CONTROLE BIOLÓGICO E GENÉTICO NO MANEJO DE *MELOIDOGYNE SPP.* NA CULTURA DO TOMATEIRO: UMA BREVE REVISÃO

Gustavo da Silva Tavares[1], Camila Marques Menegueli[1], Jamilly Vitória Menegueli Alves[1], Maria Gabriela Valim Cabral[1], Nathally de Araujo Souza[1], Fábio Ramos Alves[1], Bianca Callegari Freitas[1].

[1]Universidade Federal do Espírito santo/Centro de Ciências Agrárias e Engenharia, Alto Universitário, S/N, Guararema, Alegre/ES, 29500-000, Gustavo.s.Tavares@edu.ufes.br, camilameneguelim@gmail.com, jamilly.alves@edu.ufes.br, maria.g.cabral@edu.ufes.br, nathally.souza@edu.ufes.br, fabio.alves@ufes.br, bianca.c.freitas@edu.ufes.br.

Resumo

Este artigo aborda a importância dos fitonematoides do gênero *Meloidogyne* na cultura do tomateiro, destacando os danos causados ao sistema radicular e os impactos na produtividade. Também são apresentadas estratégias de manejo, com destaque para o controle biológico, utilizando fungos e bactérias, e para a resistência genética das plantas. A partir da análise de três estudos, observa-se que essas estratégias apresentam potencial para reduzir as populações de nematoides, embora possuam algumas limitações. Dessa forma, o trabalho destaca a importância do manejo integrado como alternativa para reduzir os prejuízos causados por esses fitopatógenos e contribuir para uma produção de tomate mais eficiente e sustentável.

Palavras-chave: Fitonematoides. Tomaticultura. Sustentabilidade agrícola.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias, Agronomia.

Introdução

O tomateiro (*Solanum lycopersicum L.*) apresenta elevada importância agrícola e constitui uma das principais hortaliças cultivadas no Brasil. Entretanto, sua produção pode ser severamente comprometida pela ocorrência de nematoides das galhas, *Meloidogyne spp*., grupo de fitopatógenos amplamente associado à cultura (BOITEUX; PINHEIRO; FONSECA, 2019; JONES et al., 2013). Entre as espécies de maior importância ao tomateiro destacam-se *M. incognita, M. javanica e M. arenaria*, enquanto levantamentos realizados no Brasil também registram a ocorrência de *M. ethiopica, M. enterolobii e M. morocciensis* (BOITEUX; PINHEIRO; FONSECA, 2019).

Os nematoides do gênero *Meloidogyne* são endoparasitas sedentários que estabelecem sítios de alimentação nas raízes das plantas hospedeiras. A infecção provoca alterações no sistema radicular, especialmente a formação de galhas, comprometendo o desenvolvimento das raízes e, consequentemente, a absorção de água e nutrientes. Na parte aérea, plantas infectadas podem apresentar clorose, nanismo e redução do vigor (JONES et al., 2013). Dependendo das condições ambientais, do tipo de solo e da suscetibilidade da cultivar, os danos provocados por esses organismos podem resultar em perdas de produção de até 85–100% (JONES et al., 2013).

No Brasil, a ocorrência de diferentes espécies de *Meloidogyne* em áreas produtoras de tomateiro evidencia a complexidade do problema. Segundo Boiteux, Pinheiro e Fonseca (2019), *M. javanica* apresentou predominância entre as populações avaliadas, sendo identificada em aproximadamente 50% das amostras, seguida por *M. incognita, M. ethiopica, M. enterolobii e M. morocciensis*. A presença de diferentes espécies e populações, incluindo aquelas capazes de superar mecanismos de resistência, reforça a necessidade de estratégias de manejo eficientes e adaptadas às condições de cultivo (BOITEUX; PINHEIRO; FONSECA, 2019; GABRIEL et al., 2020).

Entre as alternativas disponíveis, o controle biológico tem despertado interesse por utilizar microrganismos capazes de reduzir as populações dos nematoides e limitar seu desenvolvimento. Estudos conduzidos em tomateiro demonstram resultados promissores com fungos e bactérias. Lima, Porto e Mendes (2024), por exemplo, observaram redução de 43,49% na população de *M. javanica* com a utilização de *Paecilomyces lilacinus*, enquanto *Bacillus amyloliquefaciens e B. methylotrophicus* proporcionaram reduções de 39,32% e 34,65%, respectivamente. Apesar desses resultados, não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos e o controle, indicando que a

eficiência dos agentes biológicos pode variar conforme as condições experimentais (LIMA; PORTO; MENDES, 2024).

Outra alternativa importante é a utilização da resistência genética, considerada uma estratégia de manejo de elevada eficiência e sustentabilidade para os nematoides das galhas em tomateiro (BOITEUX; PINHEIRO; FONSECA, 2019). O gene Mi-1.2, presente em cultivares e híbridos comerciais, confere resistência a diferentes populações de *M. incognita, M. javanica e M. arenaria*, atuando por meio de uma resposta de hipersensibilidade que impede o estabelecimento adequado do sítio de alimentação do nematoide. Entretanto, essa resistência apresenta limitações, uma vez que o gene Mi-1.2 perde eficiência em temperaturas superiores a 28 °C e não é efetivo contra determinadas espécies e populações virulentas. Nesse contexto, o gene Mi-9 apresenta potencial como fonte adicional de resistência, especialmente por apresentar maior estabilidade térmica (MILLIGAN et al., 1998).

A necessidade de novas alternativas também é evidenciada por estudos recentes com agentes bacterianos. Silva et al. (2026) avaliaram isolados bacterianos contra *M. exigua* e observaram que alguns deles apresentaram taxas de mortalidade de juvenis de segundo estádio de até 82%, demonstrando potencial para o desenvolvimento de estratégias de controle biológico. Entre os isolados avaliados, o B121, identificado como *Brevibacterium epidermidis*, apresentou destaque na redução da população do nematoide em tomateiro.

Dessa forma, a ocorrência de diferentes espécies de *Meloidogyne*, a intensidade dos danos provocados e as limitações associadas a métodos isolados de controle evidenciam a necessidade de estratégias de manejo que sejam eficientes e sustentáveis. Nesse contexto, o controle biológico e a resistência genética constituem ferramentas relevantes, podendo apresentar resultados complementares no manejo dos nematoides das galhas (BOITEUX; PINHEIRO; FONSECA, 2019; JONES et al., 2013). Assim, o presente trabalho teve como objetivo analisar, por meio de revisão bibliográfica, a importância dos fitonematoides do gênero *Meloidogyne* na cultura do tomateiro, destacando os danos causados à cultura e avaliando estratégias de manejo, com ênfase no controle biológico e na resistência genética.

Metodologia

Este trabalho foi desenvolvido por meio de uma revisão bibliográfica de caráter qualitativo e descritivo, com o objetivo de reunir informações sobre a ocorrência de nematoides do gênero *Meloidogyne* na cultura do tomateiro e as principais estratégias utilizadas para seu manejo, com ênfase no controle biológico e na resistência genética.

A busca dos estudos foi realizada em bases de dados científicas e plataformas de pesquisa acadêmica, utilizando os seguintes termos de busca: “*Meloidogyne*”, “tomateiro”, “controle biológico”, “resistência genética”, “*Bacillus*”, “*Paecilomyces*” e combinações entre esses termos. Foram priorizados trabalhos científicos relacionados ao manejo de *Meloidogyne* em tomateiro e à utilização de agentes biológicos e cultivares resistentes.

Após o levantamento bibliográfico, foram selecionados três estudos considerados pertinentes ao objetivo da revisão. Os trabalhos foram analisados quanto às espécies de *Meloidogyne* estudadas, aos danos ocasionados ao tomateiro, aos métodos de controle empregados e aos resultados obtidos na redução das populações dos nematoides. As informações foram organizadas e comparadas de forma descritiva, buscando identificar o potencial e as limitações do controle biológico e da resistência genética como estratégias de manejo.

Por fim, os resultados dos estudos selecionados foram discutidos de forma integrada, destacando a importância da associação de diferentes métodos de controle como alternativa para o manejo mais eficiente e sustentável de *Meloidogyne* na cultura do tomateiro.

Resultados

Os estudos analisados evidenciam que os fitonematoides do gênero *Meloidogyne* constituem um importante problema fitossanitário para a cultura do tomateiro. Esses organismos parasitam o sistema radicular das plantas, provocando a formação de galhas e alterações nos tecidos das raízes, o que compromete a absorção de água e nutrientes. Como consequência, as plantas podem apresentar redução do crescimento, clorose, murcha e menor desenvolvimento da parte aérea, refletindo

diretamente na produtividade. Na literatura, são relatadas perdas de produção que podem variar significativamente conforme a espécie de *Meloidogyne*, a densidade populacional do nematoide, as condições ambientais, o tipo de solo e o nível de resistência da cultivar.

No estudo realizado com *M. javanica*, foram avaliados diferentes agentes de controle biológico em tomateiro. Entre os tratamentos avaliados, *Paecilomyces lilacinus* apresentou redução de 43,49% na população do nematoide, seguido *por Bacillus amyloliquefaciens*, com 39,32%, e *B. methylotrophicus*, com 34,65%. Entretanto, não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos e o controle.

No estudo envolvendo *M. exigua*, foram avaliados 20 isolados bacterianos quanto à capacidade de causar mortalidade em juvenis de segundo estádio (J_2). Após a seleção dos isolados mais promissores, foram avaliadas sua compatibilidade e eficiência no controle do nematoide. Alguns isolados apresentaram resultados promissores, com mortalidade de J_2 de até 82%. Entre os tratamentos avaliados em tomateiro, o isolado B121, identificado como *Brevibacterium epidermidis*, apresentou destaque na redução da população do nematoide.

O estudo sobre resistência genética demonstrou o potencial de cultivares de tomateiro portadoras de genes de resistência, especialmente o Mi-1.2, no manejo de espécies de *Meloidogyne*. Entretanto, a resistência apresenta limitações, principalmente em temperaturas elevadas e diante de populações capazes de superar esse mecanismo. O estudo também destaca o potencial do gene Mi-9 como fonte de resistência com maior estabilidade em determinadas condições.

Discussão

A análise dos trabalhos utilizados mostra que os nematoides do gênero *Meloidogyne* representam um importante desafio fitossanitário para a cultura do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.), devido à capacidade desses organismos de parasitar o sistema radicular, provocar a formação de galhas e comprometer o desenvolvimento das plantas. Conforme descrito por Jones et al. (2013), os nematoides fitoparasitas constituem um grupo de grande importância agrícola, cujos impactos dependem da espécie envolvida, da planta hospedeira e das condições ambientais. Nesse contexto, a ocorrência de diferentes espécies de *Meloidogyne* em áreas produtoras de tomateiro reforça a complexidade do manejo, uma vez que as espécies e populações podem apresentar respostas distintas às estratégias de controle.

A diversidade de espécies associadas à cultura também evidencia a importância da identificação correta do agente causal para a definição das medidas de manejo. A ocorrência de *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*, além de registros de outras espécies, demonstra que o problema não pode ser tratado de maneira uniforme. Essa situação é particularmente relevante porque a eficiência de determinadas estratégias depende da compatibilidade entre o método utilizado e a espécie ou população do nematoide presente na área. Assim, o diagnóstico nematológico constitui uma etapa importante para orientar a escolha das medidas de controle.

Em relação ao controle biológico, os resultados apresentados por Lima, Porto e Mendes (2024) demonstram o potencial de fungos e bactérias na redução da população de *M. javanica* em tomateiro. Os autores observaram reduções de 43,49% com *Paecilomyces lilacinus*, 39,32% com *Bacillus amyloliquefaciens* e 34,65% com *B. methylotrophicus*. Entretanto, a ausência de diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos e o controle indica que as reduções numéricas observadas não foram suficientes para comprovar a eficácia dos agentes nas condições experimentais avaliadas. Portanto, esses resultados devem ser interpretados com cautela, pois uma redução percentual, isoladamente, não comprova que o tratamento apresenta efeito superior ao controle.

Apesar dessa limitação, o controle biológico apresenta potencial para integrar programas de manejo de fitonematoides. A utilização de microrganismos antagonistas pode contribuir para a redução das populações dos patógenos e ampliar as alternativas disponíveis ao produtor. Contudo, a variabilidade dos resultados ressalta a necessidade de avaliar os agentes biológicos em diferentes condições experimentais, considerando fatores como a espécie do nematoide, a concentração do agente, o método de aplicação e as condições de cultivo. Também é importante verificar se os efeitos observados sobre a população do nematoide se refletem na redução das galhas e na melhoria do desenvolvimento das plantas.

A resistência genética, por sua vez, constitui outra estratégia relevante para o manejo de *Meloidogyne* spp. em tomateiro. O gene Mi-1.2 é amplamente conhecido por conferir resistência a determinadas

espécies de nematoides das galhas, incluindo *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria* (MILLIGAN et al., 1998). Entretanto, a utilização de cultivares resistentes apresenta limitações, pois a resistência não abrange todas as espécies e populações do gênero. Além disso, sua eficiência pode ser afetada por temperaturas elevadas, o que restringe sua estabilidade em determinadas condições de cultivo. Dessa forma, a escolha de cultivares resistentes deve considerar a espécie do nematoide presente na área e as condições ambientais às quais as plantas serão submetidas.

Nesse contexto, a identificação de fontes adicionais de resistência, como o gene Mi-9, representa uma possibilidade para ampliar as alternativas genéticas disponíveis. A utilização de diferentes fontes de resistência pode contribuir para o desenvolvimento de materiais vegetais com respostas mais adequadas a determinadas espécies e condições ambientais. Entretanto, a aplicação dessa estratégia depende da confirmação da resistência nas condições de cultivo e da avaliação de sua eficácia diante das populações de nematoides presentes nas áreas produtoras.

Os resultados relacionados ao controle biológico e à resistência genética indicam que essas estratégias apresentam características complementares, embora sua eficiência dependa das condições em que são utilizadas. Enquanto a resistência genética atua por meio de mecanismos da própria planta que limitam o parasitismo, o controle biológico utiliza organismos antagonistas capazes de interferir na sobrevivência, na reprodução ou no desenvolvimento dos nematoides. Dessa forma, a combinação dessas estratégias pode constituir uma possibilidade para programas de manejo integrado, desde que sua compatibilidade e eficácia sejam demonstradas experimentalmente.

Por fim, os estudos analisados reforçam que o manejo de *Meloidogyne* spp. em tomateiro deve considerar a diversidade dos agentes causais e as limitações de cada método de controle. Embora os resultados com agentes biológicos indiquem possibilidades de redução das populações, a ausência de diferenças estatísticas significativas em determinadas avaliações demonstra a necessidade de aprofundar as investigações. Paralelamente, a resistência genética oferece uma ferramenta importante, mas sua utilização exige atenção à identidade da espécie, à virulência das populações e às condições ambientais. Portanto, a integração entre diagnóstico nematológico, resistência genética e controle biológico apresenta potencial para contribuir para um manejo mais sustentável, sendo necessária a realização de estudos adicionais que comprovem a eficácia dessas estratégias, isoladas e combinadas, em condições de cultivo comercial.

Conclusão

Os fitonematoides do gênero *Meloidogyne* representam um importante problema para a cultura do tomateiro, podendo comprometer o sistema radicular e causar reduções significativas na produtividade. Os estudos analisados demonstraram que o controle biológico apresenta potencial para reduzir as populações desses nematoides, destacando-se diferentes espécies de bactérias e fungos.

A resistência genética também se mostrou uma estratégia importante, embora apresente limitações diante da capacidade de algumas populações de *Meloidogyne* superarem os mecanismos de resistência. Dessa forma, conclui-se que a utilização conjunta de diferentes métodos de controle, por meio do manejo integrado, apresenta maior potencial para reduzir os danos causados pelos nematoides e contribuir para uma produção de tomate mais eficiente e sustentável.

Referências

BOITEUX, L. S.; PINHEIRO, J. B.; FONSECA, M. E. N. **Manejo de nematoides do gênero Meloidogyne no cultivo do tomateiro via resistência genética: avanços, obstáculos e perspectivas.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 36., 2019, Caldas Novas. Nematoides: da Ciência ao Campo. Campinas: Infobibos, 2019. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1109565. Acesso em: 01 set. 2026.

DEVRAN, Z.; SÖĞÜT, M. A.; MUTLU, N. **Response of tomato rootstocks with the Mi resistance gene to Meloidogyne incognita race 2 at different soil temperatures.** Phytopathologia Mediterranea, v. 49, n. 1, p. 11–17, 2010. Disponível em: https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-3116. Acesso em: 30 set. 2026.

GABRIEL, M. et al. **Reaction of a heterozygous tomato hybrid bearing the Mi-1.2 gene to 15 Meloidogyne species.** Plant Pathology, 2020. Disponível em: https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ppa.13179. Acesso em: 30 set. 2026.

JONES, J. T. et al. **Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology.** Molecular Plant Pathology, v. 14, n. 9, p. 946–961, 2013. Disponível em: https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/mpp.12057. Acesso em: 30 set. 2026.

LIMA, C. L. de; PORTO, N. S.; MENDES, L. da S. **Controle biológico de Meloidogyne javanica.** Anais do COMEIA, v. 14, 2023. Publicado em: 23 out. 2024. Disponível em: https://anais.unipam.edu.br/index.php/comeia/article/view/3732. Acesso em: 01 set. 2026.

MILLIGAN, S. B. et al. **The root knot nematode resistance gene Mi from tomato is a member of the leucine zipper, nucleotide binding, leucine-rich repeat family of plant genes.** The Plant Cell, v. 10, n. 8, p. 1307–1319, 1998. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC144378/. Acesso em: 30 set. 2026.

SILVA, M. B. P. da et al. **Compatibilidade entre isolados bacterianos e suas eficácias no biocontrole de Meloidogyne exigua em tomateiro.** Revista Caatinga, v. 39, e14017, 2026. DOI: 10.1590/1983-21252026v3914017rc. Disponível em: https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/14017. Acesso em: 01 set. 2026.

Agradecimentos

Os articulistas deste estudo agradecem à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) pelo fornecimento do ensino de qualidade; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), pela concessão de bolsa de iniciação científica, mestrado e doutorado.