Trichoderma: MANEJO DE DOENÇAS E PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO EM DIFERENTES CULTURAS

Islândia Ricardo Dionizio, Lucas Jordão Santana Tigre, Vanessa Sessa Dian, Samuel de Assis Silva, Gabriela Dias Zerboni, Simone de Paiva Caetano Bucker Moraes, Willian Bucker Moraes.

Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Alto Universitário, s/n, Guararema, 29500-000 – Alegre – ES, Brasil, islandiaricardo01@gmail.com, lucasjst01@gmail.com, vanessasessa2@gmail.com, samuel.silva@ufes.br, gabrielazerboni2006@gmail.com, simonepaivabucker@gmail.com, willian.moraes@ufes.br.

Resumo

O gênero *Trichoderma* apresenta grande potencial para a agricultura devido à sua capacidade de atuar no manejo de doenças e na promoção do crescimento vegetal. Objetivou-se com este trabalho analisar os principais mecanismos de ação de *Trichoderma* e suas aplicações em diferentes culturas agrícolas. Foi realizada uma revisão de literatura, considerando publicações entre 2020 e 2026. Os estudos analisados demonstraram que *Trichoderma* pode atuar no controle de fitopatógenos por meio de mecanismos como micoparasitismo, competição e produção de compostos antimicrobianos, além de estimular mecanismos de defesa das plantas. Também foram observados efeitos positivos sobre o desenvolvimento radicular, produção de biomassa e aproveitamento de nutrientes. Resultados promissores foram encontrados em diferentes culturas, embora a eficiência possa variar conforme a linhagem utilizada, a cultura, as condições ambientais e o método de aplicação. Conclui-se que *Trichoderma* representa uma alternativa promissora para o manejo sustentável de doenças e a promoção do crescimento vegetal, sendo necessários estudos em condições de campo para ampliar a eficiência de sua utilização.

Palavras-chave: Controle biológico. Fitopatógenos. Micoparasitismo. Resistência sistêmica. Bioinsumos.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias – Agronomia

Introdução

A agricultura contemporânea enfrenta o desafio de manter elevados níveis de produtividade diante da necessidade de reduzir os impactos ambientais associados ao uso intensivo de insumos químicos. As doenças de plantas constituem um dos principais fatores limitantes da produção agrícola, podendo comprometer tanto o rendimento quanto a qualidade dos produtos (Woo et al., 2023). Nesse contexto, a busca por estratégias de manejo que conciliem eficiência agronômica e sustentabilidade tem ampliado o interesse pelo controle biológico. Entre os agentes utilizados, espécies do gênero *Trichoderma* destacam-se pela capacidade de atuar contra diferentes fitopatógenos e, simultaneamente, estabelecer interações benéficas com as plantas (Guzmán-Guzmán et al., 2023; Chen et al., 2025).

O gênero *Trichoderma* apresenta ampla distribuição no ambiente e diferentes espécies são capazes de colonizar a rizosfera e estabelecer associações com as raízes. Sua ação sobre os fitopatógenos ocorre por diferentes mecanismos, incluindo competição por espaço e nutrientes, produção de metabólitos secundários, produção de enzimas hidrolíticas e micoparasitismo. Além disso, determinados isolados podem estimular mecanismos de defesa das plantas e favorecer o desenvolvimento do sistema radicular, ampliando seu potencial de utilização em sistemas agrícolas (Guzmán-Guzmán et al., 2023; Philip et al., 2024).

Apesar dos resultados promissores, a eficiência de *Trichoderma* pode variar de acordo com a linhagem utilizada, a cultura, as condições ambientais e a forma de aplicação. Dessa maneira, compreender seus mecanismos de ação e suas aplicações em diferentes culturas é importante para

avaliar seu potencial como ferramenta de manejo sustentável. Objetivou-se com este trabalho analisar os principais mecanismos de ação de *Trichoderma* e suas aplicações em diferentes culturas agrícolas.

Metodologia

Foi realizada uma revisão de literatura sobre o uso de *Trichoderma* no manejo de doenças e na promoção do crescimento vegetal. O levantamento bibliográfico foi realizado nas bases de dados SciELO, Scopus e Google Acadêmico, considerando artigos científicos publicados entre 2020 e 2026. Foram selecionados estudos relacionados aos mecanismos de ação de *Trichoderma*, ao controle biológico de fitopatógenos, à promoção do crescimento vegetal e à aplicação do microrganismo em diferentes culturas agrícolas. Foram priorizados trabalhos que apresentassem informações sobre a eficiência de *Trichoderma* no controle de doenças e no desenvolvimento das plantas. Após a seleção, os estudos foram analisados e organizados de acordo com os principais mecanismos de atuação, benefícios para as plantas e limitações encontradas, permitindo a discussão do potencial de *Trichoderma* como ferramenta para uma agricultura mais sustentável.

Resultados

A literatura analisada demonstrou que *Trichoderma* apresenta diferentes mecanismos de ação envolvidos no controle de fitopatógenos, destacando-se o micoparasitismo, a competição por espaço e nutrientes e a produção de compostos antimicrobianos (Woo et al., 2023; Guzmán-Guzmán et al., 2023). No micoparasitismo, o fungo interage diretamente com o patógeno, podendo produzir enzimas capazes de degradar estruturas fúngicas. A competição ocorre principalmente pela capacidade de colonização e utilização de recursos disponíveis, enquanto a produção de metabólitos pode inibir o crescimento de determinados microrganismos fitopatogênicos (Philip et al., 2024; Chen et al., 2025).

Também foram observados efeitos relacionados à defesa das plantas. A interação com *Trichoderma* pode estimular respostas de defesa e contribuir para maior resistência diante de determinados patógenos (Salwan et al., 2022; Woo et al., 2023). Esse efeito amplia a importância do microrganismo, uma vez que sua atuação não depende exclusivamente da ação direta sobre o agente causador da doença.

Quanto à promoção do crescimento vegetal, os estudos analisados indicaram efeitos sobre o desenvolvimento das raízes, produção de biomassa e aproveitamento de nutrientes (Nuangmek et al., 2021; Contreras-Cornejo et al., 2024). Esses efeitos estão relacionados à interação do microrganismo com as raízes e podem contribuir para o desenvolvimento das plantas.

Foram encontrados resultados positivos em diferentes culturas, incluindo melão e arroz, porém a eficiência de *Trichoderma* apresentou variação conforme a linhagem utilizada, a cultura, as condições ambientais e o método de aplicação (Nuangmek et al., 2021; Swain et al., 2021). Além disso, estudos recentes destacam o potencial de inoculantes microbianos contendo *Trichoderma* para combinar controle de patógenos e promoção do crescimento vegetal (Kredics et al., 2024). De modo geral, os resultados indicam que *Trichoderma* possui potencial para atuar simultaneamente no manejo de doenças e no desenvolvimento das plantas, embora sejam necessários estudos adicionais para ampliar sua eficiência em condições de campo.

Discussão

A capacidade de *Trichoderma* atuar por diferentes mecanismos também ajuda a explicar os resultados positivos encontrados na literatura. Enquanto o micoparasitismo está relacionado à interação direta com outros fungos, a competição dificulta o estabelecimento dos fitopatógenos e a produção de metabólitos pode interferir no seu crescimento (Guzmán-Guzmán et al., 2023; Philip et al., 2024). Além disso, a indução de mecanismos de defesa das plantas amplia a ação do microrganismo, pois permite que a planta participe de forma mais ativa da resposta ao estresse causado pelos patógenos (Salwan et al., 2022).

A promoção do crescimento também demonstra que os benefícios de *Trichoderma* não se limitam ao controle de doenças. A interação com as raízes pode favorecer o desenvolvimento do sistema radicular, o aproveitamento de nutrientes e a produção de biomassa, contribuindo para o desenvolvimento das plantas (Contreras-Cornejo et al., 2024; Nuangmek et al., 2021). Esse aspecto é relevante para a agricultura porque o uso do microrganismo pode apresentar mais de uma finalidade

dentro do sistema de produção. Assim, além de contribuir para o manejo de fitopatógenos, *Trichoderma* pode favorecer características relacionadas ao crescimento e ao desenvolvimento vegetal (Contreras-Cornejo et al., 2024; Chen et al., 2025).

A ocorrência de resultados positivos em diferentes culturas demonstra o potencial de aplicação do fungo em diferentes sistemas agrícolas. Entretanto, a variação observada entre os estudos indica que não existe uma resposta única para todas as situações. A eficiência pode depender da linhagem utilizada, da cultura, das condições ambientais e da forma de aplicação (Nuangmek et al., 2021; Swain et al., 2021). Dessa maneira, a escolha do microrganismo e a definição da estratégia de aplicação devem considerar as características específicas de cada sistema de cultivo.

Essa variação também demonstra uma das principais limitações para a utilização de *Trichoderma* em maior escala. Resultados obtidos em condições controladas ou em determinada cultura não devem ser diretamente generalizados para outras condições, pois fatores ambientais podem interferir na colonização e na atividade do microrganismo (Kredics et al., 2024). Condições como temperatura, disponibilidade de nutrientes, características do solo e interação com outros organismos podem influenciar o estabelecimento de *Trichoderma (*Kredics *et al., 2024)*. Por isso, estudos realizados em condições de campo são importantes para verificar se os resultados observados em laboratório podem ser reproduzidos em situações reais de produção.

A utilização de inoculantes microbianos contendo *Trichoderma* também apresenta perspectivas para o desenvolvimento de estratégias mais integradas de manejo. Segundo Kredics et al. (2024), inoculantes contendo diferentes microrganismos podem apresentar potencial tanto para o controle de patógenos quanto para a promoção do crescimento vegetal. Essa possibilidade é relevante porque permite buscar estratégias que atuem simultaneamente em diferentes aspectos da produção agrícola, contribuindo para sistemas de manejo mais sustentáveis.

Dessa forma, os resultados encontrados reforçam o potencial de *Trichoderma* como ferramenta complementar no manejo de doenças e na promoção do crescimento vegetal. Entretanto, sua eficiência depende das características da linhagem, da cultura e das condições de cultivo, sendo necessário aprimorar as estratégias de aplicação e ampliar os estudos em condições de campo (Kredics et al., 2024; Contreras-Cornejo et al., 2024). O avanço dessas pesquisas poderá contribuir para uma utilização mais eficiente do microrganismo e para sua integração em sistemas agrícolas que busquem reduzir a dependência de insumos químicos.

Conclusão

O gênero *Trichoderma* consolida-se como uma das ferramentas biológicas mais versáteis para a agricultura, atuando tanto no manejo de doenças quanto na promoção de crescimento em diferentes culturas. Sua eficácia decorre da combinação de mecanismos como micoparasitismo, competição, antibiose, indução de resistência na planta e melhoria da disponibilidade de nutrientes. Ainda assim, os resultados variam de forma expressiva conforme a espécie e o isolado utilizados, a formulação, a cultura e as condições ambientais, o que limita a previsibilidade do controle a campo. Por isso, o uso mais racional do gênero está no manejo integrado, associado a outras práticas, e não como substituto.

Referências

CHEN, X. et al. *Trichoderma: Dual Roles in Biocontrol and Plant Growth Promotion*. Microorganisms, v. 13, n. 8, 1840, 2025. DOI: 10.3390/microorganisms13081840.

CONTRERAS-CORNEJO, H. A. et al. Mechanisms for plant growth promotion activated by *Trichoderma* in natural and managed terrestrial ecosystems. *Microbiological Research*, v. 281, 127621, 2024. DOI: 10.1016/j.micres.2024.127621.

GUZMÁN-GUZMÁN, P. et al. *Trichoderma* species: our best fungal allies in the biocontrol of plant diseases—A review. *Plants*, v. 12, n. 3, 432, 2023. DOI: 10.3390/plants12030432.

KREDICS, L. et al. Recent advances in the use of *Trichoderma*-containing multicomponent microbial inoculants for pathogen control and plant growth promotion. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 40, n. 5, 162, 2024. DOI: 10.1007/s11274-024-03965-5.

NUANGMEK, W. et al. Evaluation of a newly identified endophytic fungus, *Trichoderma phayaoense*, for plant growth promotion and biological control of gummy stem blight and wilt of muskmelon.

Frontiers in Microbiology, v. 12, 634772, 2021. DOI: 10.3389/fmicb.2021.634772.

PHILIP, B. et al. *Trichoderma afroharzianum* TRI07 metabolites inhibit *Alternaria alternata* growth and induce tomato defense-related enzymes. *Scientific Reports*, v. 14, 1874, 2024. DOI: 10.1038/s41598-024-52301-2.

SALWAN, R. et al. The riddles of *Trichoderma*-induced plant immunity. *Biological Control*, v. 174, 105037, 2022. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2022.105037.

SWAIN, H. et al. Seed biopriming with *Trichoderma* strains isolated from tree bark improves plant growth, antioxidative defense system in rice and enhance straw degradation capacity. *Frontiers in Microbiology*, v. 12, 633881, 2021. DOI: 10.3389/fmicb.2021.633881.

WOO, S. L. et al. *Trichoderma*: a multipurpose, plant-beneficial microorganism for eco-sustainable agriculture. *Nature Reviews Microbiology*, v. 21, p. 312–326, 2023. DOI: 10.1038/s41579-022-00819-5.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Epidemiologia e Manejo de Doenças de Plantas Agrícolas e Florestais (LEMP) e ao Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI), da Universidade Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre, pela infraestrutura para realização deste estudo, e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.