

RESUMO EXPANDIDO DE REVISÃO DA LITERATURA

Potenciais extratos vegetais para o controle de fitonematoides.

Laura Kaori de Matos, Agronomia, Centro Universitário Integrado, Brasil,
laurakaoridematos@gmail.com

Leonardo Miguel Sorgi, Agronomia, Centro Universitário Integrado, Brasil,
leosorgi@hotmail.com

Gustavo Soares Wenneck, Agronomia, Centro Universitário Integrado, Brasil,
gustavo.agronomia@grupointegrado.br

INTRODUÇÃO

Os fitonematoides são classificados em endoparasitas, aqueles que vivem no interior dos tecidos radiculares durante grande parte do seu ciclo de vida, e ectoparasitas, que se alimentam externamente às raízes. A alimentação ocorre por meio de um estilete, utilizado para perfurar as células vegetais e extrair seu conteúdo, comprometendo a absorção de água e nutrientes pelas plantas. Esse processo interfere nas funções fisiológicas das plantas e pode resultar em prejuízos ao crescimento e à produtividade agrícola (ABD-ELGAWAD, 2022).

Tradicionalmente, o controle dos fitonematoides tem sido realizado por meio de nematicidas químicos, uso de cultivares resistentes e práticas culturais. Porém, tais métodos apresentam limitações, como redução de eficácia, impactos ambientais e restrições econômicas.

Nesse contexto, aumenta o interesse por alternativas sustentáveis, como o uso de plantas antagonistas e produtos naturais, que atuam por mecanismos como alelopatia e produção de compostos bioativos, apresentando potencial para integrar sistemas de manejo mais equilibrados e menos agressivos ao ambiente (NEVES; LOPES; FERREIRA, 2021; LOPES et al., 2021).

MÉTODO

A presente revisão de literatura foi conduzida por meio de um levantamento bibliográfico nas bases de dados Google Acadêmico, SciELO, PubMed e ScienceDirect. A busca foi orientada pelas seguintes palavras-chave: “controle de fitonematoides”, “extratos vegetais”, “plantas antagonistas”, “compostos bioativos” e “mecanismos de ação”. O período considerado para a seleção dos estudos abrangeu os anos a partir de 2018, priorizando artigos científicos revisados por pares, dissertações e publicações de instituições de pesquisa reconhecidas, como a Embrapa.

Os critérios de inclusão adotados foram: estudos que avaliassem a eficácia de extratos vegetais ou plantas antagonistas *in vitro* ou *in vivo* contra nematoides de importância agrícola (como *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus* spp.), e trabalhos que detalhassem os mecanismos de ação dos compostos bioativos. Foram excluídos estudos sem data definida, publicações não revisadas por pares e pesquisas que não apresentassem dados quantitativos sobre a redução populacional dos patógenos. Ao todo, foram selecionados 13 trabalhos que compõem a base teórica desta revisão.

REVISÃO DE LITERATURA

O controle de fitonematoides tem sido tradicionalmente realizado por meio do uso de nematicidas químicos, cultivares resistentes e práticas culturais, como a rotação de culturas. Entretanto, tais métodos apresentam limitações relacionadas ao custo elevado, riscos à saúde humana e impactos ambientais. Além disso, a disponibilidade de cultivares resistentes ainda é restrita, o que dificulta sua adoção em larga escala (RINALDI et al., 2021). Diante disso, cresce o interesse por alternativas sustentáveis, como o uso de plantas antagonistas e produtos naturais.

As plantas antagonistas desempenham papel importante no manejo de nematoides, podendo atuar por diferentes mecanismos, como produção de substâncias tóxicas, efeito repelente ou interrupção do ciclo de vida do patógeno. Em muitos casos, essas plantas permitem a penetração dos nematoides, mas impedem seu desenvolvimento até a fase adulta, reduzindo assim a população no solo (GARDIANO et al., 2020).

Entre as espécies mais estudadas, destacam-se aquelas do gênero *Mucuna*, utilizadas como adubo verde e em sistemas de rotação de culturas. Além de promoverem melhorias nas características físicas e biológicas do solo, essas plantas contribuem para a redução da população de nematoides, inclusive por estimular a atividade de microrganismos antagonistas na rizosfera. Resultados experimentais indicam redução significativa na reprodução de espécies como *Meloidogyne javanica* quando associadas ao cultivo de mucuna (GARDIANO et al., 2020).

O gênero *Crotalaria* também apresenta grande relevância no controle de fitonematoides. Essas plantas são consideradas más hospedeiras, pois permitem a penetração dos juvenis, mas impedem seu desenvolvimento completo. Além disso, compostos tóxicos presentes nos tecidos vegetais e a ação alelopática contribuem

para a redução da população de nematoides. Estudos demonstram que espécies como *Crotalaria spectabilis* são eficazes na redução de nematoides como *Pratylenchus zeae* e *Meloidogyne spp.* em diferentes condições de solo (GARDIANO et al., 2020).

Outro grupo amplamente estudado é o gênero *Tagetes* (cravo-de-defunto), reconhecido por sua elevada eficiência no controle de nematoides, especialmente dos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus*. O efeito nematicida dessas plantas está relacionado à produção de compostos como os tiofenos, que interferem na eclosão dos ovos, mobilidade dos juvenis e desenvolvimento do patógeno (FERREIRA, 2025). Estudos experimentais recentes reforçam a eficiência do uso de extratos vegetais de *Tagetes erecta*. Em condições de casa de vegetação, a aplicação de extrato aquoso dessa espécie resultou em redução de até 44,38% na reprodução de *Meloidogyne enterolobii*, além de promover melhor desenvolvimento vegetativo das plantas, demonstrando efeito dose-dependente (FERREIRA, 2025).

Além das plantas antagonistas, o uso de extratos vegetais, óleos essenciais e subprodutos botânicos tem sido amplamente investigado como alternativa ao controle químico. Esses compostos podem atuar diretamente sobre os nematoides ou induzir mecanismos de resistência nas plantas, sendo considerados promissores para o desenvolvimento de produtos comerciais mais sustentáveis (NEVES; LOPES; FERREIRA, 2021).

Mecanismos de ação e compostos bioativos

A eficácia dos extratos vegetais no controle de nematoides está intrinsecamente ligada à presença de metabólitos secundários específicos. Estudos recentes têm esclarecido os mecanismos pelos quais esses compostos bioativos atuam sobre os patógenos.

Os terpenos (incluindo monoterpenos e sesquiterpenos), frequentemente encontrados em óleos essenciais e extratos de plantas da família Lamiaceae, atuam despolarizando as membranas mitocondriais dos nematoides, causando distúrbios no status redox intracelular e induzindo a apoptose (morte celular programada) (SARRI et al., 2024; KAMARAJ et al., 2025).

Os compostos fenólicos (presente nas plantas da família Asteraceae), como carvacrol, timol e eugenol, apresentam alta atividade nematicida devido à presença de grupos hidroxila (-OH) e metoxila (-OCH₃). Esses compostos alteram a permeabilidade da membrana plasmática do nematoide, levando ao vazamento de

Análise crítica e comparação de resultados

Embora a literatura demonstre o vasto potencial dos extratos vegetais, é fundamental analisar criticamente as variações nos resultados encontrados. Uma diferença notável

ocorre entre os métodos de extração. Extratos alcoólicos (utilizando etanol ou metanol) tendem a extrair uma maior concentração de compostos apolares, como os terpenos, resultando frequentemente em maior eficácia *in vitro* quando comparados aos extratos aquosos (SANGI et al., 2024). No entanto, os extratos aquosos são mais viáveis e econômicos para aplicação em larga escala no campo (OLIVEIRA et al., 2021).

Outro ponto de divergência na literatura é a estabilidade dos compostos no solo. Enquanto ensaios *in vitro* e em casa de vegetação (ambiente controlado) apresentam taxas de mortalidade de nematoides superiores a 80% em alguns casos (KAMARAJ et al., 2025), a transição para o campo muitas vezes resulta em eficácia reduzida. Isso ocorre devido à rápida degradação fotolítica dos compostos bioativos, lixiviação e interações complexas com o microbioma do solo (LIMA et al., 2025).

Além disso, a maioria dos estudos aponta para um efeito estritamente dose-dependente. Concentrações muito baixas de certos extratos podem não apenas falhar no controle do patógeno, mas, contraditoriamente, atuar como bioestimulantes, promovendo o crescimento radicular da planta hospedeira sem reduzir a população do nematoide (DANIEL, 2022). Portanto, a padronização das formulações e a determinação de doses ideais continuam sendo os maiores desafios para a comercialização de bionematicidas à base de extratos vegetais (LIMA et al., 2025).

A utilização de plantas antagonistas e extratos vegetais demonstra grande eficiência na redução da população desses patógenos, atuando por meio de compostos bioativos complexos como terpenos, fenóis e tiofenos, que desestruturam membranas e o metabolismo dos nematoides.

Apesar dos resultados promissores *in vitro* e em casa de vegetação, a aplicação a campo ainda exige o aprimoramento das formulações para garantir a estabilidade dos compostos ativos no solo. Desse modo, adotar estratégias integradas de manejo, combinando extratos vegetais com rotação de cultura e controle biológico, é fundamental para o controle eficaz dos fitonematoides, aliando produtividade agrícola à sustentabilidade dos sistemas de produção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo de fitonematoides apresenta limitações quando baseado exclusivamente em métodos convencionais, o que reforça a necessidade de alternativas conteúdo celular e consequente morte do patógeno (SARRI et al., 2024; DEGROOTE et al., 2024).

Além disso, alcaloides (famílias Solanaceae e Rubiaceae) e glicosinolatos (família Brassicaceae) demonstraram efeito tóxico direto, inibindo a eclosão de ovos e reduzindo a mobilidade dos juvenis de segundo estágio (J2) (SITHOLE et al., 2021). No caso do gênero *Tagetes*, os tiofenos atuam de forma fototóxica: sob a presença

de luz ultravioleta, geram espécies reativas de oxigênio (ROS) que causam danos oxidativos severos aos tecidos dos nematoides (FERREIRA, 2025; MWAMULA et al., 2022).

PALAVRAS-CHAVE: Controle. Fitonematoides. Extratos vegetais. Plantas antagonistas.

REFERÊNCIAS

ABD-ELGAWAD, M. M. M. Exploiting Plant–Phytonematode Interactions to Upgrade Nematode Management. *Life*, v. 12, n. 11, p. 1916, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-1729/12/11/1916>.

DANIEL, A. M. I. Extrato vegetal de sucupira controla o nematoide de galhas. Editora Científica, 2022. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/220909967.pdf>.

DEGROOTE, E. et al. A combination of plant-based compounds and extracts acts nematocidal and induces resistance against *Meloidogyne incognita* in tomato. *Frontiers in Plant Science*, v. 15, 2024. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2024.1411825/full>.

FERREIRA, A. P. G. Extrato de *Tagetes erecta* no controle de *Meloidogyne enterolobii* na cultura da berinjela. 2025. Dissertação (Mestrado em Olericultura) – Instituto Federal Goiano, Morrinhos, 2025. Disponível em: https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_9/2025-05-15-02-49-41ANA%20PAULA%20GON%C3%87ALVES%20FERREIRA%20-%20Extrato%20de%20Tagetes%20erecta%20no%20controle%20de%20Meloidogyne%20enterolobii%20na%20cultura%20da%20beringela.pdf.

GARDIANO, C. G. et al. Efeito de extratos aquosos de espécies vegetais sobre *Meloidogyne javanica*. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 87, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/d8ccXJXZZbz5BK8syvmPvDv/>.

KAMARAJ, N. et al. Advancing plant-origin bioactive compounds as nematocides. *Crop Protection*, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0885576524003278>.

LIMA, I. V. C. et al. Uso de extratos vegetais aplicados via solo no desempenho e controle de nematoides. *Revista Arace*, 2025. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/4699>.

LOPES, E. A. et al. Controle alternativo de pragas e doenças: uso de plantas antagonistas. EPAMIG, 2021. Disponível em: <https://www.epamig.br/tags/controle-alternativo/>.

MWAMULA, A. O. et al. A Review of the Potency of Plant Extracts and Compounds from African Flora against Plant-Parasitic Nematodes. *Plants*, v. 11, n. 15, p. 1916, 2022. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9343895/>.

NEVES, W. S.; LOPES, E. A.; FERREIRA, P. A. Uso de produtos e extratos vegetais no controle de nematoides. EPAMIG, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/355737260_Uso_de_produtos_e_extratos_vegetais_no_controle_de_nematoides.

OLIVEIRA, M. et al. Disclosing the bioactive metabolites involved in the in vitro anthelmintic properties of salt-tolerant plants. *Scientific Reports*, v. 11, 2021. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-03472-9>.

RINALDI, L. K. et al. Extratos Vegetais e Herbicida Glifosato no Controle de Nematoides. *Ensaio e Ciência*, v. 25, n. 5, 2021. Disponível em: <https://ensaioseciencia.pgsscogna.com.br/ensaioeciencia/article/view/8380>.

SANGI, S. C. et al. Extratos Vegetais de Piper hispidum no Controle de Fitonematoides. *Ensaio e Ciência*, v. 28, n. 1, 2024. Disponível em: <https://ensaioseciencia.pgsscogna.com.br/ensaioeciencia/article/view/11395>.

SARRI, K. et al. Recent Advances and Developments in the Nematicidal Activity of Essential Oils and Their Components against Root-Knot Nematodes. *Agronomy*, v. 14, n. 1, p. 213, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/14/1/213>.

SITHOLE, N. T. et al. Potential nematicidal properties of plant extracts against *Meloidogyne incognita*. *South African Journal of Botany*, v. 141, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629921000600>.