

Estado da publicação: O preprint não foi publicado em outro meio.

Abordagem metanalítica do controle biológico exercido por derivados de *Trichoderma* spp. sobre larvas de geo-helmintos de importância médico-sanitária

Ana Leticia Santos, Beatriz Êmily Abade, Caio Vitor Veiga, João Vitor Santos, Maria Letícia Luna, Marcelo Silva

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.15526>

Submetido em: 2026-03-23

Postado em: 2026-07-27 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

A moderação deste preprint recebeu o(s) endosso(s) de:

- Aline Conceição (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7261-8251>)

Abordagem metanalítica do controle biológico exercido por derivados de *Trichoderma spp.* sobre larvas de geo-helminthos de importância médico-sanitária.

Meta-analytic approach to the biological control exerted by *Trichoderma spp.* derivatives on larvae of geohelminths of medical and public health importance.

Enfoque metaanalítico del control biológico ejercido por derivados de *Trichoderma spp.* sobre larvas de geohelminthos de importancia médico-sanitaria.

Ana Letícia Souza Santos <https://orcid.org/0009-0007-5792-9135>,

Beatriz Êmily Almeida Abade <https://orcid.org/0009-0001-1890-2833>,

Caio Vitor Neves Veiga <https://orcid.org/0009-0000-2789-5308>,

João Vitor Lima Santos <https://orcid.org/0009-0001-6177-2157>,

Maria Letícia Rodrigues de Luna <https://orcid.org/0009-0003-8879-772X>,

Marcelo Fernandes da Silva <https://orcid.org/0000-0002-9274-4212>

Laboratório de Biofísica e Saúde Ambiental, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz, Campus Soane Nazaré de Andrade, BR 415, Km 16, Salobrinho, 45662-900, Ilhéus - Bahia.

Financiamento: UESC PROPP 73.11008.2024.0002121-37

Resumo

CONTEXTO: Apesar da eficácia e do baixo custo comprovados dos agentes químicos para controle de nematóides patógenos, outros efeitos indiretos, como a poluição ambiental, o desenvolvimento de resistência e a toxicidade residual à saúde humana, não podem ser ignorados no contexto da saúde única. Por outro lado, há carência de novos medicamentos

antiparasitários mais seguros para uso animal e humano. Por isso, novas abordagens metodológicas eficazes para controlar doenças causadas por nematóides são inevitáveis. Fungos do gênero *Trichoderma* são amplamente utilizados como agentes de controle biológico sustentável e eficientes contra nematóides de diversas espécies. **OBJETIVOS:** Este artigo focaliza o potencial uso de *Trichoderma spp.* para controle biológico de larvas de geo-helminthos para a minimização da contaminação ambiental e da transmissão de doenças de interesse em saúde pública. **MÉTODOS:** Revisão sistemática com abordagem metanalítica sobre variáveis bibliométricas empregando Teste Q de Cochrane e I² de Higgins. **CONCLUSÕES:** Segundo os principais artigos e autores selecionados, os mecanismos envolvidos no biocontrole exercido por *Trichoderma* consolidam o papel de enzimas hidrolíticas e metabólitos secundários como potenciais para produção em escala aplicáveis a programas de controle biológico inovadores e ambientalmente seguros, principalmente no combate às pragas agrícolas, enquanto que há escassez de artigos sobre biocontrole de geo-helminthoses de interesse médico-sanitário.

Palavras-Chave: Controle Biológico, Helminthos, Metanálise, *Trichoderma spp.*, Saúde Única

Summary

CONTEXT: Despite the well-established efficacy and low cost of chemical agents for the control of pathogenic nematodes, their indirect effects—such as environmental pollution, the emergence of resistance, and residual toxicity to human health—cannot be overlooked within the One Health framework. Furthermore, there is a shortage of safer antiparasitic drugs for both veterinary and human use. Therefore, the development of novel and effective methodological approaches to control nematode-borne diseases is imperative. Fungi of the genus *Trichoderma* have been widely employed as sustainable and effective biological

control agents against a broad range of nematode species. **OBJECTIVES:** This study focuses on the potential application of *Trichoderma spp.* in the biological control of geohelminth larvae, aiming to reduce environmental contamination and the transmission of diseases of public health concern. **METHODS:** A systematic review with a meta-analytical approach to bibliometric variables was conducted, employing Cochran's Q test and Higgins' I^2 statistic. **CONCLUSIONS:** According to the main studies and authors analyzed, the mechanisms underlying *Trichoderma*-mediated biocontrol highlight the role of hydrolytic enzymes and secondary metabolites as promising candidates for scalable production, with applicability in innovative and environmentally safe biological control programs, particularly in agricultural pest management. However, there remains a notable scarcity of studies addressing the biocontrol of geohelminthiasis of medical and public health relevance.

Key-words: Biologic Control, Helminths, Meta-analysis, *Trichoderma spp.*, One Health

Resumen:

CONTEXTO: A pesar de la eficacia comprobada y del bajo costo de los agentes químicos para el control de nematodos patógenos, no pueden ignorarse sus efectos indirectos, tales como la contaminación ambiental, el desarrollo de resistencia y la toxicidad residual para la salud humana, en el marco del enfoque de Una Salud. Por otra parte, existe una escasez de nuevos fármacos antiparasitarios más seguros para su uso en animales y humanos. En este contexto, resultan inevitables nuevas aproximaciones metodológicas eficaces para el control de enfermedades causadas por nematodos. Los hongos del género *Trichoderma* se han utilizado ampliamente como agentes de control biológico sostenibles y eficaces contra diversas especies de nematodos. **OBJETIVOS:** Este artículo se centra en el potencial uso de *Trichoderma spp.* para el control biológico de larvas de geohelminthos, con el fin de minimizar

la contaminación ambiental y la transmisión de enfermedades de interés en salud pública.

MÉTODOS: Revisión sistemática con enfoque metaanalítico de variables bibliométricas, empleando la prueba Q de Cochrane y el índice I² de Higgins. **CONCLUSIONES:** De acuerdo con los principales artículos y autores seleccionados, los mecanismos implicados en el biocontrol ejercido por *Trichoderma* consolidan el papel de las enzimas hidrolíticas y los metabolitos secundarios como candidatos con potencial para la producción a escala, aplicables a programas innovadores y ambientalmente seguros de control biológico, especialmente en el manejo de plagas agrícolas. No obstante, se observa una escasez de estudios sobre el biocontrol de geohelmintiasis de relevancia médico-sanitaria.

Palabras clave: Control Biológico, Helmintos, Meta-análisis, *Trichoderma spp*, Salud Unica

Introdução

O cenário socioeconômico brasileiro contribui para a geração de riquezas em diversas etapas da cadeia produtiva na expansão do agronegócio, que movimenta a economia por meio do consumo interno e da exportação de produtos. Segundo Oliveira e colaboradores (2022), mesmo com a incidência de fatores climáticos que impactaram a agropecuária brasileira, as exportações do agronegócio aumentaram 19,7% em valor, atingindo um novo recorde nacional de US\$120,6 bilhões em 2021. Em 2025, as exportações do agronegócio brasileiro totalizaram US\$169,2 bilhões, um crescimento de 3,0% em relação a 2024, representando 48,5% de todo o valor exportado pelo Brasil (BRASIL, 2026).

Em contraste, o cenário de saúde no Brasil se mantém preocupante em relação às geo-helmintíases ao longo de décadas (KATZ, 2018). Diferentes regiões do país têm demonstrado alto risco de contaminação e prevalência de doenças causadas por geo-helminthos (LIGNON et al., 2025; MARTINS et al., 2025). Parasitoses de maior morbidade (i.e. ascaridíase, tricuriase e doenças causadas por ancilostomídeos) ainda prevalecem: ascaridíase (6%), tricuriase (5,41%) e ancilostomíases (2,73%) respectivamente, tanto em centros urbanos quanto rurais das regiões Norte e Nordeste do Brasil (N=197.564/5.192 escolares examinados/diagnosticados) (BRASIL, 2019; OMS, 2002). Isto nos afasta das várias estratégias recomendadas (i.e. saneamento básico, diagnóstico fecal e vermifugação) para a redução da incidência de infecção causada por geo-helminthos em uma zona geográfica se considerarmos que sua erradicação é oficialmente alcançada com a redução permanente para zero da ocorrência do agente patogênico específico, sem que haja risco de reintrodução (OPAS, 2019).

As estratégias para o controle, tanto de pragas na agricultura, quanto no tratamento de geo-helmintíases de animais e pessoas, são fortemente centradas no uso de pesticidas e medicamentos com efeitos indiretos no meio ambiente (OLIVEIRA et al., 2021; BATISTA

FILHO et al., 2003) ou ainda relacionadas ao desenvolvimento de resistência (OPAS 2020) dos principais agentes etiológicos.

Para reduzir os efeitos ambientais indiretos, o controle biológico busca utilizar organismos vivos como Agentes de Controle Biológico (ACB), que podem ser fungos, bactérias, insetos ou outros que possuam alguma atividade antagônica aos nematóides. Os ACB são naturais da microbiota do solo e inofensivos à saúde humana e ao meio ambiente; portanto, essas características têm contribuído para a redução do uso de agroquímicos e proporcionado uma cultura equilibrada nos ecossistemas (ABUD et al., 2025). Diferentes revisões afirmam que fungos do gênero *Trichoderma* estão entre os organismos mais utilizados como ACB de pragas (FERREIRA & MUSUMECI, 2021; NASCIMENTO et al., 2022).

Neste artigo, pretendeu-se buscar as mais recentes contribuições para testar a hipótese do uso do *Trichoderma spp* (especialmente o *T. stromaticum*) como ACB sobre larvas de nematóides, e especialmente de geo-helmintos, com a descrição dos mecanismos envolvidos na destruição/imobilização/inatividade de larvas patogênicas. Neste estudo, uma abordagem metanalítica foi empregada para a seleção e análise quali-quantitativa dos referenciais teóricos sobre o assunto, a partir da qual foi possível uma análise aprofundada e a discussão dos resultados, evitando-se os vieses de seleção e publicação.

Material e Métodos

Seleção dos Bancos de Dados:

A busca inicial de artigos utilizou descritores, tanto em português quanto em inglês, nos seguintes bancos de dados: Biblioteca Virtual em Saúde (América Latina), Scientific Electronic Library Online, National Center for Biotechnology Information e National Library of Medicine (Estados Unidos da América).

Revisão Sistemática da Literatura:

Os descritores utilizados neste artigo foram aqueles unitermos classificados pela Biblioteca Virtual em Saúde (BVS, 2024) com a combinação booleana (E):

- a) “Controle Biológico” (SP4.895.047 e VS4.001.001.004.001),
- b) “Helmintos” (B01.050.500.500),
- c) “*Trichoderma*” (B01.300.381.910)

Também foram empregados em inglês na Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos (NLM, 2026) com a combinação booleana (AND) :

- a) “Biological Control Agents” (D20.215.113),
- b) “Helminths” (B01.050.500.500),
- c) “*Trichoderma*” (B01.300.381.910)

Tamanho Amostral e Abordagem Metanalítica: Após o acesso a todos os bancos de dados empregando-se os descritores, o tamanho amostral inicial desta revisão revelou 922 artigos publicados entre Janeiro de 1964 e Janeiro de 2026 (datas das buscas = 10/1/2025 e 12/1 e 10/2/2026). Seguindo o fluxograma proposto para metanálise (Figura 1), adaptado a partir do protocolo PRISMA (MOHER et al., 2009), e ainda considerando apenas o intervalo dos últimos 15 anos, o escopo foi reduzido para N1= 628. Estes artigos foram submetidos aos critérios de exclusão (i.e. o não atendimento às normas de biossegurança e aos critérios éticos em pesquisa; ausência de ISSN, ISBN ou DOI; trabalhos incompletos sem palavras-chave ou ainda trabalhos de revisão) o que definiu a quantidade de artigos elegíveis dentro do escopo (N2= 198). Em seguida, estes foram submetidos aos critérios de inclusão (por exemplo, artigos cujo tema e o desenvolvimento estavam dentro do escopo principal; com pelo menos dois descritores nas palavras-chave; língua estrangeira exceto português, inglês, espanhol e francês; ou em duplicidade nos bancos de dados). Para iniciar a elegibilidade dos artigos, foi aplicada a metanálise para a estimativa de desfecho considerando oito critérios (com

pontuação entre -5 a +5) com o objetivo de reduzir os vieses de seleção/escolha subjetiva dos artigos, e ainda, para subsidiar os aspectos quantitativos da publicação que foram avaliados, o que reduziu a amostra para análise N3=65.

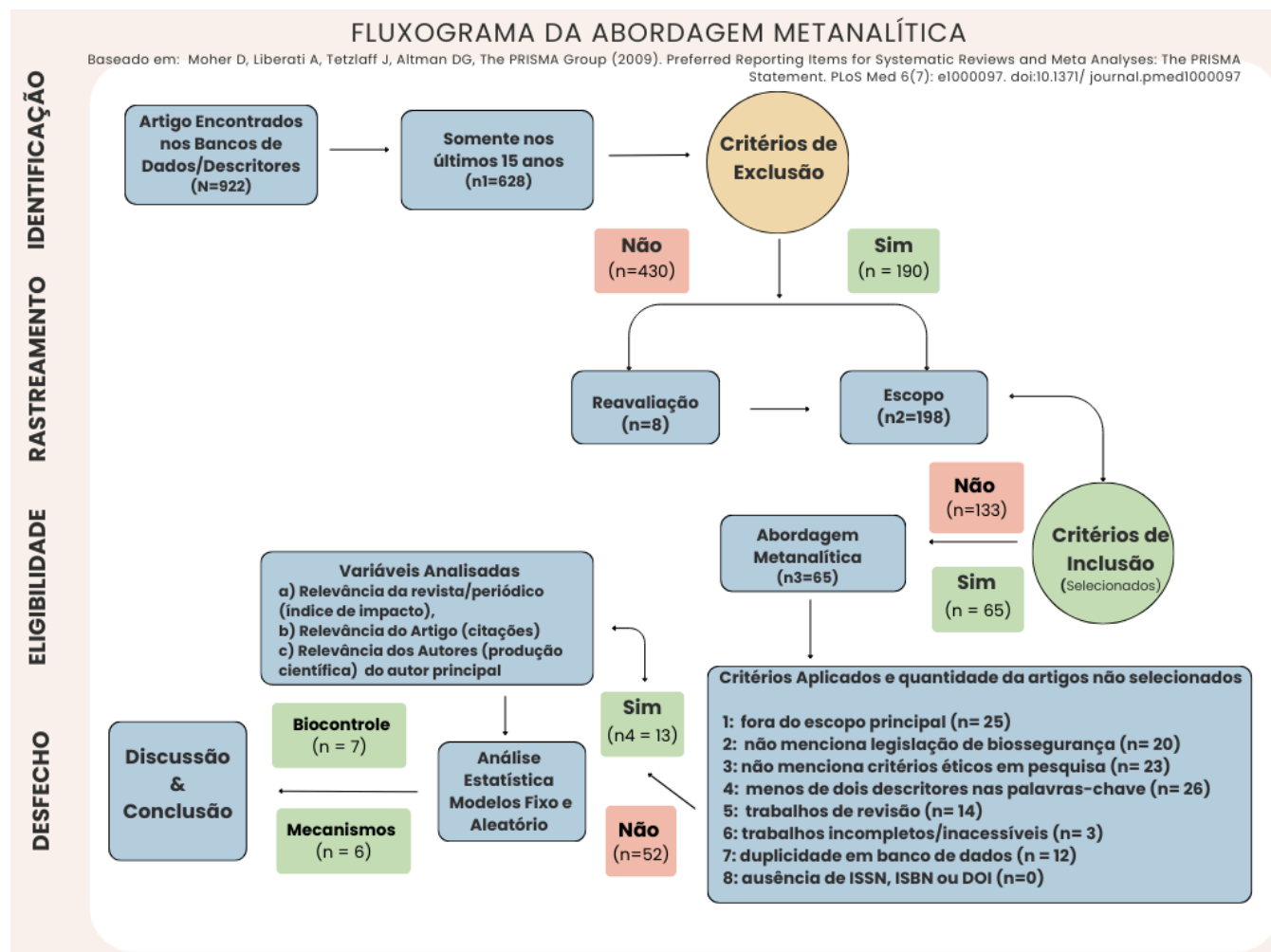


Figura 1: Fluxograma da Abordagem Metanalítica (modificado a partir de Moher et al, 2009).

Na etapa de desfecho, incluiu-se, adicionalmente, os testes estatísticos para avaliar a significância das variáveis bibliométricas: (i) relevância da revista/periódico (por meio do índice de impacto), (ii) relevância do artigo (pelo número de citações) e, (iii) relevância do primeiro autor (produção científica) dos artigos selecionados na base de dados por cinco revisores independentes.

Variáveis bibliométricas:

Para obter as variáveis atribuídas a cada artigo, foi empregado o CiteScore, que indica a média de citações recebidas por um artigo revisado por pares publicado numa dada revista/periódico. Os valores do CiteScore são baseados no número de citações de artigos (artigos, revisões, trabalhos de conferência, artigos de dados e capítulos de livros) revisados por pares publicados anualmente ao longo de quatro anos (por exemplo, 2022-2025) dividido pelo número total de citações nos mesmos quatro anos.

Já o Fator de Impacto (FI/JCR), de acordo com o “Journal Citation Reports 2024” (CLARIVATE ANALYTICS, 2025), representa a média de citações recebidas em um determinado ano por artigos publicados numa revista/periódico durante os dois anos anteriores. O indicador SJR (SCImago) mede a influência científica de periódicos e países, permitindo comparar impacto e relevância de publicações acadêmicas, transformando dados da Scopus em rankings e indicadores confiáveis, usados mundialmente para medir a qualidade e o impacto da produção científica. Ele é calculado por meio de um algoritmo inspirado no PageRank do Google, que considera não apenas o número de citações recebidas por uma revista, mas também o prestígio das revistas entre seus pares.

O H-index é um indicador bibliométrico que mede simultaneamente a produtividade e o impacto das publicações, um número que mostra até que ponto um pesquisador consegue manter consistência entre a produtividade e o seu impacto ao longo da carreira.

Análise estatística:

Para testagem da heterogeneidade das variáveis bibliométricas foram empregados os testes Q de Cochran (HUEDO-MEDINA et al, 2006) ou I^2 de Higgins e Thompson (HIGGINS et al, 2003) com nível de significância de 5% para modelos de efeitos fixo e aleatório. Para o cálculo do efeito combinado, foram utilizados a razão de chances (OR) e o risco relativo (RR)

com intervalo de confiança de 95% (OLIVEIRA-FILHO, 2022), calculados pelos “*software*” gratuitos Microsoft Excel^R e The R Project for Statistical Computing^R (pacotes *meta* e *metafor*). As figuras foram elaboradas em aplicativos (Canva^R) e os gráficos do tipo Forest-Plot gerados com ajuda de inteligência artificial (OpenIA^R).

Resultados

A aplicação da abordagem metanalítica empregando os três descritores não revelou nenhum artigo publicado sobre o *T. stromaticum* com ACB para helmintos em todas as bases de dados. Alternativamente, uma combinação de dois dos descritores empregados resultou numa lista que, quando submetida ao escrutínio dos critérios de exclusão e inclusão, revelou os artigos selecionados (N3=65) que se encontram na Tabela I (material suplementar). Destes, somente aqueles que obtiveram pontuação de 1 até 5 na abordagem metanalítica foram considerados para leitura e tiveram suas pontuações confirmadas pelos demais revisores.

Em seguida, as variáveis bibliométricas de cada periódico/revista foram obtidas em diferentes bases de dados. Assim, de posse destes valores, foram calculados a diferença da média (Média-DIF), o desvio padrão e o intervalo de confiança (IC 95%) para classificação dos artigos publicados em revistas/periódicos de acordo com a Tabela II. Os autores/artigos que obtiveram as maiores pontuações na Média-DIF em pelo menos uma das variáveis bibliométricas avaliadas foram selecionados. Numa outra etapa metanalítica, os indicadores bibliométricos de cada artigo foram contabilizados e avaliados quanto a sua relevância, pelo número de citações por outros autores. Na Tabela III estão apresentadas as variáveis analisadas sobre a quantidade de citações do primeiro autor de cada um dos artigos (exceto autocitações), segundo a base de dados do Web of Science. Na Tabela IV estão apresentadas as quantidades de citações e visualizações de cada um dos artigos, segundo a editora responsável pela publicação.

Posteriormente, as variáveis bibliométricas foram categorizadas para realizar a análise estatística nos modelos de efeitos fixo e aleatórios para testagem da heterogeneidade pela estatística Q de Cochran (HUEDO-MEDINA et al, 2006) ou I^2 de Higgins e Thompson (HIGGINS et al, 2003) empregando os pacotes meta e metafor do Programa R. Em resumo, o I^2 é uma medida de heterogeneidade em metanálises e é derivado da estatística Q de Cochran. Ele indica se parte da variabilidade total entre estudos é devida à heterogeneidade real (e não ao acaso). Assim, dos artigos sob análise, somente 13 (N4=13) tiveram suas estimativas para medidas do tamanho do efeito combinado (i.e. *Trichoderma spp* como agente de controle biológico para larvas + mecanismos que explicam tal efeito). Os artigos excluídos nesta etapa apresentavam metodologia de pesquisa muito específica e diferente dos demais, o que não possibilitaria sua comparação no modelo de efeitos aleatórios.

Para o cálculo do efeito combinado, foram utilizados a razão de chances (OR do inglês *odds ratio*), o risco relativo (RR) (OLIVEIRA-FILHO, 2022) pelos “software” gratuitos Excel e R. Os dados e variáveis testadas estão expressos na Tabela V e deram origem à Figura 2 do tipo forest plot (LEWIS & CLARICE, 2001). O efeito combinado dos estudos aleatórios, ou seja, *Trichoderma spp* como agente de controle biológico sobre larvas de nematóides foi calculado como RE = 65,07 ; IC 95% (53,48 – 76,66).

Em resumo, é possível afirmar que praticamente toda a variabilidade observada entre os artigos selecionados decorre de diferenças reais dos resultados obtidos entre eles, e não apenas de erro amostral. Isso justifica fortemente o uso do modelo de efeitos aleatórios, porém sugere que uma estimativa combinada única deve ser interpretada com muita cautela.

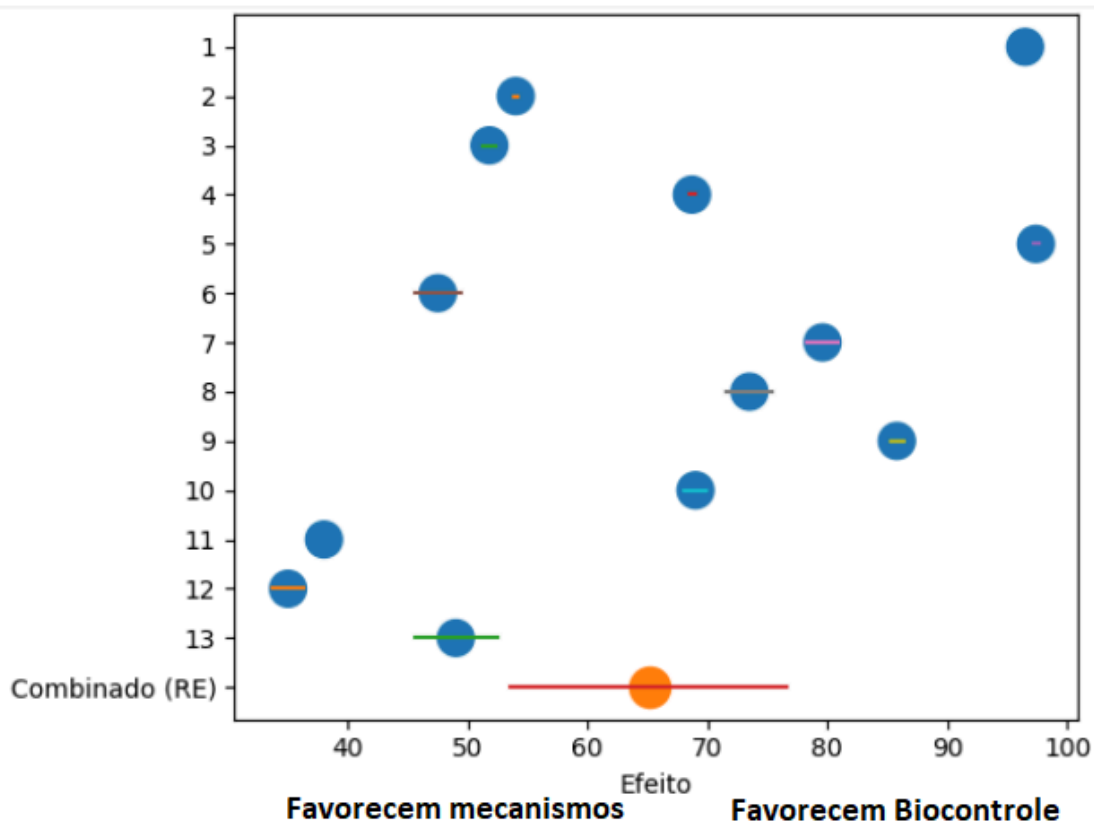


Figura 2: Forest-plot dos valores calculados do efeito combinado (uso de *Trichoderma spp* para controle biológico de larvas). A linha central representa o efeito combinado médio (65,07) e as adjacentes o intervalo de confiança 95% (53,48 – 76,66). Os artigos selecionados (1 a 13) foram classificados segundo um dos dois desfechos descritos. Cada linha representa o IC 95% de cada artigo. O tamanho dos pontos é proporcional ao peso no modelo aleatório. A última linha (Combinado RE) mostra o efeito combinado da meta-análise. Calculado pelo Programa R e gerado em PDF com auxílio de inteligência artificial OpenIA^R.

Por isso, com base no modelo de efeitos aleatórios, em que uma única estimativa combinada não seria favorecida pela presente metanálise, os artigos selecionados foram então classificados em duas estimativas de desfecho: (i) aqueles que favorecem o biocontrole exercido por *Trichoderma spp*, e (ii) aqueles que favorecem a explicação dos mecanismos envolvidos. Assim, a Tabela VI apresenta os artigos selecionados e lidos integralmente para discussão com base nestes desfechos.

Discussão

Neste artigo, apresentamos os resultados de uma revisão sistemática com abordagem metanalítica para investigar resultados publicados por outros autores sobre a capacidade antagônica *in vitro* de *Trichoderma stromaticum* sobre larvas de geo-helmintos. Foram encontradas limitações, como os poucos estudos em helmintos de importância médica, e a ausência de artigos sobre *T. stromaticum* como ACB para larvas de geo-helmintos que atendessem aos critérios de elegibilidade nas bases de dados mencionadas. A combinação de somente dois descritores (*Trichoderma* e Controle Biológico) trouxe maior representatividade à busca, o que resultou na heterogeneidade elevada ($Q=83.693,59$; $p<0,001$), indicando que fungos do gênero *Trichoderma* estão envolvidos no controle biológico de larvas de diferentes nematelmintos fitopatógenos (e de alguns helmintos) com variáveis mecanismos de ação, que serão descritos em detalhe a seguir.

Artigos que favorecem o desfecho biocontrole

Anbalagan e colaboradores (2025) em seu artigo “Deciphering the Biocontrol Potential of *Trichoderma asperellum* (Tv1) Against *Fusarium*-Nematode Wilt Complex in Tomato” avaliaram *Trichoderma spp.* como um agente de biocontrole para o manejo do complexo nematóide causadores de murcha em culturas de tomate (*Meloidogyne spp.*), visando mitigar perdas na produtividade. As larvas de *Meloidogyne spp.* foram isoladas de amostras de plantas infectadas e confirmadas molecularmente. A eficiência de biocontrole do Tv1 contra larvas de *M. incognita* foi de 21,04%, e o fator reprodutivo dos nematóides caiu para 0,53 no grupo de tratamento com Tv1. Com base nos resultados observados, os autores afirmaram que o Tv1 controlou efetivamente as populações de nematóides da doença de murcha do tomate quando aplicado no solo.

Neste sentido, Ghareeb e colaboradores (2024) no artigo “Utilizing bio-synthesis of nanomaterials as biological agents for controlling soil-borne diseases in pepper plants:

root-knot nematodes and root rot fungus” propuseram um elegante protocolo para biossíntese de nanomateriais por *Trichoderma spp.* Resumidamente, um biocomposto sintético (ZnO-NPs) foi gerado no cultivo de *Trichoderma spp.* identificado molecularmente por meio de amplificação por PCR e sequenciamento do 18s como ON203115. A presença de ZnO-NPs foi confirmada pela observação de uma mudança de cor no filtrado para verde-escuro, juntamente com o uso de espectrofotometria visível e UV, possibilitando quantificar a formação e a estrutura química das ZnO-NPs. Como resultado, os autores obtiveram biocompostos ativos vitais, que foram responsáveis por combater larvas de *M. incognita*. A atividade nematicida foi determinada usando um ensaio de exposição direta *in vitro*, e uma alta porcentagem de mortalidade de larvas J2 de nematóides foi observada nas concentrações mais elevadas.

Outra abordagem significativa foi a descrita no artigo “Optimizing sustainable control of *Meloidogyne javanica* in tomato plants through gamma radiation-induced mutants of *Trichoderma harzianum* and *Bacillus velezensis*” por Rostami e colaboradores (2024) que investigaram a eficácia de *Trichoderma spp.* e *Bacillus spp.*, bem como de seus mutantes induzidos por radiação gama, como potenciais agentes de controle biológico contra larvas de *M. javanica* em tomateiros. O estudo destacou o potencial das abordagens combinadas de biocontrole para o manejo de nematóides em ambientes agrícolas.

Fan e colaboradores (2020) no artigo intitulado “Isolation and effect of *Trichoderma citrinoviride* Snef1910 for the biological control of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*” selecionaram e identificaram novos agentes fúngicos para biocontrole contra o nematóide *M. incognita*. O *T. citrinoviride* Snef1910 foi selecionado dentre 890 isolados de fungos e controlou de forma eficiente a doença de nematóides de galhas causada por *M. incognita*, apresentando eficácia de controle superior a 50%, aumentando as porcentagens de

inibição da eclosão de ovos e reduzindo galhas nas raízes, massas de ovos e a formação de larvas.

O artigo publicado por Dababat e colaboradores (2019) “Use of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride* for the biological control of *Meloidogyne incognita* on tomato” investigou a eficácia destes fungos como agentes de controle biológico do nematóide fitoparasita causador da galhas radiculares em tomateiro, uma das principais limitações fitossanitárias dessa cultura em sistemas agrícolas intensivos. O estudo foi conduzido em condições controladas, avaliando a aplicação de isolados de *Trichoderma spp.* no solo ou no sistema radicular, com o objetivo de analisar seus efeitos sobre a população do nematóide e sobre o desenvolvimento da planta hospedeira. Os resultados demonstraram que ambos os fungos apresentaram efeito significativo no controle de *M. incognita*, com destaque para *T. harzianum*, que promoveu maior redução na formação de galhas e na reprodução do nematóide.

Em um outro artigo publicado por de Souza Maia Filho et al., (2017) intitulado “*Trichoderma virens* as a biocontrol of *Toxocara canis*: *In vivo* evaluation” os fungos nematófagos capturaram e digeriram as formas livres de nematóides no solo. A hipótese principal dos autores foi que a administração de ovos embrionados de *T. canis* expostos ao fungo nematófago *Trichoderma virens* reduziria a infecção parasitária em animais experimentais. Os resultados publicados mostraram que a pré-exposição dos ovos de *T. canis* ao fungo *T. virens* reduziu significativamente a infecção experimental, demonstrando o potencial deste fungo nematófago como um agente de biocontrole de helmintos em modelos animais.

No mesmo sentido, o artigo “Effect of *Paecilomyces lilacinus*, *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma virens* fungal extracts on the hatchability of *Ancylostoma* eggs” (Hofstätter et al., 2017) avaliou o potencial ovicida de extratos fúngicos sobre nematóides de relevância veterinária e zoonótica. Metodologicamente, os autores empregaram extratos fúngicos

obtidos a partir do cultivo das espécies em condições controladas, os quais foram testados *in vitro* sobre ovos de *Ancylostoma*. A taxa de eclosão foi utilizada como principal parâmetro de eficácia, permitindo a comparação direta entre os diferentes extratos e o grupo controle. A análise estatística demonstrou redução significativa na eclodibilidade dos ovos expostos aos extratos fúngicos, evidenciando efeito ovicida foi variável conforme a espécie fúngica avaliada, sugerindo diferenças qualitativas e quantitativas na composição de metabólitos secundários bioativos entre os fungos. Ambos os estudos de Sousa Maia Filho e Hofstätter se inserem na discussão sobre o contexto da busca por alternativas biológicas ao controle químico de helmintos, diante do aumento da resistência anti-helmíntica e das preocupações ambientais associadas ao uso de químicos sintéticos ao invés de ACB (Adkar-Purushothama et al., 2026).

Artigos que favorecem o desfecho mecanismos

Assim, considerando os artigos selecionados que relatam o uso de fungos do gênero *Trichoderma* como ACB de nematelmintos, e excepcionalmente em larvas de helmintos parasitas de animais, outro desfecho importante desta abordagem metanalítica foi evidenciar os mecanismos que os autores consideraram para explicar tais efeitos antagonistas ou de controle biológico de fungos do gênero *Trichoderma* sobre larvas de helmintos.

Em 2013, de Souza-Maia Filho e colaboradores investigaram efeitos antagônicos de *Trichoderma spp.* sobre larvas de helmintos considerando substâncias obtidas/derivadas de fungos isolados de solos de locais públicos na cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. Tais substâncias isoladas de *Trichoderma spp.* (ou aquelas sintetizadas por um complexo de fungos das amostras coletadas) exibiram potencial biocida “*in vitro*” sobre *Toxocara canis*. Entre vários gêneros isolados, efeito ovicida significativo foi observado em *Trichoderma*, no complexo *Fusarium solani* e *Acremonium*. Esses isolados do gênero *Trichoderma* mostraram seu efeito ovicida no 14º dia da interação fungo-ovo. Esses resultados sugeriram que o uso de

Trichoderma e o complexo *Fusarium solani* no controle biológico de *T. canis* era promissor; contudo, os autores apenas discutiram os mecanismos que poderiam estar envolvidos, como por exemplo: antibiose, competição, microparasitismo e produção de enzimas (quitinases, glucanases, proteases) e metabólitos voláteis inibidores, ou enzimas líticas que degradam a quitina dos ovos.

Braga e colaboradores (2014) propuseram no artigo “Statistical experimental design to assess the influence of enzymes of nematophagous fungi versus helminths” método para avaliar a influência das enzimas de fungos nematófagos sobre larvas de *Strongyloides westeri* e larvas de tricurídeos. As variáveis estudadas pelos autores, segundo o delineamento de Plackett–Burman, revelaram que as proteases e quitinases de AC001 ou VC4 teriam maior papel como agentes destrutivos de larvas de *S. westeri* e tricurídeos.

De acordo com Baptista e colaboradores (2020) em “*Purpureocillium lilacinum* and *Trichoderma virens* for biological control of trichostrongylid parasites of sheep: an *in vitro* evaluation” os mecanismos observados na atividade ovicida confirmada de *T. virens* esteve relacionada ao extrato filtrado, indicando que os metabólitos liberados no meio de cultivo eram os principais responsáveis pela ação ovicida e que diferenças entre espécies de fungo testados, estaria associada à produção de enzimas hidrolíticas (como proteases e quitinases), capazes de degradar a casca dos ovos e inviabilizar o desenvolvimento embrionário.

Estratégias para a produção em escala destes produtos biosintéticos ou isolados a partir do crescimento de *Trichoderma* foi proposto por Baldoni e colaboradores (2020) em “Chitinase production by *Trichoderma koningiopsis* UFSMQ40 using solid state fermentation” ao identificar este fungo quitinolítico e otimizar sua produção usando fermentação em estado sólido e substrato agroindustrial, avaliaram diferentes fontes de quitina para a produção de quitinase, e diferentes solventes para a extração das enzimas produzidas durante o processo de fermentação. Ainda, determinaram o efeito nematicida do extrato enzimático e o controle

biológico de larvas de nematóides *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita*. Neste estudo, o *Trichoderma koningiopsis* UFSMQ40 apresentou alta mortalidade para *M. javanica* e *M. incognita* quando aplicado em tratamentos com filtrado enzimático e suspensão de conídios. O mecanismo descrito no artigo seria exercido por quitinases produzidas por *T. koningiopsis* capazes de hidrolisar a quitina, causando ruptura estrutural e morte dos organismos-alvo, exercendo ação antifúngica e nematicida ao degradar estruturas vitais de patógenos e parasitas.

Recente contribuição (MA et al., 2024) no artigo “Purification and identification of the nematicidal activity of S1 family trypsin-like serine protease (PRA1) from *Trichoderma longibrachiatum* T6 through prokaryotic expression and biological function assays” afirma que a serina-protease PRA1 de *Trichoderma longibrachiatum* T6 possui atividade nematicida robusta contra *M. incognita*, reduzindo tanto a sobrevivência de larvas juvenis quanto sua capacidade de infectar plantas. O mecanismo proposto pelos autores envolve a degradação da cutícula larval, porque a PRA1, sendo uma serina protease “tripsina-like”, atua sobre proteínas estruturais da cutícula das larvas juvenis de segundo estágio. Essa degradação compromete a integridade da barreira externa, levando à morte ou inviabilidade das larvas. O tratamento com PRA1 reduziu significativamente a capacidade de larvas juvenis de penetrarem nas raízes de tomate, interferindo na mobilidade e capacidade infectiva. A atividade proteolítica direta da PRA1 estável em diferentes condições, confirmou que sua ação nematicida está diretamente ligada à proteólise de substratos essenciais para os nematoides. A contribuição deste artigo é que as enzimas hidrolíticas específicas produzidas por *Trichoderma spp.* são responsáveis por grande parte da atividade nematicida observada.

Em 2026, Chen e colaboradores publicaram “Evaluating the efficacy and molecular mechanisms of the effects of *Trichoderma harzianum* T15 against *Bursaphelenchus xylophilus*” em que relatam que *Trichoderma harzianum* T15, isolado da rizosfera de *Pinus*

koraiensis, demonstrou forte atividade de controle biológico contra o nematóide *Bursaphelenchus xylophilus*, agente da murcha do pinheiro. Após a infecção, os nematóides apresentaram escurecimento do corpo e ruptura da cutícula, indicando dano estrutural causado pelo fungo. Os principais mecanismos de ação observados foram a penetração física do micélio de *T. harzianum* na superfície do nematóide que penetrou sua cutícula, colonizando o corpo do hospedeiro, além da degradação da parede corporal por enzimas (peptidase S8 e quitinases) capazes de degradar os componentes estruturais da cutícula, facilitando a invasão e destruição do nematóide. Pela primeira vez foi verificada a produção de toxinas e compostos voláteis (ftalatos e terpenóides) liberados pelo fungo que contribuem para a mortalidade larval. Ainda, os metabólitos antifúngicos/nematicidas da fermentação (acetato de etila e diclorometano) apresentaram efeito letal dependente de tempo e concentração, com até 99% de mortalidade em 72 horas.

Conclusão

Fungos do gênero *Trichoderma* são amplamente usados como ACB para doenças causadas por nematóides, entre as quais encontram-se aquelas mais associadas ao controle de pragas e larvas de solo; há poucos artigos sobre algumas zoonoses e enzooses/epizootias. Não foram encontrados relatos sobre *Trichoderma stromaticum* como ACB para larvas de geo-helminthos de importância médica. Isso reforça a necessidade de novas pesquisas que reforcem a busca de mecanismos por resultados translacionais dos ACB em saúde única.

Houve heterogeneidade nos achados sobre os mecanismos envolvidos no biocontrole exercido por fungos do gênero *Trichoderma* consolidam o papel das enzimas como ferramentas promissoras no controle biológico de nematóides parasitas, com potencial de aplicação em programas inovadores de manejo integrado para controle biológico e ambientalmente seguro. Destacaram-se na metanálise as enzimas hidrolíticas: proteases, quitinases e glucanases que degradam estruturas da cutícula e parede celular dos nematóides

promovendo sua ruptura, perda de mobilidade e morte, bem como novos metabólitos secundários que apresentam atividade nematicida (i.e. peptaibol, gliotoxinas, ftalatos, terpenóides, acetato de etila e diclorometano).

Ainda, para controle de larvas fitoparasitas há adicionalmente os efeitos de competição e colonização: fungos do gênero *Trichoderma* colonizam rizosfera e reduzem nichos ecológicos disponíveis para nematóides, e indução de resistência sistêmica: plantas tratadas com *Trichoderma spp.* apresentam maior resistência a infecções por nematóides fitoparasitas.

Agradecimentos: Os autores agradecem profundamente a contribuição da Profa Dra Aline Oliveira Conceição que endossou o presente trabalho.

Conflito de Interesses: os autores declaram que não possuem qualquer conflito de interesses relacionado ao seu trabalho de pesquisa.

Declaração de Disponibilidade de Dados:

Todos os dados utilizados e analisados neste estudo estão integralmente contidos no próprio manuscrito. Não há conjuntos de dados adicionais disponíveis. Este manuscrito contém todos os dados necessários para apoiar as conclusões apresentadas, não havendo necessidade de disponibilização em repositório externo.

Contribuição dos autores: Ana Letícia Souza Santos, Beatriz Êmily Almeida Abade, Caio Vitor Neves Veiga Maria, João Vitor Lima Santos, e Maria Letícia Rodrigues de Luna buscaram os descritores nos bancos de dados e fizeram a revisão sistemática com abordagem metanalítica dos artigos nas etapas de identificação, rastreamento e elegibilidade. Marcelo Fernandes da Silva coordenou o projeto de pesquisa que deu origem ao artigo, idealizou o fluxograma de abordagem metanalítica e elaborou os testes estatísticos, figuras e tabelas. Todos os autores revisaram e concordaram com a versão final do texto deste artigo.

Referências

ABUD, C. O.; GORISCH, P.; SOUZA, L. P. Saúde única: pilar integrativo dos direitos humanos à saúde e ao meio ambiente. *Ciência et Praxis*, v. 20, n. 35, p. 230-242, 2025.

ADKAR-PURUSHOTHAMA, C. R.; CHETTIMADA, A.; MURALI, T. S.; MUTHUSAMY, A.; BOUARAB, K.; PERREAULT, J. P. Non-chemical control of fungal pathogens in crops: a one-health perspective on strategies, mechanisms, and future directions. *Frontiers in Plant Science*, v. 16, 1746521, 12 jan. 2026. doi: 10.3389/fpls.2025.1746521.

ANBALAGAN, S. A. et al. Deciphering the biocontrol potential of *Trichoderma asperellum* (Tv1) against Fusarium-Nematode wilt complex in tomato. *Journal of Basic Microbiology*, v. 65, n. 1, p. e2400595, jan. 2025.

BALDONI, D. B. et al. Chitinase production by *Trichoderma koningiopsis* UFSMQ40 using solid state fermentation. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 51, n. 4, p. 1897-1908, dez. 2020.

BAPTISTA, C. T. et al. *Purpureocillium lilacinum* and *Trichoderma virens* for biological control of trichostrongylid parasites of sheep: an in vitro evaluation. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 29, n. 4, p. e006120, 19 out. 2020.

BATISTA FILHO, A. et al. Manejo integrado de pragas em soja: impacto de inseticidas sobre inimigos naturais. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 70, n. 1, p. 1-10, jan./mar. 2003.

BIBLIOTECA VIRTUAL EM SAÚDE. *Descritores em Ciências da Saúde*. 2024. Disponível em: <https://decs.bvsalud.org/>. Acesso em: 19 mar. 2026.

BRAGA, F. R. et al. Statistical experimental design to assess the influence of enzymes of nematophagous fungi versus helminths. *Research in Veterinary Science*, v. 97, n. 3, p. 527-532, dez. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Agronegócio brasileiro fecha 2025 com recorde em exportações de US\$ 169 bilhões e superávit de US\$ 149,07 bilhões. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/agronegocio-brasileiro-fecha-2025-com-recorde-em-exportacoes-de-us-169-bilhoes-e-superavit-de-us-149-07-bilhoes>. Acesso em: 4 fev. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. *Guia de vigilância em saúde: volume único*. 3. ed. Brasília, DF: MS, 2019. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/junho/25/guia-vigilancia-saude-volume-unico-3ed.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2026.

CLARIVATE ANALYTICS. *Web of Science*. Disponível em: <https://clarivate.com>. Acesso em: 19 mar. 2026.

DABABAT, A. A.; SIKORA, R. A.; HAUSCHILD, R. Use of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride* for the biological control of *Meloidogyne incognita* on tomato. *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 165, p. 67-73, jul. 2019.

DE SOUZA MAIA FILHO, F.; NUNES VIEIRA, J.; AIRES BERNE, M. E.; STOLL, F. E.; DA SILVA NASCENTE, P.; PÖTTER, L.; BRAYER PEREIRA, D. I. Fungal ovicidal activity on *Toxocara canis* eggs. *Revista Iberoamericana de Micología*, v. 30, n. 4, p. 226-230, out./dez. 2013.

DE SOUZA MAIA FILHO, F.; DA SILVA FONSECA, A. O.; PERSICI, B. M.; DE SOUZA SILVEIRA, J.; BRAGA, C. Q.; PÖTTER, L.; DE AVILA BOTTON, S.; BRAYER PEREIRA, D. I. *Trichoderma virens* as a biocontrol of *Toxocara canis*: in vivo evaluation. *Revista Iberoamericana de Micología*, v. 34, n. 1, p. 32-35, 2017.

FAN, H. et al. Isolation and effect of *Trichoderma citrinoviride* Snef1910 for the biological control of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *BMC Microbiology*, v. 20, n. 1, p. 299, 2 out. 2020.

FERREIRA, F. V.; MUSUMECI, M. A. *Trichoderma* as biological control agent: scope and prospects to improve efficacy. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 37, n. 5, p. 90, 26 abr. 2021. doi: 10.1007/s11274-021-03058-7.

GHAREEB, R. Y.; BELAL, E. B.; EL-KHATEEB, N. M. M.; SHREEF, B. A. Utilizing bio-synthesis of nanomaterials as biological agents for controlling soil-borne diseases in pepper plants: root-knot nematodes and root rot fungus. *BMC Plant Biology*, v. 24, n. 1, p. 110, 15 fev. 2024.

HIGGINS, J. P. T.; THOMPSON, S. G.; DEEKS, J. J.; ALTMAN, D. G. Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ*, v. 327, n. 7414, p. 557-560, 2003.

HOFSTÄTTER, B. D. M.; OLIVEIRA DA SILVA FONSECA, A.; DE SOUZA MAIA FILHO, F.; DE SOUZA SILVEIRA, J.; PERSICI, B. M.; PÖTTER, L.; SILVEIRA, A.; ANTONIOLLI, Z. I.; BRAYER PEREIRA, D. I. Effect of *Paecilomyces lilacinus*, *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma virens* fungal extracts on the hatchability of *Ancylostoma* eggs. *Revista Iberoamericana de Micología*, v. 34, n. 1, p. 28-31, 2017.

HUEDO-MEDINA, T. B.; SÁNCHEZ-MECA, J.; MARÍN-MARTINEZ, F.; BOTELLA, J. Assessing heterogeneity in meta-analysis: Q statistic or I² index. *Psychological Methods*, v. 11, n. 2, p. 193-206, 2006.

KATZ, N. *Inquérito nacional de prevalência da esquistossomose mansoni e geo-helminthoses*. Belo Horizonte: CPqRR, 2018. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/25662/2/Inqu%C3%A9rito%20Nacional%20de%20Preval%C3%Aancia%20da%20Esquistossomose%20mansoni%20e%20Geo-helminthoses.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2026.

LEWIS, S.; CLARICE, M. Forest-plot: trying to see the woods and trees. *BMJ*, v. 322, n. 7300, p. 1479-1480, 2001.

LIGNON, J. S. et al. Risk analysis of contamination by potentially zoonotic parasites found in public squares at Southern Brazil. *BMC Public Health*, v. 25, n. 1, p. 2538, 24 jul. 2025. doi: 10.1186/s12889-025-23745-6.

MA, N.; LV, H.; BOAMAH, S.; ZHANG, S.; XB. Purification and identification of the nematocidal activity of S1 family trypsin-like serine protease (PRA1) from *Trichoderma*

longibrachiatum T6 through prokaryotic expression and biological function assays. *Genes (Basel)*, v. 15, n. 11, p. 1437, 6 nov. 2024.

MARTINS, A. J. A. et al. Risk of environmental contamination by gastrointestinal parasites in public areas of the Central Plateau Microregion of Brazil: a public health concern. *Pathogens*, v. 14, n. 3, p. 211, 21 fev. 2025. doi: 10.3390/pathogens14030211.

MARTÍNEZ, Y. et al. Biopolymer-based emulsions for the stabilization of *Trichoderma atrobrunneum* conidia for biological control. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v. 107, n. 4, p. 1465-1476, fev. 2023.

MOHER, D.; LIBERATI, A.; TETZLAFF, J.; ALTMAN, D. G. The PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Medicine*, v. 6, n. 7, p. e1000097, 2009. doi: 10.1371/journal.pmed1000097.

NASCIMENTO, V. C.; RODRIGUES-SANTOS, K. C.; CARVALHO-ALENCARA, K. L.; CASTRO, M. B.; KRUGER, R. H.; LOPES, F. A. C. *Trichoderma*: biological control efficiency and perspectives for the Brazilian Midwest states and Tocantins. *Brazilian Journal of Biology*, v. 82, p. e260161, 2022. doi: 10.1590/1519-6984.260161.

NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE (US). *PubMed. Medical Subject Headings*. 2026. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>>

OLIVEIRA, J. M.; DESTRO, A. L. F.; FREITAS, M. B.; OLIVEIRA, I. L. Como os pesticidas afetam os morcegos? Uma breve revisão de publicações recentes. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 81, n. 2, p. 499-507, 2021. doi: 10.1590/1519-6984.225330.

OLIVEIRA, L. K. S.; LOPES, R. S.; SANTOS, W. J. C. Relevância do agronegócio na economia brasileira. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 16, p. e443111638493, 2022.

OLIVEIRA-FILHO, P. F. *Epidemiologia e bioestatística: fundamentos para a leitura crítica*. 2. ed. Rio de Janeiro: Rubio, 2022.

OMS. *Prevention and control of schistosomiasis and soil transmitted helminthiasis: report of a WHO expert committee*. Geneva: World Health Organization, 2002. (WHO Technical Report Series, 912). Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/42588>>. Acesso em: 4 fev. 2026.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. *Estrutura integrada sustentável para a eliminação de doenças transmissíveis nas Américas: nota conceitual*. Washington, D.C.:

OPAS, 2019. Disponível em: <<https://iris.paho.org/handle/10665.2/51461>>. Acesso em: 25 jan. 2026.

OPAS. Pan American Health Organization. *Soil transmitted helminthiasis*. Washington, D.C.: PAHO/WHO, 2020. Disponível em: <<https://www.paho.org/en/topics/soil-transmitted-helminthiasis>>. Acesso em: 3 fev. 2026.

ROSTAMI, M.; SHAHBAZI, S.; SOLEIMANI, R.; GHORBANI, A. Optimizing sustainable control of *Meloidogyne javanica* in tomato plants through gamma radiation-induced mutants

of *Trichoderma harzianum* and *Bacillus velezensis*. *Scientific Reports*, v. 14, n. 1, p. 17774, 1 ago. 2024.

Tabela I: Lista de artigos selecionados após a abordagem metanalítica e a respectiva pontuação segundo os critérios aplicados à amostra (N3=65). ***Material suplementar**

N	Autores	Artigo	Crítéri os	Pontos
1	Achi P, McCarthy C, Bavier L, Pena R, Collison WN, Iglesias V, Christensen P, Aljidi A, Baniya A, Goldy C, Adrianza RC, Reddy S, Groen SC, Dillman AR.	Substitutions in the cardiac glycoside binding site of the Na ⁺ /K ⁺ -ATPase do not explain differences in salinity tolerance between <i>Steinernema entomopathogenic</i> nematodes. J Invertebr Pathol ; 214: 108494, 2026 Feb.	FEP ^a TDEPC ^b NACEP ^c	-1
2	Kunwar V, Mo C, Zasada IA, Jumbam B, Aime MC, Zhang L.	In Vitro and In-Soil Suppression of Soybean Cyst Nematode by Fungi Isolated from Cyst Mycobiome. Phytopathology. 2026 Jan;116(1):151-160. doi: 10.1094/PHYTO-03-25-0094-R. Epub 2026 Jan 1. PMID: 40844371.	FEP NALB ^d TDEPC NACEP	-1
3	Thakur N, Kaur S, Jhamta S.	Next-Generation Entomopathogenic Nematode Formulations: Advancing Sustainable Development. Curr Microbiol. 2025 Oct 31;82(12):592. doi: 10.1007/s00284-025-04566-7. PMID: 41171414.	TR ^e	-5
4	Machado Agudelo, Dairon Andrés; García Garzón, María Alejandra; Rueda Páramo, Manuel Enrique; Cardona Bustos, Nadya Lorena.	Evaluación in vitro de la patogenicidad de los hongos aislados en la región de Urabá (Antioquia, Colombia) contra larvas de <i>Aedes aegypti</i> / In vitro evaluation of the pathogenicity of fungi isolated from the Urabá region (Antioquia, Colombia) against <i>Aedes aegypti</i> larvae. Biomédica (Bogotá) ; 44(4): 552-563, oct.-dic. 2024. tab, graf	FEP TDEPC	2
5	Fonseca, Júlia Dos Santos; Valverde, Helbert Ananias; Barbosa, Beatriz Bacelar; Santos, Huarisson Azevedo; de Araújo, Jackson Victor.	Assessing the applications and efficacy of using helminthophagous fungi to control canine gastrointestinal parasites. Acta Trop ; 254: 107180, 2024 Jun.	TR	-5
6	Rodrigues, Jossiera Abrante; Feitosa, Thais Ferreira; Vilela, Vinícius Longo Ribeiro.	A systematic review on products derived from nematophagous fungi in the biological control of parasitic helminths of animals. World J Microbiol Biotechnol;40(7): 224, 2024 Jun 01. MEDLINE	TR	-5
7	Dos Santos, Uener Ribeiro; Dos Santos, Jane Lima.	Trichoderma after crossing kingdoms: infections in human populations. J Toxicol Environ Health B Crit Rev ; 26(2): 97-126, 2023 02 17.	TR	-5
8	Lignon, J. S; Pinto, D. M; Martins, N. S; Pappen, F. G; Monteiro, S. G; Bruhn, F. R. P.	Multiparasitism in crab-eating fox (<i>Cerdocyon thous</i>) (Carnivora: Canidae), including new records, in the Brazilian Pampa: case report Arq. bras. med. vet. zootec. (Online);75(2): 261-266, Mar.-Apr. 2023. tab, ilus VETINDEX	FEP TDEPC NALB NACEP	-4
9	Nascimento, V C; Rodrigues-Santos, K C; Carvalho-Alencar, K L; Castro, M B; Kruger, R H; Lopes, F A C.	Trichoderma: biological control efficiency and perspectives for the Brazilian Midwest states and Tocantins. Braz J Biol ; 82: e260161, 2022.	TR	-5
10	Morais, Estefenson Marques; Silva, Alex Ap Rosini; Sousa, Francisco Wderson Araújo de; Azevedo, Izabelle Maria Barboza de; Silva, Helane França; Santos, Alice Maria Gonçalves; Beserra Júnior, José Evando Aguiar; Carvalho, Caroline Pais de; Eberlin, Marcos Nogueira; Porcari, Andreia M; Araújo, Francisca Diana da Silva.	Endophytic Trichoderma strains isolated from forest species of the Cerrado-Caatinga ecotone are potential biocontrol agents against crop pathogenic fungi. PLoS One ; 17(4): e0265824, 2022.	FEP TR	-5
11	Pereira, Evelin Fornari.	Planejamento, síntese e avaliação biológica de candidatos a fármacos: busca de inibidores epigenéticos da Sirtuína 2 Sir2 São Paulo; s.n; s.n; 2022. 113 p. tab, graf, ilus. LILACS	FEP TDECP	-3
12	Achinelly, M F; Eliceche, D P; Belaich, M N; Ghiringhelli, P D	Variability study of entomopathogenic nematode populations (Heterorhabditidae) from Argentina Braz. j. biol; Braz. j. biol; 77(3): 569-579, July-Sept. 2017. tab, graf LILACS	FEP TDECP	-3

13	Silva, Manoel Eduardo da; Silveira, Wendee Ferreira da; Braga, Fábio Ribeiro; Araújo, Jackson Victor de.	Nematicide activity of microfungi (Orbiliales, Orbiliaceae) after transit through gastrointestinal tract of <i>Gallus gallus domesticus</i> R. bras. Saúde Prod. Anim.;18(1): 1-9, jan.-mar. 2017. ^filus, graf, tab VETINDEX	FEP NALB TDEPC NACEP	-5
14	de Souza Maia Filho, Fernando; da Silva Fonseca, Anelise Oliveira; Persici, Beatriz Maroneze; de Souza Silveira, Julia; Braga, Caroline Quintana; Pötter, Luciana; de Avila Botton, Sônia; Brayer Pereira, Daniela Isabel.	<i>Trichoderma virens</i> as a biocontrol of <i>Toxocara canis</i> : In vivo evaluation. Rev Iberoam Micol;34(1): 32-35, 2017. MEDLINE	NALB	4
15	Hofstätter, Bianca Delgado Menezes; Oliveira da Silva Fonseca, Anelise; de Souza Maia Filho, Fernando; de Souza Silveira, Julia; Persici, Beatriz Maroneze; Pötter, Luciana; Silveira, Andressa; Antonioli, Zaida Inês; Brayer Pereira, Daniela Isabel.	Effect of <i>Paecilomyces lilacinus</i> , <i>Trichoderma harzianum</i> and <i>Trichoderma virens</i> fungal extracts on the hatchability of <i>Ancylostoma</i> eggs. Rev Iberoam Micol;34(1): 28-31, 2017. MEDLINE	NALB NACEP	3
16	Ferreira, G. F; Freitas, T. M; Gonçalves, C. L; Mendes, J. F; Vieira, J. N; Villareal, J. P; Nascente, P. S.	Antiparasitic drugs: in vitro tests against nematophagous fungi / Antiparasitários: teste in vitro contra fungos nematófagos.Braz. J. Biol. ; 76(4): 990-993, Oct.-Dec. 2016.	FEP TDEPC NACEP NALB	-5
17	Vilela, Vinícius Longo Ribeiro; Feitosa, Thais Ferreira; Braga, Fabio Ribeiro; Araújo, Jackson Victor de; Santos, Antonielson dos; Morais, Dayana Firmino de; Souto, Diego Vagner de Oliveira; Athayde, Ana Célia Rodrigues	Coadministration of nematophagous fungi for biological control over gastrointestinal helminths in sheep in the semiarid region of northeastern Brazil. Vet Parasitol;221: 139-43, 2016 May 15. MEDLINE	TDEPC FEP	3
18	Falbo, Margarete Kimie; Soccol, Vanete Thomaz; Sandini, Itacir Eloi; Novakowski, Jaqueline Huzar; Soccol, Carlos Ricardo.	Efeito da pulverização de conídios de <i>Arthrobotrys conoides</i> na pastagem no controle da verminose em ovinos Semina ciÂnc. agrar;36(1): 239-252, 2015. graf, tab VETINDEX	TDEPC FEP NALB NACEP	-5
19	Lino, Zumaquero Rios José; Juventino, López-Tlacomulco José; Raúl, Rojas García; Estibaliz, Sansinenea.	Lethal effects of a Mexican <i>Beauveria bassiana</i> (Balsamo) strain against <i>Meccus pallidipennis</i> (Stal). Braz J Microbiol;45(2): 551-7, 2014. MEDLINE	TDEPC FEP NALB NACEP	-5
20	Buske, Rodrigo; Santurio, Janio Morais; de Oliveira, Clarissa Vasconcelos; Bianchini, Liziane Aita; da Silva, José Henrique Souza; de la Rue, Mario Luiz.	In vitro influence of temperature on the biological control activity of the fungus <i>Duddingtonia flagrans</i> against <i>Haemonchus contortus</i> in sheep. Parasitol Res;112(2): 473-8, 2013 Feb. MEDLINE	TDECP FEP	2
21	Heinzen, Eduardo Luiz; Peixoto, Erika Cosendey Toledo de Mello; Jardim, Júlia Gazzoni; Garcia, Regina Conceição; Oliveira, Newton Tavares Escocard; Orsi, Ricardo de Oliveira.	Extrato de própolis no controle de helmintoses em bezerros Acta Vet. Brasilica;6(1): 40-44, 19 set. 2012. tab VETINDEX	TDEPC FEP NALB NACEP	-5
22	Li, Yixuan; Wu, Sheng-Yen.	Entomopathogenic nematodes in insect pest biocontrol: Diversity and function of excretory/secretory proteins. J Invertebr Pathol;207: 108205, 2024 Nov. MEDLINE	TR	-5
23	Wang, F; Ye, B.	[Advances in research on aquaporins in medical helminthes]. Zhongguo Xue Xi Chong Bing Fang Zhi Za Zhi;32(5): 542-547, 2020 May 08. MEDLINE	TISPCR'	-5
24	Kim, Eun Seok; Adriko, Moses; Aidah, Wamboko; Oseku, Kabarangira Christine; Lokure, David; Sabapathy, Kalpana; Webb, Emily L.	The impact of dual- versus single-dosing and fatty food co-administration on albendazole efficacy against hookworm among children in Mayuge district, Uganda: Results from a 2x2 factorial randomised controlled trial. PLoS Negl Trop Dis;17(7): e0011439, 2023 07. MEDLINE	TDEPC FEP NALB NACEP	-5
25	Dimzas, Dimitris; Morelli, Simone; Traversa, Donato; Di Cesare, Angela; Van Bourgonie, Yoo Ree; Breugelmans, Karin; Backeljau, Thierry; di Regalbono, Antonio Frangipane; Diakou, Anastasia.	Intermediate gastropod hosts of major feline cardiopulmonary nematodes in an area of wildcat and domestic cat sympatry in Greece. Parasit Vectors;13(1): 345, 2020 Jul 10. MEDLINE	TDEPC FEP NALB NACEP	-5
26	Dumidae, Abdulhakam; Janthu, Pichamon; Subkrasae, Chanakan;	Genetic characterization of <i>Angiostrongylus</i> larvae and their intermediate host, <i>Achatina fulica</i> , in Thailand. PLoS One;14(9): e0223257, 2019. MEDLINE	TDEPC FEP NALB	-5

	Dekumyoy, Paron; Thanwisai, Aunchalee; Vitta, Apichat.		NACEP	
27	Al Quraishy, Saleh; Abdel-Gaber, Rewaida; Alajmi, Reem; Dkhil, Mohamed A; Al Jawher, Munirah; Morsy, Kareem.	Morphological and molecular appraisal of cyclophyllidean cestoda parasite Raillietina saudiae sp. nov. infecting the domestic pigeon Columba livia domestica and its role as a bio-indicator for environmental quality. Parasitol Int;71: 59-72, 2019 Aug. MEDLINE	TDEPC FEP NALB NACEP	-5
28	Li, Xin; Ouyang, Xufen; Zhang, Zhengsheng; He, Lin; Wang, Yi; Li, Yaohua; Zhao, Jia; Chen, Zhong; Wang, Chuannan; Ding, Lingli; Pei, Yan; Xiao, Yuehua	Over-expression of the red plant gene R1 enhances anthocyanin production and resistance to bollworm and spider mite in cotton. Mol Genet Genomics;294(2): 469-478, 2019 Apr. MEDLINE	TDEPC FEP NALB NACEP	-5
29	Jaffuel, Geoffrey; Puza, Vladimir; Hug, Anna-Sofia; Meuli, Reto Giulio; Nermut, Jiri; Turlings, Ted C J; Desurmont, Gaylord A; Campos-Herrera, Raquel	Molecular detection and quantification of slug parasitic nematodes from the soil and their hosts. J Invertebr Pathol;160: 18-25, 2019 01. MEDLINE	FEP TDEPC NACEP	-4
30	Dilipkumar, Aiswarya; Raja Ramalingam, Karthik; Chinnaperumal, Kamaraj; Govindasamy, Balasubramani; Paramasivam, Deepak; Dhayalan, Arul; Pachiappan, Perumal	Isolation and growth inhibition potential of entomopathogenic nematodes against three public health important mosquito vectors. Exp Parasitol;197: 76-84, 2019 Feb. MEDLINE	FEP TDEPC NACEP	-4
31	Norbury, Luke J; Basalaj, Katarzyna; Zawistowska-Deniziak, Anna; Sielicka, Alicja; Wilkowski, Przemyslaw; Wesolowska, Agnieszka; Smooker, Peter M; Wedrychowicz, Halina	Intranasal delivery of a formulation containing stage-specific recombinant proteins of Fasciola hepatica cathepsin L5 and cathepsin B2 triggers an anti-fecundity effect and an adjuvant-mediated reduction in fluke burden in sheep. Vet Parasitol;258: 14-23, 2018 Jul 15. MEDLINE	TDEPC FEP NALB NACEP	-5
32	Cyranoski, David; Law, Yao-Hua; Ong, Sandy; Phillips, Nicky; Zastrow, Mark.	Science stars of East Asia. Nature;558(7711): 502-510, 2018 06. MEDLINE	TR	-5
33	Jain, Sonia; George, Parakkal Jovvian; Deng, Wanyan; Koussa, Joseph; Parkhouse, Kaela; Hensley, Scott E; Jiang, Jiu; Lu, Jie; Liu, Zhuyun; Wei, Junfei; Zhan, Bin; Bottazzi, Maria Elena; Shen, Hao; Lustigman, Sara	The parasite-derived rOv-ASP-1 is an effective antigen-sparing CD4+/T cell-dependent adjuvant for the trivalent inactivated influenza vaccine, and functions in the absence of MyD88 pathway. Vaccine;36(25): 3650-3665, 2018 06 14. MEDLINE	TDEPC FEP NALB NACEP	-4
34	Carranza-Rodríguez, Cristina; Escamilla-González, Miriam; Fuentes-Corripio, Isabel; Perteguer-Prieto, María-Jesús; Gárate-Ormaechea, Teresa; Pérez-Arellano, José-Luis.	Helmintosis y eosinofilia en España (1990-2015) Enferm. infecc. microbiol. clín. (Ed. impr.);36(2): 120-136, feb. 2018. graf, tab, mapas IBECS	TDEPC FEP NALB NACEP	-4
35	Snell, Terry W; Johnston, Rachel K; Matthews, Amelia B; Zhou, Hongyi; Gao, Mu; Skolnick, Jeffrey	Repurposed FDA-approved drugs targeting genes influencing aging can extend lifespan and healthspan in rotifers. Biogerontology;19(2): 145-157, 2018 04. MEDLINE	TDEPC FEP NALB NACEP	-4
36	Su, Hao; Zhao, Yong; Zhou, Jing; Feng, Huihua; Jiang, Dewei; Zhang, Ke-Qin; Yang, Jinkui.	Trapping devices of nematode-trapping fungi: formation, evolution, and genomic perspectives. Biol Rev Camb Philos Soc;92(1): 357-368, 2017 Feb. MEDLINE	TR	-5
37	Braga, Fabio Ribeiro; de Freitas Soares, Filipe Elias; Araujo, Juliana Milani; da Fonseca, Leandro Abreu; Hiura, Emy; Garschagen Gava, Maylla; Toledo Vieira, Fernanda; da Paz, Jeanne Saraiva; de Carvalho, Lorendane Milena; Faccini, João Victor; de Queiroz, José Humberto; Araújo, Jackson Victor	Statistical experimental design to assess the influence of enzymes of nematophagous fungi versus helminths. Res Vet Sci;97(3): 527-32, 2014 Dec. MEDLINE	NALB	4
38	Arias, M S; Cazapal-Monteiro, C F; Suárez, J; Migúelez, S; Francisco, I; Arroyo, F L; Suárez, J L; Paz-Silva, A; Sánchez-Andrade, R; Mendoza de Gives, P	Mixed production of filamentous fungal spores for preventing soil-transmitted helminth zoonoses: a preliminary analysis. Biomed Res Int;2013: 567876, 2013. MEDLINE	FEP NALB	3

39	Morris, E Erin; Kepler, Ryan M; Long, Stefan J; Williams, David W; Hajek, Ann E.	Phylogenetic analysis of <i>Deladenus</i> nematodes parasitizing northeastern North American <i>Sirex</i> species. J Invertebr Pathol;113(2): 177-83, 2013 Jun. MEDLINE	TDEPC FEP NALB NACEP	-5
40	Toubarro, Duarte; Lucena-Robles, Miguel; Nascimento, Gisela; Santos, Romana; Montiel, Rafael; Veríssimo, Paula; Pires, Euclides; Faro, Carlos; Coelho, Ana V; Simões, Nelson.	Serine protease-mediated host invasion by the parasitic nematode <i>Steinernema carpocapsae</i> . J Biol Chem;285(40): 30666-75, 2010 Oct 01. MEDLINE	TDEPC FEP NALB NACEP	-5
41	Fan H, Yao M, Wang H, Zhao D, Zhu X, Wang Y, Liu X, Duan Y, Chen L.	Isolation and effect of <i>Trichoderma citrinoviride</i> Snf1910 for the biological control of root-knot nematode, <i>Meloidogyne incognita</i> - BMC Microbiol. 2020 Oct 2;20(1):299 PubMed	FEP	4
42	Baptista CT, Moreira ADS, Maia Filho FS, Valente JSS, Pinto NB, Trindade Junior WPD, Braga CQ, Pötter L, Pereira DIB.	<i>Purpureocillium lilacinum</i> and <i>Trichoderma virens</i> for biological control of trichostrongylid parasites of sheep: an in vitro evaluation. Rev Bras Parasitol Vet. 2020 Oct 19;29(4):e006120 - PubMed	FEP	4
43	Mhatre PH, Divya KL, Venkatasalam EP, Watpade S, Bairwa A, Patil J.	Management of potato cyst nematodes with special focus on biological control and trap cropping strategies. Pest Manag Sci. 2022 Sep;78(9):3746-3759 - PubMed	TR	-5
44	TariqJaveed M, Farooq T, Al-Hazmi AS, Hussain MD, Rehman AU	Role of <i>Trichoderma</i> as a biocontrol agent (BCA) of phytoparasitic nematodes and plant growth inducer. J Invertebr Pathol. 2021 Jul;183:107626. - PubMed	TR	-5
45	Ma N, Lv H, Boamah S, Zhang S, Xu B	Purification and Identification of the Nematicidal Activity of S1 Family Trypsin-Like Serine Protease (PRA1) from <i>Trichoderma longibrachiatum</i> T6 Through Prokaryotic Expression and Biological Function Assays. Genes (Basel). 2024 Nov 6;15(11):1437 - PubMed	FEP	4
46	Dababat AA, Sikora RA, Hauschild R.	Use of <i>Trichoderma harzianum</i> and <i>Trichoderma viride</i> for the biological control of <i>Meloidogyne incognita</i> on tomato. J Invertebr Pathol. 2019 Jul;165:67-73. - PubMed	FEP	4
47	Y Ghareeb R, Belal EB, El-Khateeb NMM, Shreef BA.	Utilizing bio-synthesis of nanomaterials as biological agents for controlling soil-borne diseases in pepper plants: root-knot nematodes and root rot fungus. BMC Plant Biol. 2024 Feb 15;24(1):110.. - PubMed		5
48	Rostami M, Shahbazi S, Soleimani R, Ghorbani A.	Optimizing sustainable control of <i>Meloidogyne javanica</i> in tomato plants through gamma radiation-induced mutants of <i>Trichoderma harzianum</i> and <i>Bacillus velezensis</i> . Sci Rep. 2024 Aug 1;14(1):17774. - PubMed	FEP	4
49	Afridi MS, Schulman P, Lacerda VNC, Guimaraes RA, Vasconcelos de Medeiros FH	Long-term benefit contribution of chemical and biological nematicide in coffee nematode management in soil microbial diversity and crop yield perspectives. Microbiol Res. 2024 May;282:127638. - PubMed	FEP	4
50	Vinothini K, Nakkeeran S, Saranya N, Jothi P, Richard JI, Perveen K, Bukhari NA, Glick BR, Sayyed RZ, Mastinu A.	Rhizosphere Engineering of Biocontrol Agents Enriches Soil Microbial Diversity and Effectively Controls Root-Knot Nematodes. Microb Ecol. 2024 Sep 28;87(1):120 - PubMed	FEP TDEPC NACEP	0
51	Baldoni DB, Antonioli ZI, Mazutti MA, Jacques RJS, Dotto AC, de Oliveira Silveira A, Ferraz RC, Soares VB, de Souza ARC.	Chitinase production by <i>Trichoderma koningiopsis</i> UFSMQ40 using solid state fermentation. Braz J Microbiol. 2020 Dec;51(4):1897-1908 - PubMed	FEP	4
52	Anbalagan SA, Appusamy S, Kumaresan PV, Chellappan G, Narayanan S, Rangasamy A, Perveen K, Bukhari NA, Sayyed R	Deciphering the Biocontrol Potential of <i>Trichoderma asperellum</i> (Tv1) Against <i>Fusarium</i> -Nematode Wilt Complex in TomatoJ Basic Microbiol. 2025 Jan;65(1):e2400595. - PubMed		5
53	Silva ME, Uriostegui MA, Millán-Orozco J, Gives PM, Hernández EL, Braga FR, Araújo JV.	Predatory activity of <i>Butlerius</i> nematodes and nematophagous fungi against <i>Haemonchus contortus</i> infective larvae. Rev Bras Parasitol Vet. 2017 Jan-Mar;26(1):92-95. - PubMed	FEP TDEPC	3

54	De Souza Maia Filho F, Nunes Vieira J, Aires Berne ME, Stoll FE, Da Silva Nascente P, Pötter L, Brayer Pereira DI.	Fungal ovicidal activity on <i>Toxocara canis</i> eggs. Rev Iberoam Micol. 2013 Oct-Dec;30(4):226-30 - PubMed	FEP	4
55	Khan MR, Haque Z, Ahamad F, Zaidi B.	Biomanagement of rice root-knot nematode <i>Meloidogyne graminicola</i> using five indigenous microbial isolates under pot and field trial. J Appl Microbiol. 2021 Feb;130(2):424-438s. - PubMed	FEP	4
56	Yan XN, Sikora RA, Zheng JW	Potential use of cucumber (<i>Cucumis sativus</i> L.) endophytic fungi as seed treatment agents against root-knot nematode <i>Meloidogyne incognita</i> . J Zhejiang Univ Sci B. 2011 Mar;12(3):219-25.. - PubMed	FEP TDEPC NACEP	0
57	Ferreira FV, Musumeci MA	Trichoderma as biological control agent: scope and prospects to improve efficacy. World J Microbiol Biotechnol. 2021 Apr 26;37(5):90.	TR	-5
58	Woo SL, Hermosa R, Lorito M, Monte E	Trichoderma: a multipurpose, plant-beneficial microorganism for eco-sustainable agriculture. Nat Rev Microbiol . 2023 May;21(5):312-326.	TR	-5
59	Nascimento VC, Rodrigues-Santos KC, Carvalho-Alencar KL, Castro MB, Kruger RH, Lopes FAC.	Trichoderma: biological control efficiency and perspectives for the Brazilian Midwest states and Tocantins. Braz J Biol . 2022 Aug 8;82:e260161.	TR	-5
60	Saldaña-Mendoza SA, Pacios-Michelena S, Palacios-Ponce AS, Chávez-González ML, Aguilar CN.	Trichoderma as a biological control agent: mechanisms of action, benefits for crops and development of formulations. World J Microbiol Biotechnol. 2023 Aug 3;39(10):269.	TR	-5
61	Contreras-Soto, M.B.; Tovar-Pedraza, J.M.; Solano-Báez, A.R.; Bayardo-Rosales, H.; Márquez-Licona, G	Biocontrol Strategies Against Plant-Parasitic Nematodes Using <i>Trichoderma</i> spp.: Mechanisms, Applications, and Management Perspectives. J. Fungi 2025, 11, 517. https://doi.org/10.3390/jof11070517	TR	-5
62	Martínez Y, Heeb M, Kalač T, Gholam Z, Schwarze FWMR, Nyström G, De France K.	Biopolymer-based emulsions for the stabilization of <i>Trichoderma atroviride</i> conidia for biological control. Appl Microbiol Biotechnol . 2023 Feb;107(4):1465-1476.		5
63	Silva ME, Uriostegui MA, Millán-Orozco J, Gives PM, Hernández EL, Braga FR, Araújo JV.	Predatory activity of <i>Butlerius</i> nematodes and nematophagous fungi against <i>Haemonchus contortus</i> infective larvae. Rev Bras Parasitol Vet 26 (01) • Jan-Mar 2017 • 10.1590/S1984-29612016091	FEP NALB TDEPC	0
64	Kim TG , Knudsen G	Differential Selection by Nematodes of an Introduced Biocontrol Fungus vs. Indigenous Fungi in Nonsterile Soil. J Microbiol Biotechnol . 2018 May 28;28(5):831-838. 10.4014/jmb.1712.12042.	FEP NALB TDEPC	0
65	Chen J, Ma A, Du Y, Li Z, He X, Lu X, Hao X.	Evaluating the efficacy and molecular mechanisms of the effects of <i>Trichoderma harzianum</i> T15 against <i>Bursaphelenchus xylophilus</i> Pest Manag Sci . 2026 Mar;82(3):2615-2626. doi: 10.1002/ps.70399. Epub 2025 Dec 4.	FEP	4

LEGENDAS (e pontuação atribuída):

^a**FEP**: fora do escopo principal (-1); ^b**TDEPC**: sem a totalidade dos descritores de interesse em suas palavras-chave (-2) ^c**NACEP**: não atendimento aos critérios éticos em pesquisa (-2); ^d**NALB**: não atendimento à legislação de biossegurança (-1); ^e**TR**: trabalhos de revisão (-5); ^f**TISPCR**: trabalhos incompletos sem palavras-chave (-5); ^g**AIID**: ausência de ISSN, ISBN ou DOI; (-3); ^h**RIL**: resumo inacessível para leitura (-4); ⁱ**DCMA**: duplicidade de citação do mesmo artigo (-5)

Tabela II: Lista da indexação dos periódicos/artigos por autor principal em ordem crescente em relação a média do CiteScore e de acordo com as diferenças agrupadas em relação às outras variáveis bibliométricas analisadas.

Primeiro Autor, ano	Periódico	Média-DIF			
		CiteScore	FI(JCR)	SJR	H-index
de Souza Maia Filho et al., 2017	Rev Iberoam Micol	-3,65	-1,72	-0,556	-97,3
Hofstätter et al., 2017	Rev Iberoam Micol	-3,65	-1,32	-0,556	-85,3
de Souza Maia Filho et al., 2013	Rev Iberoam Micol	-3,65	-1,32	-0,556	-85,3
Baptista et al., 2020	Rev Bras Parasitol Vet.	-3,6	-1,22	-0,348	-85,3
Vilela et al., 2016	Vet Parasitol	-1,55	-1,12	-0,163	-56,3
Braga et al., 2014	Res Vet Sci	-1,15	-1,02	-0,154	-43,3
Baldoni et al., 2020	Braz J Microbiol	-1,05	-0,72	-0,152	-41,3
Ma et al., 2024	Genes (Basel)	-0,25	-0,12	0,098	-24,3
Fan et al., 2020	BMC Microbiol	-0,15	1,28	0,272	10,7
Dababat et al., 2019	J Invertebr Pathol	0,25	-0,52	-0,069	-24,3
Rostami et al., 2024	Sci Reports	0,85	0,98	0,114	210,7
Ghareeb et al., 2024	BMC Plant Biol	1,15	1,88	0,374	22,7
Anbalagan et al., 2025	J Basic Microbiol.	1,55	-0,22	0,089	-56,3
Chen J et al, 2026	Pest Manag Sci	2,05	0,88	0,1411	28,7
Arias et al., 2013	Biomed Res Int	2,15	-0,62	0,016	66,7
Martinez et al., 2023	Appl Microbiol Biotechnol	4,95	1,38	0,207	144,7
Afridi et al., 2024	Microbiol Res	6,45	3,98	0,86	-10,3

Observações: Média + DP dos valores (IC-95%) de cada variável bibliométrica: **Citescore:** 5,75 + 2,74 (IC: 4,34 - 7,16); **FI(JCR):** 2,92 + 1,41(IC:2,20 - 3,65); **SJR:** 0,76 + 0,34 (IC 0,55 - 0,96); e **H-index:** 136,3 + 77,3 (IC: 95,7 - 176,9); **Citações** (n) do autor entre 2000 a 2025. Os autores/artigos que obtiveram as maiores pontuações na Média-DIF em pelo menos uma das variáveis bibliométricas foram selecionados.

Tabela III: Lista de indexação segundo a *quantidade de citações do primeiro autor* de cada artigo (exceto autocitações), segundo o Web of Science.

Primeiro Autor	Citações (n)	Citação (Média)	H-Index
Chen, Jie	0	0	0
Hofstätter, Bianca Delgado Menezes	9	1	1
Ma, Nam	11	2,2	2
Anbalagan, Selva A	17	8,5	2
de Souza Maia Filho, Fernando (*)	45	9	4
Baptista, Cristiane Telles	66	12,83	4
Rostami, Mahsa	87	4,3	6
Baldoni, Daiana Bortoluzzi	201	20,73	8
Braga, Fabio Ribeiro	679	13,05	23
Ghareeb, Rehab Y	918	25,35	19
Martínez, Yolanda	951	15,76	20
Afridi, Muhammad Siddique	1.218	38,33	22
Dababat, Abdelfattah Amer	1.499	16,4	28
Fan, Haiyan	5.749	16,31	38

Observação: *de Souza Maia Filho, Fernando é autor de dois artigos distintos na lista de artigos selecionados.

Tabela IV: Lista de indexação segundo a *quantidade de citações e visualizações dos artigos*, segundo a editora das revistas/periódicos.

Artigo	Citações por outros autores	Mendeley (visualização)
Baptista et al., 2020	0	0
Ma et al., 2024	2	2
Afridi et al., 2024	3	29
Dababat et al., 2019	5	2
de Souza Maia Filho et al., 2017	9	25
Hofstätter et al., 2017	9	29
Rostami et al., 2024	10	8
Anbalagan et al., 2025	10	4
Martínez et al., 2023	10	3
Braga et al., 2014	14	20
de Souza Maia Filho et al., 2013	23	39
Ghareeb et al., 2024	27	16
Baldoni et al., 2020	32	2
Fan et al., 2020	65	64
Chen J et al, 2026	65	199

Observações: Citações (n) avaliadas pelo *score* de cada editora, considerando o número de acessos, citações por outros autores e indicador Mendeley.

Tabela V: Valores calculados e interpretações sobre o grau de heterogeneidade entre os desfechos relatados pelos artigos selecionados. Programa R (pacotes *meta* e *metafor* * **material suplementar**)

Teste Estatístico	Valores e Significância	Interpretação
Teste de Cochran e Teste I ² para efeitos fixos	Número de estudos (k): 13 Estatística Cochran: Q= 3,28125 (<i>p</i> <0,001) I² = 8,57%	Indica heterogeneidade muito baixa entre os desfechos , sugerindo que as diferenças observadas entre os desfechos binários das condições são pequenas e amplamente compatíveis com variação aleatória. Um modelo de efeitos fixos não é apropriado para esta abordagem metanalítica .
Teste de Cochran e Teste I ² para efeitos aleatórios	Número de estudos (k): 13 Graus de liberdade: 11 Estatística Cochran: Q= 83.693,59 (<i>p</i> <0,001) Variância entre estudos τ^2 :309,93 I² ≈ 99,99% Efeito combinado (RE) ≈ = 65,07; IC 95% (53,48 – 76,66)	Indica heterogeneidade extremamente alta entre os artigos . Quase toda a variabilidade observada nos efeitos não é compatível com erro amostral apenas. O modelo de efeitos aleatórios é metodologicamente mais apropriado para esta abordagem metanalítica

Tabela VI: Artigos selecionados para discussão e conclusões com base no valor do efeito combinado, segundo o tipo de desfecho. Programa R (pacotes *meta* e *metafor*)

Artigos Avaliados - Desfecho Biocontrole	Efeito	Desvio
Utilizing bio-synthesis of nanomaterials as biological agents for controlling soil-borne diseases in pepper plants: root-knot nematodes and root rot fungus. BMC Plant Biol. 2024 Feb 15;24(1):110.. - PubMed	97,4	0,10
Trichoderma virens as a biocontrol of Toxocara canis: In vivo evaluation. Rev Iberoam Micol;34(1): 32-35, 2017. MEDLINE	68,7	0,11
Deciphering the Biocontrol Potential of Trichoderma asperellum (Tv1) Against Fusarium-Nematode Wilt Complex in TomatoJ Basic Microbiol. 2025 Jan;65(1):e2400595. - PubMed	96,5	0,15
Optimizing sustainable control of Meloidogyne javanica in tomato plants through gamma radiation-induced mutants of Trichoderma harzianum and Bacillus velezensis. Sci Rep. 2024 Aug 1;14(1):17774. - PubMed	79,6	0,68
Effect of Paecilomyces lilacinus, Trichoderma harzianum and Trichoderma virens fungal extracts on the hatchability of Ancylostoma eggs. Rev Iberoam Micol;34(1): 28-31, 2017. MEDLINE	73,5	0,96
Use of Trichoderma harzianum and Trichoderma viride for the biological control of Meloidogyne incognita on tomato. J Invertebr Pathol. 2019 Jul;165:67-73. - PubMed	85,8	0,25
Isolation and effect of Trichoderma citrinoviride Snef1910 for the biological control of root-knot nematode, Meloidogyne incognita - BMC Microbiol. 2020 Oct 2;20(1):299 PubMed	69,0	0,46
Artigos Avaliados - Desfecho Mecanismos	Efeito	Desvio
Purpureocillium lilacinum and Trichoderma virens for biological control of trichostrongylid parasites of sheep: an in vitro evaluation.Rev Bras Parasitol Vet. 2020 Oct 19;29(4):e006120 - PubMed	54,00	53,82
Purification and Identification of the Nematicidal Activity of S1 Family Trypsin-Like Serine Protease (PRA1) from Trichoderma longibrachiatum T6 Through Prokaryotic Expression and Biological Function Assays. Genes (Basel). 2024 Nov 6;15(11):1437 - PubMed	51,80	51,29
Chitinase production by Trichoderma koningiopsis UFSMQ40 using solid state fermentation. Braz J Microbiol. 2020 Dec;51(4):1897-1908 - PubMed	47,50	45,59
Statistical experimental design to assess the influence of enzymes of nematophagous fungi versus helminths. Res Vet Sci;97(3): 527-32, 2014 Dec. MEDLINE	38,00	37,32
Evaluating the efficacy and molecular mechanisms of the effects of Trichoderma harzianum T15 against Bursaphelenchus xylophilus.Pest Manag Sci . 2026 Mar;82(3):2615-2626 PubMed	49,00	1,75
Fungal ovicidal activity on Toxocara canis eggs. Rev Iberoam Micol. 2013 Oct-Dec;30(4):226-30 - PubMed	35,00	33,73

Tabela VII: Resumo das espécies de *Trichoderma*, seus efeitos (ACB) sobre espécies-alvo e os mecanismos descritos nos artigos selecionados pela abordagem metanalítica

Artigos sobre Biocontrole	Trichoderma	Efeito ACB	Espécie-Alvo
Deciphering the Biocontrol Potential of <i>Trichoderma asperellum</i> (Tv1) Against <i>Fusarium-Nematode Wilt Complex</i> in TomatoJ Basic Microbiol. 2025 Jan;65(1):e2400595. - PubMed	<i>T asperellum</i>	larvicida	<i>M. incognita</i>
Optimizing sustainable control of <i>Meloidogyne javanica</i> in tomato plants through gamma radiation-induced mutants of <i>Trichoderma harzianum</i> and <i>Bacillus velezensis</i> . Sci Rep. 2024 Aug 1;14(1):17774. - PubMed	<i>T. harzianum</i>	larvicida	<i>M incognita</i>
Isolation and effect of <i>Trichoderma citrinoviride</i> Snef1910 for the biological control of root-knot nematode, <i>Meloidogyne incognita</i> - BMC Microbiol. 2020 Oct 2;20(1):299 PubMed	<i>T. citrinoviride</i>	ovicida/larvicida	<i>M. javanica</i>
Use of <i>Trichoderma harzianum</i> and <i>Trichoderma viride</i> for the biological control of <i>Meloidogyne incognita</i> on tomato. J Invertebr Pathol. 2019 Jul;165:67-73. - PubMed	<i>T. harzianum</i> e <i>T. viride</i>	larvicida	<i>M. incognita</i>
<i>Trichoderma virens</i> as a biocontrol of <i>Toxocara canis</i> : In vivo evaluation. Rev Iberoam Micol;34(1): 32-35, 2017. MEDLINE	<i>T. virens</i>	ovicida	<i>T. canis</i>
Effect of <i>Paecilomyces lilacinus</i> , <i>Trichoderma harzianum</i> and <i>Trichoderma virens</i> fungal extracts on the hatchability of <i>Ancylostoma</i> eggs. Rev Iberoam Micol;34(1): 28-31, 2017. MEDLINE	<i>T harzianum</i> e <i>T.virens</i>	ovicida	<i>Ancylostoma spp.</i>

Artigos sobre Mecanismos	Trichoderma	Alvo principal	Mecanismo predominante
Fungal ovicidal activity on <i>Toxocara canis</i> eggs. Rev Iberoam Micol. 2013 Oct-Dec;30(4):226-30 - PubMed	<i>Trichoderma. spp</i>	ovos de <i>T. canis</i>	enzimas quitinases, glucanases/proteases e metabólitos inibidores
Statistical experimental design to assess the influence of enzymes of nematophagous fungi versus helminths. Res Vet Sci;97(3): 527-32, 2014 Dec. MEDLINE	<i>Trichoderma .spp</i>	diversos helmintos	proteases AC001 e quitinases VC4
<i>Purpureocillium lilacinum</i> and <i>Trichoderma virens</i> for biological control of trichostrongylid parasites of sheep: an in vitro evaluation.Rev Bras Parasitol Vet. 2020 Oct 19;29(4):e006120 - PubMed	<i>T. virens</i>	ovos e larvas de trichostrongilídeos	ovicida + metabólitos secundários
Chitinase production by <i>Trichoderma koningiopsis</i> UFSMQ40 using solid state fermentation. Braz J Microbiol. 2020 Dec;51(4):1897-1908 - PubMed	<i>T. koningiopsis</i>	larvas J2 de <i>M.javanica</i> e <i>M. incognita</i>	quitinases
Evaluating the efficacy and molecular mechanisms of the effects of <i>Trichoderma harzianum</i> T15 against <i>Bursaphelenchus xylophilus</i> Pest Manag Sci . 2026 Mar;82(3):2615-2626. PubMed	<i>T. harzianus</i>	larvas de <i>B. xylophilus</i>	peptidase S8 e toxinas voláteis (ftalatos, terpenóides) e metabólitos (acetato de etila e diclorometano)
Purification and Identification of the Nematicidal Activity of S1 Family Trypsin-Like Serine Protease (PRA1) from <i>Trichoderma longibrachiatum</i> T6 Through Prokaryotic Expression and Biological Function Assays. Genes (Basel). 2024 Nov 6;15(11):1437 - PubMed	<i>T. longibrachiatum</i>	larvas J2 de <i>M. incognita</i>	serina-protease PRA1

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.