



Crédito: Scot Nelson

NEMATOIDE-DAS-GALHAS

O nematoide-das-galhas, *Meloidogyne incognita*, pertence ao grupo de fitonematoides tidos como os mais importantes em todo o mundo em razão de sua ampla distribuição geográfica, numerosa gama de hospedeiros e por causar grandes danos às culturas.

O prejuízo de seu parasitismo decorre de sua ação sobre o sistema radicular que, por sua vez, altera a absorção de nutrientes, prejudicando a fisiologia e a nutrição da planta, além de predispor a planta a doenças e a estresses ambientais.

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

O *Meloidogyne incognita* é considerado uma espécie cosmopolita, comumente encontrada em regiões tropicais e temperadas. No Brasil, sua ocorrência predomina em áreas cultivadas anteriormente com café ou algodão, ou seja, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Bahia.

CARACTERÍSTICAS

Os nematoides-das-galhas são organismos tipicamente vermiformes, pseudocelomados, não segmentados, de simetria bilateral, ovíparos, dioicos, com sistema digestivo e reprodutivo completo. Não possuem esqueleto, e sua pele ou cutícula age contra a pressão de turgor interno para manter a forma do corpo e auxiliar na locomoção. Possuem um estilete para injetar secreções e ingerir nutrientes a partir das células hospedeiras da planta. As fêmeas são esbranquiçadas, brilhantes, globosas e o tamanho pode variar de 0,5 mm a mais de 2 mm. São incapazes de se locomover, vivendo como parasitas.

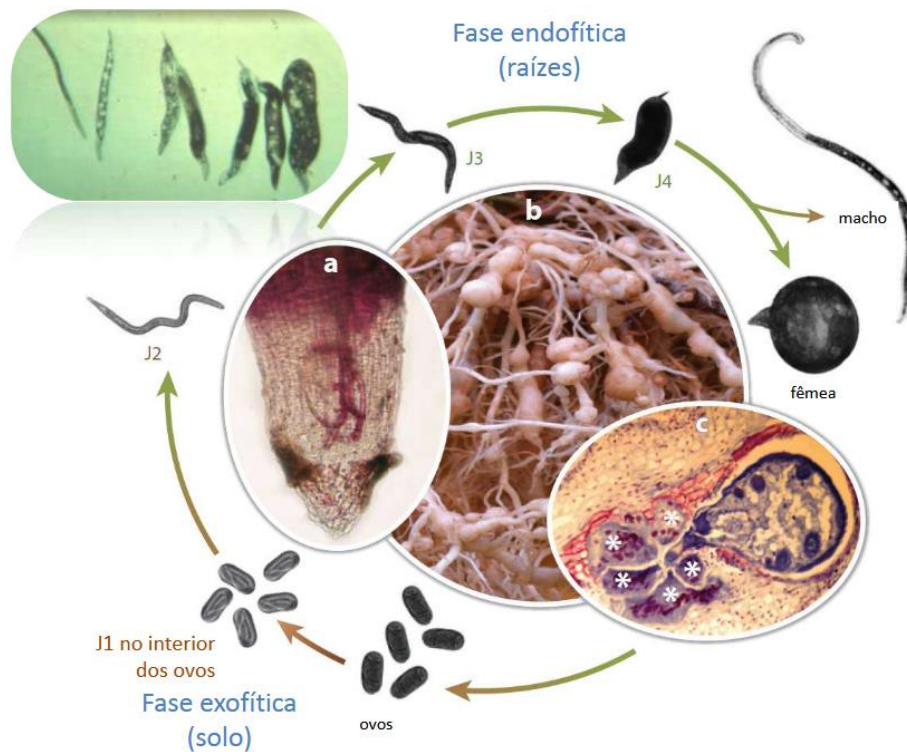
Os machos têm corpos tubulares, alongados, de diâmetro praticamente constante ao longo do comprimento, afinando-se de maneira gradual nas extremidades. A forma roliça e

alongada do corpo é adequada ao movimento serpentiforme de locomoção, por ondulação transversal. Geralmente o comprimento do corpo é de 500 µm por 15 µm de largura.

CICLO REPRODUTIVO

O ciclo de vida do nematoide-das-galhas é formado por quatro estádios juvenis antes de se tornar adulto, e tem início com o ovo depositado pela fêmea. A primeira ecdise, ou troca de cutícula, ocorre no interior do ovo (J1). Em seguida o juvenil de 2º estágio (J2) eclode do ovo e migra em direção a uma raiz, atraído pelos exsudatos radiculares da planta hospedeira. A penetração geralmente ocorre na região adjacente à coifa da raiz (a). Segue em movimento migratório intracelular dentro do córtex até atingir a região do parênquima vascular, onde estabelece o seu sítio de alimentação. Neste momento torna-se um endoparasito sedentário. Secreções produzidas pelas glândulas esofagianas do nematoide estimulam a formação de várias células gigantes nas raízes parasitadas, que fornecem nutrientes para o seu desenvolvimento (b). Durante esse processo, o nematoide aumenta rapidamente de tamanho e passa por novas ecdises, com a formação dos 3º e 4º estádios juvenis (J3 e J4) e, finalmente, dos adultos (fêmea ou macho). Na última ecdise, o macho se apresenta com formato longo e filiforme; já a fêmea, no início, mantém o mesmo formato do último estágio juvenil, mas aumenta quando madura e torna-se piriforme. Quando há boas condições para o desenvolvimento do nematoide, na maioria das vezes ocorre o desenvolvimento de fêmeas. Durante esse desenvolvimento pós-embrionário, o sistema reprodutivo desenvolve-se e crescem as gônadas. No entanto, em condições adversas, como elevada população de nematoides na raiz ou resistência da planta hospedeira, os juvenis que originariam fêmeas tornam-se machos, pois seu primórdio sexual se desenvolve em testículos em vez de ovários. Esse fenômeno é conhecido por reversão sexual, um dos mecanismos de sobrevivência desses nematoides, pois menos ovos serão produzidos e o parasitismo sobre a planta infectada será mais brando, garantindo a sobrevivência das poucas fêmeas formadas. Os machos não parasitam as plantas, apresentam vida efêmera e logo abandonam a hospedeira; já as fêmeas permanecem na galha. Não há acasalamento nas espécies partenogênicas, permanecendo os machos no solo até a morte. A deposição de ovos pela fêmea completa o ciclo de vida do nematoide (c). Em média, são depositados de 500 a 700 ovos. Os ovos são depositados em uma massa gelatinosa, transparente, que os mantém agregados.

A duração do ciclo é fortemente afetada pela temperatura, umidade e planta hospedeira. O ciclo se completa, em média, em 25 dias, em temperaturas próximas de 28 °C.



Crédito: Philippe Castagnone-Sereno

Ciclo biológico do nematoide-das-galhas.

DANOS

O nematoide-das-galhas parasita as raízes da cana-de-açúcar e de outras culturas econômicas, como soja, algodão, milho, café, feijão, além de plantas forrageiras, hortaliças, frutíferas, reduzindo drasticamente o crescimento das plantas e a sustentabilidade da produção. As deformações radiculares, conhecidas como galhas, resultam da hipertrofia das células afetadas pela “saliva” produzida pelas glândulas esofagianas das larvas infestantes. Outros sintomas no sistema radicular são: descolamento do córtex, paralisação do crescimento da ponta da raiz e rachaduras.

No campo observa-se clorose, murcha das plantas durante a parte mais quente do dia, declínio vagaroso, queda prematura das folhas, queda na produção, sintomas de deficiências de minerais. Dependendo das condições climáticas locais, a planta estressada pode definhar.

No Brasil, as perdas de produtividade da cana-de-açúcar giram ao redor de 40%. Em casos de variedades muito suscetíveis, as perdas podem chegar a 50% da produtividade somente na cana planta. Deve-se, entretanto, somar a esse dano aqueles ocorrentes nas socas subsequentes que, embora menores, também são significativos, podendo atingir valores entre 10 e 20 toneladas por hectare por corte, o que reduz drasticamente a longevidade das soqueiras.

Nas lavouras de soja atacadas por nematoide-de-galhas as folhas podem apresentar manchas cloróticas ou necroses entre as nervuras, caracterizando a folha “carijó”. Pode não ocorrer redução no tamanho das plantas, mas, por ocasião do florescimento, nota-se intenso abortamento de vagens e amadurecimento prematuro das plantas.



Crédito: Nathan Kleczewski

Sistema radicular da soja infestada por nematoide-das-galhas.

CONTROLE E MANEJO

A prevenção da entrada do nematoide-das-galhas em áreas não infestadas e a prevenção da sua disseminação são as principais medidas de controle. A limpeza de maquinários e de implementos agrícolas e a utilização de mudas saudáveis, substrato estéril e água de irrigação de qualidade são medidas que diminuem a disseminação do nematoide.

De modo geral, o seu controle é difícil e geralmente o produtor precisa conviver com o patógeno por meio do manejo dos níveis populacionais no solo.

Muitas técnicas são recomendadas para o manejo do nematoide, no entanto, na prática, a eficiência é maior quando empregadas de maneira integrada. São elas:

- **Utilização de cultivares resistentes:** a resistência genética é uma das melhores formas de controle dos nematoides, pois tem fácil aceitação pelos agricultores, não aumenta os custos de produção e não apresenta custo ambiental.
- **Adição de matéria orgânica ao solo:** além de proporcionar maior capacidade da planta em resistir ao parasitismo, resulta em redução na população do nematoide por criar condições favoráveis à multiplicação da microbiota antagonista, principalmente fungos, e por liberar, durante sua decomposição, fitoquímicos secundários, ou substâncias orgânicas, como ácidos graxos voláteis, que podem ter ação nematicida.
- **Rotação de culturas com espécies vegetais não hospedeiras.** Em áreas infestadas, sugere-se a rotação com amendoim (*Arachis sp.*), braquiárias (*Brachiaria spp.*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), mamona (*Ricinus communis L.*), sorgo e milho resistentes.

- **Cobertura do solo ou adubação verde com plantas antagonistas.** A utilização de plantas antagonistas tem mostrado resultados expressivos na redução dos níveis populacionais de nematoides em diferentes culturas. São exemplos: crotalárias (*Crotalaria spectabilis*, *C. juncea* L. e *C. breviflora*), cravo-de-defunto (*Tagetes patula* L., *T. minuta* L., *T. erecta* L.), mucunas (*Estizolobium* spp.) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus*).
- **Revolvimento do solo:** para exposição de ovos e juvenis de nematoides.
- **Controle biológico:** as bactérias colonizadoras de raízes de plantas, denominadas rizobactérias, como as dos gêneros *Trichoderma*, *Pseudomonas*, *Azobacter*, *Azospirillum*, *Pasteuria*, *Burkholderia* e *Bacillus*, têm a capacidade de controlar os nematoides por produzirem compostos tóxicos, alterarem os exsudatos radiculares ou induzirem resistência às plantas.
- **Calagem e adubação equilibrada do solo:** o estado nutricional da planta hospedeira é um dos fatores que pode atenuar os prejuízos causados pelos nematoides, pois quando bem nutridas suportam melhor o ataque desses parasitas.
- **Controle químico:** a aplicação de nematicidas para controle de nematoides é um método atrativo para os produtores pelo fato de proporcionar resultados favoráveis em menor período de tempo.

IMPACTOS NA SOCIEDADE

A cana-de-açúcar movimenta a economia brasileira há mais de 500 anos. O setor sucroalcooleiro é responsável por 2% do produto interno bruto (PIB) nacional, seja na produção de açúcar e álcool (etanol), seja na exportação desses produtos. O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do planeta e São Paulo é o maior estado produtor, correspondendo a 55% da produção do país, gerando milhares de empregos e, por isso, considerada importante fonte de renda e desenvolvimento. Os nematoides estão entre os principais patógenos que limitam o aumento da produtividade agrícola, reduzindo drasticamente o crescimento e a sustentabilidade da produção.

Literatura consultada

Brass, F. E. B.; Veronezze, N. C.; Pacheco, E.; Bosquê, G. G. Aspectos biológicos do *Meloidogyne* spp. relevantes à cultura de café. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, n. 14, Dezembro de 2008.

Dias, W. P.; Garcia, A.; Silva, J. F. V.; Carneiro, G. E. de. **Nematóides em soja: Identificação e controle**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 76).

Dinardo-Miranda, L. L. **Manejo de nematóides em cana-de-açúcar**. *Jornal Cana*, Ribeirão Preto, v. 5, p. 64-67, 2005.

Ferraz, L. C. C. B.; Monteiro, A. R. Nematoides. In: Amorim, L. et al. (Ed.). **Manual de Fitopatologia**. 4. ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2011. p. 277-305.

Ferreira, P. S. **Plantas de cobertura no controle de *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica***. 2018. 56 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

Freitas L. G.; Oliveira, R. D. L.; Ferraz, S. **Introdução à Nematologia**. Viçosa: Editora UFV, 2001. 84 p.

Monteiro, J. da M. dos S. **Caracterização morfológica, enzimática e molecular de populações brasileiras de *Meloidogyne* spp.: identificação e sinonimização de espécies**. 2016. 151 p. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2016.

Oliveira, C. M. G. de. **Nematoides parasitos do cafeeiro**. São Paulo: Instituto Biológico, 2018. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/files/pdf/prosaf/nematoides_parasitos_cafe.pdf>.

Silva, M. S. e; Bandeira, M. A.; Maranhão, S. R.; Carvalho, R. M.; Pedrosa, E. M. R. Comportamento de genótipos RB de cana-de-açúcar ao parasitismo dos nematoides das galhas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, 1, n. 2, p. 73-79, 2016.

Teixeira, R. A. **Reação de cultivares de soja a *Meloidogyne incognita* e *M. javanica***. 2013. 60 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.