

ACARICIDA À BASE DE *FUSARIUM OXYSPORUM* F. SP. CUBENSE COMO ALTERNATIVA DE CONTROLE DA *RAIOELLA INDICA*.

Edgar Breda Rigoni¹, 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, 29717-000, Colatina-ES, Brasil.
edgarbredarigoni@gmail.com, thiagonieiroc12@gmail.com, iranyrpretti@gmail.com,
selma.holtz@ifes.edu.br, ronilda.aguiar@ifes.edu.br, anderson.holtz@ifes.edu.br.

²Departamento de Entomologia, Universidade 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 severos prejuízos em diversas culturas, incluindo bananeiras e palmeiras. Os principais sintomas observados são o amarelecimento e a necrose foliar, resultando em comprometimento da produtividade. No Brasil, o controle desse ácaro baseia-se predominantemente no uso de defensivos químicos, havendo, contudo, poucas alternativas devidamente registradas. Paralelamente, a fusariose provocada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* representa outra ameaça de grande relevância para a bananicultura, iniciando-se a partir do sistema radicular e evoluindo para murcha e morte da planta. Nesse cenário, pesquisas recentes têm investigado microrganismos como potenciais agentes de controle biológico. O presente estudo avaliou o efeito de extrato a base de *F. oxysporum* sobre *R. indica*. Os bioensaios demonstraram que as concentrações de 50% e 100% do extrato promoveram mortalidade significativamente superior à testemunha. Os resultados indicam que metabólitos fúngicos, como micotoxinas, podem estar relacionados à atividade acaricida observada. Assim, conclui-se que o extrato apresenta potencial promissor para o manejo alternativo do ácaro-vermelho-da-palmeira.

Palavras-chave: Ácaro vermelho das palmeiras. Compostos secundários. Potencial acaricida.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônômica - Agronomia

Introdução

Identificada pela primeira vez na Índia em 1924, *Raoiella indica* Hirst, 1924 (Prostigmata: Tenuipalpidae), popularmente denominada ácaro-vermelho-das-palmeiras, consolidou-se como uma praga de expressiva relevância econômica. Atualmente, são reconhecidas cerca de 100 espécies hospedeiras, com destaque para as pertencentes à família Arecaceae (Sousa Neto *et al.*, 2021). No Brasil, a espécie foi registrada pela primeira vez em 2009, no estado de Roraima, associada a mudas de coqueiro e bananeira (Navia, 2011). *Raoiella indica* caracteriza-se por sua elevada taxa reprodutiva, rápida dispersão e notável habilidade de adaptação a diferentes hospedeiros (Navia *et al.*, 2016). *R. indica* Trata-se de uma praga de hábito polífago que se alimenta, preferencialmente, na face abaxial das folhas, inserindo seus estiletes nos estômatos por meio do ostíolo. Essa ação resulta em sintomas como amarelecimento, formação de manchas escuras e posterior dessecamento foliar. Quando em altas densidades populacionais, *Raoiella indica* é capaz de provocar ataques severos, com danos expressivos que podem culminar na morte de coqueiros e na redução de até 90% da produtividade (Ochoa *et al.*, 2011; Navia *et al.*, 2015).

As estratégias de manejo do ácaro-vermelho-das-palmeiras incluem o uso do controle biológico, por meio de ácaros predadores como *Neoseiulus barkeri*, bem como o controle químico, empregando produtos registrados, tais como Acanein 18 EC, Devamectin 18 EC, Fujimite 50 SC e Ortus 50 SC (AGROFIT, 2025). A crescente preocupação ambiental quanto ao uso de inseticidas e acaricidas, sobretudo pelos impactos adversos sobre organismos não alvo, tem impulsionado a busca por métodos alternativos de controle de pragas. É amplamente reconhecido que a aplicação inadequada de

defensivos químicos pode gerar consequências de ordem social, econômica e ecológica, podendo provocar resistência das populações de pragas e a diminuição de espécies de Inimigos naturais.

O *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense* é uma das principais doenças que afetam a cultura da banana. (Fu *et al*, 2017) O patógeno penetra pelas raízes e coloniza os tecidos vasculares, ocasionando sintomas característicos, como murcha progressiva, amarelecimento gradual das folhas e fissuras longitudinais nas bainhas foliares do pseudocaule. Em estágios avançados da infecção, a doença pode culminar na morte da planta (Yin *et al.*, 2011) Os fungos pertencentes ao gênero *Fusarium* são amplamente diversificados e destacam-se pelas suas capacidades como patógenos de Plantas (Desjardins, 2006; apud Brown 2013). Diante disso, o presente estudo tem como objetivo analisar a eficiência do extrato de *F. oxysporum* f. sp. *cubense* no manejo do ácaro-vermelho-das-palmeiras (*Roiella indica*).

Metodologia

O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia e Acarologia Agrícola e no complexo de laboratórios do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – Campus Itapina (IFES-Campus Itapina), localizado no município de Colatina, com coordenadas de 19°29'52.7" S 40°45'38.5" W.

Criação e manutenção do ácaro vermelho das palmeiras (*R. indica*)

A criação de *R. indica* foi conduzida em mudas de coqueiro-anão (*Cocos nucifera* L.) cultivadas em vasos de 5 litros, contendo solo e esterco de curral curtido, mantidas em casa de vegetação no setor de Horticultura do IFES – Campus Itapina. Para a infestação inicial, folíolos contendo ácaros foram colocados em contato com as mudas. Quando as plantas apresentaram elevada infestação, estas foram aproximadas de mudas saudáveis, possibilitando a colonização contínua. As plantas foram irrigadas por sistema de gotejamento automatizado e receberam os tratamentos culturais necessários, sem a utilização de defensivos químicos.

Produção do extrato

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 $28 \pm 1^\circ\text{C}$, 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. Em frascos Erlenmeyer (125 mL), foram adicionados o substrato sólido, solução de meio mínimo e a suspensão de esporos de *F. oxysporum* f. sp. *cubense*. Os frascos foram incubados em BOD a $28 \pm 1^\circ\text{C}$, 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 extração do conteúdo fermentado. 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 foram constituídas por placas de Petri (10 × 1,2 cm), revestidas com algodão umedecido, nas quais foram dispostos fragmentos de folhas de palmeira com aproximadamente 3 cm de comprimento, fixados com auxílio de algodão. Em cada fragmento foram transferidas 10 fêmeas adultas de *R. indica*.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Foram avaliadas três concentrações do extrato: 0% (testemunha), 50% e 100%, sendo cada tratamento composto por 10 unidades experimentais. A aplicação das soluções foi realizada com aerógrafo acoplado a compressor, mantido sob pressão constante, aplicando-se 1 mL da solução em cada repetição. As avaliações de mortalidade dos ácaros foram conduzidas aos 24, 48 e 72 horas após a aplicação.

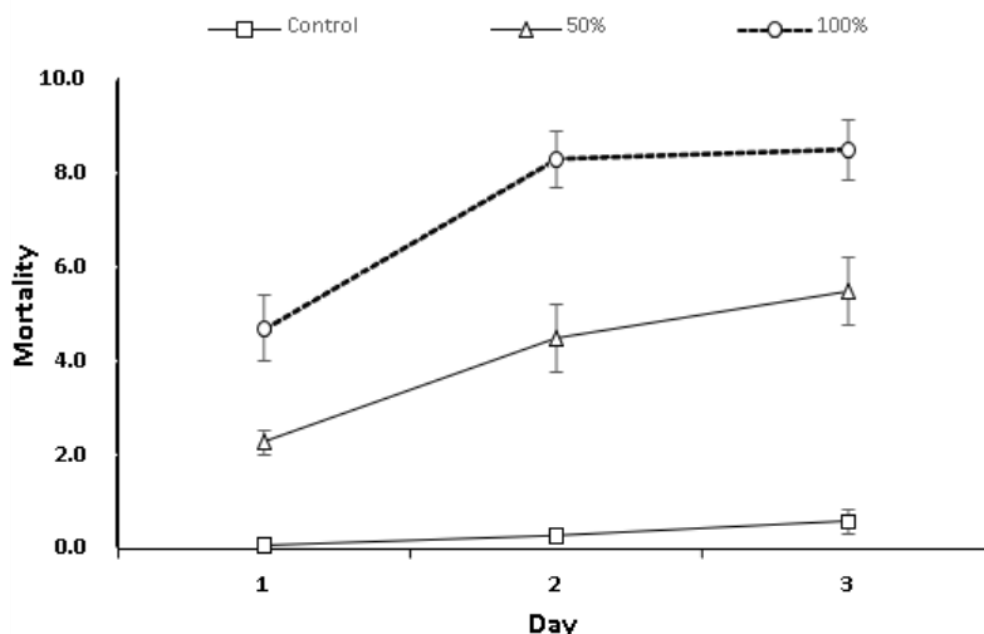
Análise estatística

O efeito do extrato 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 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).

Resultado

A mortalidade de indivíduos adultos de *R. indica* foi significativamente influenciada pela interação entre os tratamentos e o tempo de exposição (Modelo linear de efeitos mistos, LME: L.R. = 8,9; gl = 2; $p < 0,05$). Os resultados demonstraram que a mortalidade de *R. indica* variou de acordo com a concentração do extrato e o tempo de exposição (Figura 1). A concentração de 50% apresentou atingindo aproximadamente cinco indivíduos no terceiro dia. Já a concentração de 100% mostrou efeito mais acentuado, com mortalidade superior a 5 indivíduos já nas primeiras 24 horas, alcançando cerca de 8 indivíduos no segundo dia e mantendo-se estável até as 72 horas.

Figura 1: Mortalidade cumulativa de adultos de *Raioella indica* determinada por extrato a base de *F. oxysporum* f. sp. *cubense*



Fonte: autores

Discussão

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que o extrato de *F. oxysporum* f. sp. *cubense* apresentou efeito acaricida significativo sobre *R. indica*, com mortalidade crescente conforme a elevação da concentração e o tempo de exposição. A concentração de 100% foi a mais eficaz, provocando elevada mortalidade já nas primeiras 24 horas, enquanto a concentração de 50% apresentou ação mais gradual, mas ainda superior ao controle. Esses achados corroboram a hipótese

de que metabólitos secundários produzidos por fungos do gênero *Fusarium* possa desempenhar um papel importante na atividade biológica contra artrópodes fitófagos.

De fato, *Fusarium* spp. são conhecidos pela sua alta capacidade de síntese de metabólitos com propriedades tóxicas, incluindo polipeptídeos, terpenoides, policetídeos, esteróis e quinonas (Kono *et al.*, 1981; Stoessl, 1981). Entre essas micotoxinas, fumonisinas, zearalenona e fusarinas são amplamente reconhecidas por seus efeitos tóxicos em plantas, animais e humanos, havendo indicações de que também possam interferir no desenvolvimento de insetos e ácaros (Serrano-Coll *et al.*, 2015; Perincherry *et al.*, 2019). Além disso, estudos prévios relatam que produtos derivados de *Fusarium* podem atuar como indutores de estresse fisiológico em organismos-alvo, interferindo em processos metabólicos essenciais, como respiração e assimilação de nutrientes (Desjardins, 2006; Brown, 2013). Esse mecanismo pode explicar os sintomas de mortalidade acelerada observados principalmente na concentração de 100%, cuja ação foi mais intensa já nas primeiras horas após a aplicação. Nesse contexto, é plausível supor que os compostos presentes no extrato de *F. oxysporum* f. sp. *cubense* tenham contribuído para a mortalidade observada em *R. indica*.

Conclusão

O extrato de *F. oxysporum* f. sp. *cubense* demonstrou efeito acaricida significativo sobre *R. indica*, evidenciando potencial como alternativa ao uso de defensivos químicos sintéticos.

Referências

- AGROFIT. Agrofít. Disponível em: https://agrofít.agricultura.gov.br/agrofít_cons/principal_agrofít_cons. Acesso em: 9 ago. 2025
- BROWN, D. W. The role of secondary metabolites in *Fusarium* pathogenesis. *Journal of Plant Pathology & Microbiology*, v. 4, supl. 1, p. 1-12, 2013. DOI: <https://doi.org/10.4172/2157-7471.S1-006>.
- DESJARDINS, A. E. *Fusarium Mycotoxins: Chemistry, Genetics, and Biology*. St. Paul: APS Press, 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2016000500020>.
- FU L, PENTON CR, RUAN Y, SHEN Z, XUE C, LI R & SHEN Q. 2017. Indução do microbioma da rizosfera por meio da aplicação de biofertilizantes para suprimir a murcha de fusarium da bananeira. *Soil Biol Biochem* 104: 39-48.
- KONO, Y.; KNOCH, H. W.; DALY, J. M. Structure: Host-specific fungal toxins. In: DURBIN, R. D. (Ed.). *Toxins in Plant Disease*. New York: Academic Press, 1981. p. 221-257.
- NAVIA, D. et al. Ácaro vermelho das palmeiras, *Raoiella indica* Hirst. In: VILELA, E.F.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). *Pragas introduzidas no Brasil: Insetos e ácaros*. Piracicaba: FEALQ, p. 418 – 452, 2015.
- NAVIA, D., et al. First report of the red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil. *Neotropical entomology*, v.40, p.409-411, 2011
- NAVIA, Denise et al. Spatial forecasting of red palm mite in Brazil under current and future climate Change scenarios. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 5, p. 586-598, maio 2016.
- OCHOA, R. et al. Herbivore exploits chink in armor of Host. *Am Entomol*, v.57, n.1, p.26–29, 2011.
- PERINCHERRY, A.; LALAK-KANCZYK, S.; STĘPIEŃ, Ł. *Fusarium*-produced mycotoxins in plant-pathogen interactions. *Toxins*, v. 11, n. 11, p. 664, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins11110664>.

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

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, H.; CASTAÑO-ZAPATA, J.; GUERRERO-ABAD, J. C. Mycotoxins produced by *Fusarium* species affecting plants, animals and humans. *Agronomía Colombiana*, v. 33, n. 2, p. 220-230, 2015.

SOUSA NETO, Eduardo P. et al. Carnaúba [*Copernicia prunifera* (Miller) HE Moore, Arecaceae], uma Nova hospedeira de *Raoiella indica* Hirst, 1924 (Acari: Tenuipalpidae). *Entomological Communications*, v. 3, p. ec03045-ec03045, 2021.

STOESSL, A. Structure and biogenetic relationships: Non-host-specific fungal toxins. In: DURBIN, R. D. (Ed.). *Toxins in Plant Disease*. London: Academic Press, 1981. p. 110-197.

YIN XM ET AL. 2011. Caracterização de eventos iniciais em raízes de bananeira infectadas com *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense* marcado com proteína fluorescente verde. *Acta Horti* 897: 371-376.

Agradecimentos

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