USO DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS NO CONTROLE DE LARVAS DE *PLUTELLA XYLOSTELLA* E EFEITOS DA INFECÇÃO EM PUPAS E ADULTOS

Kamilly Ribeiro da Silva, Adriano Rodrigues de Paula, Richard Ian Samuels, Gerson Adriano Silva

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Avenida Alberto Lamego, 2000, Parque Califórnia – 28013-602 – Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil, kamillyagronomia@gmail.com, biodepaula@pq.uenf.br, richard@uenf.br, silva.gersonadriano@gmail.com

Resumo

A traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella*, é uma das principais pragas da família Brassicaceae, causando prejuízos agrícolas. O controle desse inseto é feito comumente com inseticidas sintéticos que favorece a seleção de populações resistentes e pode ocasionar impactos ambientais negativos. Nesse contexto, os fungos entomopatogênicos constituem uma alternativa promissora para o manejo integrado dessa praga. Este estudo avaliou a virulência de *Beauveria bassiana* (Bb) e *Metarhizium anisopliae* (Ma) sobre larvas de *P. xylostella* e os efeitos da infecção fúngica no desenvolvimento de pupas e adultos. Larvas foram expostas, por 24 h, a folhas de couve tratadas com suspensões fúngicas. A mortalidade foi avaliada diariamente durante 10 dias ou até a emergência dos adultos. As larvas expostas aos fungos apresentaram taxas de sobrevivência significativamente menores (7,5% – Bb e 18,7% – Ma) em comparação ao controle (96,2%). As pupas provenientes de larvas sobreviventes à infecção fúngica não emergiram em adultos, enquanto no controle a emergência foi de 100%. Esses resultados reforçam o potencial desses fungos para uso contra *P. xylostella*.

Palavras-chave: Manejo integrado de pragas. Sustentabilidade agrícola. Resistência a inseticidas. Controle biológico.

Área do Conhecimento: Agronomia

Introdução

As hortaliças pertencentes à família Brassicaceae, como couve, repolho, brócolis e couve-flor, apresentam grande importância econômica e nutricional, sendo amplamente cultivadas e consumidas no Brasil e em diversas regiões do mundo. Além de constituírem importantes fontes de vitaminas, minerais e fibras para a alimentação humana, essas culturas desempenham importante papel na geração de renda para pequenos e médios produtores rurais.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024), a produção de couve atingiu cerca de 165 mil toneladas em 2024, enquanto a produção anual de repolho alcançou aproximadamente 467.622 toneladas (Cruz et al., 2024) e a de brócolis girou em torno de 290 mil toneladas (Agristar, 2024). Apesar da alta produção, a cultura das brássicas é constantemente ameaçada pelo ataque da praga agrícola traças-das-crucíferas (*Plutella xylostella* Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). As larvas dessa praga se alimentam do tecido foliar, causando perfurações, desfolha e redução da área fotossintética, podendo resultar em significativas perdas de produtividade (Shamsi et al., 2026).

O controle dessa praga é realizado, em sua maioria, por meio da aplicação de inseticidas sintéticos. Contudo, o uso intensivo desses produtos favorece a seleção de populações resistentes e pode causar impactos negativos sobre os inimigos naturais presentes nos agroecossistemas. Diversos estudos relataram a crescente resistência de *P. xylostella* a diferentes ingredientes ativos e formulações químicas, tornando seu manejo cada vez mais difícil (Rehman et al., 2026; Ghoda et al., 2026; Sankar & Kabilan, 2026). Isso reforça a necessidade de desenvolver alternativas mais sustentáveis para o manejo dessa praga.

Nesse contexto, os fungos entomopatogênicos têm se destacado como importantes agentes de controle biológico de pragas agrícolas, constituindo uma alternativa ao uso intensivo de inseticidas químicos. Esses microrganismos atuam diretamente sobre os insetos, principalmente por meio da

adesão dos conídios e penetração das hifas através da cutícula, seguida da colonização do hospedeiro e da produção de enzimas e metabólitos que comprometem o desenvolvimento e sobrevivência das pragas (Embrapa, 2025). Além de contribuírem para a redução das populações de insetos-praga, os fungos entomopatogênicos apresentam vantagens como menor impacto ambiental, potencial de preservação de inimigos naturais e possibilidade de integração a programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP).

O emprego desses agentes biológicos tem sido estudado no manejo de diversas pragas agrícolas mostrando sua importância para sistemas de produção mais sustentáveis. Espécies como *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* têm apresentado resultados promissores no controle de pragas. Estudos (Cruz et al. 2025) mostraram a eficiência de *B. bassiana* contra moscas-brancas em tomateiro, enquanto Velozo et al. (2025) mostraram avanços na produção de conídios de fungos em diferentes substratos, contribuindo para produção em maior escala.

Pesquisas recentes têm mostrado que fungos como *B. bassiana* e *M. anisopliae*, apresentaram efeitos significativos sobre diferentes fases do ciclo de vida da traça-das-crucíferas (Campagnani et al., 2025). Outros estudos relataram que esses microrganismos podem interferir no desenvolvimento de larvas e pupas, comprometendo o ciclo de desenvolvimento da praga até o estágio adulto (Correa-Cuadros et al., 2016). Trabalhos como o de Grupo Innovar (2026) registram efeitos sobre adultos de *P. xylostella*, incluindo redução da capacidade reprodutiva e da dispersão populacional, reforçando o potencial desses agentes biológicos como componentes de estratégias de manejo dessa praga.

O presente trabalho busca ampliar o conhecimento sobre a ação do fungo entomopatogênico *M. anisopliae* e *B. bassiana* em diferentes fases do ciclo de vida de *P. xylostella* contribuindo para o desenvolvimento de estratégias de controle mais sustentáveis.

Metodologia

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Entomologia e Fitopatologia do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense.

Produção dos fungos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*

Os fungos *M. anisopliae* (ESALQ 818 - isolado do solo, local de coleta Piracicaba, São Paulo, Brasil) e *B. bassiana* (LPP 143 - isolado da broca do café, local Bom Jardim, Rio de Janeiro, Brasil) foram cultivados em meio Sabouraud Dextrose Agar (SDA) e incubados a 27 °C por duas semanas. Para produção de conídios, 25 g de arroz parbolizado e 10 mL de água destilada foram autoclavados a 121 °C por 15 min e inoculados com os fungos. Os Erlenmeyers foram incubados a 27 °C, e os conídios foram posteriormente coletados em capela de fluxo laminar previamente desinfetada. A concentração de conídios foi determinada em câmara de Neubauer, e as suspensões foram preparadas por diluição seriada em Tween 80 a 0,05%. A concentração padrão utilizada nos ensaios foi de 1×10^8 conídios mL^{-1}.

Coleta e manutenção de populações *Plutella xylostella*

Foram realizadas visitas a produtores de espécies de *Brassica spp.* no município de Teresópolis, onde foram coletados adultos, larvas e ovos de *P. xylostella* para o estabelecimento de uma criação em laboratório. A população desse inseto foi mantida sob condições ambientais de temperatura e fotoperíodo. Para a manutenção e criação dos insetos, foram utilizadas três gaiolas distintas: uma destinada aos adultos e à coleta de ovos, outra à criação das larvas e uma terceira à manutenção das pupas. Nas gaiolas destinadas aos adultos e às larvas, foram disponibilizadas plantas de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) e/ou repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*), cultivadas em casa de vegetação da UENF. As plantas utilizadas para alimentação das larvas e como substrato para oviposição dos adultos foram substituídas diariamente. Para a alimentação dos adultos, foram disponibilizados chumaços de algodão embebidos em solução de mel a 10%, substituídos a cada dois dias.

Avaliação da eficiência dos fungos entomopatogênicos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* na redução da sobrevivência de larvas de *Plutella xylostella* e o efeito da infecção fúngica no desenvolvimento de pupas e adultos.

Inicialmente discos de folhas de couve de 9 cm diâmetro foram submersos, durante 30 segundos, em suspensões do fungo *M. anisopliae* ou *B. bassiana* na concentração de 1×10^8 conídios/mL + 0,05% de Tween 80 . Em seguida os discos de couve foram mantidos em cima da bancada do laboratório por

30 minutos para secar. No tratamento controle, os discos foram submersos em água destilada estéril + 0,05% de Tween 80. Para os tratamentos com fungo e controle, foram utilizadas 20 larvas de *P. xylostella* no segundo instar por repetição.

As larvas foram cuidadosamente transferidas, com o auxílio de um pincel, para folhas de couve dispostas em placas de Petri com 9 cm de diâmetro. As placas foram mantidas em câmara climatizada tipo B.O.D., sob temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas. As larvas foram expostas, por 24 horas, às folhas de couve tratadas com os fungos, após o qual as folhas foram substituídas diariamente por folhas sem suspensão fúngica. As larvas que atingiram a fase de pupa foram acompanhadas diariamente para avaliar a sobrevivência das pupas e a emergência dos adultos. O experimento foi conduzido durante 10 dias ou até a ocorrência da emergência dos adultos.

Análise estatística

As análises dos dados de sobrevivência (comparações das curvas e homogeneidade) foram realizadas utilizando o programa GraphPad Prism 6.0 (GraphPad Software, San Diego, CA, EUA). A homogeneidade das repetições foi analisada pelo teste de Log-Rank, considerando-se um nível de significância de 95%. Os resultados homogêneos foram agrupados para a comparação das curvas de sobrevivência, utilizando o teste de Log-Rank para contrastar os tratamentos. O tempo médio de sobrevivência (S_{50}) foi calculado pelo método de Kaplan–Meier. As comparações da sobrevivência no ponto final entre os diferentes tratamentos foram realizadas por meio de um modelo linear generalizado (GLM), utilizando o programa Minitab (versão 17). Os resultados foram expressos como médias e desvios-padrão, quando necessário. As diferenças entre os grupos foram consideradas significativas quando o valor de $p \leq 0,05$, utilizando-se o teste post hoc de Tukey. Quatro repetições de cada teste foram realizadas.

Resultados

Avaliação das taxas de sobrevivências de larvas de *Plutella xylostella* expostas a folha de couve impregnadas com fungo *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*

A Tabela 1 mostra que as larvas de segundo instar de *P. xylostella* expostas a folhas de couve impregnadas com os fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae* apresentaram significativamente menores taxas de sobrevivência (7,5% e 18,7%, respectivamente), comparado com tratamento controle (96,2% de larvas vivas) ($F_{2,9}$ = 149,43; P< 0,05). Entretanto, não houve diferença significativa quando comparadas as taxas de sobrevivência das larvas expostas aos fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae* (P< 0,05).

Tabela 1 – Sobrevivência (%) ± Desvio Padrão de larvas de segundo instar de *Plutella xylostella* expostas folhas de couve impregnadas com o fungo *Beauveria bassiana* (isolado 143) e *Metarhizium anisopliae* (isolado 818).

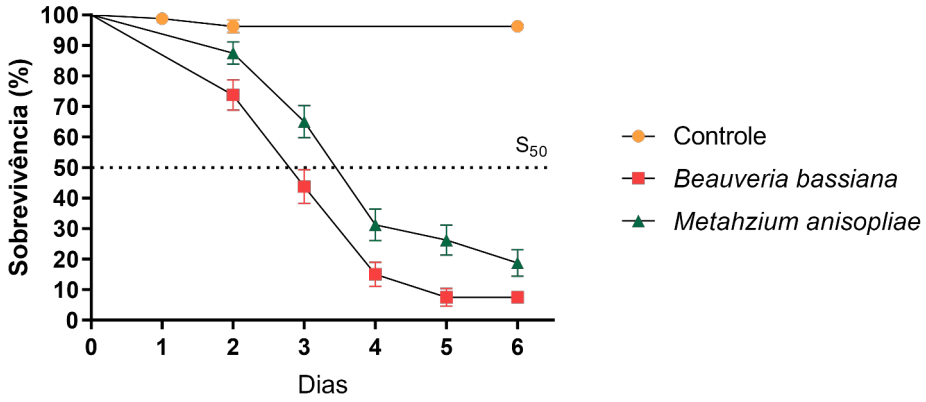
Tratamento	Sobrevivência (%) ± Desvio Padrão
Controle	96,2 ± 1,09 a
Beauveria bassiana (isolado 143)	7,5 ± 1,29 b
Metarhizium anisopliae (isolado 818)	18,7 ± 2,36 b

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Os resultados seguidos por letras diferentes foram significativamente diferentes quando comparados usando um Modelo Linear Geral para análise de variância e teste post-hoc de Tukey para comparação das médias.

Na Figura 1 pode-se observar as curvas de sobrevivência diária de larvas de segundo instar de *P. xylostella* expostas a folhas de couve impregnadas com fungo *B. bassiana* e *M. anisopliae* e tratamento controle. Pode-se observar que o valor do S_{50} das larvas no tratamento com *B. bassiana* foi de 3 dias e o valor do S_{50} das larvas no tratamento *com M anisopliae* foi de 3,5 dias. Também pode-se observar uma maior velocidade de redução de sobrevivência quando as larvas foram tratadas com o fungo *B. bassiana.*

Figura 1 – Sobrevivência (%) de larvas de segundo instar de *Plutella xylostella* expostas folhas de couve impregnadas com o fungo *Beauveria bassiana* (isolado 143) e *Metarhizium anisopliae* (isolado 818).



Fonte: elaborado pelo próprio autor

Avaliação do desenvolvimento e sobrevivência de pupas de *Plutella xylostella* oriundas de larvas sobreviventes a exposição a folhas de couve impregnada com *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*

A Tabela 2 mostra que ao longo do tempo experimental 85% das larvas de *P. xylostella* morreram após a exposição às folhas de couve tratadas com o fungo *M. anisopliae.* Os 15% restantes atingiram o estágio de pupa; entretanto, 100% dessas pupas morreram até o décimo dia de avaliação do teste. Para *B. bassiana*, 93,8% das larvas de *P. xylostella* morreram após a exposição às folhas de couve tratadas com o fungo *B. bassiana.* Os 6,2% restantes atingiram o estágio de pupa; contudo, 100% dessas pupas morreram até o oitavo dia de avaliação do experimento. No tratamento controle a mortalidade larval foi de apenas 3,8% após a exposição às folhas tratadas com Tween 80 a 0,05% (sem utilização de fungo). Os 96,2% restantes desenvolveram-se até o estágio de pupa e que todas as pupas formadas se desenvolveram até a fase adulta.

Tabela 2. Efeitos da infecção do fungo *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* na mortalidade de larvas e desenvolvimento de pupas e adultos de *Plutella xylostella.*

Tratamento	Mortalidade larval (%)	Larvas que se desenvolveram em pupas (%)	Mortalidade de pupas (%)	Eclosão de adultos (%)
Metarhizium anisopliae	85%	15%	100%	0%
Beauveria bassiana	93,8%	6,2%	100%	0%
Controle (Tween 80 a 0,05%)	3,8%	96,2%	0%	100%

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Discussão

Os fungos entomopatogênicos *M. anisopliae* e *B. bassiana* apresentam potencial para o controle da praga das crucíferas *P. xylostella*. Nos experimentos, observou-se sobrevivência de apenas 7,5% das larvas tratadas com *B. bassiana* e 18,7% com *M. anisopliae*, enquanto no tratamento controle a sobrevivência foi de 96,2%. A elevada mortalidade observada reforça o potencial dos fungos entomopatogênicos como alternativa para o manejo de *P. xylostella*, conforme também demonstrado em estudos recentes. Reyes-Haro et al. (2024), ao avaliar 50 linhagens de *Beauveria* provenientes de diferentes origens geográficas, observaram ampla variação na virulência contra larvas de segundo instar, sendo que 52% dos isolados avaliados promoveram redução da sobrevivência superior a 80% após sete dias de exposição.

A utilização de fungos entomopatogênicos no controle dessa praga também é biologicamente mais vantajoso. Diferentemente de agentes microbiológicos que precisam ser ingeridos pelo inseto, como as bactérias entomopatogênicas *Bacillus thuringiensis*, os fungos do gênero *Beauveria* e *Metarhizium*

podem iniciar a infecção após o contato dos conídios com a cutícula dos insetos, seguido de adesão, germinação, penetração e colonização do hospedeiro (Samuels et al., 2016).

A eficiência desse processo, entretanto, depende das características do isolado quanto das condições ambientais. Revisão recente publicada por Shehzad et al. (2025) destaca que temperatura, umidade, radiação e alterações ambientais podem modificar a persistência e a eficiência dos fungos entomopatogênicos, constituindo um dos principais desafios para sua utilização como bioinseticidas no campo e, portanto, o desenvolvimento de formulações que estabilizem o fungo em condições de campo é importante. Paula et al. (2019) observaram que óleo de neem protegeu conídios do fungo entomopatogênico contra radiação ultravioleta sendo uma potencial formulação para ser utilizada em condições de campo.

Outro resultado de grande importância no presente estudo foi observado no acompanhamento do desenvolvimento das larvas sobreviventes a infecção fúngica nos estágios subsequentes de pupas e adultos. Entre os indivíduos expostos ao fungo *M. anisopliae*, 15% das larvas chegaram à estágio pupal, porém todas as pupas morreram até o décimo dia. De maneira semelhante, apenas 6,2% das larvas expostas a *B. bassiana* atingiram a fase pupal e 100% dessas pupas morreram até o oitavo dia. No controle, 96,2% das larvas se desenvolveram até a fase de pupa e todas as pupas se desenvolveram em insetos adultos. Esse resultado demonstra que a ação do fungo não se restringiu apenas à mortalidade das larvas e esse efeito pode apresentar uma importante consequência para a dinâmica populacional de *P. xylostella,* uma vez que a mortalidade das pupas impede a emergência de adultos e, consequentemente, reduz a possibilidade de reprodução das próximas gerações.

Estudos anteriores também demonstraram que a infecção por *M. anisopliae* pode afetar o ciclo de desenvolvimento de *P. xylostella,* incluindo pupação, emergência de adultos, longevidade, fecundidade e viabilidade dos ovos (Reddy et al., 2020). Outro aspecto importante foi a utilização de folhas de couve tratadas com os fungos para promover a infecção dos insetos. Essa abordagem aproxima o experimento de uma condição real de uso onde o fungo será pulverizado sobre folhas de couve no campo para controlar larvas de *P. xylostella* (estudo em andamento).

De maneira geral, os resultados deste estudo mostraram que os isolados LPP143 de *B. bassiana* e ESALQ 818 de *M. anisopliae* foi altamente virulentos contra larvas de *P. xylostella*, e que a infecção fúngica das larvas prejudicou o desenvolvimento de pupas e a emergência de adultos. Os fungos entomopatogênicos tem potencial para serem utilizados no controle dessa praga agrícola.

Conclusão

Os fungos entomopatogênicos *B. bassiana* e *M. anisopliae* foi altamente virulentos contra larvas de *P. xylostella* e as larvas sobreviventes a infecção desses fungos se desenvolveram em pupas, mas as pupas não completaram o ciclo de desenvolvimento até estágio adulto. Estudos adicionais em condições semi-campo e campo são necessários para avaliar a persistência, eficiência e viabilidade de aplicação desses fungos em condições agrícolas.

Referências

AGRISTAR. Consumo de brócolis avança no país e produtor tem opção de variedade que pode ser plantada o ano inteiro. Disponível em: www.agristar.com.br/sala-deimprensa/detalhe/consumo-de-brocolis-avanca-no-pais-e-produtor-tem-opcao-de-variedadeque-pode-ser-plantada-o-anointeiro. Acesso em: 25 jun. 2026.

CAMPAGNANI, E.; CAMPOS, W. G.; MAURÍCIO, R. M.; MADUREIRA, A. P.; SILVA, A.; SILVA, N. B. M.; MORENZ, M.; AUAD, A. M. Tactics of applying entomopathogenic fungi in the control of *Plutella xylostella* and *Brevicoryne brassicae*. **Brazilian Journal of Biology**, v. 85, 2025.

CORREA-CUADROS, J. P.; SÁENZ-APONTE, A.; RODRÍGUEZ-BOCANEGRA, M. X. In vitro interaction of *Metarhizium anisopliae* Ma9236 and *Beauveria bassiana* Bb9205 with Heterorhabditis bacteriophora HNI0100 for the control of *Plutella xylostella*. **SpringerPlus**, v. 5, n. 1, p. 2068, 2016.

CRUZ, A. D. S. Uso de fungos entomopatogênicos no manejo de ácaros-praga de importância agrícola na fruticultura: uma revisão bibliográfica. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – **Universidade Federal do Ceará**, Fortaleza, 2025.

CRUZ, L. C. D.; SANTOS, C. A.; ALVES, A. P. C. Anuário HF 2024 – Repolho. **Campos & Negócios**, p. 100–101, 2024.

GHODA, L. A.; BARAD, A. H.; TRIVEDI, N. P.; MENGALI, N. P. Insecticide resistance and management in diamondback moth (*Plutella xylostella* L.): A review. **International Journal of Advanced Biochemistry Research**, v. 10, n. 2, p. 114–123, 2026.

GRUPO INNOVAR. Fungos entomopatogênicos: mecanismo, espécies e uso. **Innovar Digital**, 30 maio 2026. Disponível em: innovar.com.br. Acesso em: 06 set. 2026.

IBGE. Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro: **IBGE**, 2024. Disponível em: ibge.gov.br. Acesso em: 9 set. 2026.

EMBRAPA. Com edição genética, fungo ganha mais eficácia no controle de pragas agrícolas. Brasília: **Embrapa**, 2025. Disponível em: embrapa.br. Acesso em: 05 set. 2026.

PAULA, ADRIANO R.; RIBEIRO, ANDERSON ; LEMOS, FRANCISCO JOSÉ ALVES ; SILVA, CARLOS P. ; SAMUELS, RICHARD I. . Neem oil increases the persistence of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* for the control of Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) larvae. **Parasites & Vectors**, v. 12, p. 163, 2019.

REDDY, N. P.; DEVI, U. K.; SHARMA, H. C.; REINEKE, A. *Metarhizium anisopliae* challenges immunity and demography of *Plutella xylostella.* **Insects**, v. 11, n. 10, p. 694, 2020.

REHMAN, B.; AHMAD, T.; HUSSAIN, B. Global insecticide resistance in *Plutella xylostella*: Molecular mechanisms and the emergence of essential oils as sustainable management tools. **Crop Protection**, v. 210, p. 107825, 2026.

REYES-HARO, L.; PRINCE, G.; GRANJA-TRAVEZ, R. S.; CHANDLER, D. Phenotypic and genotypic characterization of fifty strains of Beauveria spp. (Ascomycota, Cordycipitaceae) fungal entomopathogens from diverse geographic origins against the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Pest Management Science**, v. 80, n. 10, p. 5064–5077, 2024.

SAMUELS, RICHARD; PAULA, ADRIANO; CAROLINO, ALINE; GOMES, SIMONE; PAULA, CATIA; CYPRIANO, MARIANA; SILVA, LEILA; RIBEIRO, ANDERSON; BASTOS, JONATHAN; PERES, CARLOS . Entomopathogenic organisms: conceptual advances and real-world applications for mosquito biological control. **Open Access Insect Physiology**, v. 6, p. 25, 2016.

SANKAR, C. & KABILAN, M. Insecticide resistance mechanisms and resistance risk assessment in diamondback moth *(Plutella xylostella)* populations. **International Journal of Agriculture and Food Science**, v. 8, n. 8, p. 378–384, 2026.

SHAMSI, I. H.; FU, W.; ASKRI, S. M. H.; WARIS, S.; IBRAHIM, Z.; ALI, A.; KHAN, A.; EL-RADY, W. A. A.; ZHOU, W. Interactive Mechanisms and Management Challenges of *Plutella xylostella* (Diamondback Moth) in Brassica. In: Insect-Plant Interactions. 1. ed. **Apple Academic Press**, 2026.

SHEHZAD, M.; TARIQ, M.; SIDDIQUI, J. A. Entomopathogenic fungi: Natural biocontrol of insects, challenges under climate change, advancements and future prospects in Modern Agriculture. **Acta Tropica**, v. 269, p. 107751, 2025.

VELOZO, A. C.; SILVA, J. P.; OLIVEIRA, R. M.; SOUZA, L. F. Efeito da temperatura e do substrato na produção de conídios de fungos entomopatogênicos utilizando o sistema de biorreator em estado sólido. **Brazilian Journal of Biology**, v. 85, 2025.