

Avaliação da eficácia de extrato de *Fusarium solani* f. sp. *piperis* no controle do ácaro vermelho das palmeiras

Carolina Guedes Luppi¹, Thiago Nieiro Cuzzuol¹, Irany Rodrigues Pretti¹; Caio Henrique Binda de Assis²; Selma Garcia Holtz¹; Ronilda Lana Aguiar¹; Anderson Mathias Holtz¹

¹Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Itapina, Rodovia BR 259 - KM 70 - Distrito de Itapina Zona Rural, ES, Brasil, carolinaglestudo@gmail.com, thiagonieiroc12@gmail.com, iranyrpretti@gmail.com, selma.holtz@ifes.edu.br, ronilda.aguiar@ifes.edu.br, anderson.holtz@ifes.edu.br.

²Universidade Federal de Viçosa, 36570-900 - Viçosa-MG, Brasil, caio.binda.assis@gmail.com.

Resumo

O ácaro vermelho da palmeira (*Raoiella indica*) é um fitófago de hábito polífago que ocasiona sérios danos em diversas culturas, como palmeiras e coqueiros. Os principais sintomas são o amarelecimento e necrose das folhas, o que compromete a produtividade. No Brasil, o controle desse ácaro é baseado em produtos químicos, mas existem poucas alternativas registradas. Paralelamente, a fusariose causada por *Fusarium solani* f. sp. *piperis* é outra ameaça importante para a cultura, iniciando pela raiz e resultando em murcha e morte da planta. Pesquisas recentes vêm avaliando microrganismos como agentes de controle biológico. Neste trabalho, testou-se o uso de extrato enzimático de *F. solani* f. sp. *Piperis* contra *R. indica*. Bioensaios mostraram que concentrações de 50% e 100% do extrato apresentaram mortalidade significativamente superior à testemunha. Os resultados sugerem que metabólitos fúngicos, como micotoxinas, podem estar associados ao efeito acaricida. Conclui-se que o extrato tem potencial para manejo alternativo do ácaro vermelho da palmeira.

Palavras-chave: *Raoiella indica*. Controle alternativo. Metabólitos não voláteis.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônômica – Agronomia
Introdução

O ácaro vermelho da palmeira, *Raoiella indica* Hirst 1924 (Prostigmata: Tenuipalpidae) é um ácaro fitófago de hábito polífago que atinge mais de 100 espécies de plantas em 90 países (Teodoro *et al.*, 2016). A planta afetada manifesta sintomas como amarelecimento foliar e em casos mais severos progride para a necrose dos tecidos (Flechtman; Etienne, 2004; Peña *et al.*, 2006; Welbourn, 2009; Barroso, 2019). Atualmente, o método de controle deste ácaro é principalmente a partir de químicos sintéticos. Contudo, existem poucos produtos registrados no Brasil (Agrofit, 2025)

Os fungos do gênero *Fusarium* são numerosos e se destacam destaca-se por apresentar numerosas espécies de fungos capazes de ocasionarem doenças em plantas (Desjardins, 2006; apud Brown 2013). *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. f. sp. *piperis* Albuquerque (teleomorfo *Nectria haematococca* f. sp. *piperis*) é o agente causador da podridão radicular ou doença de *Fusarium* (fusariose) na cultura da pimenta-do-reino (Gordo, 2012; apud Luz 2017). A infecção deste fungo se inicia pela raiz, e com a progressão da podridão radicular começam a aparecer sintomas de amarelecimento e murcha das folhas (Tremacoldi, 2010)

Atualmente, existem pesquisas sobre o uso de fungos entomopatogênicos no controle do ácaro vermelho das palmeiras. Nos trabalhos de BERNABÉ *et al.* (2024) foram aplicados os extratos enzimáticos de *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* sobre o ácaro vermelho das palmeiras e o ácaro rajado (*Tetranychus urticae*) respectivamente; em ambos os trabalhos obtiveram resultados positivos quanto à mortalidade dos ácaros.

O objetivo do presente trabalho é avaliar a eficácia do uso de extrato de *Fusarium solani* f. sp. *piperis* para o controle do ácaro vermelho das palmeiras.

Metodologia

Criação dos ácaros em laboratório

Os ácaros de *R. indica* utilizados no experimento foram coletados em palmeiras cultivadas em estufa no IFES Campus Itapina e levados ao Laboratório de Entomologia e Acarologia Agrícola do campus onde foram montadas arenas em placas de Petri (14,0 x 1,5cm), sendo essas placas preenchidas com algodão umedecido e, sobre este algodão, uma folha de palmeira devidamente higienizada. Esse procedimento garante uma maior durabilidade do material e fornece umidade adequada no meio. As arenas foram mantidas em câmaras climatizadas do tipo B.O.D. (25 $\pm$ 1°C, UR de 70 $\pm$ 10% e fotofase de 12h), durante 20 dias, para garantir assim uma população base para a realização do aumento populacional necessário para o experimento. Os ácaros foram transferidos para arenas com auxílio de um pincel, com cerdas finas e um microscópio. Quando as folhas de palmeiras não estavam mais com qualidade para criação, ou o número de indivíduos na população estava alto, novas arenas eram montadas.

Produção enzimática

A obtenção do extrato foi realizada sob condições assépticas, em cabine de segurança biológica. A cepa fúngica utilizada foi gentilmente cedida pelo Laboratório de Epidemiologia e Manejo de Doenças de Plantas (LEMP), da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Campus Alegre. A partir de uma cultura monospórica previamente incubada por sete dias, um disco de ágar com aproximadamente 7 mm de diâmetro foi transferido para tubos de ensaio inclinados contendo meio batata-dextrose-ágar (BDA). Os tubos foram incubados em câmara tipo BOD, à temperatura de 28 $\pm$ 1 °C, umidade relativa de 70% $\pm$ 10% e fotoperíodo de 12 horas, por mais sete dias.

Posteriormente, os conídios foram ressuspensos em água destilada estéril, e uma alíquota da suspensão foi utilizada para inocular frascos Erlenmeyer (125 mL) contendo arroz polido esterilizado, com o objetivo de intensificar a esporulação do fungo. Para a fermentação em estado sólido, utilizou-se farelo de trigo como substrato (sem preferência por marca específica). Em frascos Erlenmeyer (125 mL), foram adicionados o substrato sólido, solução de meio mínimo e a suspensão de esporos de *Fusarium solani* f. sp. *piperis*. Os frascos foram incubados em BOD a 28 $\pm$ 1 °C, com umidade relativa de 70% $\pm$ 10% e fotoperíodo de 12 horas, por sete dias.

Ao final do período de fermentação, foi adicionado aos frascos água destilada 1:5 (m/v), para obtenção do extrato. A mistura foi agitada em agitador magnético, filtrada e submetida à centrifugação, e o sobrenadante obtido foi coletado, sendo considerado o extrato.

Bioensaios

As unidades experimentais consistiram em placas de Petri (10 x 1,2 cm) forradas com algodão umedecido contendo uma folha de palmeira cortada em 3 centímetros e anexada com algodão. Cada folha contém 10 fêmeas adultas de *R. indica* transferidas.

Foram avaliadas 3 concentrações sendo de 0% (Testemunha) 50% e 100%, cada uma das concentrações contendo 10 unidades experimentais.

A aplicação do extrato enzimático foi realizada utilizando um aerógrafo modelo Alfa 2, conectado a um compressor calibrado com pressão constante de 1.3psi, com pressão constante, aplicando-se 1 mL de solução sobre cada repetição. A avaliação da mortalidade dos ácaros foi feita nos seguintes intervalos de tempo: 24, 48, e 72 horas após a aplicação.

Análise estatística

O efeito do extrato enzimático e a eficácia na mortalidade dos ácaros foi avaliado com um modelo linear de efeitos mistos (linear mixed-effects model - LME), tendo tratamento e tempo como fatores fixos e

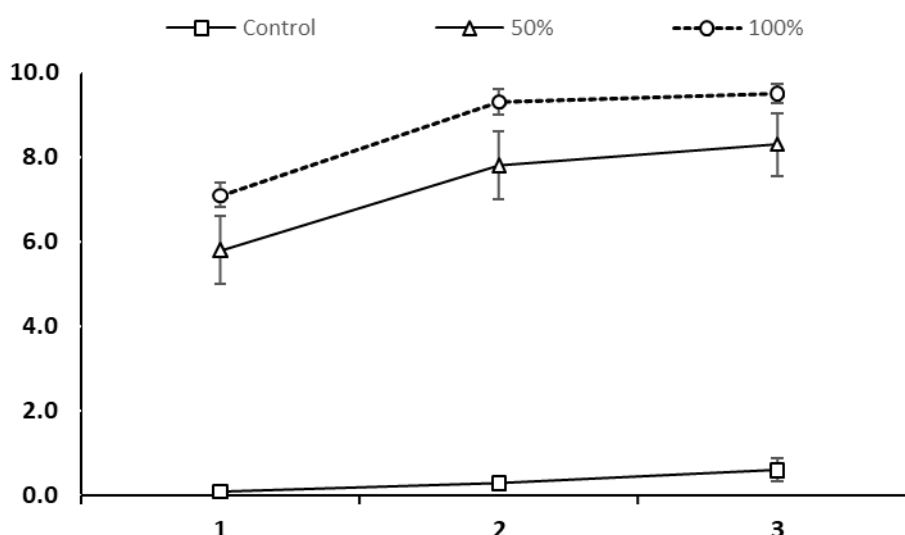
A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

indivíduos como fator aleatório, a significância foi considerada ao nível de 5% ($\alpha = 0,05$). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R, versão 4.3.2 (R Core Team, 2023).

Resultados

A mortalidade de *R. indica* foi significativamente influenciada pela interação entre os tratamentos e o tempo de exposição (Modelo linear de efeitos mistos, LME: L.R. = 18,1; gl = 2; $p < 0,0001$). Em todos os dias de avaliação os tratamentos de 50 e 100% foram estatisticamente iguais e ambos superiores ao controle.

Figura 1: Gráfico de mortalidade dos organismos pelo tempo de aplicação



Fonte: Autoria própria

Discussão

A mortalidade destes organismos podem estar relacionadas à micotoxinas que são metabólitos tóxicos produzidos por uma ampla variedade de fungos filamentosos (SERRANO-COLL et al. 2015). Os membros deste gênero produzem uma gama de metabólitos secundários que variam em sua forma química (Desjardins, 2006; apud Brown 2013)

O gênero *Fusarium* é o grupo com maior capacidade genética de sintetizar micotoxinas, e as principais produzidas são: tricotecenos, fumonisinas e zearalenona (Gimeno et al. 2011; apud SERRANO-COLL, 2015). Essas micotoxinas tem alguns efeitos estudados sobre mamíferos. Os tricotecenos inibem a síntese de proteína, RNA e DNA (MAZIERO et. al; 2010), enquanto as fumonisinas existem mais de 15 tipos, com estudos que apresentam efeitos no sistema nervoso, pulmões, rins, fígado, e bloqueio da síntese de esfingolipídios (SERRANO-COLL et al. 2015).

As micotoxinas historicamente são danosas à saúde, tanto de animais como quanto à seres humanos devido à sua toxicidade, geralmente a contaminação pela alimentação (Pereira et al. 2012). A partir deste conhecimento, suponha-se que a toxicidade também atinja o organismo estudado, *R. indica*.

Conclusão

Pode-se concluir que o extrato enzimático de *Fusarium solani f sp piperis* se apresentou eficaz no controle do Ácaro vermelho das palmeiras em condições controladas de laboratório.

Referências

BARROSO, Geovanny Soares Pauferro. **Bioecologia e manejo do ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), no centro-sul do Brasil**. 2019. 94 f. Tese (Doutorado em Ciências, Área de Concentração: Entomologia) — Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019.

BAYER BERNABÉ, Ana Clara; CUZZUOL, Thiago Nieiro; BRUNI, Bruno Silva; MAGESTE, Kristiélén Jeniffer Abreu; DUTRA, Thiago Rodrigues; AGUIAR, Ronilda Lana; HOLTZ, Anderson Mathias. *Potencial acaricida de extratos enzimáticos no controle do ácaro vermelho das palmeiras*. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 28.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 24.; ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA, 14., 2024, São José dos Campos. Anais [...]. São José dos Campos: Univap, 2024. Disponível em: https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2024/anais/arquivos/RE_0616_0619_01.pdf. Acesso em: 23 ago. 2025.

BAYER BERNABÉ, Ana Clara; GOMES, Matheus de Paula; CUZZUOL, Thiago Nieiro; DUTRA, Thiago Rodrigues; FONTES, Patrícia Soares Furno; AGUIAR, Ronilda Lana; HOLTZ, Anderson Mathias. *Bioacaricida enzimático a base de Beauveria bassiana no manejo do ácaro rajado*. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 28.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 24.; ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA, 14., 2024, São José dos Campos. Anais [...]. São José dos Campos: Univap, 2024. Disponível em: https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2024/anais/arquivos/RE_0616_0618_01.pdf. Acesso em: 23 ago. 2025.

BROWN, Daren W.; PROCTOR, Robert H. *Fusarium: Genomics, Molecular and Cellular Biology*. In: **Fusarium: Genomics, Molecular and Cellular Biology**. Norwich: Caister Academic Press, 2013. viii + 182 p. ISBN 978-1-908230-25-6. Disponível em: ndl.ethernet.edu.et. Acesso em: 23 ago. 2025.

DA LUZ, S. F. M.; YAMAGUCHI, L. F.; KATO, M. J.; DE LEMOS, O. F.; XAVIER, L. P.; MAIA, J. G. S.; RAMOS, A. D. R.; SETZER, W. N.; DA SILVA, J. K. R. Secondary Metabolic Profiles of Two Cultivars of *Piper nigrum* (Black Pepper) Resulting from Infection by *Fusarium solani* f. sp. *piperis*. **International Journal of Molecular Sciences**, Basel, v. 18, n. 12, art. 2434, 2017. DOI: 10.3390/ijms18122434

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Produção de pimenta-do-reino no Brasil. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/pimenta-do-reino/br>. Acesso em: 23 ago. 2025.

Maziero MT, Bersot LS. Micotoxinas em alimentos produzidos no Brasil. Revista Brasileira de produtos agroindustriais. Campina Grande. V. 12. Nº1, p.89-99. 2010. Disponível em: www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev121/Art12112.pdf.

PEREIRA, Vânia L.; FERNANDES, José O.; CUNHA, Sara C. *Micotoxinas em Portugal: Ocorrência e Toxicidade*. **Acta Farmacêutica Portuguesa**, v. 1, n. 2, p. 61–73, jun. 2012. Disponível em: <https://actafarmacaceuticaportuguesa.com/index.php/afp/article/view/22>. Acesso em: 23 ago. 2025.

R Development Core Team (2023) **R: a language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <http://www.rproject.org>.

SERRANO-COLL, Héctor Alejandro; CARDONA-CASTRO, Nora. *Micotoxinas y micotoxinas: generalidades y aspectos básicos (Mycotoxins and mycotoxins: generalities and basic aspects)*. **Revista CES Medicina**, Medellín, v. 29, n. 1, p. 143-152, jan./jun. 2015.

A Ciência do **NANO** e seu impacto transformador no **MACRO**

TEODORO, Adenir Vieira et al. Ácaro-vermelho-das-palmeiras *Raoiella indica*: nova praga de coqueiro no Brasil. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016. 19 p. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1953; n. 210)

TREMACOLDI, Célia Regina. *Principais doenças fúngicas da pimenteira-do-reino no Estado do Pará e recomendações de controle*. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. (Documentos / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0513; 367). 23 p. Versão eletrônica.

Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa no Espírito Santo (Fapes), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) e ao Laboratório de Entomologia e Acarologia Agrícola (LEAA) pelo apoio e concessão de bolsas de pesquisa.