



SOBREVIVÊNCIA A LONGO PRAZO E DETECÇÃO DE NEMÁTODES-DE-QUISTO DA BETERRABA SACARINA NA AUSÊNCIA DO HOSPEDEIRO PRINCIPAL

Os nemátodes-de-quisto são parasitas de plantas com uma notável capacidade de sobrevivência no solo, mesmo na ausência do seu hospedeiro. Esta característica exige um diagnóstico rigoroso para orientar a escolha das culturas e as medidas de proteção.

Diogo Azevedo¹, M.^a João Camacho², Ana Paula Ramos¹,
M.^a Lurdes Inácio²

¹ Instituto Superior de Agronomia, LEAF, Linking
Landscape, Environment, Agriculture and Food



² Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária



Os nemátodes-de-quisto são um grupo economicamente importante de nemátodes fitoparasitas, contribuindo significativamente para perdas de rendimento em muitas culturas agrícolas. Os danos causados por estes organismos são agravados pela interação com fatores bióticos e abióticos, como outros agentes nocivos do solo, declínio da fertilidade e da biodiversidade do solo e alterações climáticas.

As espécies mais importantes de nemátodes-de-quisto pertencem aos gêneros *Heterodera* e *Globodera*. São endoparasitas radiculares cujos juvenis, mesmo na ausência de hospedeiros suscetíveis, podem permanecer viáveis no solo durante vários anos, protegidos no interior das fêmeas que originam os quistos, estrutura que dá nome ao grupo. Neste artigo, destaca-se *Heterodera schachtii*, o nemátode-de-quisto da beterraba sacarina.

Embora se desconheça durante quanto tempo *H. schachtii* sobrevive no solo, sabe-se que uma pequena percentagem de juvenis pode permanecer viável nos ovos no interior dos quistos, mesmo na ausência de hospedeiros suscetíveis, por períodos superiores a 12 anos. Esta longevidade é particularmente relevante pois condiciona a escolha e a eficácia das estratégias de proteção fitossanitária a adotar perante a confirmação da presença deste nemátode.

Ciclo de vida, hospedeiros e dispersão

O ciclo de vida dos nemátodes do gênero *Heterodera* começa no estágio de ovo, no interior dos quistos, onde ocorre a primeira muda, levando à formação dos juvenis de primeiro estágio (J1). Na presença de condições favoráveis, os juvenis de segundo estágio (J2) eclodem dos ovos e migram para as raízes do hospedeiro. Após penetrarem a raiz e atingirem o seu interior, estabelecem um local de alimentação, denominado sincício. Durante a fase de alimentação, estes nemátodes vermiformes aumentam gradualmente de tamanho e sofrem várias mudas, passando pelos estádios J3 e J4, até atingirem a fase adulta (macho ou fêmea). Nesta fase, os machos libertam-se da raiz e procuram fêmeas

para acasalar, as quais permanecem nas raízes, sedentárias e a alimentar-se, até serem fertilizadas por um ou vários machos. Na sequência da fertilização, o corpo da fêmea adulta aumenta de tamanho, por conter os ovos no seu interior, e forma um quisto, rompendo a epiderme da raiz. Cada fêmea pode originar entre 100 e 600 ovos (Figura 1) contidos no quisto em forma de limão (Figura 2). Os nemátodes pertencentes a este género completam o seu ciclo de vida entre 21 e 25 dias.



Figura 1 – Ovo de *Heterodera schachtii* (nemátode-de-quisto da beterraba sacarina) com um juvenil de segundo estágio no seu interior.



Figura 2 – Fêmeas de *Heterodera* (quistos), em forma de limão.

O nemátode-de-quisto da beterraba sacarina tem como principal hospedeiro a beterraba sacarina (*Beta vulgaris*) da família Amaranthaceae, mas também é parasita de plantas da família Brassicaceae. Os quistos são uma forma de resistência fundamental para a sobrevivência destes fitoparasitas. A sua elevada durabilidade contribui para dispersão dos nemátodes-de-quisto, que pode ocorrer através das raízes e propágulos dos hospedeiros, solo

infestado aderido ao calçado, cascos dos animais e maquinaria agrícola. A água e o vento podem também ser meios de dispersão destes organismos.

Sintomas

Os sintomas causados pelos nemátodes *Heterodera* não são específicos, sendo os mais comuns o surgimento de zonas com plantas de menor vigor vegetativo nos campos agrícolas. Nessas plantas observa-se murchidão, clorose (amarelecimento das folhas), desfolha e redução da produção, resultantes da destruição parcial ou total do sistema radicular das plantas hospedeiras.

Frequentemente, os sintomas tendem a surgir nos locais de entrada de máquinas agrícolas nas parcelas de cultivo ou em áreas onde ocorre a deposição de partículas de solo provenientes de outras parcelas.

A incidência e a severidade do ataque variam de acordo com o tipo de solo, clima, espécie e cultivar do hospedeiro e espécie de nemátode. Estas variáveis influenciam os estragos causados nas culturas agrícolas, o que dificulta o estabelecimento de uma relação direta entre as populações iniciais de nemátodes e a redução do rendimento.

Métodos de deteção/identificação

É fundamental que os agricultores recorram a laboratórios especializados, designadamente aos reconhecidos pela Direção-Geral da Alimentação e Veterinária (DGAV), para a correta identificação das espécies de nemátodes presentes nos seus campos de cultivo.

Nos laboratórios, os quistos são extraídos das amostras de solo através de metodologias normalizadas e validadas. Proceda-se à sua deteção e contagem, com o objetivo de aferir o nível populacional existente na parcela.

Tradicionalmente, a identificação das espécies do género *Heterodera* baseia-se na morfologia e morfometria dos quistos e dos juvenis, um processo que exige elevada especialização e considerável experiência. No entanto, este método, além de moroso, por vezes pode não ser suficientemente fiável, sobretudo quando as diferenças morfológicas entre as espécies são subtis. Por essa razão, é essencial

complementar a identificação com métodos moleculares, amplamente reconhecidos e utilizados atualmente na caracterização e estudo da biodiversidade dos nemátodes. O emprego de ambos os métodos permite uma identificação mais precisa e segura, sendo fundamental para um diagnóstico rigoroso da situação fitossanitária.

A identificação da(s) espécie(s) presente(s) no solo é imprescindível para que os agricultores possam tomar decisões informadas sobre as estratégias de proteção a adotar, contribuindo para uma gestão mais eficaz, sustentável e economicamente vantajosa das suas culturas.

Sobrevivência prolongada

Com o objetivo de investigar a presença e sobrevivência de nemátodes-de-quisto do género *Heterodera* numa parcela com histórico da presença destes fitoparasitas, foi conduzido um estudo num campo agrícola na região da Golegã (centro de Portugal).

Este trabalho permitiu detetar e identificar quistos da espécie *H. schachtii* no campo em avaliação, sendo a sua presença justificada pelo facto da beterraba sacarina ter sido recorrentemente cultivada até 2008. Desde então, o campo tem sido utilizado para a produção de trigo, milho, batata e ervilha, intercalada com culturas de cobertura, incluindo misturas biodiversas de brássicas, gramíneas e leguminosas.

Tendo em conta os resultados obtidos, constatou-se que os quistos de *H. schachtii* permaneceram viáveis após mais de 15 anos de ausência da sua principal cultura hospedeira, a beterraba sacarina, evidenciando a sua notável resistência e longevidade no solo, apesar das rotações com culturas não hospedeiras.

Contudo, é de destacar que nesta parcela foram também semeadas culturas de cobertura intercaladas com a cultura principal, que incluíam consociações com brássicas, particularmente o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* subsp. *oleiferus* e *Raphanus sativus* subsp. *longipinnatus*), entre outras espécies (*Sinapis alba*, *Brassica carinata*, *Brassica napus*, *Avena strigosa*, *Avena sativa*, *Lolium multi-*

florum, *Vicia sativa*, *Pisum sativum*, *Lathyrus sativus* e *Trifolium* spp.), para incorporação ao solo, de modo a melhorar a estrutura e a saúde do solo.

Apesar da resistência a *H. schachtii* de diversas cultivares de nabo forrageiro utilizadas como cobertura, não se pode descartar a possibilidade de a presença de outras brássicas adventícias ter contribuído para a manutenção destes nemátodes, mesmo que em baixos níveis populacionais. Segundo o histórico da parcela, nenhuma brássica foi integrada na rotação de culturas e, contudo, as populações de *H. schachtii* permaneceram viáveis no solo.

Tendo em conta as medidas de controlo destes fitoparasitas, conclui-se que as brássicas não devem ser incluídas nas culturas de cobertura em campos infestados, exceto se forem utilizadas variedades resistentes a *H. schachtii*.

Considerações finais

Diversos autores têm relatado o facto de que juvenis de *Heterodera*, contidos nos ovos dentro dos quistos, podem permanecer viáveis no solo em estado de dormência durante vários anos. Porém, os estudos disponíveis não fornecem dados precisos sobre a duração exata dessa viabilidade na ausência do hospedeiro principal.

Este estudo documenta a sobrevivência prolongada de nemátodes-de-quisto do género *Heterodera*, em particular *H. schachtii*, o nemátode-de-quisto da beterraba sacarina, na ausência da cultura hospedeira principal por um período superior a 15 anos.

Este facto evidencia os desafios que se colocam no controlo destes nemátodes, cuja elevada resistência no solo compromete a eficácia das estratégias tradicionalmente adotadas. O pousio, embora recomendado por um período de seis anos, não assegura a eliminação completa dos níveis populacionais destes organismos devido à sua longevidade. A rotação de culturas, por sua vez, deve excluir espécies como o nabo forrageiro e outras brássicas suscetíveis.

Importa ainda salientar o potencial impacto de *H. schachtii* para alguns produtores no Ribatejo, que procuram diversificar os seus sistemas produtivos, seja explorando mercados de nicho, seja numa perspetiva de melhoria da saúde do solo.

Desta forma, estratégias de gestão alternativas, como o uso de culturas-armadilha (plantas que estimulam a eclosão dos juvenis dentro dos ovos, mas não permitem a sua reprodução) e/ou a utilização de cultivares resistentes (como certas cultivares de beterraba ou crucíferas com resistência genética a *H. schachtii*), apresentam-se como abordagens mais promissoras para o controlo destes nemátodes fitoparasitas.

É igualmente fundamental eliminar a vegetação espontânea, que pode incluir hospedeiros secundários capazes de sustentar populações de *H. schachtii* no solo, mesmo na ausência de culturas principais. 🌱

Bibliografia

- Azevedo, D. (2024). Impacte de diferentes culturas de cobertura nos nemátodes do solo num campo na Golegã. Tese de Mestrado em Engenharia Agronómica. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, Portugal, 45 pp.
- Bonfil, D.J.; Dolgin, B.; Mufradi, I.; Asido, S. (2004). Bioassay to forecast cereal cyst nematode damage to wheat in fields. *Precision Agriculture*, **5**:329–344.
- EPPO (2008). *Heterodera glycines*: procedures for official control PM 9/6 (1). European and Mediterranean Plant Protection Organization. *EPPO Bulletin*, **38**:410–413.
- EPPO (2018). *Heterodera glycines* PM 7/89 (2). European and Mediterranean Plant Protection Organization. *EPPO Bulletin*, **48**(1):64–71.
- Handoo, Z.A.; Subbotin, S.A. (2018). Taxonomy, identification and principal species. In: R.N. Perry, M. Moens, & J.T. Jones (Eds.), *Cyst nematodes* (pp. 3–39). CAB International.
- Hunt, D. (2008). *Heterodera glycines* (soybean cyst nematode). Centre for Agriculture and Bioscience International. *CABI Compendium*.
- Khan, M.F.R.; Arabiat, S.; Chanda, A.K.; Yan, G. (2021). Sugarbeet Cyst Nematode. *Plant Disease Management (NDSU Extension)*, PP1788.
- Sikora, R.A.; Helder, J.; Molendijk, L.P.G.; Desaegeer, J.; Eves-van den Akker, S.; Mahlein, A.K. (2023). Integrated nematode management in a world in transition: Constraints, policy, processes, and technologies for the future. *Annual Review of Phytopathology*, **61**:209–230.