EFEITO ACARICIDA DO EXTRATO ENZIMÁTICO LIOFILIZADO A PARTIR DE *Metarhizium anisopliae* SOBRE O ÁCARO RAJADO

Onicia Valentim Santos[1], Ana Beatriz Mamedes Piffer Holtz[2], Selena Nascimento de Andrade[1], Carolina Guedes Luppi[1], Valéria Polese[1], Ronilda Lana Aguiar[1], Anderson Mathias Holtz[1].

[1]Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Itapina, 29717-000, Colatina-ES, Brasil, oniciavalentim8@gmail.com, selena.nandrade@gmail.com, carolinaglestudo@gmail.com, valeria.polese@ifes.edu.br, ronilda.aguiar@ifes.edu.br, anderson.holtz@ifes.edu.br.
[2]Universidade Federal do Viçosa – Campus Viçosa, 36570-900, Viçosa-MG, Brasil, ana.piffer123@gmail.com.

Resumo
O ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Trombidiformes: Tetranychidae), é uma importante praga agrícola de diversas culturas de interesse econômico. O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito acaricida do extrato enzimático de *Metarhizium anisopliae* no manejo de fêmeas adultas de *T. urticae*, buscando alternativas ao controle químico. O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia e Acarologia Agrícola do IFES – Campus Itapina, utilizando diferentes concentrações do extrato, aplicadas sobre fêmeas adultas do ácaro. Foram utilizadas 10 repetições com 10 indivíduos cada, e a mortalidade foi avaliada após 24, 48 e 72 horas. Os resultados demonstraram atividade acaricida dependente da concentração, com CL50 de 0,42% m/v e CL90 de 6,08% m/v após 72 horas, além de mortalidade de até 87% na concentração de 5,0% m/v. Também foram observadas alterações morfológicas nos indivíduos tratados. Conclui-se que o extrato enzimático de M. anisopliae apresenta potencial acaricida e pode constituir uma alternativa ao controle químico de *T. urticae.*

Palavras-chave: *Tetranychus urticae*. Fungo entopatogênico. Controle alternativo.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias – Agronomia.

Introdução

O ácaro-rajado, *Tetranychus urticae,* é uma importante praga de culturas de relevância econômica, incluindo soja, algodão, hortícolas, frutíferas e ornamentais (Maciel *et al*., 2019; Perressi *et al*., 2022). No Espírito Santo, é considerado um problema em culturas como morango e mamão. Nas plantas atacadas, forma colônias e teias, principalmente na face inferior das folhas. Ao perfurar as células da epiderme e alimentar-se do conteúdo celular, causa manchas cloróticas que evoluem para amarelecimento e bronzeamento, podendo provocar perda de folhas e, em casos graves, a morte da planta (Wurlitzer *et al*., 2021). O manejo inadequado da praga parece ser a principal causa desses problemas.

O controle é predominantemente realizado com produtos químicos sintéticos, havendo diversos produtos registrados para diferentes culturas (Agrofit, 2023). Porém, o rápido ciclo de vida, as populações numerosas e o uso indiscriminado de agrotóxicos favorecem a resistência aos acaricidas. Já foi relatada resistência a cerca de 90 princípios ativos em mais de 80 países, incluindo o Brasil. Dessa forma, ressalta-se a necessidade de alternativas ao controle químico, por meio de produtos naturais e biológicos com ação acaricida (Hauschild & Silva, 2020).

O uso de bioacaricidas à base de fungos entomopatogênicos é relatado ao longo da história, apresentando alta virulência sobre pragas e baixa ou nenhuma toxicidade aos seres humanos e ao ambiente. Esses fungos apresentam atividade inseticida e acaricida sobre diferentes pragas, como a broca da bananeira (Almeida *et al*., 2021), cochonilhas (Borghi *et al*., 2018), ácaro-rajado (Moro *et al*., 2011) e lepidópteros-praga de algodão e soja (Andrade & Rangel, 2021). A virulência dos fungos está relacionada à secreção de enzimas que degradam estruturas dos hospedeiros durante a penetração e infecção (Junior & Guarus, 2011).

Apesar da alta taxa de infecção, a eficiência desses fungos depende de condições específicas de microclima, como alta umidade, temperatura e baixa radiação solar, restringindo seu uso (Mora,

Castilho & Fraga, 2016; Oliveira *et al*., 2016). Diante disso, a aplicação de extratos à base de *M. anisopliae* destaca-se como alternativa, sendo capaz de infectar mais de 300 espécies de artrópodes, incluindo ácaros e insetos-praga. Seu potencial é expressivo, tendo ultrapassado 2 milhões de hectares de área aplicada (Ramos, 2025).

Diante desse cenário, este trabalho teve como objetivo investigar a eficiência do extrato enzimático produzido por *M. anisopliae*, em diferentes concentrações, no manejo de fêmeas adultas de *T. urticae.*

Metodologia

O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia e Acarologia Agrícola do IFES – Campus Itapina, em Colatina – ES.

Criação e manutenção do ácaro rajado (*T. urticae*)

Folíolos infestados foram colocados em contato com mudas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) para permitir a migração dos ácaros. Adultos foram transferidos para placas de Petri contendo discos foliares, conforme adaptações de Reis *et al*. (1997), e mantidos em B.O.D. a 25 ± 1 °C, 70 ± 10% de umidade relativa e fotoperíodo de 12 h.

Produção enzimática

As culturas de *M. anisopliae* foram obtidas do formulado comercial Metarril®, cultivadas em BDA e posteriormente multiplicadas em arroz esterilizado. O extrato enzimático foi produzido por fermentação em estado sólido com farelo de trigo e incubado em B.O.D. a 28 ± 1 °C por sete dias, no escuro. Após a extração, os extratos foram filtrados, centrifugados, congelados e liofilizados.

Bioensaios

Foram utilizadas placas de Petri contendo discos de folhas de feijão-de-porco sobre algodão umedecido, mantidas em B.O.D. a 25 ± 1 °C, 70 ± 10% de umidade relativa e fotofase de 12 h.

Ação enzimática sobre *T. urticae*

Os tratamentos consistiram nas concentrações de 0,1%; 0,5%; 1,0%; 2,5% e 5,0% (m/v) do extrato enzimático liofilizado, diluídas em água destilada esterilizada contendo o espalhante adesivo Tween® 80 a 0,01% (v/v), em volume final de 15 mL. O tratamento-controle (testemunha) consistiu unicamente em água destilada esterilizada com Tween® 80 a 0,01% (v/v), sem a adição do extrato. A mortalidade foi avaliada após 24, 48 e 72 h e corrigida pela fórmula de Abbott (1925).

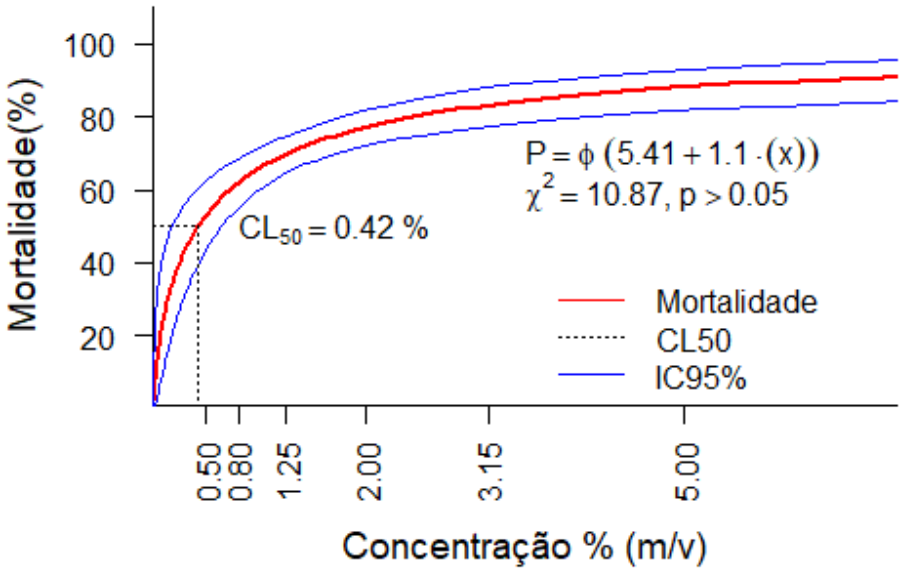
Análise estatística

Os dados de mortalidade acumulada após 72 h foram submetidos à análise de regressão Probit para estimativa da Concentração Letal mediana CL50 e de 90% CL90, acompanhadas de seus respectivos intervalos de confiança a 95% de probabilidade (IC 95%) e teste de qui-quadrado X^2 para verificação do ajuste do modelo. Curvas de sobrevivência foram comparadas pelo teste de log-rank. As análises foram realizadas no software R, versão 4.3.2.

Resultados

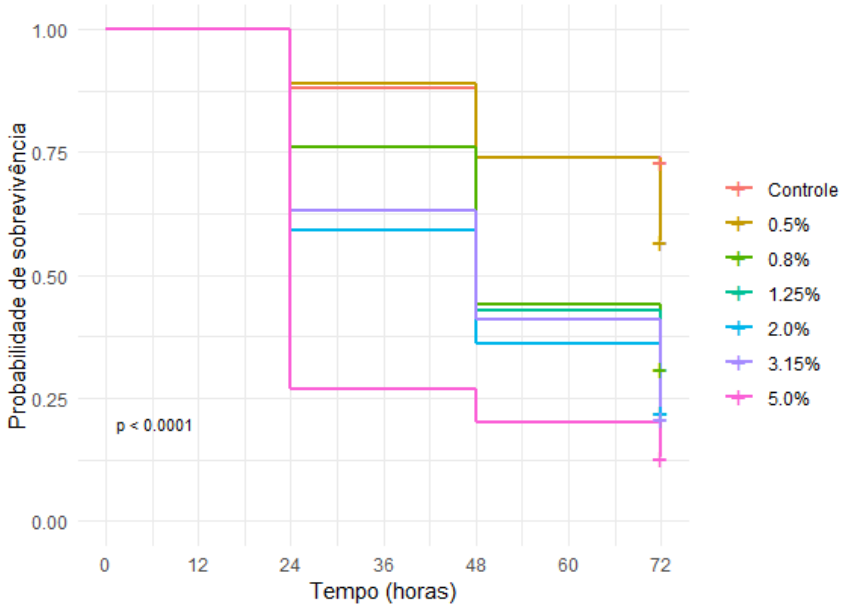
O extrato à base de *M. anisopliae* apresentou atividade acaricida dependente da concentração contra fêmeas adultas de *T. urticae.* Com base na mortalidade cumulativa registrada 72 h após a aplicação, a análise Probit estimou o valor de CL50 de 0,42% m/v (IC 95%: 0,28 – 0,59% m/v) e de CL90 de 6,08% m/v (IC 95%: 4,82 – 8,15% m/v), apresentando ajuste adequado ao modelo X^2 = 3,42;GL = 3;p = 0,331 (Fig. 1). Na análise de sobrevivência, a mortalidade ocorreu principalmente nas primeiras 24 h após a aplicação direta, atingindo até 87% na concentração de 5.0% m/v (Fig. 2).

Figura 1 - Curva Probit de concentração-mortalidade para o extrato de *M. anisopliae* contra *T .urticae*, com base na mortalidade cumulativa registrada 72 h após o tratamento. A figura apresenta os valores estimados de CL_{50} e CL_{90} e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.



Fonte: Autores (2026).

Figura 2 - Dinâmica da mortalidade de *T .urticae* sob diferentes concentrações de *M. anisopliae* ao longo de 24, 48 e 72 h.



Fonte: Autores (2026).

Discussão

A aplicação de *M. anisopliae* apresentou efeito acaricida sobre adultos de *T. urticae*, sendo observado aumento da mortalidade com o incremento das concentrações utilizadas. Esse resultado demonstra que a eficiência do fungo está relacionada à concentração aplicada, além de apresentar

influência do período de exposição. Esse padrão é consistente com estudos anteriores, nos quais diferentes isolados de *M. anisopliae* apresentaram elevada virulência contra *T. urticae.* Cua Basulto *et al*. (2022) observaram mortalidade de até aproximadamente 84% com isolados de M. anisopliae, enquanto Tamai *et al.* (2002) relataram mortalidades superiores a 90% para alguns isolados em avaliações realizadas após cinco dias.

Além da mortalidade, foram observadas alterações morfológicas marcantes nos ácaros tratados, caracterizadas por deformações, murchamento e colapso tegumentar. Cabe ressaltar que a ação observada decorre da aplicação direta do extrato enzimático acelular liofilizado, e não da infecção por conídios viáveis de *M. anisopliae*. Desta forma, o efeito acaricida independe de processos biológicos como germinação, penetração de hifas ou colonização micelial interna do hospedeiro (Thongon *et al*., 2022). O mecanismo principal reside na degradação bioquímica direta da epicutícula e procutícula do ácaro pelas enzimas hidrolíticas presentes no extrato (proteases, quitinases e lipases) (St. Leger *et al*., 1998; Goettel *et al*., 1989), resultando no extravasamento de fluídos corporais, desidratação rápida e morte nas primeiras 24 horas.

Dessa forma, as alterações observadas nos indivíduos tratados são compatíveis com os mecanismos de infecção e colonização descritos para o fungo. A mortalidade e as alterações morfológicas verificadas reforçam o potencial de *M. anisopliae* como agente de controle de *T. urticae*, indicando que sua ação pode estar associada tanto à infecção direta quanto à degradação do tegumento e posterior colonização do hospedeiro.

Embora os resultados demonstrem expressivo potencial acaricida em condições laboratoriais altamente controladas 25 ± 1 °C, 70 ± 10% UR, recomenda-se cautela na extrapolação direta desses dados para condições de campo. Fatores abióticos como radiação ultravioleta, oscilações térmicas, precipitação pluviométrica e rápida inativação enzimática no ambiente podem interferir na estabilidade do extrato. Assim, ensaios complementares em casa de vegetação e campo, bem como estudos de formulação e proteção enzimática, são necessários para validar o uso operacional do extrato em programas de manejo integrado de pragas.

Conclusão

Conclui-se que o extrato enzimático de *M. anisopliae* apresentou efeito acaricida sobre *T.urticae*, com aumento da mortalidade conforme a concentração e o tempo de exposição. As alterações morfológicas observadas também indicam a ação do fungo sobre os ácaros. Assim, o extrato demonstra potencial como alternativa ao controle químico do ácaro-rajado, contribuindo para estratégias de manejo mais sustentáveis.

Referências

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, n. 2, p. 265-267, 1925.

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA**. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 10 jan. 2026.

ALMEIDA, A. M. B. *et al*. Seleção de isolados de *Beauveria bassiana* para o controle de *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera: Curculionidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, n. 3, p. 489-493, 2021.

ANDRADE, E. P.; RANGEL, D. E. N. Desenvolvimento do fungo entomopatogênico *Metarhizium rileyi* como agente microbiano para o manejo das principais espécies de lepidópteros nas culturas de soja e algodão: uma revisão. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 49283-49288, 2021.

BORGHI, E. J. A. *et al*. Utilização de fungos entomopatogênicos no controle da cochonilha-da-roseta em cultivos de café conilon. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 10., 2019, Vitória. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2019.

CUA BASULTO, M. *et al*. Physiological and molecular characterization of *Metarhizium* isolates and their acaricidal activity against *Tetranychus urticae* Koch (Trombidiformes: Tetranychidae). **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 32, art. 30, p. 1-10, 2022. DOI: 10.1186/s41938-022-00530-w.

GOETTEL, M. S.; ST. LEGER, R. J.; RIZZO, N. W.; ROBERTS, D. W. Cuticular degrading enzymes produced by the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 53, n. 1, p. 55-62, 1989.

HAUSCHILD, R.; OTT, A.; SILVA, M. A. S. Ação fumigante de óleos essenciais de *Baccharis dracunculifolia* e *Elionurus muticus* contra o ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch 1836) em morangueiro. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, p. 1-6, 2020.

JUNIOR, M. E.; GUARUS, I. F. F. Controle biológico de insetos pragas. In: SEMINÁRIO MOSAICO: OLHARES SOBRE O AMBIENTE, 1., 2011, São Gonçalo. **Anais...** São Gonçalo: FFG, 2011.

MACIEL, G. S. *et al*. Microencapsulation of *Annona squamosa* L. (Annonaceae) seed extract and lethal toxicity to *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae). **Industrial Crops and Products**, v. 127, p. 251-259, 2019.

MORA, M. A. E.; CASTILHO, A. M. C.; FRAGA, M. E. Fungos entomopatogênicos: enzimas, toxinas e fatores que afetam a diversidade. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 18, n. 3, p. 335-349, 2016.

MORO, L. B. *et al*. Potencial do uso de fungos entomopatogênicos no controle de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em mamoeiro: efeito de cultivares sobre a patogenicidade. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 78, n. 2, p. 267-272, 2011.

OLIVEIRA, D. G. P. *et al*. Entomopathogenic fungi: interactions with host and environment. **Biological Control**, v. 92, p. 120-128, 2016.

PERRESSI, M. *et al*. *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) management and alternatives: a review. **Crop Protection**, v. 152, art. 105840, p. 1-12, 2022.

RAMOS, G. S. *Metarhizium anisopliae*: conheça o fungo usado no controle biológico de pragas como brocas e cigarrinhas. **Blog AgroAdvance**, 7 fev. 2025. Disponível em: https://agroadvance.com.br/blog-metarhizium-anisopliae/. Acesso em: 10 jan. 2026.

REIS, P. R.; ALVES, E. B. Criação do ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n. 3, p. 565-568, 1997.

ST. LEGER, R. J.; JOSHI, L.; ROBERTS, D. W. Ambient pH is a major determinant in expression of cuticle-degrading enzymes and hydrophobin by *Metarhizium anisopliae*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 64, n. 2, p. 709-713, 1998.

TAMAI, M. A.; ALVES, S. B.; ALMEIDA, J. E. M.; FAION, M. Avaliação de fungos entomopatogênicos para o controle de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 69, n. 3, p. 77-84, 2002.

THONGON, N. *et al*. The fungus *Metarhizium* sp. BCC 4849 is an effective and safe mycoinsecticide for the management of spider mites and other insect pests. **Insects**, v. 13, n. 1, art. 42, p. 1-16, 2022. DOI: 10.3390/insects13010042.

WURLITZER, W. B. *et al*. *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) em cultivo de lúpulo *Humulus lupulus* L. (Cannabaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil – primeiro relato de ocorrência. **Entomological Communications**, v. 3, art. ec03025, p. 1-4, 2021.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Fundação de Amparo a Pesquisas no Espírito Santo (Fapes) e ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) pelo apoio e concessão de bolsas de pesquisa.