apresentam alta sensibilidade e especificidade. O emprego de mais de um método na detecção do vírus em material infectado é recomendável.

Situação regulatória no mundo

Para a European and Mediterranean Plant Protection Organization (Eppo), ToRSV é considerada como praga quarentenária A2, embora para fruteiras é, praticamente, considerada patógeno de classe A1, pelo alto risco que representa às culturas suscetíveis. ToRSV é considerada praga quarentenária ausente (A1) no Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai, e também no Canadá, China, Israel e Noruega.

Antecedentes de intercepções

Não há dados de intercepção no Brasil.

Probabilidade de introdução e dispersão no Brasil

ToRSV pode entrar no país por meio de mudas, material propagativo infectado, solo infestado por nematoides virulíferos e/ou sementes contaminadas de espécies de plantas hospedeiras, importados de países

de ocorrência do vírus e/ou do nematoide vetor *X. americanum* sensu lato. No Brasil, isolados de ToRSV ainda não foram relatados. Entretanto, para evitar a introdução do ToRSV, rígidas medidas fitossanitárias devem ser adotadas. Plantas perenes quando infectadas pelo vírus podem se apresentar assintomáticas (infecção latente), aumentando o risco de disseminação da praga se as plantas forem utilizadas como fontes de material de propagação. Dessa forma, plantas, material propagativo e/ou sementes de espécies hospedeiras oriundas de localidades com registro de infecção pelo vírus e presença do nematoide vetor devem ser submetidos à Análise de Riscos de Pragas (ARP). O material deve também ser submetido a testes laboratoriais para detecção do vírus (sorologia; testes biológicos e moleculares como a RT-PCR) e também do nematoide.

Potenciais consequências econômicas para o Brasil

ToRSV é uma praga de importância quarentenária, classificada como praga quarentenária ausente (A1) no Brasil (Instrução Normativa MAPA 41/2008 – D.O.U. 02/07/2008). O vírus infecta diversas espécies de plantas (ver item 2-hospedeiros) entre as quais há cultivos em regiões no país, sendo considerada, portanto, praga de impacto econômico, pelos danos que é capaz de causar em diversas espécies. Os prejuízos decorrentes da infecção pelo vírus relatados em espécies perenes como, por exemplo, em videira, evidenciam a importância da praga para o Brasil que possui importantes regiões produtoras de uva para mesa, produção de vinhos e produção de sucos, embora não haja relatos de ocorrência do nematoide vetor.

Referências

- BRAUN, A. J.; KEPLINGER, J. A. Seed transmission of tomato ringspot virus in raspberry. **Plant Disease Reporter**, v. 57, n. 5, p. 431-432, 1973.
- BROWN, D. J. F. Viruses transmitted by nematodes. *Bulletin* 19, 453-461, 1989.
- BRUNT, A.; CRABTREE, K.; DALLWITZ, M. J.; GIBBS, A.; WATSON, L. **Viruses of Tropical Plants-Descriptions and Lists from the VIDE Database**. Wallingford, UK; CAB International/ACIAR, 1990. p. 446-447.

CABI. **Tomato ringspot virus (ringspot of tomato).**

CONVERSE, R. H. Detection of tomato ringspot virus in red raspberry by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). **Plant disease Reporter**, v. 62, n. 3, p. 189-192, 1978.

DEFESA VEGETAL NET. **Tomato ringspot virus.** Disponível em: <<http://www.defesavegetal.net/tomrsv>>. Acesso: 28 out. 2017.

EPPO. **EPPO Data Sheets on Quarantine Pests.** France, Paris: EPPO, 2017. Disponível em: <https://www.eppo.int/QUARANTINE/data_sheets/virus/TORSV0_ds.pdf>. Acesso em: 12 out. 2017.

IMLE, E. P.; SAMSON, R. W. Studies on a ringspot type of virus of tomato. **Phytopathology**, v. 27, p. 132, 1937.

PRICE, W. C. Specificity of acquired immunity from tobacco ring-spot diseases. **Phytopathology**, v. 26, p. 665-675, 1936.

RYDÉN, K. *Pelargonium* ringspot - a virus disease caused by tomato ringspot virus in Sweden. **Phytopathologische Zeitschrift** **73**, 178-182, 1972.

SCARBOROUGH, B.A.; SMITH, S.H. Effects of tobacco and tomato ringspot viruses on the reproductive tissues of *Pelargonium x hortorum*. **Phytopathology**, v. 67, p. 292-297, 1977.

SMITH, K.M. **A textbook of plant virus diseases.** 3. ed. p. 541-544. London, UK: Longman, 1972. p. 541-544.

STACE-SMITH, R. Tomato ringspot virus. **CMI/AAB description of plant viruses** n°. 290. Association of Applied Biology, 1984. Wellesbourne, UK.

STOUFFER, R. F.; HICKEY, K.D.; WELSH, M.F. Apple union necrosis and decline. **Plant Disease Reporter**, v. 61, n. 1, p. 20-24, 1977.

UYEMOTO, J. K. A severe outbreak of virus-induced grapevine decline in cascade grapes in New York. **Plant Disease Reporter**, v. 59, p. 98-101, 1975.

YANG, I. L.; DENG, T. C.; CHEN, M. J. Sap transmissible viruses associated with grapevine yellow mottle disease in Taiwan. **Journal of Agricultural Research of China**, v. 35, p. 504-510, 1986.