

5 NEMATOIDES

José Mauro da C. e Castro
Wellington Antônio Moreira

INTRODUÇÃO

O primeiro relato de doenças causadas por nematoides em videira foi feito no início do século 20, no Estado da Flórida, nos Estados Unidos. Esses registros referiam-se, exclusivamente, ao nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.). Até meados dos anos 1950, poucos estudos sobre esses patógenos haviam sido publicados e, somente a partir de 1954, o declínio de videiras foi associado a diversas espécies de nematoides (Tabela 1), dentre as quais se destacam: *Meloidogyne* spp., *Xiphinema* spp., *Pratylenchus* spp., *Tylenchulus semipenetrans*, *Mesocriconema* spp., *Paratylenchus* spp., *Paratrichodorus* spp., *Trichodorus* spp. e *Longidorus* spp. Esses nematoides são parasitas de raízes e se encontram mundialmente disseminados em todas as regiões onde a videira é cultivada.

A dificuldade de detecção do ataque de nematoides em videira ocorre porque os sintomas causados em plantas infectadas por esses patógenos não são evidentes. Além das galhas incitadas por *Meloidogyne* spp., nas raízes, nenhum outro sintoma específico que possa auxiliar na diagnose dessas doenças ocorre nas plantas afetadas. Os nematoides atacam as raízes das plantas e algumas espécies são responsáveis pelo mau desenvolvimento do sistema radicular, entretanto, a associação entre a presença de sintomas e o envolvimento desses parasitas ainda é complexa.

Em videira, estima-se que as perdas médias anuais, por causa do ataque de nematoides, estejam em torno de 12,5%

(SASSER, 1989). Entretanto, no Brasil, esse tipo de informação ainda não está disponível. Nematoides, como *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Xiphinema* spp., *Longidorus* sp., *Tylenchulus semipenetrans*, *Rotylenchulus reniformis* e *Mesocriconema* spp., dentre outros (Tabela 1), são conhecidos como patógenos da videira no País, porém, em muitos casos, o relato desses patógenos está limitado apenas a sua detecção em amostras de solo analisadas.

Dessa forma, o desenvolvimento de pesquisas com o patossistema videira/nematoide se torna necessário, visando contribuir para o melhor entendimento da interação patógeno-hospedeiro e, também, visando gerar informações que possam dar suporte ao desenvolvimento de estratégias efetivas e econômicas de controle.

No Submédio do Vale do São Francisco, os nematoides causadores de galhas (*M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*) são aqueles mais frequentemente encontrados em associação com a videira, sendo pouco comum o registro de espécies pertencentes a outros gêneros de nematoides (Tabela 1).

NEMATOIDES-DAS-GALHAS *Meloidogyne* spp. Goeldi

O primeiro relato da ocorrência de nematoides causadores de galhas (*Meloidogyne* spp.) associados ao gênero *Vitis* foi feito na Flórida, em 1911. As espécies *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. hapla* são as mais importantes e se encontram

Tabela 1. Nematoides associados à rizosfera de videira (*Vitis* spp.) no Brasil⁽¹⁾.

Nome comum	Nome científico	Estado de ocorrência
Nematoide-das-galhas	<i>Meloidogyne</i> sp.	PE, MG, SP, PR
	<i>M. javanica</i>	PR, MG
	<i>M. incognita</i>	SP, MG
	<i>M. arenaria</i>	RS
	<i>M. hapla</i>	RS
Nematoide-das-lesões	<i>Pratylenchus</i> sp.	SP, RS
	<i>P. brachyurus</i>	MG
	<i>P. jordanensis</i>	SC, RS
	<i>P. thornei</i>	MG
	<i>P. zeae</i>	--
Nematoide-punhal (Dagger nematode)	<i>Xiphinema</i> sp.	SP, MG
	<i>X. americanum</i> (sin. <i>X. brevicolle</i>)	MG
	<i>X. brasiliense</i>	MG
	<i>X. index</i>	PR
	<i>X. krugi</i>	MG
Nematoide-agulha (Needle nematode)	<i>Longidorus</i> sp.	--
Nematoide-dos-cítrus	<i>Tylenchulus semipenetrans</i>	MG, SP, RS
Nematoide-reniforme	<i>Rotylenchulus reniformis</i>	MG
Nematoide-anelado	<i>Mesocriconema</i> sp.	SP
	<i>M. curvata</i>	MG
	<i>M. onoensis</i>	MG
	<i>M. palustris</i>	MG
	<i>M. sphaerocephalum</i>	MG
	<i>M. xenoplax</i>	MG
	<i>Hemicycliophora</i> sp.	RS
	<i>H. poranga</i>	MG
	<i>Discocriconemella degrissei</i>	MG
	<i>D. repleta</i>	MG
Nematoide-espiralado	<i>Helicotylenchus</i> sp.	MG, SP, RS
	<i>H. dihystra</i>	MG
	<i>Hoplolaimus galeatus</i>	RS
Nematoide-charuto	<i>Trichodorus</i> sp.	RS
Outros nematoides	<i>Aphelenchoides</i> sp.	RS
	<i>Aphelenchoides coffeae</i>	--
	<i>Aphelenchus</i> sp.	RS
	<i>Aphelenchus avenae</i>	MG, PE
	<i>Aorolaimus</i> sp. (sin. <i>Peltamigratus</i> sp.)	MG
	<i>Ditylenchus</i> sp.	RS
	<i>Tylenchus</i> sp.	RS
	<i>T. devainei</i>	RS

⁽¹⁾ Sem informação sobre o local de ocorrência.

Fonte: adaptado de Lordello e Lordello (2003) e Naves (2005).

amplamente distribuídas na maioria das regiões cultivadas com videira. A espécie *M. hapla* foi registrada, inicialmente, nos estados de Washington e Michigan, nos Estados Unidos.

No Brasil, foi detectada em videira na região da Serra Gaúcha, no Estado do Rio Grande do Sul (NAVES et al., 2005). Em condições experimentais, a cultivar Niágara Rosada foi considerada boa hospedeira de *M. ethiopica*, isolado de kiwi e

soja, entretanto, o porta-enxerto cv. Ruprestis du Lot foi imune a essa espécie de nematoide (CARNEIRO et al., 2003).

Sintomatologia e epidemiologia

Os nematoides-das-galhas, assim como outras espécies patogênicas à videira, não causam sintomas específicos

na parte aérea das plantas. Baixa produtividade, subdesenvolvimento da copa, amarelecimento da folhagem e alta sensibilidade ao estresse são sintomas que podem ser desencadeados pela infecção da planta por esses patógenos. Porém, são frequentemente confundidos com sintomas ocasionados por estresse hídrico ou deficiência nutricional. Esses patógenos provocam, ainda, redução do vigor e declínio das plantas mais suscetíveis ao estresse, interferindo na absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, afetando a produção.

O sintoma característico causado por esses nematoides é a formação de pequenos engrossamentos ou galhas em raízes novas, mas pode haver o surgimento de galhas maiores no caso da ocorrência de infecções múltiplas (Figuras 1a e 1b). Quando essas estruturas são seccionadas e examinadas sob lupa, verifica-se, frequentemente, a presença de corpos brancos de fêmeas maduras nessas galhas. Juvenis de segundo estágio e machos podem ser visualizados apenas em exame ao microscópio, após serem extraídos de solo infestado. Normalmente, o sistema radicular de plantas atacadas por esses patógenos apresenta redução no desenvolvimento, além de morte de raízes.

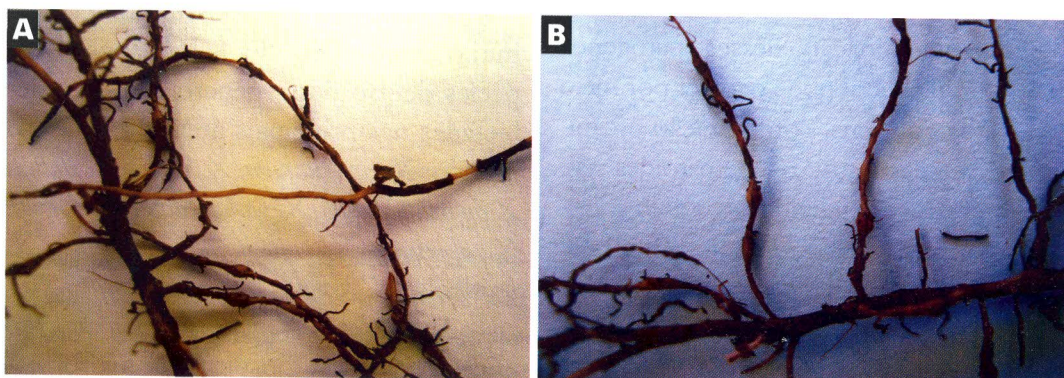
E embora a presença de galhas nas raízes das plantas seja o sintoma mais característico induzido por espécies do gênero *Meloidogyne*, *M. nataliei* provocou apenas rachaduras ou fendas e enfraque-

cimento do sistema radicular de videiras, sem incitar a formação de galhas, no Estado americano de Michigan.

Ciclo de vida e disseminação

O ciclo de vida e disseminação de *Meloidogyne* spp. em videira é semelhante àquele que ocorre em outras plantas hospedeiras desses nematoides. A fêmea deposita os ovos numa substância gelatinosa que pode conter cerca de 2 mil ovos. Os juvenis têm corpo alongado, sofrem ecdise ainda dentro do ovo e emergem no segundo estágio juvenil ou estágio migratório, também chamado juvenil pré-parasita. Esses estabelecem sítios de alimentação nas raízes da planta, penetrando no córtex da raiz, onde completam seu ciclo de vida como endoparasitas sedentários. A resposta da planta ao processo de alimentação desses nematoides é a produção de células gigantes multinucleadas.

Devido à alimentação no interior da raiz, o patógeno inicia, também, sua diferenciação sexual. Aqueles que se diferenciam em fêmeas sofrem três ecdises adicionais antes de se tornarem adultos, quando adquirem forma de pera. O ciclo de vida dos machos até o terceiro estágio é semelhante àquele das fêmeas. No estágio juvenil, os indivíduos que irão se diferenciar em machos adquirem forma alongada e delgada, permanecendo assim durante o quarto estágio e também na forma adulta (Figura 2) (AGRIOS, 2005).



Fotos: José Mauro da Cunha e Castro

Figura 1. Galhas causadas por *Meloidogyne* spp. em raízes de videira (A, B).

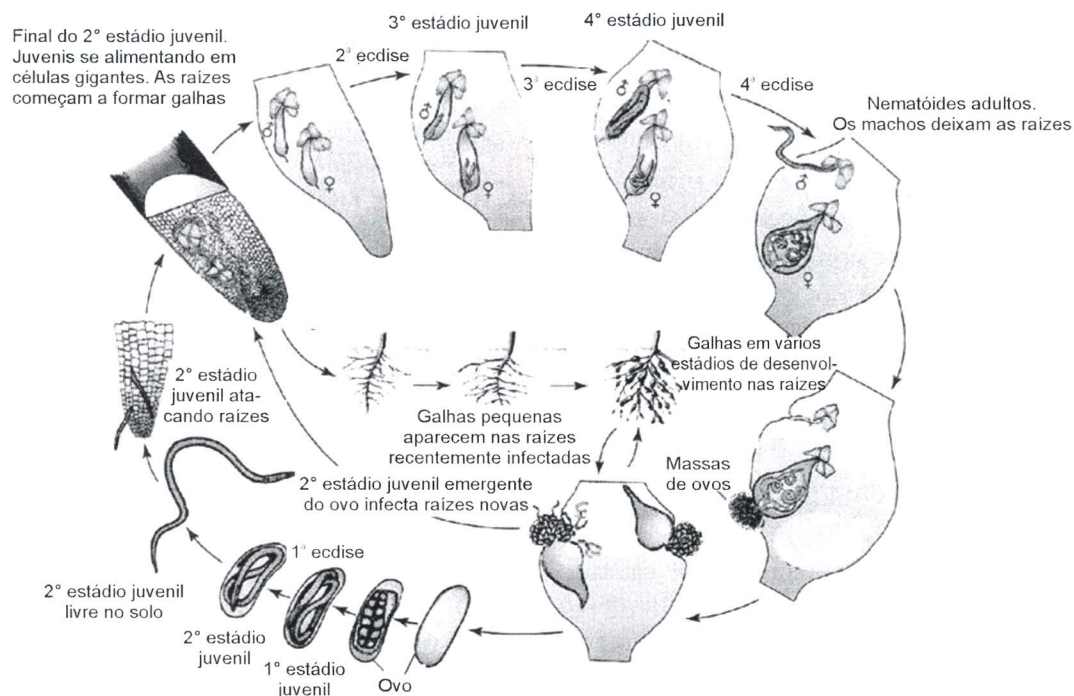


Figura 2. Ciclo de vida do nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.).

Fonte: adaptado de Agrios (2005).

Na maioria das espécies de *Meloidogyne*, a reprodução é partenogenética. Dessa maneira, os machos são raros ou mesmo ausentes na população. O ciclo de vida desses nematoides nas plantas, que compreende desde a penetração do segundo estágio juvenil até a diferenciação da fêmea com a produção de ovos, depende de fatores externos, principalmente do hospedeiro e da temperatura. Em videira, torna-se completo em aproximadamente 25 dias, a 27 °C, podendo ocorrer a produção de várias gerações durante o ano. Entretanto, em temperaturas mais baixas, esse período é maior.

A disseminação desses patógenos dentro do parreiral pode ocorrer por meio dos tratos culturais, como aração e capinas e, nesses casos, os nematoides são transportados em partículas de solo aderidas aos implementos agrícolas. Também podem ser disseminados pela água de irrigação ou enxurradas. A longas distâncias, como entre regiões ou países, a disseminação ocorre em mudas contaminadas.

NEMATÓIDES DO GÊNERO XIPHINEMA

Dagger nematode

Os gêneros *Xiphinema*, *Longidorus*, *Trichodorus* e *Paratrichodorus* pertencem à família Dorylaimidae.

As espécies do gênero *Xiphinema* são os principais membros dessa família, pelos danos diretos e indiretos que causam em videiras, como patógenos e como vetores de vírus na cultura, respectivamente. Esses nematoides são denominados *Dagger nematodes* por possuírem estilete muito longo e delgado. Pelo menos 12 espécies dentro desse gênero já foram detectadas nas principais áreas vitícolas do mundo: *X. americanum*, *X. index*, *X. italiae*, *X. diversicaudatum*, *X. pachtaicum*, *X. brevicolle*, *X. algeriense*, *X. vuittenezi*, *X. turcicum*, *X. brasiliense*, *X. krugi* e *X. mediterraneum*.

As espécies *X. index* e *X. italiae* são eficientes vetoras do vírus da malformação-infecciosa da videira (*Grapevine fanleaf*

virus – GFLV). Essa é uma das viroses mais importantes da cultura em todo o mundo, entretanto, a sua incidência em áreas produtoras das regiões Sul e Sudeste do Brasil tem sido significativamente baixa. A infestação de parreirais com nematoides virulíferos produz, invariavelmente, efeito devastador nas plantas, o que resulta na redução da produtividade, declínio de videiras, aumento nos custos de produção, inviabilizando a manutenção econômica do parreiral.

A espécie *X. index* é a mais estudada por causa dos prejuízos que pode causar à videira. O primeiro relato da sua patogenicidade na cultura foi feito em 1955, nos Estados Unidos. Apesar de *X. americanum* também apresentar ampla distribuição em videira, pouco se conhece sobre sua atuação como patógeno na cultura. As outras espécies de *Xiphinema* têm sido pouco estudadas até o momento e, em muitos casos, são detectadas apenas em amostras de solo.

A ocorrência de *X. index* é comum na maioria dos parreirais da região do Mediterrâneo. Na Europa, essa espécie foi detectada na Alemanha, Hungria, Suíça, Grécia e Itália. Na África, há relatos de sua ocorrência na Tunísia e Argélia. No continente asiático, ocorre em parreirais do Irã e Turquia, e nas Américas, nos Estados Unidos, Argentina e Chile (LORDELLO; LORDELLO, 2003). Também foi constatada no Brasil, em videiras do Estado do Paraná. A espécie *X. americanum* também ocorre no País. Quanto a *X. brasiliense* e *X. kerugi*, apesar de terem sido identificadas em parreirais brasileiros, não há informações de que sejam transmissoras de vírus.

Sintomatologia e epidemiologia

Espécies de *Xiphinema* não causam sintomas específicos na parte aérea das videiras, mas afetam o desenvolvimento das plantas, resultando em enfezamento, nanismo e deficiência nutricional. Videiras infectadas exibem grande volume de raízes

necrosadas e o sistema radicular assume aspecto de vassoura-de-bruxa, devido à abundância de raízes laterais. Essas são mais curtas e grossas, em decorrência do estabelecimento dos sítios de alimentação pelos nematoides, o que ocasiona interrupção no desenvolvimento dessas raízes. A proliferação de células devido à hiperplasia e o aumento do tamanho das células devido à hipertrofia ocasionam, frequentemente, curvatura da raiz, acompanhada por leve engrossamento. Ataques prolongados e múltiplos desses nematoides podem resultar no surgimento de manchas necróticas ao longo da extremidade da raiz.

Ciclo de vida e disseminação

Dentre os nematoides parasitas de plantas, aqueles que pertencem ao gênero *Xiphinema* estão entre os que apresentam maior tamanho. A fêmea adulta pode chegar a 5 mm de comprimento. Na maioria das espécies, os machos são raros e não participam da reprodução, que é partenogênica. Dependendo das condições climáticas, a fêmea pode produzir de 1 a 100 ovos. De forma geral, os juvenis passam por quatro estádios de desenvolvimento antes de se tornarem adultos, com a primeira troca de cutícula ocorrendo fora do ovo, diferentemente do que é observado no gênero *Meloidogyne*. Essas fases podem levar vários meses para se completar, dependendo do local e época do ano. Em algumas espécies de *Xiphinema*, ocorrem apenas três ecdises ou três estádios juvenis, como, por exemplo, em *X. franci*. A duração do ciclo de vida desses nematoides pode variar de mensal a anual, dependendo do hospedeiro, região geográfica em que se encontram, variação de temperatura e textura do solo. A duração do ciclo de vida completo desses nematoides, de ovo a adulto, é de 22 a 27 dias, a 24 °C, na Califórnia (COHN, 1969). Entretanto, ainda segundo esse autor, em Israel, o período para completar uma geração pode

variar de 7 a 9 meses, a temperaturas de 20 °C a 23 °C, ou de 3 a 5 meses, a 28 °C.

A disseminação de espécies de *Xiphinema* a curtas distâncias pode ocorrer por meio de máquinas, implementos agrícolas, ferramentas contaminadas e água de irrigação, principalmente no sistema de sulcos corrugados (sinuosos). A longas distâncias, a disseminação ocorre em mudas infestadas.

Esses nematoides são ectoparasitas que, geralmente, atacam as radículas da videira, podendo, ocasionalmente, provocar deformação dessas radículas e até a formação de pequenas galhas quando a população é elevada. Durante o processo de alimentação em plantas doentes, o nematoide adquire o vírus podendo retê-lo por um período de até 120 dias, na ausência de plantas hospedeiras. Os vírus podem persistir por vários meses em nematoides adultos e, por períodos ainda maiores, em porções de raízes das plantas que atuam como reservatórios do nematoide. Além da videira, o *X. index* pode multiplicar-se, também, em outras espécies de plantas como figueira, jasmim, álamo e cajueiro, entre outras.

NEMATOIDES DO GÊNERO LONGIDORUS

Needle nematodes

Esses nematoides são muito longos e delgados semelhantes a uma agulha e, por isso, foram denominados *Needle nematodes*. Pelo menos sete espécies de *Longidorus* foram detectadas em parreirais: *L. attenuatus*, *L. elongatus*, *L. sylphus*, *L. diadecturus*, *L. iranicus*, *L. macrosoma* e *L. protae* (RASKI, 1994). Dentre os sintomas causados por *Longidorus* spp. na cultura, citam-se necrose e malformação de raízes.

No Brasil, espécies pertencentes a esse gênero já foram detectadas em associação com raízes de videira. Essa informação – assim como o papel desses nematoides como vetores de vírus na cultura – alerta

para a importância da realização da quarentena do material propagativo importado, assim como também, para a necessidade da realização de levantamentos das espécies de longidorídeos em parreirais brasileiros. Altas infestações desses nematoides no parreiral podem resultar na redução do vigor e declínio gradual das plantas, além de queda na produtividade, entre outros prejuízos.

Embora menos importantes que as espécies de *Xiphinema*, *Longidorus* spp. são vetores de vírus do gênero *Nepovirus* em diversas espécies de plantas, incluindo a videira.

OUTROS NEMATOIDES ASSOCIADOS À VIDEIRA

Espécies do gênero *Pratylenchus* (nematoides-das-lesões) penetram no sistema radicular da planta, onde se alimentam e provocam lesões escuras, vivendo como endoparasitas migratórios. Várias espécies de *Pratylenchus* têm sido identificadas em associação com raízes de videira em parreirais de várias regiões em todo o mundo. A espécie *P. vulnus* é a mais disseminada e destrutiva; foi registrada na Califórnia e Austrália. *P. pratensis* foi relatada na antiga União Soviética. No Brasil, *P. jordanensis*, *P. thornei*, *P. brachyurus* e *P. zaeae* são as espécies mais comuns, com registro em parreirais dos estados de Minas Gerais e Rio Grande do Sul. *P. brachyurus* e *P. zaeae* possuem ampla gama de hospedeiros no Brasil, e *P. thornei* e *P. jordanensis*, ocorrem apenas em pessegueiro e macieira, respectivamente, além da videira. *P. brachyurus* já foi detectada em parreirais do Submédio do Vale do São Francisco. Entretanto, pesquisas adicionais são necessárias para se determinar a importância dessa espécie para videira na região. As práticas empregadas para o controle desses nematoides são as mesmas recomendadas para o manejo dos nematoides-das-galhas.

O nematoide-dos-cítrus, *Tylenchulus semipenetrans*, pode reduzir o vigor e afetar a resistência da planta em condições de estresse. Esse nematoide vem sendo detectado em pomares situados nas proximidades de pomares de cítrus nos Estados Unidos e na Austrália.

No Brasil, já foi constatado em videiras dos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul. Não são observados sintomas característicos nas raízes das plantas atacadas por esse nematoide, mas apenas encurvamentos e necrose no sistema radicular (NAVES, 2005). Plantas da cultivar Niágara Rosa da apresentam enfezamento, morte de brotações, redução da floração e, conseqüentemente, da produção, quando infestadas por *T. semipenetrans*, na região de Jundiaí, no Estado de São Paulo (NAVES, 2005). A introdução ou disseminação desse nematoide em áreas cultivadas com videiras ainda não infestadas deve ser evitada, considerando a sua restrita gama de hospedeiros.

Outros nematoides citados na literatura, associados à videira são: *Mesocriconema* spp., *Paratylenchus* spp., *Rotylenchulus reniformis*, *Helicotylenchus* spp., *Hoplolaimus* spp., *Rotylenchus* spp., *Tylenchorhynchus* spp. e *Paratrichodorus christiei*, além daqueles citados na Tabela 1. Nematoides de alguns desses gêneros já foram detectados em amostras de solo coletadas no Submédio do Vale do São Francisco, porém, informações acerca de sua importância econômica na cultura ainda não são conhecidas.

Dessa maneira, há necessidade da condução de pesquisas com esses patógenos em videira, visando determinar a sua importância na região, e assim dar suporte ao estabelecimento das medidas de controle a serem adotadas no seu manejo. Esses são nematoides portadores de estilete que podem fazer parte de um complexo patológico, e atuar, também, como vetores de vírus na cultura.

CONTROLE

Nenhum método, quando empregado isoladamente, é efetivo no controle de nematoides. Dessa maneira, o manejo integrado com o emprego de várias estratégias constitui a forma mais eficaz ao controle desses patógenos. A seleção dos métodos a serem empregados depende, sobretudo, dos seus custos, que devem ser menores que os benefícios resultantes.

Os métodos descritos a seguir podem propiciar a manutenção da população de nematoides no solo em níveis de convivência econômica, quando adotados de forma combinada.

Exclusão

Em decorrência da fácil disseminação de nematoides em uma área cultivada e da sua erradicação ser praticamente impossível, torna-se fundamental a adoção de medidas preventivas, visando impedir a entrada desses patógenos em áreas ainda não infestadas.

A infestação do solo por nematoides é, de forma geral, quase sempre permanente. Entretanto, esses patógenos não se encontram homogênea e distribuídos no solo. Dessa forma, os produtores devem requerer análise de solo visando identificar as áreas infestadas e assim, tomar precauções para a manutenção das áreas ainda livres desses patógenos.

A introdução e a disseminação de pragas e doenças em muitos países podem ser evitadas por meio de leis regulatórias ou quarentenárias. Considerando que a maneira mais comum para disseminação de nematoides é por meio da utilização de mudas infestadas, recomenda-se a aquisição e o plantio de mudas certificadas, ou seja, livres de nematoides.

Práticas culturais

O emprego de práticas culturais, isoladamente, pode não ser suficiente para proporcionar um controle econômico de nematoides devido ao fato da utilização do sistema recomendado poder interferir nas práticas culturais normalmente adotadas pelo agricultor, ou da rotação de culturas levar o agricultor a selecionar aquelas de baixo retorno econômico ou sem interesse comercial. Além disso, o plantio de determinadas culturas visando minimizar os prejuízos causados por espécies de nematoides presentes no solo pode aumentar a população de outras espécies de nematoides na área, que podem ser, também, prejudiciais à cultura empregada na rotação.

Dentre os métodos culturais mais utilizados em áreas infestadas por nematoides destacam-se alqueive, destruição de plantas doentes, rotação de culturas, emprego de culturas armadilhas e antagonicas, correto manejo da matéria orgânica, adubação e práticas culturais. Esses métodos serão descritos a seguir.

Alqueive

Consiste na manutenção da área totalmente livre de qualquer tipo de vegetação, por meio de arações, gradagens ou emprego de herbicidas. O alqueive apresenta duplo efeito de controle, pois elimina a fonte de alimento dos nematoides, expondo esses patógenos à ação do sol e do vento e, conseqüentemente, ocasionando sua morte por desidratação. Deve ser utilizada antes da instalação do parreiral.

Destruição das plantas doentes

Essa medida é aplicada quando plantas infestadas continuam vegetando e suas raízes se mantêm vivas, propiciando a continuidade da reprodução dos nema-

toides presentes na área. Nesses casos, é aconselhável o arranquio e queima de todas as raízes da planta. Entretanto, algumas precauções devem ser tomadas para evitar a disseminação dos nematoides dentro da área de plantio durante o processo de remoção do material, o que afetaria as plantas sadias.

Rotação de culturas

É de difícil aplicabilidade, considerando a capacidade polífaga de alguns nematoides, principalmente, dos nematoides-das-galhas. Todavia, quando possível e convenientemente planejada, a rotação de culturas pode ser eficiente no controle desses patógenos. Dessa forma, o conhecimento dos nematoides presentes no solo, assim como das espécies de plantas suscetíveis e resistentes ao seu ataque são informações importantes para o sucesso da utilização desse método, considerando-se que a rotação de culturas requer o plantio de espécies resistentes ou imunes aos nematoides presentes na área.

Vale destacar que, no caso da videira, essa prática só pode ser utilizada por ocasião da renovação do parreiral por se tratar de cultura perene.

Culturas armadilhas

Esse método é aplicado para os nematoides sedentários do gênero *Meloidogyne* e exige acompanhamento técnico para a determinação do momento exato da incorporação da cultura armadilha ao solo. Consiste no plantio de culturas altamente suscetíveis a determinada espécie de nematoide em solo comprovadamente infestado com o patógeno. As plantas devem ser incorporadas ao solo antes que os nematoides que estejam infestando a cultura possam atingir a maturidade.

A limitação da utilização dessa prática se deve à dificuldade de acompanha-

mento da população do nematoide no solo, o que é feito pela análise de amostras em laboratório. Em Michigan, nos Estados Unidos, o rabanete foi utilizado com êxito como cultura armadilha no controle de *M. hapla* em cenoura. Naquelas condições, *M. hapla* possui ciclo de vida superior a 42 dias e o rabanete pode ser colhido 22 dias após o plantio, com o sistema radicular altamente infestado por nematoides, mas nas massas de ovos ainda não houve tempo para a liberação de juvenis pré-parasitas.

Culturas antagônicas

São culturas que permitem a penetração das formas juvenis pré-parasitas em suas raízes, entretanto, os nematoides não conseguem completar seu ciclo de vida nesses tipos de plantas, permanecendo em estado juvenil. Tais culturas são vantajosas quando utilizadas em esquema de rotação, pois promovem a redução da população de nematoides no solo. Os exemplos mais comuns de plantas antagônicas são a mucuna (*Mucuna* spp.), a crota-lária (*Crotalaria* spp.) e o amendoim (*Arachis hypogaea*). Outras espécies como o cravo-de-defunto (*Tagetes patula*), *Crysanthemum* spp. e algumas cultivares de mamoneira (*Ricinus communis*) exercem antagonismo sobre nematoides pela excreção de substâncias tóxicas pelas raízes.

Os efeitos do cravo-de-defunto e do amendoim na redução da população de *M. incognita* são conhecidos. Juvenis pré-parasitas podem penetrar nas raízes dessas plantas, sem induzir a formação de células gigantes, que são fundamentais para a sua alimentação. Há relatos de que o plantio de cravo-de-defunto ou amendoim em canteiros infestados pode reduzir a população desse nematoide em até 97%, em apenas 4 meses, enquanto essa porcentagem foi de 70% quando se utilizou o amendoim.

As excreções radiculares eliminadas pelas raízes de determinadas espécies de plantas atuam sobre os nematoides com propriedades nematicidas. O exemplo mais conhecido foi o estudo do efeito do cultivo de cravo-de-defunto em solo infestado por nematoides dos gêneros *Pratylenchus* e *Tylenchorhynchus*. Após 3 a 4 meses de cultivo, a redução da população desses nematoides foi de até 90%, devido à presença de compostos como o α -tertienil, nas excreções radiculares dessas plantas. Outra espécie com efeito tóxico sobre nematoides é o aspargo, que após o engrossamento das raízes, produz um glicosídeo que possui efeito tóxico sobre determinadas espécies de nematoides.

Matéria orgânica

A ação de substâncias orgânicas resulta na redução da população de certos nematoides, com benefício sobre o desenvolvimento das plantas. A matéria orgânica adicionada ao solo propicia condições favoráveis à multiplicação de inimigos naturais, principalmente fungos, resultando na redução da população de nematoides. Além disso, alguns produtos, tais como os ácidos graxos voláteis resultantes da decomposição de substâncias orgânicas, como a torta de mamona, por exemplo, podem ser nocivos aos nematoides, promovendo o seu controle.

Adubação e práticas culturais

Os efeitos nocivos dos nematoides no parreiral podem, em alguns casos, ser reduzidos por meio da utilização de adubações equilibradas, irrigação adequada e proteção contra certas doenças. Dessa forma, plantas bem cuidadas normalmente suportam maiores populações de nematoides sem sofrer danos econômicos significativos. O desenvolvimento e a se-

verdade de doenças causadas por nematoides são mais pronunciados em plantas cultivadas em solos com deficiência de um ou mais nutrientes essenciais. Já a infestação por nematoides pode causar redução na concentração de um ou mais elementos nos tecidos foliares ou nas raízes.

A aração do solo para a exposição das raízes ao final da estação de cultivo, o manejo adequado da irrigação e a limpeza de equipamentos são práticas recomendadas, visando a redução da população desses patógenos no solo e também evitando que sejam transportados de áreas infestadas para áreas ainda isentas.

Variedades resistentes

Esse é o método mais eficiente e econômico para o controle de nematoides. Entretanto, em muitas espécies vegetais, as limitações associadas a sua utilização residem na escassez de material genético que contenha genes de resistência a esses patógenos. Em videira, por causa do ataque de nematoides e da filoxera, pesquisas têm sido intensificadas, nos últimos anos, para a identificação de fontes de resistência em porta-enxertos, principalmente visan-

do ao controle dos nematoides-das-galhas. Dessa maneira, os porta-enxertos Dog Ridge e Salt Creek – também conhecidos como Ramsey – possuem alta resistência, quase imunidade, a esses nematoides. Ambos apresentam excelente vigor em diversos tipos de solo. Entretanto, são suscetíveis ao *X. index* que, além de ser patogênico à cultura, é vetor do vírus da malformação-infecciosa da videira. Os porta-enxertos Freedom e Harmony são resistentes, mas não imunes, aos nematoides-das-galhas.

No Brasil, o cultivo de uva de mesa nas condições de clima subtropical e tropical está baseado na utilização de porta-enxertos desenvolvidos, em sua maioria, pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), São Paulo (Tabela 2). Em geral, esses porta-enxertos são considerados de elevada resistência às principais pragas de solo.

Dessa maneira, o porta-enxerto Tropical (IAC 313) é considerado bastante vigoroso e perfeitamente adaptado às condições edafoclimáticas das regiões tropicais e subtropicais do Brasil. É de fácil enraizamento, apresentando bom comportamento em áreas infestadas por nematoides. Entretanto, nematoides já foram detectados em plantas desse porta-enxerto

Tabela 2. Reação dos porta-enxertos de videira (*Vitis* sp.), mais utilizados no Brasil em uva de mesa, aos nematoides *Meloidogyne* spp., *Xiphinema index*, *Tylenchulus semipenetrans* e *Pratylenchus* spp.

Porta-enxerto	Meloidogyne spp.			Xiphinema index	Tylenchulus semipenetrans	Pratylenchus spp.
	<i>M. javanica</i>	<i>M. incognita</i>	<i>M. arenaria</i>			
Harmony	Resistente	Resistente	Suscetível	Suscetível	-	Resistente
Salt Creek	Resistente	Resistente	Resistente	Suscetível	Resistente	-
SO4	Resistente	Resistente	Resistente	Suscetível	Resistente	Resistente
Paulsen 1103	Resistente	Resistente	-	Suscetível	-	Resistente
Couderc 1613	Resistente	Resistente	Resistente	-	-	-
IAC 313	Modera-damente resistente	-	-	-	-	-
IAC 572	-	-	-	-	-	-
IAC 766	-	-	-	-	-	-

- : informação não disponível.

Fonte: Campos et al. (2003), Choudhury e Soares (1993) e Lordello e Lordello (2003).

pelo Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Semiárido, em Pernambuco, o que é preocupante, considerando a ampla utilização desse porta-enxerto no Submédio do Vale do São Francisco. Resultados obtidos em ensaios conduzidos em casa de vegetação indicaram que Harmony e Salt Creek apresentaram resistência de moderada a alta após inoculação com *M. javanica* (CHOUDHURY; SOARES, 1993).

No cultivo da videira no Submédio do Vale do São Francisco, as cultivares de porta-enxertos IAC 313, IAC 766 e, principalmente, IAC 572, têm sido os mais utilizados na produção de uvas de mesa com sementes. Entretanto, no caso de uvas apirênicas, os porta-enxertos SO4, Paulsen 1103, Couderc 1613 e Harmony são os predominantes na região. As cultivares SO4 e Couderc 1613 são consideradas resistentes a *M. javanica*, *M. incognita* e *M. arenaria*; já Paulsen 1103 e Harmony são resistentes a *M. javanica* e *M. incognita*, entretanto, são suscetíveis a *M. arenaria*. A resistência a nematoides como *Tylenchulus semipenetrans* e *Pratylenchus* spp. pode ser encontrada no porta-enxerto SO4.

Atualmente, no Submédio do Vale do São Francisco, um dos principais problemas fitossanitários da fruticultura irrigada está relacionado ao *Meloidogyne enterolobii* (sin. *M. mayaguensis*) em goiabeira. Entretanto, até o momento, não há informações da caracterização dessas cultivares de porta-enxerto quanto à resistência a esse nematoide, o que constitui importante demanda de pesquisa para a região.

Controle biológico

A pressão da sociedade quanto à busca por produtos ou técnicas ecologicamente mais seguras em substituição à utilização de agrotóxicos na agricultura tem impulsionado a pesquisa no desenvolvimento de métodos alternativos para o controle dos nematoides. Vários trabalhos têm indicado a eficiência de micror-

ganismos, tais como bactérias e fungos, no controle desses patógenos.

A maioria das espécies de fungos associados à captura de nematoides pertence à classe dos Deuteromicetos. Atualmente, denominados fungos mitospóricos. A causa da morte de nematoides em decorrência do parasitismo por esses fungos não está completamente esclarecida, podendo ser resultante da ocorrência de injúrias mecânicas ou ainda de toxinas liberadas pelos fungos. Uma das espécies de fungos mais estudadas no controle de nematoides é o *Paecilomyces lilacinus*. Entretanto, apesar dos excelentes resultados obtidos em condições *in vitro*, ensaios conduzidos em campo têm indicado baixa eficiência da atuação desse fungo no controle de nematoides.

Entre as bactérias, são citadas como agentes controladores de nematoides espécies de *Bacillus* e *Pasteuria penetrans*. Apesar dos escassos resultados de pesquisa obtidos em campo, *P. penetrans* tem sido considerada como agente promissor a ser utilizado no controle de nematoides pertencentes a vários gêneros. Esse potencial é atribuído a sua habilidade em controlar nematoides em diversas culturas, resistência dos endósporos à dessecação, compatibilidade com vários pesticidas e fertilizantes, assim como também com práticas culturais e outros microrganismos utilizados no controle biológico. Essa bactéria não produz substâncias tóxicas ao homem, plantas ou animais. Além disso, nenhum inimigo natural dessa bactéria é conhecido. O parasitismo obrigatório de *P. penetrans* em nematoides e, conseqüentemente, a impossibilidade, até o momento, do cultivo da bactéria em meios de cultura artificiais, limitam a produção massal e a sua utilização em campo.

Controle químico

Os nematicidas são utilizados, principalmente, visando uma resposta rápida

para redução da população de nematoides abaixo do nível de dano econômico. A seguir, são feitas algumas considerações a respeito das características a serem observadas na escolha de um nematicida.

Para ser considerado um bom nematicida, o produto deve propiciar a diminuição da população de nematoides no solo para níveis que não causem reduções significativas na produção; propiciar bom vigor da planta e aumento na qualidade do produto colhido; tornar a planta mais resistente a outras doenças associadas aos nematoides e melhorar a absorção de água e nutrientes do solo, por favorecer a formação de um sistema radicular mais sadio e vigoroso.

Os nematicidas devem ser tóxicos somente aos nematoides, além de não deixar resíduos em frutos, plantas ou solo, não causar impacto nocivo ao ambiente, ser de fácil aplicação, de uso seguro e apresentar custo/benefício favorável. Entretanto, um produto que seja capaz de reunir todas essas características ainda não está disponível no mercado.

Os principais fatores que influenciam na escolha do nematicida são: suscetibilidade da espécie de planta cultivada ao nematoide presente na área, eficiência de controle do nematicida, valor comercial da cultura, toxicidade do nematicida às plantas, época e método de aplicação e disponibilidade de equipamento para aplicação.

Com referência ao modo de ação, os nematicidas podem ser fumigantes e não fumigantes. Aqueles não fumigantes são produtos de contato, sistêmicos ou am-

bos. Os fumigantes apresentam, como desvantagens, elevado custo do produto e do equipamento de aplicação, além do próprio processo de aplicação, o que dificulta a sua utilização.

Os nematicidas não fumigantes são solúveis em água, difundidos no solo por percolação e absorvidos pelos nematoides através da cutícula. Os mais modernos são sistêmicos e absorvidos pelas radículas das plantas ou via foliar. Outros produtos, como o Aldicarbe, por exemplo, possuem ação sistêmica e de contato, e até nematostática (inibição da atividade da acetilcolinesterase), provocando efeitos indiretos nos nematoides, como inibição da eclosão dos juvenis, diminuição do movimento de juvenis no solo e interferência na evolução do ciclo biológico desses patógenos. O sucesso na utilização desses produtos depende de uma série de fatores, dentre os quais, modo de aplicação e uso de equipamentos adequados.

O controle químico de nematoides vetores de viroses somente é eficiente pela fumigação do solo antes do plantio. A aplicação de produtos sistêmicos em plena vegetação das plantas pode não apresentar bons resultados, considerando que o nematoide somente pode ser atingido pelo produto ao se alimentar da seiva da planta e, conseqüentemente, durante esse processo, ocorre a inoculação do vírus antes da morte do nematoide.

Vale ressaltar que não há produtos nematicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para uso em videiras no Brasil.