

## BIOACARICIDA DE EXTRATOS ENZIMÁTICOS DE *Beauveria bassiana* NO CONTROLE DE *Oligonychus ilicis*

Gustavo Pazolini Stein<sup>1</sup>, Anderson Mathias Holtz<sup>1</sup>, Ronilda Lana Aguiar<sup>1</sup>, Eduarda Carriço<sup>1</sup>, Thiago Nieiro Cuzzuol<sup>1</sup>, Camila Groner Milbratz<sup>1</sup>, Evelyn Zuqui Bolsoni<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Itapina, Rodovia BR-259, Km70, Zona Rural 29717-000, Colatina-ES, Brasil. gustavo.stein@estudante.ifes.edu.br, anderson.holtz@ifes.edu.br, ronilda.aguiar@ifes.edu.br, eduardacarrico41603@gmail.com, thiagonieiroc12@gmail.com, camilagroner05@gmail.com, evellynzuqui@outlook.com.

### Resumo

O ácaro-vermelho-do-cafeeiro, *Oligonychus ilicis*, é um dos principais ácaros fitófagos que atacam o cafeeiro, sendo controlado principalmente com produtos químicos sintéticos. No entanto, alternativas como fungos entomopatogênicos estão sendo estudadas como biocontrole. A eficácia desses fungos depende de enzimas cruciais para a infecção do hospedeiro, mas seu uso no controle de ácaros é pouco explorado. Este estudo avaliou o efeito acaricida de extratos enzimáticos de *Beauveria bassiana* em diferentes concentrações (0%, 25%, 50%, 75%, 100%) no controle de *O. ilicis*. Os conídios de *B. bassiana* foram obtidos do produto comercial Boveril® e cultivados em meio sólido. O extrato enzimático resultante foi aplicado a 12 indivíduos adultos de *O. ilicis*, com 7 repetições. O extrato demonstrou alta eficácia, com mortalidade acima de 90% em todas as concentrações.

**Palavras-chave:** manejo alternativo de pragas. ácaro vermelho do café. potencial acaricida. entomopatogênicos.

**Área do Conhecimento:** Engenharia Agrônômica - Agronomia

### Introdução

O Brasil possui liderança consolidada como maior produtor mundial de café, contribuindo diretamente para o crescimento socioeconômico nacional (CARVALHO; PAVAN & HASEGAWA, 2020). Nesse contexto, o Espírito Santo se destaca como maior produtor nacional de café conilon e segundo maior produtor de café total do País (PINTO 2019; INCAPER, 2023; CONAB 2023). Dessa forma, a cafeicultura possui grande representatividade no agronegócio capixaba, movimentando a economia do estado, gerando emprego e renda para os trabalhadores rurais (KROHLING *et al.*, 2018).

O ácaro vermelho do café, *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tetranychidae), é considerado uma das principais pragas da cultura do café, pois possui hábito alimentar fitófago e vive na superfície adaxial das folhas, onde perfura células da epiderme e do mesófilo e absorve o conteúdo celular extravasado, levando à redução do potencial fotossintético da planta, podendo retardar o desenvolvimento do cafezal (FRANCO *et al.*, 2021). O ataque de *O. ilicis* inicia-se em reboleras no cafezal, porém quando não há monitoramento, nem manejo adequado da praga, ela rapidamente se estabelece por toda lavoura (FRANCO *et al.*, 2021). Atualmente o método de controle usual prevalece sendo o químico, com acaricidas sintéticos a base de avermectinas, dos piretróides e dos organofosforados (AGROFIT, 2023). Entretanto, o uso em excesso de agrotóxicos nos monocultivos provocam desequilíbrio ecológico, contaminação dos cursos hídricos e malefícios a saúde dos seres humanos e animais, realidade retratada no Espírito Santo (D'AVILA, 2015; MELLO *et al.*, 2019).

Os fungos entomopatogênicos são microrganismos utilizados no manejo de pragas, possuindo eficiência comprovada sobre diferentes organismos de interesse agrícola, como broca do café, cochonilhas e ácaros fitófagos (SOUZA, 2019; MORO *et al.*, 2020; LIMA, 2021). A virulência dos fungos entomopatogênicos se dá pela produção de compostos que atuam sobre os insetos e ou ácaros de forma variada, podendo inibir alguns processos metabólicos e fisiológicos levando a morte dos indivíduos (JUNIOR & GUARUS, 2011). Esses compostos, em sua maioria enzimas, são a principais estratégias de ação dos fungos contra seus hospedeiros (MORA, CASTILHO & FRAGA, 2016).

Embora haja relatos da importância das enzimas no processo de infecção de insetos por fungos entomopatogênicos poucos estudos foram realizados avaliando o potencial dessas enzimas como inseticida e acaricida (DUTTA *et al.*, 2015; SOARES *et al.*, 2015; AGUIAR, 2020). Todavia, a aplicação de tecnologias enzimáticas para o controle de insetos e ácaros-praga ainda é insipiente.

Nesse contexto, adoção de tecnologias mais sustentáveis no manejo de pragas devem ser implementadas, visando o bem-estar da população e a segurança ambiental. Além disso, impulsionando a indústria brasileira na formulação de insumos agrícolas mais sustentáveis (MICHENERFF FILHO *et al.*, 2021). Visto isso, objetiva-se neste projeto avaliar o efeito acaricida de extratos enzimáticos de fungos entomopatogênicos em diferentes concentrações para manejo de *O. ilicis* em condições de laboratório.

### Metodologia

O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia e Acarologia Agrícola do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina (Ifes-Campus Itapina) situado no município de Colatina – ES.

Fêmeas adultas de *O. ilicis* foram coletadas na lavoura de café conilon livre de agrotóxicos do Ifes–Campus Itapina e transferidas para as arenas que consistiram em placas de Petri (14,0 x 1,5 cm) contendo disco de folha de café conforme metodologia de Reis *et al.* (1997), modificada pelo Laboratório de Entomologia e Acarologia Agrícola do Ifes-Campus Itapina. Para a preparação das arenas, folhas de *C. canephora* foram coletadas na mesma lavoura, higienizadas e colocadas em placas de Petri (14,0 x 1,5 cm). Algodão umedecido foi adicionado no fundo e ao redor da folha de café para manter a sua turgidez e evitar a fuga dos ácaros. As placas de Petri foram mantidas em câmaras climatizadas do tipo B.O.D. (Demanda biológica de oxigênio), a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12h. A manutenção da criação foi realizada semanalmente, sendo os adultos de *O. ilicis* transferidos para novas placas de Petri a cada manutenção.

As unidades experimentais foram compostas por uma placa de Petri (10,0 x 1,2 cm), contendo algodão umedecido com água destilada sobreposta com discos de folha de café com cerca de 4 cm de diâmetro, delimitadas por algodão umedecido para manter a turgescência da folha e evitar a fuga dos ácaros. As arenas foram mantidas em câmaras climatizadas do tipo B.O.D., à temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

Nos bioensaios (CARRIÇO *et al.*, 2024), para obtenção dos ácaros na fase adulta, foram transferidos cerca de 40 fêmeas adultas e 2 machos para placas de Petri (14,0 x 1,5 cm) montadas conforme descrito anteriormente no tópico “Criação e Manutenção do Ácaro Vermelho”. Os ácaros foram mantidos por 24 horas, em condições controladas (conforme descrito anteriormente), para obtenção de ovos da mesma idade. Após esse período, os adultos foram retirados e os ovos foram mantidos em condições adequadas por aproximadamente 10 – 14 dias, tempo necessário para conclusão da fase imatura da espécie (ovo – adulto). Dessa forma, foram obtidos indivíduos com idade e fase de desenvolvimento padronizadas. Após esse período, 12 fêmeas adultas de *O. ilicis* foram transferidas para a arena, conforme descrição anterior. A ocorrência de eventual mortalidade, devido ao processo de transferência, foi verificada durante um período de 24 horas, procedendo-se à reposição dos espécimes mortos antes do início da aplicação dos bioacaricidas.

Conídios de *Beauveria bassiana* foram obtidos do produto comercial Boveril®. Os conídios foram ressuspensos em água destilada estéril para preparação da suspensão de esporos. A suspensão de esporos de *B. bassiana* foi adicionada em frascos contendo 50 mL de meio líquido contendo os seguintes componentes: glicose, caseína (proteases), quitina coloidal (quitinases), óleo de oliva (lipases),  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  (Fosfato Monopotássico),  $\text{MgSO}_4$  (Sulfato de Magnésio),  $\text{ZnSO}_4$  (Sulfato de Zinco),  $\text{FeSO}_4$  (Sulfato Ferroso),  $\text{CuSO}_4$  (Sulfato de Cobre), em concentrações variadas de acordo com o tratamento estatístico. Os frascos erlenmeyers contendo o inóculo fúngico foram cultivados em shaker com temperatura e pH controlados. Posteriormente, os extratos produzidos foram filtrados, centrifugados a 10.000 g e estocados a  $4^\circ\text{C}$ .

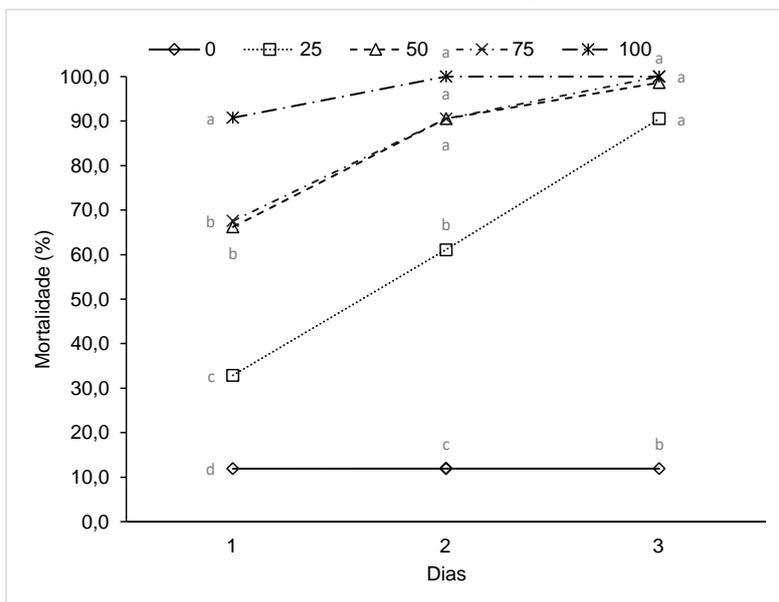
Inicialmente foi aplicada uma solução de extrato enzimático à base de *B. bassiana* para observar 95% de mortalidade dos indivíduos adultos de *O. ilicis* após 24 horas de aplicação. Comprovada essa observação, a concentração que promoveu pelo menos 95% de mortalidade foi denominada de concentração pura, ou seja, concentração de 100%. A partir dessa concentração estabelecida, foram realizadas diluições para obter diferentes concentrações de extratos enzimáticos de *B. bassiana* a serem testadas sobre adultos de *O. ilicis*, incluindo concentrações de 0 (água destilada), 25, 50, 75 e

100%. Cada tratamento foi composto por 7 repetições, com 12 indivíduos de *O. ilicis* por repetição. As unidades experimentais foram compostas por uma placa de Petri (10,0 x 1,2 cm), contendo algodão umedecido com água destilada sobreposta com discos de folha de café com cerca de 4 cm de diâmetro, delimitadas por algodão umedecido para manter a turgescência da folha e evitar a fuga dos ácaros. As arenas foram mantidas em câmaras climatizadas do tipo B.O.D., à temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas. A pulverização foi realizada utilizando um aerógrafo modelo Alfa 2, conectado a um compressor calibrado com pressão constante de 1,3 bar e 1 mL de solução de cada formulado para cada repetição. Dois grupos de controle foram realizados: um grupo controle usando enzimas desnaturadas (fervidas) e outro grupo controle usando água. As unidades experimentais foram mantidas em câmaras climatizadas à temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas. O efeito bioacaricida do extrato foi avaliado 24, 48 e 72 horas após as pulverizações, calculando a mortalidade corrigida em relação à testemunha pela fórmula de Abbott (1925). Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey a 1 e 5% de significância.

## Resultados

O experimento realizado apresentou eficácia na mortalidade de *O. ilicis*, mesmo em concentrações mais baixas (Figura 1).

Figura 1: Mortalidade de *Oligonychus ilicis* determinada por extrato enzimático a base de *Beauveria bassiana* cultivado por 7 dias, em farelo de trigo.



Fonte: Os autores.

O gráfico apresentado ilustra a mortalidade de *O. ilicis* em resposta à aplicação de diferentes concentrações de *B. bassiana* (0, 25, 50, 75 e 100) ao longo de três dias. Observa-se que a testemunha (0) mantém uma baixa mortalidade constante em torno de 12% durante todo o período, sem variação significativa.

Para a concentração de 25%, a mortalidade começa em aproximadamente 33% no primeiro dia, aumentando para cerca de 61% no segundo dia e atingindo aproximadamente 90% no terceiro dia, com variações significativas entre os dias.

A concentração de 50% apresenta um padrão semelhante, iniciando com uma mortalidade de aproximadamente 66% no primeiro dia e aumentando gradativamente para cerca de 90% no segundo dia e 98% no terceiro dia.

Para as concentrações de 75%, a mortalidade já começa alta no primeiro dia (cerca de 70%), aumentando ligeiramente ao longo dos três dias, estabilizando-se em torno de 90%.

A última concentração, 100%, apresentou alta mortalidade desde o primeiro dia de avaliação, com médias próximas de 90%, atingindo 100% de mortalidade já no segundo dia.

A eficácia de *B. bassiana* em aumentar a mortalidade de *O. ilicis* é claramente dependente da concentração aplicada, com as concentrações mais altas (75 e 100) mostrando uma mortalidade elevada e consistente desde o primeiro dia, enquanto concentrações mais baixas (25 e 50) resultam em um aumento gradual da mortalidade ao longo dos três dias.

### Discussão

A alta mortalidade do ácaro vermelho das palmeiras observada (Figura 1) pode ser explicada pela presença de protease e lipase no extrato, sendo necessária uma análise química para quantificação dessas enzimas. As proteases são amplamente reconhecidas como fatores cruciais de patogenicidade e virulência de fungos entomopatogênicos (LITWIN *et al.*, 2020). Estudos mostram que as proteases fúngicas não só ajudam na degradação da cutícula dos hospedeiros, mas também podem causar toxicidade direta a esses organismos. Essas enzimas interferem negativamente em várias vias fisiológicas e imunológicas dos hospedeiros, resultando em morte ou na supressão das respostas imunológicas naturais (ZIBAE e RAMZI, 2018). Imediatamente após a aderência do esporo à cutícula, as primeiras enzimas a serem produzidas são as lipases. Elas hidrolisam os lipídios e lipoproteínas da epicutícula, além de facilitarem a adesão dos esporos em germinação ao intensificarem as interações hidrofóbicas entre o fungo e a superfície da cutícula. Depois desse processo, o fungo passa a produzir em maior quantidade as proteases (WIERMANN, 2022).

### Conclusão

Extrato Enzimático a base de *B. bassiana*, em diferentes concentrações, apresentou efeito acaricida sobre *O. ilicis*, em condições controladas de laboratório.

### Referências

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

AGROFIT, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários., 23 mar. 2023. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons).

AGUIAR, J. P. S. A. **Produção e caracterização de enzimas quitinolíticas produzidas pelo fungo *Trichoderma asperellum* e sua aplicação no biocontrole do carrapato *Rhipicephalus microplus* e do inseto *Aedes aegypti***. 2020. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.

BRAINER, M. S. C. P.; XIMENES, L. F. Produção e mercado do café. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 6, n.207, 2021. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/1108>.

CAVALCANTI, R. S. et al. Patogenicidade de fungos entomopatogênicos a três espécies de ácaros em cafeeiro. **Coffee Science**. v.03, n.1, 2008. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/5631>.

CARRIÇO, E et al. Eruca vesicaria(Arugula) Extract: Possible acaricidal effect against red palm mite. **Journal of Social and Environmental Management**, São Paulo (SP), 18(3):e04468, 2024. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n3-019>. Disponível em: <https://rgsa.openaccesspublications.org/rgsa/article/view/4468>. Acesso em: 17 mai. 2024.

CARVALHO, J. C; PAVAN, L. S; HASEGAWA, M. M. Transmissões de volatilidade de preços entre Commodities agrícolas brasileiras. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 58, 2020.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de café. Safra 2023 - n.1 - Primeiro levantamento | Janeiro 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/cafe>.

D'AVILA, E. A. O. **Risco crônico de intoxicação por ingestão de resíduos de produtos fitossanitários pela população do Espírito Santo**. 2015. 40 f. Dissertação (Mestrado em Defesa Sanitária Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2015. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/9533>.

DUTTA, T. K. et al. Tomato transgenic plants expressing hairpin construct of a nematode protease gene conferred enhanced resistance to root-knot nematodes. **Frontiers in microbiology**, v. 6, p. 260, 2015.

FORNAZIER, M. J. et al. Manejo de Pragas do Café Conilon. **Café conilon**, v. 2, p. 398-433, 2017. <http://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/handle/123456789/3114>.

FRANCO, R. A. et al. Influência da infestação de *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917)(Acari: Tetranychidae) sobre a taxa de fotossíntese potencial de folhas de cafeeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, p. 205-210, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1808-1657v76p2052009>.

JUNIOR, M. E.; GUARUS, I. F. F. Controle biológico de insetos pragas. Rio de Janeiro: I Seminário Mosaico, 2011. INCAPER. Cafeicultura - Café Conilon. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/cafeicultura-conilon>.

KROHLING, C.A.; DE MUNER, L.H.; FORNAZIER, M.J.; ALIXANDRE, F.T.; SOUZA, M.F.; PERINNI, J.L. Transferência de tecnologia para a sustentabilidade da cafeicultura do estado do Espírito Santo. In: **Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras**, 44., 2018, Franca. Anais... Franca, SP: CBPC, 2018a. disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/11637>.

LIMA, L. M. R. **Beauveria bassiana e Metarhizium anisopliae no controle de Planococcus sp. na cultura do cafeeiro em condições de campo**. 2021. 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/33411>.

LITWIN, A.; NOWAK, M.; RÓŻALSKA, S. Fungos entomopatogênicos: aplicações não convencionais. **Resenhas em Ciência Ambiental e BioTecnologia**, v. 1, pág. 23-42, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11157-020-09525-1>.

MARTINS, C. C. et al. Seleção e caracterização de isolados do fungo *Beauveria spp.* visando ao controle do ácaro branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904)(Acari: Tarsonemidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, n. 3, p. 629-637, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/bjb/a/mwig6kCQPqnQ75yLTdx4yq/?format=pdf&lang=en>.

MELLO, F. A., FAGIANI, M. DE A. B., SILVA, R. C. R. E., & NAI, G. A. (2019). AGROTÓXICOS: IMPACTOS AO MEIO AMBIENTE E À SAÚDE HUMANA. **Colloquium Vitae**, 11(2), 37–44. Disponível em: <https://journal.unoeste.br/index.php/cv/article/view/2285>.

Formatado: Português (Brasil)

Formatado: Português (Brasil)

Formatado: Português (Brasil)

Código de campo alterado

MEYER, W. J.; WIEBE, M. G. Enzyme production by the nematode-trapping fungus, *Duddingtonia flagrans*. **Biotechnology letters**, v. 25, n. 10, p. 791-795, 2003.

MICHEREFF FILHO, M. et al. Micoinseticidas e micoacaricidas no Brasil: Como estamos após quatro décadas?. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, p. 769-779, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1808-1657v76p7692009>.

MORA, M. A. E.; CASTILHO, A. M. C.; FRAGA, M. E. Fungos entomopatogênicos: enzimas, toxinas e fatores que afetam a diversidade. **Rev Bras Prod Agroind**, v. 18, p. 335-49, 2016.

MORO, L. B. et al. Potencial do uso de fungos entomopatogênicos no controle de *Tetranychus urticae* Koch (Acarí: Tetranychidae) em mamoeiro: efeito de cultivares sobre a patogenicidade. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 78, p. 267-272, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1808-1657v78p2672011>.

OLIVEIRA, C. A. de. **Produção, purificação e caracterização da lipase de *Cylindrocitulum pteridis* LPF-59**. 2013. 48 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

PINTO, M. C. **Pragas do cafeeiro: caracterização morfológica, bioecologia, prejuízos e manejo**. Pombal, 2019. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2019. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/10349>.

REIS, P. R. et al. Biologia do ácaro-vermelho do cafeeiro *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917). **Ciência e Agrotecnologia**, v.21, p.260-266, 1997.

SOARES, F. E. de F. et al. Nematicidal action of chitinases produced by the fungus *Monacrosporium thaumasium* under laboratorial conditions. **Biocontrol Science and Technology**, v. 25, n. 3, p. 337-344, 2015.

SOUZA, R. A. de. **Fungos endofíticos em folhas de cafeeiro: diversidade e potencial entomopatogênico sobre a broca-do-café**. 2019. 69 f. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <http://repositoriobiologico.com.br/jspui/handle/123456789/115>.

TEODORO, A. V. **Interferências subletais de acaricidas em uma teia alimentar de cafeeiro**. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/81>.

TIKHONOV, V. E.; LOPEZ-LLORCA, L. V.; SALINAS, J.; JANSSON, H. B. Purification and Characterization of Chitinases from the Nematophagous Fungi *Verticillium chlamydosporium* and *V. suchlasporium*. **Fungal Genetics and Biology**, v. 35, n.1, p. 67 - 78. 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1006/fgbi.2001.1312>.

WIERMANN, I. S. De M. **Metabólitos Com Atividade Inseticida Produzidas Por Fungos Entomopatogênicos**. Trabalho de Conclusão de Curso. 32p. Universidade Federal De São João Del-Rei Curso De Graduação Em Biotecnologia. São João Del Rei - MG , 2022. Disponível em: <https://www.ufsj.edu.br/portal2repositorio/File/cobit/TCC/TCCs%20Defendidos/TCC%20Isabela%20Wiermann.pdf>.

ZIBAE, A.; RAMZI, S. Proteases que degradam a cutícula de fungos entomopatogênicos: Da bioquímica ao desempenho biológico. **Arquivos de Fitopatologia e Proteção Vegetal**, v. 51, n. 13-14, pág. 779-794, 2018. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03235408.2018.1519875>.



**Educação:** ferramenta essencial para um mundo justo, sustentável e inclusivo

#### Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do 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. (Edital Picti 03/2023 – PT 12124)