

NEMATOIDE-FOLIAR-DO MORANGUEIRO: CONHECENDO A PRAGA E OS CAMINHOS PARA PESQUISAS FUTURAS

DOLCI, E. M.; CONTRERAS, M. F. V.; XAVIER, G.; GAWLOSKI, K. K.G.G.; PÓSS, J. R.; GUIMARÃES, A. L. C.

Universidade Federal do Paraná, Projeto de extensão Colhendo Bons frutos. Departamento de Patologia Básica – Av. Coronel Francisco H. dos Santos, 100 – CEP 81531-980. Curitiba, PR.

RESUMO

Nas safras 2021/22 foram registrados os primeiros danos econômicos causados pelo nematoide-foliar, *Aphelenchoides fragariae* (Ritzema Bos, 1891) em morangueiros brasileiros. Como praga emergente, inexistiam informações científicas sobre esta praga que auxiliasse seu manejo. O objetivo geral da pesquisa foi realizar uma revisão bibliométrica sobre o nematoide-foliar. Como objetivos específicos: caracterizar taxonomicamente as espécies do gênero *Aphelenchoides*; descrever morfologia e biologia da espécie e seus hospedeiros; caracterizar as injúrias e sintomas causados pela praga e levantar os possíveis métodos de manejo. A revisão foi realizada através de publicações científicas do Google Acadêmico, Periódicos da Capes base “Scopus” e “Web of Science”, no período de 1921 a 2023. As palavras-chave iniciais utilizadas nesta busca foram (*Aphelenchoides fragariae*); (“Aphelenchoides” AND “fragariae”). Para análise bibliométrica foi utilizado software livre R e RStudio, pacote Bibliometrix. Os nematoides do gênero *Aphelenchoides* são parasitas comuns em partes aéreas de plantas ornamentais, em mais de 250 espécies de plantas e 47 famílias. Os sintomas em seus hospedeiros citados foram: enrugamento das folhas, mal desenvolvimento da parte aérea da planta, pecíolos avermelhados, encurtamento de entrenós, abortamento de flores. O ciclo de vida médio leva aproximadamente 2 semanas, podendo viver até três anos em material vegetal senescente ou seco. Os controles recomendados foram: utilização de mudas saudáveis; eliminação do material contaminado; manejo da umidade e irrigação aérea. As revistas científicas que mais apresentaram publicações no tema foi “Plant Disease”. *A. fragariae*, ocorre no Brasil desde 1963 com relatos de danos econômicos após 2020, e para seu manejo recomenda-se controle físico e cultural, principalmente.

Palavras-chave: *Aphelenchoides*. Revisão. Manejo

INTRODUÇÃO

O morangueiro *Fragaria × ananassa* Duch (Rosaceae) é uma planta cultivada comercialmente em 81 países (FAOSTAT, 2023). Nos últimos dez anos, países como Colômbia, Perú, Argentina, Chile e Brasil, apresentaram um aumento significativo, tanto da área cultivada como adoção de novas tecnologias, elevando a produtividade (Tecnologia, 2021). O Brasil está na 9ª posição mundial, com cerca de 197 mil toneladas da fruta produzidas (FAOSTAT, 2023).

Os principais estados produtores no país foram Minas Gerais (2.800 ha), Paraná (650 ha) e Rio Grande do Sul (552 ha) (ANTUNES; BONOW; REISSER JUNIOR, 2021; DELEO et al., 2023).

As doenças mais comuns são o mofo-cinza, oídio e antracnose e entre as pragas destacam-se ácaros, afídeos, tripses e drosofilídeos (ZAWADNEAK et al., 2018). Ao contrário da fácil percepção que se pode ter com a presença de outras pragas nas lavouras, nematoides são invisíveis a olho nu e, na sua maioria, vivem no solo se alimentando dos nutrientes nas raízes das plantas, o que leva ao crescimento deficiente da planta e até o descarte ou perda da produção. Os nematoides-das-galhas (*Meloidogyne* spp.) e as lesões-radiculares (*Pratylenchus* spp.) são pragas polífagas e causam grandes danos, estando associados a perdas de produtividade. Eles são relatados como principais pragas radiculares em morangueiro (BRUM et al., 2019; KREZANOSKI et al., 2020). Em levantamento realizado no Paraná, os nematoides mais frequentes em morangueiro foram *Helicotylenchus dihystera* (Cobb) Sher, *Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949, *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood e *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & S. Stekhoven. Os gêneros *Scutellonema*, *Ditylenchus*, *Hemicycliophora*, *Mesocriconema* e *Trichodorus* também foram detectados neste levantamento, mas com menor frequência (KREZANOSKI et al., 2020). Entretanto, pouco se sabe sobre os danos destes nematoides no morangueiro. Por outro lado, em folhas de morangueiro já foram observados os nematoides *Aphelenchoides* sp. e *Aphelenchoides besseyi* Christie (1942), no estado de São Paulo. Sperandio et al. (1985) relataram a presença de *A. besseyi* e *A. fragariae* causando prejuízos à cultura, no Rio Grande do Sul. Os sintomas relatados nas plantas de morangueiro infestadas por *A. besseyi* e *A. fragariae* eram de raquitismo, encarquilhamento das folhas, deformações de folhas e botões, e redução na produção (DA SILVEIRA et al., 1989).

Em 2022, houve um surto de *A. fragariae*, em várias regiões produtoras de morango do Brasil, introduzido por mudas importadas do Chile, afetando consideravelmente a produção. Os primeiros sintomas podiam ser confundidos com outra praga que acometia o morangueiro, como o ácaro do enfezamento, *Phytonemus pallidus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae), o qual teve registrados ataques severos a partir de 2018 (DE SOUZA et al., 2018; AJILA et al., 2018). Com o ataque de *P. pallidus* ocorre o desenvolvimento anormal das folhas, secamento do miolo das flores, bronzeamento, aquênios saltados e rachadura de frutos (DE SOUZA et al., 2018). Ambos são difíceis de identificar a olho nu pelo tamanho microscópico, entre 0,2 e 0,4 mm de comprimento. Desta forma, para contribuir com produtores que estão encontrando infestação de *A. fragariae*, praga ainda pouco conhecida e sem controle validado para as nossas condições brasileiras, justifica-se essa pesquisa de revisão bibliográfica.

MATERIAL E MÉTODOS

A revisão de literatura foi elaborada a partir de publicações científicas encontradas no Google Acadêmico, nas bases de Periódicos da Capes “Scopus” e “Web of Science” no período de 1947 a 2023. Enquanto as palavras-chave iniciais utilizadas nesta busca foram (“*A. fragariae*”); (“*Aphelenchoides*” AND “*fragariae*”). Ainda, foi consultada a biblioteca do *Centre for Agricultural Bioscience International* (Centro Internacional de Biociência Agrícola) CABI,

no endereço <https://www.cabidigitallibrary.org/>, entre outros. A realização da análise dos dados obtidos a partir da busca do Scopus foram salvos em arquivo com extensão ‘csv’ e do Web of Science em ‘txt’. Os dados de cada arquivo foram analisados no ambiente do RStudio (ARIA, 2017). O critério de seleção dos artigos e materiais técnicos foi definido pela análise bibliométrica, conforme o cumprimento dos objetivos propostos. A bibliometria é um ambiente de desenvolvimento integrado para a linguagem do software livre R versão 4.2.0 (R CORE TEAM, 2022). No RStudio foi utilizado o pacote *Bibliometrix*, e os dados analisados no aplicativo *Biblioshiny*, que fornece uma interface web para *Bibliometrix*. Nessa interface web pode ser feita a importação e conversão de dados para coleta de informações dos arquivos Scopus (cvs) e WOS (txt). Por conseguinte, pela bibliometria foi realizada a filtragem dos dados, a análise para quatro métricas de nível diferentes: Fontes (revistas científicas); Autores; Documentos; Agrupamentos por acoplamentos. Além disso, foi feita a análise de três estruturas do Conhecimento (estruturas K): Estrutura Conceitual; Estrutura Intelectual e Estrutura Social.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Classificação taxonômica

Existem cerca de 180 espécies do gênero *Aphelenchoides* descritas (SÁNCHEZ MONGE et al., 2015). Nematoides do gênero *Aphelenchoides* apresentam ampla distribuição mundial (FORTUNER; WILLIAMS, 1975; CABI, 2023). No Brasil, as principais espécies são *A. fragariae*, *A. besseyi* e *A. ritzemabosi* (OLIVEIRA et al., 2009). O nematoide pertence à Ordem Tylenchida; Família Aphelenchoididae; Subfamília Aphelenchoidinae; Gênero *Aphelenchoides* Fischer, 1894 e Espécie *A. fragariae* (Ritzema - Bos, 1891) Christie, 1932. Este nematoide é conhecido pelos seguintes nomes comuns: nematoide-foliar, nematoide-anão-da-primavera, nematoide-de-crimpagem-de-morangueiro.

Caracteres morfológicos de *Aphelenchoides fragariae*

As fêmeas têm comprimento de 0,45 a 0,80 mm e os machos de 0,48 a 0,65 mm (HUNT, 1993). O corpo é delgado, cutícula marcada por finas estrias, estilete delgado, com 10-11 µm de comprimento. Possui quatro estágios juvenis, semelhantes à fêmea na morfologia, mas sem estruturas 21 genitais. O corpo é esguio e cilíndrico, afilado nas extremidades (CABI, 2023).

Aphelenchoides fragariae apresenta reprodução sexuada (NEMAPLEX, 2023). Seu ciclo de vida é constituído por ovo – juvenil - adulto. Cada fêmea tem o potencial de postura de cinco até 100 ovos. A fêmea faz a postura dos ovos nos espaços intercelulares das folhas. Os ovos eclodem em 3-4 dias e produzem os quatro estágios juvenis e adultos todos dentro da folha. Adultos e juvenis de quarto instar podem hibernar dentro do tecido vegetal seco, infectados e podem sobreviver dessa forma por até três anos (NEMAPLEX, 2023). Os nematoides foliares hibernam no solo ou em partes das plantas, incluindo rizomas, bulbos e botões, mas geralmente

não nas raízes (JAGDALE; GREWAL, 2006). O ciclo de vida médio leva aproximadamente 2 semanas (STRÜMPEL, 1967).

O nematoide entra na folha através dos estômatos quando a superfície é coberta por uma fina película de água (KLINGLER, 1970), ou penetrando na epiderme abaxial (STRÜMPEL, 1967), nadando rapidamente em superfícies de folhas molhadas; eles podem ser aspergidos em novas plantas ou em partes distantes das mesmas plantas por chuva ou irrigação.

Hospedeiros

Os nematoides-foliares (*A. fragariae*, *A. ritzemabosi* e *A. besseyi*) são nematoides parasitas de plantas que causam sérios danos a mais de 700 espécies de plantas, no entanto, a primeira espécie mencionada possui mais de 250 espécies de plantas em 47 famílias incluindo arroz, morangos, groselha preta, frutas vermelhas, alfafa e inúmeras plantas ornamentais, como hosta, crisântemos, samambaias, lírios, begônias (KOHL et al., 2011; SANCHEZ-MONGE et al., 2015). A ampla gama de hospedeiros é a razão pela qual seu controle é difícil (DROPKIN, 1980). Além disso, na ausência da planta hospedeira, os nematoides foliares também podem se sustentar no solo alimentando-se de fungos saprófitos (RICHARDSON; GREWAL, 1993). A ampla gama de hospedeiros dessas espécies e a ausência de interações mais íntimas com as plantas associadas destacam o modo primitivo de parasitismo nas espécies de *Aphelenchoides*, tornando-as potencialmente interessantes no estudo da evolução do parasitismo de plantas. (SÁNCHEZ- MONGE et.al, 2015).

Sintomas causados pelo ataque

Os sintomas podem ser observados em toda parte aérea da planta de morangueiro, nas folhas se existem formação de lesões locais características, geralmente delimitadas por grandes nervuras que primeiro ficam amarelas, depois marrons e finalmente pretas (JAGDALE; GREWAL, 2006), os pecíolos apresentam encurtamento e avermelhamento em morangueiro infestado por *A. fragariae*. Nas flores, o miolo fica preto, ocorre abortamento e há redução da quantidade de flores. Os frutos ficam deformados, partidos, com aspecto áspero, aquênios saltados. As plantas fortemente infestadas não produzem frutos ou produzem, mas com deformações. Nesse sentido, os sintomas em flores e frutos afetam diretamente o rendimento da colheita.

Manejo para *Aphelenchoides fragariae*

As mudas sadias são fundamentais para garantir a sanidade do cultivo. Nos casos de trocas de mudas contaminadas o solo/substrato poderá ser hospedeiro do nematoide. Recomenda-se, nesses casos, para morangueiro cultivado fora do solo, a troca do substrato para cultivo em calha ou *slab*, e, para cultivos de solo, a utilização de novas áreas de cultivo. No momento do transplântio, evitar o adensamento, reduzindo a área de contato planta a planta. A água, umidade, irrigação aérea e chuva são fatores importantes no movimento e dispersão dos nematoides (LEHMAN, 2002). Portanto, evitar essas práticas auxilia na diminuição da

dispersão dos nematoides na área de cultivo. Todos os implementos utilizados na cultura, como ferramentas de poda, cestas de colheita, bem como os locais de classificação devem ser desinfetados rotineiramente com álcool 70% ou hipoclorito de sódio a 1%, (Eneida Dolci, Observação pessoal, 2023).

No manejo cultural, recomenda-se a retirada das inflorescências, flores e frutos sem padrão comercial, assim como a retirada das folhas com sintomas também deve promover a redução da população, mas é importante manter uma quantidade de folhas para a planta sobreviver. Todo material retirado deve ser levado para fora da área de influência do cultivo. Os nematoides são capazes de sobreviver em estado de dormência em folhas por até 46 dias e sobreviver no solo sem hospedeiro por até 3 meses. (STEWART, 1921; KOHL, 2011).

A erradicação do nematoide é pouco provável. Alguns bioprodutos registrados para controle de outras espécies de nematoides (BRASIL, 2023) vem sendo utilizados como alternativas de controle. São eles: *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus velezensis*, *Bacillus methylotrophicus*, *Bacillus firmus*, *Paecilomyces lilacinus* (*Purpureocillium lilacinum*), *Pasteuria nishizawae*, *Pochonia chlamydosporia*, *Trichoderma harzianum* (BRASIL, 2023). Ruisheng et al. (2017) relataram eficiência de controle para *A. fragariae* em ensaios de laboratório com plantas de *Hosta* spp., utilizando produtos à base de Clorfenapir (análogo de pirazol) e óleo de canela. Os metabólitos secundários do óleo de canela têm importantes modos de ação biocidas (cinamaldeído, eugenol e polímero polimetil hidroxicalcona (PONCIANO et al., 2020). No Brasil inexistente controle químico registrado para *A. fragariae* (BRASIL, 2023). A utilização excessiva de produtos não registrados para o alvo pode ocasionar a seleção de populações resistentes de outras pragas, tal como ácaro-rajado (*Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Tetranychidae). Além disso, podem ocorrer resíduos em frutos, quando os agrotóxicos forem utilizados em desacordo com as orientações de bula.

Bibliometria

A bibliometria gerou uma nuvem com as principais palavras-chave, que aparecem nos artigos resultantes da pesquisa. As palavras-chave que mais foram utilizadas nos artigos foram: “nematoda” e “*Fragaria*”, “Tylenchidae”, “*phylogeny*” e “*Fragaria × ananassa*”. A primeira publicação relacionada ao nematoide *A. fragariae* ocorreu em 1947. Durante 20 anos não houve publicações sobre o tema. Adicionalmente a bibliometria revelou a revista “*Plant Disease*” com quatro publicações com os termos “*Aphelenchoides*” e “*fragaria*”, seguida de “*Anzeiger Für Schädlingskunde Und Pflanzenguchutz*”, com três publicações. O autor com maior número de citações (40) foi Chizhov (2006), no “*Russian Journal of Nematology*”. Cabe ressaltar a inexistência de pesquisadores do Brasil nesta busca por Bibliometria.

CONCLUSÕES

A. fragariae é um nematoide foliar, que ataca parte aérea das plantas, causando prejuízos diretos às culturas, por atacar flores e frutos; esta espécie não é uma praga quarentenária pois sua ocorrência no Brasil foi relatada desde 1963, embora somente nos últimos dois anos se tornou uma problemática maior, devido a possível disseminação através de mudas importadas. A totalidade dos artigos com caracterização de espécies, danos e controles foram realizadas por pesquisadores estrangeiros. Pesquisas sobre determinação do ciclo de vida em morangueiro, danos econômicos e manejo, tanto por moléculas químicas como bioinsumos biológicos, se fazem necessárias para embasamento em futuras recomendações de controle no Brasil.

REFERÊNCIAS

1. AJILA, H. E. V.; LEMOS, F.; COLARES, F.; FERREIRA, J. A. M.; LOFEGO, A. C.; PALLINI, A. A new record of a pest mite on strawberry: *Phytonemus pallidus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) Arrives in Minas Gerais, Brazil. **Florida Entomologist**, v. 101, n. 3, p. 529-532, 2018.
2. ANTUNES, L. E. C.; BONOW, S. Morango: produção aumenta ano a ano - Anuário HF 2021. **Campo & Negócios**, 2021. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/222342/1/AntunesAnuario-HF2021-pag-87.pdf>>. Acesso em: 24 maio de 2023.
3. BRASIL/ AGROFIT. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 20 jul. 2023.
4. BRUM, D.; MARCHI, P. M.; GONÇALVES, M. A.; CRUZ, F. F.; ANTUNES, L. E. C.; GOMES, C. B. Reaction of strawberry cultivars to root-knot and root lesion nematodes. **Horticultura Brasileira**, v. 37, n. 1., p. 65-68. 2019.
5. CABI. n.d., *Aphelenchoides fragariae*. Crop Protection Comp., Wallingford, UK, CABI. Disponível em: <<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompndium.6381>>. Acesso em: 02 de julho de 2023.
6. DA SILVEIRA, S. G. P.; CURI, S. M.; ELIAS, R.; PRATES, H. S. Levantamento de nematóide *Meloidogyne hapla* na cultura do morangueiro no estado de São Paulo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 24, n. 5, p. 583-586, 1989.
7. DELEO, J. P.; GERALDINI, F.; DIOGO, J.; BOTEON, M. Morango. **Revista Hortifruti Brasil**, n. 237, p. 6-12, setembro, 2023.
8. DE SOUZA, M. T.; DURAU, B. C.; DE AGUIAR, L. K.; ROCHA, M. G. C.; CHEK, P. C.; ZAWADNEAK, M. A. C. Bode expiatório. **Cultivar HF**, p. 9-11, agosto/ setembro, 2018.

9. DROPKIN, V. H. **Introduction to plant nematology**. New York: Wiley. 1980.
10. FAOSTAT. Crops production, production of strawberry in 2020, in world and in Brazil. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 30 de junho de 2023.
11. HUNT, D. J. *Aphelenchida, Longidoridae* and *Trichodoridae*: their systematics and bionomics. CABI International; Wallingford, UK: 1993, p. 352.
12. JAGDALE G. B, GREWAL, P. S. Infection behavior and overwintering survival of foliar nematodes, *Aphelenchoides fragariae*, on hosta. **Journal of Nematology**, v. 38, p. 130–136, 2006
13. KLINGLER, J. The reaction of *Aphelenchoides fragariae* to slit-like micro-openings and stomatal diffusion gases. **Nematologica**, v.16, n. 3, p. 417-422, 1970
14. KOHL, L. M. Foliar Nematoides: a summary of biology and control with a compilation of hostrange. **Plant Health Progress**, v.12, n.1, 23, 2011.
15. KREZANOSKI, C. E.; HAHN, M. H.; MAEDA, A.; ZAWADNEAK, M. A. C.; CALEGARIO, R. F.; DURTE, H. S. Plant-parasitic nematode survey of strawberry in Paraná Brazil. **Crop Protection**, v.138, e-105338, 2020.
16. LEHMAN, P. S. Phytoparasitic nematodes reported from Florida. Florida Department Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry, Gainesville, FL. 2002.
17. NEMAPLEX acesso em julho de 2023 Disponível em: <<http://nemaplex.ucdavis.edu/Taxadata/G011s2.aspx>>. Acesso em: 25 de outubro de 2023.
18. OLIVEIRA, C. M. G.; KANAZAWA, T. Y.; CONSOLI, E. A. 2009. Identificação molecular de *Aphelenchoides besseyi* em sementes de forrageiras. Disponível em: <<http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/publicacoes/comunicados-documentos-tecnicos/comunicados-tecnicos/identificacao-molecular-de-aphelenchoides-besseyi-em-sementes-de-forrageiras>>. Acesso em: 25 de outubro de 2023.
19. PONCIANO, R. C.; MARTINS, G. R.; IULIANELLI, G. C. V.; TAVARES, M. I. B. Estudo do Extrato da Canela por NMR em Solução. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.7, p. 43763-43772, 2020.
20. R Development Core Team. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing Vienna, Austria. 2019. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>.
21. RICHARDSON, P. N., GREWAL, P. S. Nematode pests of glasshouse crops and mushrooms. In: EVANS, K., TRUDGILL, D.L., WEBSTER, J.M. (Eds.). Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture. CAB International, UK, p. 501 - 544. 1993.
22. RUISENG, A.; KARTHIK, N.; GREWAL, P. Evaluation of botanical and chemical products for the control of foliar nematodes *Aphelenchoides fragariae*. **Crop Protection**, v.92, p. 107-113, 2017.

23. SANCHEZ-MONGE, A.; FLORES, L.; SALAZAR, L.; HOCKLAND, S.; BERT, W. An updated list of the plants associated with plant-parasitic *Aphelenchoides* (Nematoda: Aphelenchoididae) and its implications for plant-parasitism within this genus. **Zootaxa**, v. 4013, n. 2, 207, 2015.
24. STRÜMPEL, H. Beobachtungen zur Lebensweise von *Aphelenchoides fragariae* in Lorraine Begonien. **Nematologica**, v. 13, n. 1, p. 67-72, 1967.
25. STRÜMPEL, H. Beobachtungen zur Lebensweise von *Aphelenchoides fragariae* in Lorraine- Begonien. **Nematologica**, v.13, n.1, p. 67-72, 1967. Disponível em:
<<https://doi.org/10.1163/187529267X00931>>. Acesso em 23/11/ 2023
26. STEWART, F. H. The anatomy and biology of the parasitic Aphelenchi. **Parasitology**, v.13, n.2, p.160-179, 1921.
27. TECNOLOGIA, I. Anuário HF Brasil: Retrospectiva 2021 & Perspectiva 2022 - HF Brasil. Disponível em: <<https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/anuario-hf-brasil-retrospectiva-2021-perspectiva-2022.aspx>>. Acesso em: 12/7/2024.
28. ZAWADNEAK, M. A. C; SCHUBER, J. M.; MÓGOR, A. F. **Como produzir morangos**. Curitiba: Editora UFPR, 2018.
29. ZAWADNEAK, M. A. C. Bode expiatório. **Cultivar HF**, p. 9-11, agosto/ setembro, 2018.