


**MICROORGANISMOS ENDOFÍTICOS COMO AGENTES DE BIOCONTROLE:  
UMA ALTERNATIVA PARA O SISTEMA DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA  
SUSTENTÁVEL**

 <https://doi.org/10.56238/arev6n3-001>

**Data de submissão:** 01/10/2024

**Data de publicação:** 01/11/2024

**Ana Paula Gramulha Garcia**

Mestranda em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola  
Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
E-mail: [anapaulagramulha@unemat.br](mailto:anapaulagramulha@unemat.br)  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8934-1622/>  
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/0208153820121797>

**Cleia da Silva Lima**

Mestranda em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola  
Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
E-mail: [cleia.lima1@unemat.br](mailto:cleia.lima1@unemat.br)  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7138-2593>  
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/3702824450425990>

**Giovana Schneider**

Mestranda em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola  
Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
E-mail: [giovana.schneider@unemat.br](mailto:giovana.schneider@unemat.br)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1393-3996>  
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/0288106271268098>

**Wallyson Silva dos Santos**

Mestrando em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola  
Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
E-mail: [wallyson.silva@unemat.br](mailto:wallyson.silva@unemat.br)  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2187-1196>  
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/8408960867954455>

**Miriam Hiroko Inoue**

Doutora em Agronomia  
Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
E-mail: [miriam@unemat.br](mailto:miriam@unemat.br)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5332-5170/>  
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/5603582678388704>

**RESUMO**

Os microrganismos endofíticos surgem como uma alternativa sustentável, oferecendo benefícios às plantas, como aumento da resistência ao estresse e a patógenos. Esta pesquisa tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre o potencial dos microrganismos endofíticos no controle biológico de patógenos em sistemas agrícolas, como uma alternativa sustentável aos métodos tradicionais. Os endófitos podem atuar diretamente sobre insetos ou colonizar plantas, criando uma

defesa natural contra pragas. Eles também são promissores no controle de fitopatógenos, auxiliando na redução do uso de fungicidas químicos e incentivando práticas agrícolas mais sustentáveis, produzindo compostos bioativos com atividade antifúngica eficaz contra patógenos. Além disso, eles mostram potencial como herbicidas naturais, afetando negativamente a germinação e o desenvolvimento de plantas daninhas. Embora mais pesquisas sejam necessárias sobre o potencial dos endófitos em sistemas agrícolas, eles são muito promissores para um manejo mais sustentável.

**Palavras-chave:** Controle Biológico. Indução de Resistência. Fungo Endofítico. Bactéria Endofítica.

## 1 INTRODUÇÃO

O uso de pesticidas tem sido a principal forma de controle de pragas agrícolas ao longo dos anos, devido à sua eficácia e rápida ação sobre os organismos indesejados. No entanto, o uso incorreto e indiscriminado desses produtos químicos pode causar sérias consequências para o meio ambiente e a saúde humana. O uso intensivo de pesticidas promove a seleção de populações de insetos resistentes, tornando o controle químico cada vez menos eficaz. Além disso, pesticidas podem se acumular no solo e na água, prejudicando a biodiversidade e afetando negativamente espécies não-alvo, como os polinizadores, que são essenciais para a produtividade agrícola (Cabrera, Guerrero, Batista, 2020; Díaz, Aguilar, 2015; Garrido, Bottom, 2021; Gilden, Huffling e Sattler, 2010; Kim; Kabir; Jahan, 2017; Nauen, Denholm, 2005; Sarwar, 2015). Esses efeitos colaterais, juntamente com a crescente preocupação sobre a contaminação ambiental e os riscos à saúde humana, têm impulsionado a busca por alternativas mais sustentáveis no manejo agrícola.

Diante desses desafios, o desenvolvimento de novas formas de manejo agrícola, que minimizem o impacto ambiental e promovam uma produção sustentável, é de suma importância. Entre essas alternativas, destacam-se os microrganismos endofíticos, que são capazes de viver dentro dos tecidos vegetais sem causar qualquer dano aparente às plantas, mantêm uma relação harmônica com seu hospedeiro (Jaber; Ownley, 2018; Rodriguez *et al.*, 2009; Suryanarayanan *et al.*, 2009; Vega *et al.*, 2008; Veja, 2018). Alguns começam na superfície das plantas, como epifíticos, e outros podem ser patógenos latentes, convivendo de forma harmoniosa com a planta por longos períodos, sem causar infecção. Essas interações mostram o quão complexa é a relação entre plantas e esses organismos (Petrini, 2012). Essas interações simbióticas beneficiam tanto as plantas quanto os microrganismos, criando um equilíbrio ecológico que pode ser explorado para o controle biológico de pragas e doenças.

Os microrganismos endofíticos têm despertado grande interesse científico devido à sua capacidade de contribuir para o desenvolvimento sustentável na agricultura. Alguns desses microrganismos, como fungos e bactérias endofíticas, podem auxiliar no crescimento e na saúde das plantas por meio da produção de enzimas, como quitinases, lipases, celulasas e proteases, que auxiliam na degradação de componentes celulares e promovem um ambiente mais saudável para o desenvolvimento vegetal (El-Gendi *et al.*, 2022). Além disso, esses microrganismos podem aumentar a absorção de nutrientes, como o fósforo e o nitrogênio, aumentar a resistência das plantas a estresses bióticos e abióticos, e produzir hormônios vegetais que estimulam o crescimento, tornando-se ferramentas valiosas no manejo integrado de culturas (Adeleke *et al.*, 2022; Anand *et al.*, 2023; Sudha *et al.*, 2016; Toghueo, 2019).

Um exemplo de sucesso na aplicação de microrganismos endofíticos no controle biológico pode ser observado no trabalho de Toppo *et al.* (2024), que demonstrou que endófitos pertencentes aos gêneros *Colletotrichum* e *Fusarium* promoveram um crescimento significativo nas plantas de *Azadirachta indica*, melhorando a germinação e o vigor das sementes, além de aumentar o crescimento das raízes e da parte aérea da planta. Esses resultados indicam o potencial desses microrganismos para substituir o uso de produtos químicos convencionais, proporcionando uma abordagem mais sustentável para o manejo agrícola.

Outro aspecto relevante é o potencial desses microrganismos na produção de compostos bioativos, como alcaloides e enzimas, que podem atuar como agentes de controle biológico contra pragas. Alguns compostos produzidos pelos endófitos têm ação inseticida, sendo capazes de degradar a cutícula de insetos e inibir seu desenvolvimento, o que os torna uma alternativa promissora no manejo integrado de pragas (Sudha *et al.*, 2016; Sugahara; Varéa, 2014). Isso não apenas reduz a dependência de pesticidas químicos, como também promove uma agricultura mais ecológica e segura para o meio ambiente e para os consumidores.

Dada a amplitude do potencial dos microrganismos endofíticos, esta revisão visa explorar a literatura recente sobre o uso desses organismos no controle biológico de patógenos em sistemas agrícolas. O objetivo é destacar como essas soluções podem ser uma alternativa sustentável e eficiente aos métodos tradicionais, promovendo uma agricultura mais responsável e sustentável.

## 2 METODOLOGIA

Para realizar esta revisão da literatura, foram estabelecidos critérios específicos para garantir a relevância e a atualidade dos estudos selecionados. Com o intuito de englobar as pesquisas mais recentes sobre o uso de microrganismos endofíticos no controle biológico de patógenos agrícolas, foram incluídos artigos publicados entre os anos de 2019 e 2024. As buscas foram realizadas em bases de dados científicas, como Scopus, Capes e Google Scholar, utilizando as palavras-chave “Controle biológico”, “Indução de resistência”, “Fungo endofítico” e “Bactéria Endofítica”, tanto em português quanto em inglês.

A seleção dos artigos foi baseada na aplicação de microrganismos endofíticos que promovem resistência contra patógenos, como insetos, fungos e plantas daninhas, além de avaliar a eficácia desses organismos na promoção da saúde das plantas. Foram excluídos estudos que não apresentavam dados experimentais claros sobre o potencial dos endofíticos no controle de patógenos, assim como aqueles focados em microrganismos que não fossem endofíticos ou métodos de controle biológico não aplicáveis à agricultura.

Por fim, os artigos selecionados foram analisados quanto à metodologia, resultados e conclusões, com destaque para aqueles que demonstraram impacto positivo no controle de patógenos e na redução do uso de insumos químicos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionados 41 artigos, mas apenas 18 artigos foram utilizados, pois abordaram sobre microrganismos endofíticos aplicados à agricultura, para o controle de insetos, no controle de fitopatógenos e no controle de plantas daninhas, no qual se apresentam como uma alternativa ou potencial de uso para os sistemas agrícolas mais sustentáveis.

#### 3.1 MICRORGANISMOS ENDOFÍTICOS NO CONTROLE DE INSETOS

A literatura traz diversos trabalhos que utilizaram o fungo *B. bassiana* na mortalidade de larvas de insetos, em especial, em larvas de *Aedes aegypti*. Os extratos brutos desse endófito, em altas concentrações, proporcionam altas taxas de mortalidade em larvas de diferentes estágios do inseto e também em indivíduos adultos (De Paula *et al.*, 2008; Quintero-Zapata *et al.*, 2021). Essa eficácia do *B. bassiana* é um indicativo do potencial dos fungos endofíticos como inseticidas naturais.

Além do uso direto em insetos, os fungos endofíticos podem colonizar plantas, proporcionando uma defesa natural contra pragas, como no estudo de Agbessenou *et al.* (2020), que colonizou plantas de tomate e erva-moura com fungos endofíticos e avaliou a sobrevivência de *Tuta absoluta*. Avaliaram que os fungos endofíticos *T. asperellum*, *B. bassiana* e *H. lixii* se destacaram melhorando a defesa do tomateiro e erva-moura contra *T. absoluta*, reduziram a oviposição, pupação e emergência de adultos, dessa forma, se tornando uma nova estratégia que pode ser desenvolvida para o manejo sustentável de pragas.

Chebet *et al.* (2021) complementa essas observações ao avaliar o potencial de *Hipocrea lixii* e *Beauveria bassiana* para colonizar endofiticamente e produzir compostos ativos em *Phaseolus vulgaris*. Os resultados indicaram uma redução significativa na porcentagem de pupação de larvas de minadora de 2º ínstar e na emergência de moscas adultas. Além disso, a sobrevivência das larvas de lagarta-do-cartucho de 1º ínstar foi consideravelmente afetada, indicando o alto potencial desses fungos para produzir compostos de defesa específicos que podem ser utilizados no combate a pragas como a minadora de ervilha e a lagarta-do-cartucho.

No que se refere à diversidade de fungos endofíticos, Hazaa *et al.* (2022) analisaram 69 isolados de fungos endofíticos, no qual 17 apresentaram potencial larvicida e 3 isolados com potencial

antialimentar de *Spodoptera littoralis*. Entre essas cepas, *A. sydowii*, *A. flavus* e *L. theobromae* se destacaram, com suas atividades intensificadas pela exposição a raios gama.

Outro fungo endofítico de interesse é o *Aspergillus sojae*, que demonstrou eficácia contra *Spodoptera litura*. O extrato apresentou 66,0% de mortalidade na concentração mais alta. Além disso, apresentou atividade para as quatro enzimas a amilase, celulase, lipase e lacase. E atividade antibacteriana, principalmente contra *E. coli* (Elango *et al.*, 2020).

Os fungos patogênicos de insetos têm sido uma alternativa interessante no controle biológico de pragas. No entanto, eles apresentam algumas limitações, como uma taxa de mortalidade relativamente lenta e a necessidade de uma grande quantidade de conídios para serem eficazes. Apesar desses desafios, pesquisas recentes conduzidas por Parveen e Rashtrapal (2024) abriram novas possibilidades ao sugerirem que esses fungos podem atuar como endófitos. Ao se estabelecerem nas plantas, eles não apenas protegem contra fitopatógenos, mas também podem contribuir para uma maior produtividade agrícola. Além disso, fungos do gênero *Beauveria*, conhecidos por sua ação entomopatogênica, também podem se comportar como endófitos, conforme indicado por Canassa *et al.* (2019) e Lelio *et al.* (2022). Essa abordagem inovadora pode resultar em um controle de pragas mais eficiente e promover práticas agrícolas mais sustentáveis, beneficiando tanto os agricultores quanto o meio ambiente.

### 3.2 MICRORGANISMOS ENDOFÍTICOS NO CONTROLE DE FITOPATÓGENOS

Os fungos fitopatogênicos são responsáveis por causar diversas doenças nas plantas, gerando grandes prejuízos para os sistemas agrícolas. Uma das alternativas promissoras para combater esses patógenos é o uso de microrganismos endofíticos, que podem produzir substâncias com ação antibiótica, protegendo as plantas de maneira eficiente. Esses compostos bioativos, gerados pelos endófitos, têm o potencial de substituir ou complementar o uso de produtos químicos, favorecendo práticas agrícolas mais sustentáveis.

Na pesquisa de Lykholat *et al.* (2022) fungos endofíticos extraídos dos frutos de *Chaenomeles speciosa*, demonstraram uma forte capacidade de combater fitopatógenos. Os isolados endofíticos apresentaram atividade antifúngica contra cepas do gênero *Fusarium*, inibindo o crescimento de *Fusarium culmorum* entre 51,5% e 81,3%, e de *Fusarium oxysporum* entre 68,4% e 86,6%. Esses resultados evidenciam o grande potencial dos fungos endofíticos para o desenvolvimento de agentes de biocontrole e a descoberta de novos compostos bioativos.

Estudos como o de Mota *et al.* (2021) reforçam a eficácia dos fungos endofíticos no controle de doenças agrícolas, como no caso do feijão comum. Fungos do gênero *Induratia* foram capazes de

inibir o crescimento de patógenos como *Colletotrichum lindemuthianum* e *Sclerotinia sclerotiorum*, utilizando compostos voláteis bioativos. A aplicação desses fungos contribuiu para a redução da severidade das doenças, apontando para uma alternativa mais sustentável e com menor uso de fungicidas químicos.

Além disso, alguns patógenos também podem se comportar como endófitos em alguns casos, como no trabalho de De Lamo e Tekken (2020) que mostram os dois lados de *Fusarium oxysporum*, pois ele é um patógeno que causa doença em plantas, mas ele pode atuar como um endófito em alguns casos, promovendo a resistência, por meio da ativação da resposta imune da planta. O que promove uma abordagem mais sustentável na agricultura.

Rajani *et al.* (2021) apresentaram descobertas relevantes sobre a interação entre os fungos endofíticos do gênero *Trichoderma* e patógenos fúngicos. Eles demonstraram que o *Trichoderma* inibe o crescimento de patógenos como *Fusarium oxysporum* e *Macrophomina phaseolina*, através dos compostos orgânicos voláteis. Os resultados sugerem que o *Trichoderma* pode ser uma alternativa viável para o controle biológico de doenças fúngicas, promovendo práticas agrícolas mais sustentáveis e destacando a importância desses fungos na proteção das plantas.

O uso de fungos endofíticos no controle de patógenos agrícolas tem se mostrado uma estratégia promissora para promover uma agricultura mais sustentável e eficiente. Pesquisas indicam que esses microrganismos podem reduzir a dependência de fungicidas químicos, além de oferecer novas oportunidades para o desenvolvimento de agentes de biocontrole eficazes.

### 3.3 MICRORGANISMOS ENDOFÍTICOS NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

Os endofíticos também podem atuar como herbicida, como em Silva *et al.*, (2023), no qual os fungos endofíticos encontrados nas folhas de *Copaifera oblongifolia* afetaram negativamente a germinação e a sobrevivência das sementes de plantas daninhas, além de prejudicar o desenvolvimento das plântulas. Os metabólitos secundários desses fungos mostram um potencial interessante para o controle de espécies invasoras, já que conseguem inibir o crescimento das plantas. De acordo com esse estudo, esses fungos podem ser aproveitados como uma ferramenta no manejo de plantas invasoras, graças ao seu impacto direto no desenvolvimento das plântulas.

Fungos endofíticos isolados da planta medicinal *Lafoensia pacari*, possuem o potencial de inibir completamente a germinação de sementes de *Lactuca sativa* e *Allium schoenoprasum* (Amorim *et al.*, 2021).



O fungo endofítico *Fusarium venenatum* isolado de *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel, possui o potencial de necrosar as plantas, sem afetar a cultura do tabaco, e inibir a germinação de sementes de *P. ramosa*, demonstrando o potencial herbicida deste isolado (Gibot-Leclerc *et al.*, 2021).

Camargos *et al.* (2024), em seu estudo com microrganismos endofíticos isolados da Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), descobriram que os metabólitos produzidos por fungos endofíticos como *Phomopsis* sp., *Bacillus* sp. e *Brevilacillus* sp. reduzem o vigor de sementes de plantas daninhas como *U. brizantha* Stapf cv. Piatã, *B. pilosa* e *Stylosanthes* sp.. Esses metabólitos mostraram potencial para uso como bioherbicidas, interferindo diretamente na germinação e desenvolvimento dessas espécies.

O bioherbicida Di-Bak Parkinsonia® contém três fungos endofíticos endêmicos da Austrália (*Lasioidiplodia pseudotheobromae*, *Macrophomina phaseolina* e *Neoscytalidium novaehollandiae*), é utilizado em forma de cápsula e implantados pelo caule, mostrou-se eficaz na eliminação das plantas invasoras, induzindo a morte e prevenindo o surgimento de novas. O que fornece um controle eficaz em larga escala, além de contribuir para um manejo mais sustentável (Galea, 2021).

Ainda faltam estudos sobre a aplicação de endófitos no controle de ervas daninhas, especialmente porque esses microrganismos podem afetar também as culturas de interesse econômico. No entanto, uma oportunidade promissora seria o uso de endófitos durante o período de vazio sanitário ou entre safras, quando não há presença de plantas de interesse econômico nas áreas agricultáveis. Nesse intervalo, o controle de plantas daninhas poderia ser feito de maneira eficiente com o uso de endófitos, devido ao seu potencial para inibir a germinação e afetar o vigor das sementes. Essa abordagem teria o benefício de reduzir a competição com culturas futuras, promovendo um manejo mais sustentável e reduzindo a dependência de herbicidas químicos.

#### 4 CONCLUSÃO

O uso de microrganismos endofíticos na agricultura surge como uma alternativa promissora para reduzir ou eliminar o uso de produtos químicos prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente. Esta revisão bibliográfica analisou artigos científicos que investigam o potencial desses microrganismos no controle biológico, evidenciando o crescente interesse e a biodiversidade associada aos endófitos, além de suas diversas aplicações no setor agrícola.

Os endofíticos desempenham um papel essencial na promoção da saúde das plantas e na preservação da biodiversidade. Eles podem aumentar a resistência das plantas a estresses bióticos e abióticos, pragas e condições ambientais adversas, favorecendo a sustentabilidade dos ecossistemas. Pesquisas recentes têm demonstrado o vasto potencial biotecnológico desses microrganismos, que se mostram como fontes promissoras de compostos bioativos.



Apesar dos avanços, ainda existem desafios na pesquisa de fungos endofíticos, como a complexidade das interações entre esses organismos e seus hospedeiros, a necessidade de métodos mais eficientes de isolamento, e a caracterização das substâncias produzidas. A compreensão dessas interações é crucial para maximizar o uso dos endófitos em aplicações práticas.

Assim, os microrganismos endofíticos representam uma fonte inexplorada e sustentável de compostos bioativos com grande potencial para diversas aplicações. A continuidade das pesquisas nessa área é fundamental para aproveitar esses recursos de forma inovadora e responsável.

## REFERÊNCIAS

- ADELEKE, B. S.; AYILARA, M. S.; AKINOLA, S. A.; BABALOLA, O. O.. Biocontrol mechanisms of endophytic fungi. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, v. 32, n. 46, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s41938-022-00547-1>
- AGBESSENOU, A.; AKUTSE, K. S.; YUSUF, A. A.; EKESI, S.; SUBRAMANIAN, S.; KHAMIS, F.M.. Endophytic fungi protect tomato and nightshade plants against *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) through a hidden friendship and cryptic battle. *Scientific Reports*, v. 10, n. 1, p. 22195, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78898-8>
- AMORIM, S. S.; CARVALHO, C. R. DE.; ASSIS, J. C. S. DE; ZANI, C. L.; ALVES, T. M. DE A.; SALES, P.; SOARES, M.; ROSA, L.. Trypanocidal and Herbicidal Activities of Endophytic Fungi Associated with Medicinal Plant *Lafoensia pacari* Living in Neotropical Wetland Pantanal of Brazil. In: Rosa, L.H. (eds) Neotropical Endophytic Fungi. *Springer*, Cham., p. 37-51, 2021. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-53506-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-53506-3_3)
- ANAND, U.; PAL, T.; YADAV, N.; SINGH, V. K.; TRIPATHI, V.; CHOUDHARY, K. K.; SHUKLA, A. K.; SUNITA, K.; KUMAR, A.; BONTEMPI, E.; MA, Y.; KOLTON, M.; SINGH, A.K.. Current Scenario and Future Prospects of Endophytic Microbes: Promising Candidates for Abiotic and Biotic Stress Management for Agricultural and Environmental Sustainability. *Microbial Ecology*, n. 86, p. 1455–1486, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00248-023-02190-1>
- AZEVEDO, J. L.; MACCHERONI JR., W.; PEREIRA, J. O.; ARAÚJO, W. L. de. Endophytic Microorganisms: a review on insect control and recent advances on tropical plants. *Electronic Journal of Biotechnology*, v. 3, n. 1, p. 40-65, 2000. Disponível em: <http://www.ejbiotechnology.info/index.php/ejbiotechnology/article/view/422>
- AZEVEDO, J. L. Microrganismos endofíticos. In: MELO, I.S. de; AZEVEDO, J. L. de, (ed.). Ecologia microbiana. *Jaguariúna: Embrapa-CNPMA*, p. 117-137, 1998. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/13052>
- BUGTI, G. A.; BIN, W.; NA, C.; FENG, L. H.. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* strain 202 against sap-sucking insect pests. *Plant Protection Science*, v. 54, n. 2, p. 111, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.17221/45/2017-PPS>
- CABRERA, J. B. Z.; GUERRERO, J. N. Q.; BATISTA, R. M. G. La producción de banano en la Provincial de El Oro y su impacto en la agrobiodiversidad. *Revista Metropolitana de Ciências Aplicadas*, v. 3, n. 3, p. 189-195, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.62452/96m1x603>
- CAMARGOS, I. M. F; HOLANDA, L. T. L.; CORRÊA, C. C. C.; RODRIGUE, T. T. M. S.. Endophytic microorganisms of Aroeira tree and their potential as pre-emergent bioherbicide for weeds. *Revista Floresta*, Curitiba. v. 54, e-86047, 2024. Disponível em: <https://encurtador.com.br/bDBmv>
- CANASSA, F.; TALL, SUSANNA; MORAL, R. A.; LARA, I. A.R. DE; DELALIBERA JR., I.; MEYLING, N. V.. Effects of bean seed treatment by the entomopathogenic fungi *Metarhizium robertsii* and *Beauveria bassiana* on plant growth, spider mite populations and behavior of predatory mites. *Biological Control*, 132, 199-208. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.02.003>

CHAPLA, V. M.; BIASETTO, C. R.; ARAUJO, A. R. Fungos endofíticos: uma fonte inexplorada e sustentável de novos e bioativos produtos naturais. *Revista Virtual de Química*, v. 5 n. 3, p. 421-437, 2013. Disponível em: [v5n3a06.pdf \(sbq.org.br\)](https://v5n3a06.pdf(sbq.org.br)). DOI: 10.5935/1984-6835.20130036

CHEBET, O. N.; OMOSA, L. K.; SUBRAMANIAN, S.; NCHIOZEM-NGNITEDEM, V. A.; MMARI, J. O.; AKUTSE, K. S. Mechanism of Action of Endophytic Fungi *Hypocrea lixii* and *Beauveria bassiana* in *Phaseolus vulgaris* as Biopesticides against Pea Leafminer and Fall Armyworm. *Molecules*, v. 26, n. 18, p. 5694, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules26185694>

DANNON, H. F.; , DANNON, A. E.; DOURO-KPINDOU, O. K.; ZINSOU, A. V.; HOUNDETE, A. T.; TOFFA-MEHINTO, J.; ELEGBEDE, I. A. T. M.; OLOU, B. D.; TAMÒ, M. Toward the efficient use of *Beauveria bassiana* in integrated cotton insect pest management. *Journal of Cotton Research*, v. 3, n. 24, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s42397-020-00061-5>

DE LAMO, F. J.; TAKKEN, F. L.W. Biocontrol by *Fusarium oxysporum* Using Endophyte-Mediated Resistance. *Front. Plant Sci.*, v. 11, n. 37, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00037>

DE PAULA, A. R.; BRITO, E. S. G.; PEREIRA, C. R.; CARRERA, M. P.; SAMUELS, R. I. Susceptibility of adult *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) to infection by *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*: prospects for Dengue vector control. *Biocontrol Science and Technology*, v. 18, n. 10, p. 1017-1025, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09583150802509199>

DÍAZ, O.; AGUILAR, C. C. R. B. Los pesticidas; clasificación, necesidad de un manejo integrado y alternativas para reducir su consumo indebido: una revisión. *Revista Científica Agroecosistemas*, v. 6, n. 2, p. 14-30, 2018. Disponível em: <https://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes/article/view/190>

ELANGO, D.; MANIKANDAN, V.; JAYANTHI, P.; VELMURUGAN, P.; BALAMURALIKRISHNAN, B.; RAVI, A. V.; SHIVAKUMAR, M. S. Selection and characterization of extracellular enzyme production by an endophytic fungi *Aspergillus sojae* and its bio-efficacy analysis against cotton leaf worm, *Spodoptera litura*. *Current Plant Biology*, v. 23, n. 100153, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cpb.2020.100153>

EL-GENDI, Hamada; SALEH, Ahmed K.; BADIERAH, Raied; REDWAN, Elrashdy M.; EL-MARADNY, Yousra A.; EL-FAKHARANY, Esmail M. A Comprehensive Insight into Fungal Enzymes: Structure, Classification, and Their Role in Mankind's Challenges. *J. Fungi*, v. 8, n. 23, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/jof8010023>

GALEA, V. J. Use of Stem Implanted Bioherbicide Capsules to Manage an Infestation of *Parkinsonia aculeata* in Northern Australia. *Plants*, v. 10, n. 1909, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/plants10091909>

GARRIDO, L. R.; BOTTON, M. Recomendações técnicas para evitar resistência de patógenos, insetos e ácaros-pragas a fungicidas e inseticidas na cultura da videira: conceitos, fatores envolvidos e práticas gerais para o manejo. Bento Gonçalves, RS: *Embrapa Uva e Vinho*, p. 1-13, 2021. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1131619>

GIBOT-LECLERC, S.; GUINCHARD, L.; EDEL-HERMANN, V.; DESSAINT, F.; CARTRY, D.; REIBEL, C.; GAUTHERON, N.; BERNAUD, E.; STEINBERG, C. Screening for potential

mycoherbicides within the endophyte community of *Phelipanche ramosa* parasitizing tobacco. *FEMS Microbiology Ecology*, v. 98, n. 3, p. fiac024, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/femsec/fiac024>

GILDEN, Robyn C.; HUFFLING, Katie; SATTLER, Barbara. Pesticides and Health Risks. *JOGNN*, v. 39, p. 103-110; 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1552-6909.2009.01092.x>

HASHEM, A. H.; ATTIA, M. S.; KANDIL, E. K.; FAWZI, M. M.; ABDELRAHMAN, A. S.; KHADER, M. S.; KHODAIRA, M. A.; EMAM, A. E.; GOMA, M. A.; ABDELAZIZ, A. M.. Bioactive compounds and biomedical applications of endophytic fungi: a recent review. *Microbial Cell Factories*, v. 22, n. 1, p. 107, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12934-023-02118-x>

HAZAA, M. A., SHEBL, M. M., EL-SAYED, E. S. R.; MAHMOUD, S. R.; KHATTAB, A. A.; AMER, M. M.. Bioprospecting endophytic fungi for antifeedants and larvicides and their enhancement by gamma irradiation. *AMB Express*, v. 12, p. 120, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13568-022-01461-3>

JABER, L. R.; OWNLEY, B. H. Can we use entomopathogenic fungi as endophytes for dual biological control of insect pests and plant pathogens?. *Biological control*, v. 116, p. 36-45, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.01.018>

JOHNSON, D. M.; WEEKS, E. M. I.; LOVULLO, E. D.; SHIRK, P. D.; GEDEN, C. J.. Mortality effects of three bacterial pathogens and *Beauveria bassiana* when topically applied or injected into house flies (Diptera: Muscidae). *Journal of medical entomology*, v. 56, n. 3, p. 774-783, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30576458/>

KIM, K.; KABIR, E.; JAHAN, S. A. Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Science of the total environment*, v. 575, p. 525-535, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27614863/>

LELIO, I. D.; SALVATORE, M.; GRECA, M. D.; MAHAMED, A. E.; ALVES, A.; BERRAF-TEBBAL, A.; VOLPE, G.; RUSSO, E.; BECCHIMANZI, A.; NICOLETTI, R.; ANDOLFI, A.. Defensive Mutualism of Endophytic Fungi: Effects of Sphaeropsidin A against a Model Lepidopteran Pest. *Chemistry Proceedings*, 2022. DOI:10.3390/iocag2022-12216

LYKHOLAT, Y. V.; DIDUR, O. O.; DREHVAL, O. A.; KHROMYKH, N. O.; SKLYAR, T. V.; LYKHOLAT, T. Y.; LIASHENKO, O. V.; KOVALENKO, I. M.. Endophytic community of *Chaenomeles speciosa* fruits: Screening for biodiversity and antifungal activity. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, v. 13, n. 2, p. 130-136, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.15421/022218>

MARTÍNEZ-BARRERA, O. Y.; TOLEDO, J.; CANCINO, J.; LIEDO, P.; GÓMEZ, J.; VALLE-MORA, J.; MONTROYA, P.. Interaction Between *Beauveria bassiana* (Hypocreales: Cordycipitaceae) and *Coptera haywardi* (Hymenoptera: Diapriidae) for the Management of *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Insect Science*, v. 20, n. 2, p. 6, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieaa010>

- NAUEN, R.; DENHOLM, I. Resistance of insect pests to neonicotinoid insecticides: Current status and future prospects. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, v. 58 n. 4, p. 200–215, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/arch.20043>
- OMOMOWO, I. O.; AMAO, J. A.; ABUBAKAR, A.; OGUNDOLA, A. F.; EZEDIUNO, L. O.; BAMIGBOYE, C. O.. A review on the trends of endophytic fungi bioactivities. *Scientific African*, v. 20, p. e01594, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01594>
- PARVEEN, S. S.; RASHTRAPAL, P. S.. Estratégias de Manejo Integrado de Pragas Usando Fungos Entomopatogênicos Endofíticos. *Plant Science Today*, v. 11, n.1, p. 568–574, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.14719/pst.2740>
- PETRINI, Orlando. Fungal Endophytes of Tree Leaves. In: Glick, B. R.. Plant Growth-Promoting Bacteria: Mechanisms and Applications. Cairo: *Scientifica*, 2012, p. 179-197. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24278762/>
- QUINTERO-ZAPATA, I.; FLORES-GONZÁLEZ, M. S.; LUNA-SANTILLANA, E. J.; ARROYO-GONZÁLEZ, N.; GANDARILLA-PACHECO, F. L.. Late effects of *Beauveria bassiana* on larval stages of *Aedes aegypti* Linneo, 1762 (Diptera: Culicidae). *Brazilian Journal of Biology*, v. 82, p. e237789, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.237789>
- RAJANI, P.; RAJASEKARAN, C.; VASANTHAKUMARI, M. M.; OLSSON, S. B.; RAVIKANTH, G.; SHAANKER, R. U. Inhibition of plant pathogenic fungi by endophytic *Trichoderma* spp. through mycoparasitism and volatile organic compounds. *Microbiological Research*, v. 242, p. 126595, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2020.126595>
- RODRIGUEZ, R. J.; WHITE JR, J. F.; ARNOLD, A. E.; REDMAN, R. S.. Fungal endophytes: diversity and functional roles. *New phytologist*, v. 182, n. 2, p. 314-330, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.02773.x>
- SARWAR, M. The dangers of pesticides associated with public health and preventing of the risks. *International Journal of Bioinformatics and Biomedical Engineering*, v. 1, n. 2, p. 130-136, 2015. Disponível em: <http://www.aiscience.org/journal/paperInfo/ijbbe?paperId=1748>
- SILVA, P. S.; ROYO, V. A.; VALERIO, H. M.; FERNANDES, E. G.; QUEIROZ, M. V.; FAGUNDES, M.. Filtrates from cultures of endophytic fungi isolated from leaves of *Copaifera oblongifolia* (Fabaceae) affect germination and seedling development differently. *Brazilian Journal of Biology*, v. 83, p. e242070, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.242070>
- SINGH; A. K.; PANDEY A. K. Fungal metabolites as a natural source of herbicide: a novel approach of weed management. *Journal of Applied and Natural Science*, v.11, n. 1, p. 158-163, 2019. DOI: <https://doi.org/10.31018/jans.v11i1.1994>
- SUDHA, V.; GOVINDARAJ, R.; BASKAR, K.; AL-DHABI, N. A.; DURAI PANDIYAN, V.. Biological properties of Endophytic Fungi. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 59, p. e16150436, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2016150436>

SUGAHARA, V. H.; VARÉA, G. S. Immobilization of *Beauveria bassiana* lipase on silica gel by physical adsorption. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 57, n. 6, p. 842-850, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-8913201401358>

SURYANARAYANAN, T. S.; Thirunavukkarasu, N.; Rajulu, G.; Sasse, F.; Jansen, R.; Murali, T. S.. Fungal endophytes and bioprospecting. *Fungal biology reviews*, v. 23, n. 1-2, p. 9-19, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2009.07.001>

TINOCO, T. J.; DA SILVA, P. L.; DA ROCHA, A. P. S. Manejo integrado de pragas e doenças em sistemas agrícolas. *Revista Contemporânea*, v. 3, n. 11, p. 22675-22697, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.56083/RCV3N11-135>

TOGHUEO, Refin Marie Kouipou. Bioprospecting Endophytic Fungi from *Fusarium* Genus as Sources of Bioactive Metabolites. *Mycology*, v. 11, n. 1, p. 1-21, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/21501203.2019.1645053>

TOPPO, P.; JANGIR, P.; MEHRA, N.; KAPOOR, R.; MATHUR, P. Bioprospecting of endophytic fungi from medicinal plant *Anisomeles indica* L. for their diverse role in agricultural and industrial sectors. *Scientific Reports*, v. 14, p. 588, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-51057-5>

VEGA, F. E.; POSADA, F.; AIME M. C.; RIPOLL, P. M.; INFANTE, F. Entomopathogenic fungal endophytes. *Biological control*, v. 46, n. 1, p. 72-82, 2008. DOI:10.1016/j.biocontrol.2008.01.008

VEGA, F. E. The use of fungal entomopathogens as endophytes in biological control: a review. *Mycologia*, v. 110, n. 1, p. 4-30, 2018. DOI:10.1080/00275514.2017.1418578

ZHANG, H. W. SONG, W.C, TAN, R. X.. Biology and chemistry of endophytes. *Natural Product Reports*, v.23, p.753-771, 2006. DOI: 10.1039/b609472b.