

Efeito fungicida agrícola do extrato de própolis de *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811

Lucas Pereira Macedo¹, Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho², Carlos Frederico de Souza Castro² & Matheus Vinicius Abadia Ventura^{1,2}

¹ Centro Universitário UniBRAS do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil

² Instituto Federal Goiano, IF Goiano, Rio Verde, Goiás, Brasil

Correspondência: Lucas Pereira Macedo, Centro Universitário UniBRAS do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil. E-mail: lukas.l07@hotmail.com

Recebido: Maio 11, 2023

Aceito: Junho 21, 2023

Publicado: Novembro 01, 2023

DOI: 10.14295/bjs.v2i11.411

URL: <https://doi.org/10.14295/bjs.v2i11.411>

Resumo

Própolis é um produto com característica resinosa rica em compostos fenólicos e flavonoides produzidos por abelhas. Este estudo teve por objetivo, avaliar o própolis de *Tetragonisca angustula* quanto ao seu grupo de classificação, espectroscopia no ultravioleta e visível (UV-Vis) e sua atividade biológica antifúngica sobre *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum gloeosporioides* e *Colletotrichum acutatum* fitopatógenos de grãos e frutas de interesse comercial. O própolis foi coletado em colméias de *T. angustula* em área de preservação permanente. O extrato etanólico foi produzido por maceração estática. O grupo classificatório quanto a cor derterminando, a determinação das bandas foram obtidas em espectrofotômetro UV-Vis entre 450-800 nm, a atividade antifúngica realizada em meio BDA *in vitro* em diferentes concentrações sobre *S. sclerotiorum*, *C. gloeosporioides* e *C. acutatum* e expresso em porcentagem (%). O grupo em que se enquadra o extrato de própolis de *T. angustula* é o grupo 12 SP12, bandas no UV-Vis identificaram a presença de flavonoides e compostos fenólicos e a atividade antifúngica demonstrou que *S. sclerotiorum* é mais sensível quando comparada as duas espécies fúngicas de *Colletotrichum* avaliadas.

Palavras-chave: fenólicos, flavonoides, abelhas sem ferrão, gênero *Tetragonisca*, *Colletotrichum*, *Sclerotinia*.

Agricultural fungicidal effect of *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 propolis extract

Abstract

Propolis is a resinous product rich in phenolic compounds and flavonoids produced by bees. This study aimed to evaluate the propolis of *Tetragonisca angustula* regarding its classification group, ultraviolet and visible spectroscopy (UV-Vis) and its antifungal biological activity against *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum gloeosporioides* and *Colletotrichum acutatum* phytopathogens of grains and fruits of interest commercial. Propolis was collected from *T. angustula* hives in a permanent preservation area. The ethanolic extract was produced by static maceration. The classification group according to the dermal color, the determination of the bands were obtained in a UV-Vis spectrophotometer between 450-800 nm, the antifungal activity carried out in *in vitro* PDA medium at different concentrations on *S. sclerotiorum*, *C. gloeosporioides* and *C. acutatum* and expressed as a percentage (%). The group in which *T. angustula propolis* extract fits is the 12 SP12 group, UV-Vis bands identified the presence of flavonoids and phenolic compounds and the antifungal activity demonstrated that *S. sclerotiorum* is more sensitive when comparing the two species *Colletotrichum* fungi evaluated.

Keywords: phenolics, flavonoids, stingless bees, genus *Tetragonisca*, *Colletotrichum*, *Sclerotinia*.

1. Introdução

Própolis é uma resina complexa produzida pelas abelhas com e sem ferrão melíferas (Muniz et al., 2021). De

acordo com Lins et al. (2020), o própolis brasileiro apresenta 12 tipos de classificação, segundo seu perfil químico, obtido por espectrometria de absorção na região do ultravioleta (UV) e visível (Vis), por cromatografia em camada delgada (CCD) e cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), além das avaliações de atividade antimicrobiana sobre bactérias Gram-positivas e Gram-negativas e seu potencial antioxidante na redução do radical livre como o Oxigênio singleto, dentre outros.

Essa resina (47%), apresenta coloração e consistência variada pelas diversas espécies de Apidae. Quimicamente, o própolis é constituído de água e diversas partes de brotos, botões florais, capítulos florais e exsudatos resinosos (Park et al., 1998), além de vitaminas, sais minerais, compostos fenólicos, ácidos graxos, álcoois aromáticos e ésteres (Longhini et al., 2007). Após a coleta do própolis realizada pelas abelhas operárias, estas, misturam a cera e o própolis com a enzima 13-glicosidase presente em sua saliva. Durante esse processo, ocorre a hidrólise dos flavonoides glicosilados em flavonoides agliconas (Santini et al., 2021).

Em especial, o própolis é utilizado para selar as colméias e evitar possíveis invasores como insetos, larvas, bactérias e fungos (Greenway et al., 1990; Bonheví et al., 1994). Entre os produtos de origem apícola, o própolis apresenta também diversos efeitos e atividades biológicas como antioxidante, antifúngica (ainda pouco estudada quanto a fitopatógenos de interesse agrícola) (Dudoit et al., 2021; Urrea et al., 2023), antimicrobiana, antiinflamatória, cicatrizante, anestésica e anticarcinogênica (Pobiega et al., 2019; Forma; Brys, 2021; Zulhendri et al., 2022). Na medicina e na alimentação, o própolis é vendido *in natura*, na forma de balas comestíveis, chocolates, doces, xampus, cremes para pele, soluções antissépticas, soluções orais, cremes dentais dentre outros (Alckermann, 1991; Park et al., 1998; Longhini et al., 2007; Marcucci et al., 2020).

As atividades biológicas proporcionadas pelo própolis são atribuídos aos diversos grupos de compostos fenólicos já discutidos. Dentre esse grande grupo fitoquímico, os flavonoides é o grupo mais diversificado e comun encontrado, além de ácidos fenólicos, ésteres, aldeídos fenólicos, álcoois e cetonas (Cui et al., 2022). De acordo com Silva et al. (2006), cerca de 200 compostos já foram elucidados na composição química de própolis em variadas espécies de abelhas, onde estruturas químicas como flavonas, flavononas, chalconas, β -esteróides, sesquiterpenos, naftaleno e derivados de estilbeno foram quantificadas. Sua composição e variabilidade genética sofre variação devido a sazonalidade e a genética das rainhas, estas, influenciam consideravelmente nesse produto (Mountford-McAuley et al., 2021).

Dentre as espécies de abelhas sem ferrão ou conhecidas também por “abelhas indígenas”, *Tetragonisca angustula* é popularmente chamada de “abelhas-jataí” onde apresenta distribuição com grande abundância nos neotrópicos, em especial no Brasil, nos estados de Goiás, Amazonas, Amapá, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso, Pará, Paraíba, Rio de Janeiro, Rondônia, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo (dos Santos et al., 2023). Esta espécie apresenta pequeno porte, com grande importância na polinização de espécies florísticas, e ainda, seu mel apresenta potencial estudo farmacológico devido a inúmeras atividades biológicas de interesse médico (Jacob et al., 2019; Barreiras et al., 2020).

Com isso, a variabilidade da própolis entre *Apis mellifera* e abelhas sem ferrões como *Tetragonisca angustula* apresenta especial diferença, sendo necessário caracterizar esse produto em abelhas sociais indígenas, e ainda pouco se conhece sobre a atividade antifúngica em espécies de fungos fitopatógenos de interesse agrícola, que ao longo dos anos, apresentam grandes perdas de produção de grãos e frutas na casa dos milhões de dólares (Khan et al., 2020). E é nesse sentido que, este estudo teve por objetivo, avaliar o extrato etanólico de própolis de *Tetragonisca angustula* quanto a inibição de crescimento de fungos fitopatogênicos de interesse agrícola.

2. Material e Métodos

2.1 Coleta do própolis

O própolis foi coletado em 10 colméias de *T. angustula* localizadas em área de preservação permanente com uma área rural particular da Família Antônio Almeida de Menezes & Filhos no município de Rio Verde, Goiás, Brasil, nas coordenadas geográficas (17°42'59.2''S e 50°53'27.8''W). A coleta foi realizada em Outubro de 2022 pela manhã. O material foi acondicionado em embalagens plástica para alimentos e mantidos sob resfriamento a 4 °C em cooler. No laboratório, as dez amostras foram todas organizadas em apenas uma única amostra devido a quantidade de própolis coletado, total (35 g).

2.2 Produção do extrato de própolis

O extrato etanólico de própolis foi preparado pelo método de maceração em etanol 98% P.A. Uma massa

contendo 20 g da matéria-prima de própolis foi transferida para Erlenmeyer 250 mL contendo 80 mL de etanol, que foi mantido sob agitação mecânica durante 26 h. Após esse período, a solução foi mantida em repouso durante 72 horas e, posteriormente, filtrada em funil de vidro com papel de filtro quantitativo faixa azul, obtendo assim, o extrato bruto filtrado. Em seguida, o extrato foi reduzido em rotaevaporador rotativo sob pressão reduzida. O produto foi então mantido em refrigerador a -12 °C até análises.

2.3 Determinação do espectro de absorção do extrato de própolis

Para a determinação do espectro de absorção UV-Vis do extrato etanólico de própolis, uma alíquota contendo 5 mL do extrato foi diluída em 5 mL de etanol 95%, e o espectro de absorção na região UV-Vis da amostra foi determinado na faixa de comprimento variável entre 450 a 800 nm utilizando espectrofotômetro UV-Vis conforme descrito por Park et al. (1998).

2.4 Atividade antifúngica

O ensaio antifúngico foi realizado pelo método de difusão em ágar sobre *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum gloeosporioides* e *Colletotrichum acutatum* descrito por Toigo et al. (2022) modificado. As cepas utilizadas foram: SS12-21, CG 16-21 e CA15-67 respectivamente, do banco micológico do segundo autor. As cepas fúngicas foram cultivadas a 20 °C por 10 dias para *S. sclerotiorum* e 28 °C por 5-10 dias para as demais cepas. Em placa de *Petri*, foi depositado um disco de micélio com diâmetro de 7 mm contendo meio estéril de batata, dextrose e ágar (BDA).

Foram utilizadas diferentes concentrações do extrato de própolis dissolvido em dimetilsulfóxido (DMSO) a 0,5% para doses finais entre 50-500 $\mu\text{L mL}^{-1}$. Em cada placa de *Petri*, foram pipetados 500 μL da concentração de própolis. As placas foram mantidas em temperatura de 20 °C (10 dias) e 28 °C (11 dias), para *S. sclerotiorum* e *C. gloeosporioides* e *C. acutatum* respectivamente. O diâmetro da zona de inibição foi mensurado e expresso em porcentagem (%) utilizando paquímetro digital. O fungicida de referência comercial comparado, foi o Frownicide 500 SC como controle positivo, na dose de 10 $\mu\text{L mL}^{-1}$. A atividade antifúngica sobre os três fungos, foi realizado em quadruplicata.

2.5 Análise estatística

Os resultados foram apresentados através da média. Teste de Tukey foi aplicado para avaliar diferenças significativas entre as amostras, com nível de significância de 5%. O programa estatístico utilizado foi o SISVAR.

3. Resultados e Discussão

O extrato de própolis Figura 1, apresentou coloração castanho claro, odorífero, cristalino e límpido após filtração. Entre os diversos tipos de própolis produzidos por abelhas, a coloração apresenta variação. Park et al. (1998) obteve extrato de própolis de *A. mellifera* variando a concentração etanólica de 10 a 50% com extrato tendendo ao amarelo, com 60% amarelo-esverdeado e teor etanólico superior com tons mais escuros para o verde. Park & Alencar (2000) obtiveram para 500 amostras de própolis coletados em diferentes regiões do Brasil, 12 grupos, variando entre o amarelo (Grupo 1 RS5) ao verde ou marrom esverdeado (Grupo 12 SP12). Nosso extrato nessa avaliação de grupos, pertence ao Grupo 2 (RS1).



Figura 1. Extrato etanólico de própolis de *Tetragonisca angustula* Latreille 1811. Fonte: Autores, 2023.

O espectro de absorção em UV-Vis do extrato etanólico de própolis de *T. angustula* exibiu máxima absorção com banda de intensidade média e larga em 666 nm e banda com intensidade alta e larga em 331 nm. Conforme Jurd & Geissman (1956) e Park et al. (1998), entre 270-330 nm, e entre 300-600 nm (Bernardi et al, 2017; Menezes Filho et al., 2021) são atribuídos aos flavonoides e fenóis.

Quanto a atividade antifúngica, *Sclerotinia sclerotiorum* demonstrou ser sensível em todas as concentrações, em especial 400-500 μL^{-1} , embora ambas as concentrações, não tenham demonstrado diferença significativa (Tabela 1). As cepas de *C. gloeosporioides* e *C. acutatum* demonstram ser mais resistentes, embora tenham apresentado resultados positivos de inibição desses fitopatógenos *in vitro*, concentrações inferiores a 200 μL^{-1} não apresentaram inibição.

Relatos científicos produzidos por Barbosa & Vieira (2012) encontraram resultados também promissores sobre *S. sclerotiorum* até 120 h de incubação. O mesmo foi observado por Silva et al. (2018) onde encontraram para *Colletotrichum spp.* isolado de frutos do abacateiro, atividade de inibição em concentrações 0,5 e 2 mL L^{-1} de extrato de própolis. No entanto, resultados diferentes foram encontrados por outros autores, como no estudo de Barbosa et al. (2015) onde constataram que o extrato de própolis demonstrou baixa influência sobre *Colletotrichum musae* isolado de bananeira. Resultados semelhantes, foram observados por Machado et al. (2015) onde relataram baixa ação fungistática do extrato de própolis sobre *Lasiodiplodia theobromae* e *C. gloeosporioides* isolados de *Mangifera sp.*

Os diferentes resultados sobre a inibição de crescimento e efeito fungistático, se deve pela origem do própolis em diferentes regiões, pois como visto, esse produto de Apidae apresenta composição química muito variada e complexa relacionada a flora fornecedora de recursos às abelhas como abordado por Marcucci (1995) e sugerido em nosso estudo.

Tabela 1. Atividade antifúngica sobre *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum gloeosporioides* e *Colletotrichum acutatum* em diferentes concentrações de extrato etanólico de própolis de *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811.

Strains	Extrato de própolis – Concentrações em $\mu\text{L mL}^{-1}$ (%)					
	50	100	200	300	400	500
<i>S. sclerotiorum</i>	11,00 ^f	16,55 ^e	20,44 ^d	26,03 ^c	33,07 ^b	36,19 ^b
<i>C. gloeosporioides</i>	0,00 ^f	0,00 ^f	6,09 ^e	19,14 ^d	24,65 ^c	29,03 ^b
<i>C. acutatum</i>	0,00 ^e	0,00 ^e	11,07 ^{cd}	16,66 ^c	20,01 ^b	21,15 ^b

Nota: Frowncide Fungicida 500 SC, 100%^a Controle positivo de inibição. Controle negativo DMSO 0% inibição. Fonte: Autores, 2023. As médias seguidas de letras sobrescritas iguais nas linhas são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey com 5% de significância. Fonte: Autores, 2023.

4. Conclusões

O extrato etanólico de própolis de *Tetragonisca angustula* apresentou perfil do grupo 12 SP12, com bandas características e marcantes do grupo fitoquímico para flavonoides e fenóis, além disso, demonstrou potencial atividade antifúngica sobre *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum gloeosporioides* e *Colletotrichum acutatum*. A resposta dose/inibição foi satisfatória sendo o própolis de *T. angustula* uma nova e promissora opção natural para inibição desses três fungos fitopatogênicos. Estudos futuros deverão ser realizados, avaliando a ação antifúngica em campo e em casa de vegetação.

5. Agradecimentos

Ao Centro Universitário UniBRAS do Sudoeste Goiano – UniBRAS; ao Instituto Federal Goiano – IFGoiano; aos Laboratórios de Química Tecnológica e Águas e Efluentes; ao mestre em Agroquímica Arizel pelo tempo dedicado para o preparo e utilização dos equipamentos microbiológicos.

6. Contribuições dos autores

Lucas Pereira Macedo: delineamento do estudo, isolamento dos fungos, produção do extrato, análise antifúngica,

escrita do estudo. *Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho*: coleta do própolis, produção e purificação do extrato, análise espectrofotométrica no UV-Vis, identificação das bandas de absorção, análise antifúngica, escrita do estudo, leitura científica e publicação. *Carlos Frederico de Souza Castro*: coordenador do laboratório, busca por verbas para aquisição de reagentes, vidrarias e equipamentos. *Matheus Vinícius Abadia Ventura*: orientador, análise estatística, correções gramaticais e científicas.

7. Conflitos de interesses

Não há conflitos de interesses.

8. Aprovação ética

Não aplicável.

9. Referências

- Ackermann, T. (1991). Fast chromatography study of propolis crudes. *Food Chemistry*, 42(2), 135-138. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(91\)90028-M](https://doi.org/10.1016/0308-8146(91)90028-M)
- Barbosa, M. S., Vieira, G. H. C., & Teixeira, A. V. (2015). Atividade biológica in vitro de própolis e óleos essenciais sobre o fungo *Colletotrichum musae* isolado de bananeira (*Musa* spp.). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 17(2), 254-261.
- Barbosa, M. S., & Vieira, G. H. C. (2012). Potencial da própolis no controle do fungo *Sclerotinia sclerotiorum* causador de doenças em hortaliças. In: Anais do 10º ENIC, Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul, Brasil, 1(4), 1-6. <https://anaisonline.uems.br/index.php/enic/article/view/1839>
- Barreiras, D. G., Ruiz, F. M., Gomes, J. E. G., de Souza, B. M. S. (2020). Eficácia da ação antimicrobiana do extrato de própolis de abelha jataí (*Tetragonisca angustula*) em bactérias Gram-positivas e Gram-negativas. *Caderno de Ciências Agrárias*, 12, 1-5. <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2020.15939>
- Bernardi, F., Nicolini, K. P., & Nicolini, J. (2017). Estudo fitoquímico de *Hydrangea* sp. por meio de métodos clássicos de análise por espectroscopia no ultravioleta visível (UV-Vis) e cromatografia em coluna e em papel. *Infarma*, 29, 68-80. <http://10.14450/2318-9312.v29.e1.a2017.pp68-80>
- Bonheví, J. S., Coll, F. V., & Jordà, R. E. (1994). The composition, active components and bacteriostatic activity of propolis in dietetics. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 71, 529-532. <https://doi.org/10.1007/BF02540666>
- Cui, J., Duan, X., Ke, L., Pan, X., Liu, J., Song, X., Ma, W., Zhang, W., Liu, Y., & Fan, Y. (2022). Extraction, purification, structural character and biological properties of propolis flavonoids: a review. *Fitoterapia*, 157. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2021.105106>
- dos Santos, R., Menezes Filho, A. C. P., Castro, C. F. S., & Ventura, M. V. A. (2023). Qualidade do mel de *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 em área nativa da região Sudoeste, Estado de Goiás, Brasil. *Brazilian Journal of Science*, 2(6), 1-11. <https://doi.org/10.14295/bjs.v2i6.295>
- Dudoit, A., Cardinault, N., Mertz, C., Chillet, M., & Brat, P. (2021). Antifungal activities of propolis and its main components with an emphasis against phytopathogenic fungi. *Journal of Apicultural Science*, 65(1), 5-24. <https://doi.org/10.2478/jas-2021-0013>
- Forma, E., & Brys, M. (2021). Anticancer activity of propolis and its compounds. *Nutrients*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/nu13082594>
- Greenway, W., Scaysbrook, T., Whatley, F. R. (1990). The composition and plant origins of propolis: a report of work at Oxford. *Bee World*, 71(3), 107-118. <https://doi.org/10.1080/0005772X.1990.11099047>
- Jacob, C. R. O., Zanardi, O. Z., Malaquias, J. B., Silva, C. A. S., & Yamamoto, P. T. (2019). The impact of four widely used neonicotinoid insecticides on *Tetragonisca angustula* (Latreille) (Hymenoptera: Apidae). *Chemosphere*, 224, 65-70. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.02.105>
- Khan, R. A. A., Najeeb, S., Hussain, S., Xie, B., & Li, Y. (2020). Bioactive secondary metabolites from *Trichoderma* spp. against phytopathogenic fungi. *Microorganisms*, 8(6). <https://doi.org/10.3390/microorganisms8060817>

- Lins, M. V., Medeiros, M. B., Silva, O. S., Silva, R. A., Maracajá, P. B., Lima, L. M. R., Morais, V. M. M., & Fernandes, H. F. (2020). Qualidade da composição do extrato de própolis verde sob influência do Bioma Caatinga. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental Sustentável*, 7(16), 727-737. [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2020\)071619](https://doi.org/10.21438/rbgas(2020)071619)
- Longhini, R., Raksa, S. M., Oliveira, A. C. P., Swidzinski, T. I. E., & Franco, S. L. (2007). Obtenção de extratos de própolis sob diferentes condições e avaliação de sua atividade antifúngica. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 17(3), 388-395. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2007000300015>
- Machado, P. P., Viera, G. H. C., & Machado, R. A. (2015). Uso da própolis e óleo de nim no controle dos fungos *Lasiodiplodia theobromae* e *Colletotrichum gloeosporioides*: principais patógenos que acometem os frutos da manga. *Revista de Agricultura Neotropical*, 2(4), 31-37. <https://doi.org/10.32404/rea.n.v2i4.653>
- Marcucci, M. C. (1995). Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity. *Apidologie*, 26(2), 83-99. <https://doi.org/10.1051/apido:19950202>
- Marcucci, M. C., Oliveira, L. F. A. M., Gonçalves, C. P., & Carvalho, C. (2020). Espectroscopia UV-Vis e reação com o radical DPPH para a detecção de flavonoides e determinação do potencial antioxidante de extratos de própolis. *Revista Eletrônica de Ciências Exatas*, 1(1), 1-9. <https://www.revistaeletronicafunvic.org/index.php/c14ffd12/article/view/190>
- Menezes Filho, A. C. P., Castro, C. F. S., Silva, A. P., & Cruz, R. M. (2021). Avaliação físico-química, fitoquímica e atividades biológicas do extrato hidroetanólico floral de *Spathoglottis unguiculata* (Labill.) Rchb. f. (Orchidaceae). *Arquivos Científicos*, 4(1), 79-87.
- Mountford-McAuley, R., Prior, J., & McCormick, A. C. (2021). Factors affecting propolis production. *Journal of Apicultural Research*, 62(1), 162-170. <https://doi.org/10.1080/00218839.2021.1938456>
- Muniz, A. A., Buriola, L. S., Simioni, P. U., & Berro, E. C. (2021). Avaliação in vitro do potencial antimicrobiano do extrato de própolis (*Protopis wax*). *Revista Ciência & Inovação*, 6(1), 21-28. https://faculadadedeamericana.com.br/ojs/index.php/Ciencia_Inovacao/article/view/801
- Park, Y. K., Ikegaki, M., Abreu, J. A. S., & Alcini, N. M. (1998). Estudo da preparação dos extratos de própolis e suas aplicações. *Food Science and Technology*, 18(3). <https://doi.org/10.1590/S0101-20611998000300011>
- Park, Y. K., & Alencar, S. M. (2000). Classificação das própolis brasileira a partir de suas características físico-químicas e propriedades biológicas. *Mensagem Doce*, 58(9), 3-7. <https://www.apacame.org.br/mensagemdoce/58/artigo.htm>
- Pobiega, K., Kraśniewska, K., Derewiaka, D., & Gniewosz, M. (2019). Comparison of the antimicrobial activity of propolis extracts obtained by means of various extraction methods. *Journal of Food Science and Technology*, 56, 5386-5395. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04009-9>
- Santini, A. T., Silva, C. L., Galera, F. A., Santini, P. T., Martins, E. A. N., Ikegaki, M., & Ribeiro, I. S. (2021). Otimização do método de extração e efeito sazonal nas atividades biológicas e compostos fenólicos da própolis verde brasileira. *Holos*, 37(7), 1-17. [10.15628/holos.2021.11316](https://doi.org/10.15628/holos.2021.11316)
- Silva, T. K., Borges, B. G., Freitas, A. S., Soares, M. G. O., Freitas, E. J., Alcantra, E., & Figueiredo, J. R. M. (2018). Atividade antifúngica in vitro de própolis sobre *Colletotrichum* spp. do abacate. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, 16(3). <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v16i3.5607.g10951642>
- Silva, R. A., Rodrigues, A. E., Ribeiro, M. C. M., Custódio, Â. R., Andrade, N. E. D., & Pereira, W. E. (2006). Características físico-químicas e atividades antimicrobiana de extratos de própolis da Paraíba, Brasil. *Revista Ciência Rural*, 36(6), 1842-1848. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000600027>
- Urrea, I., Arismendi, N., Sepúlveda, X., Gerdin, M., Vero, S., & Vargas, M. (2023). Antifungal activity of propolis extracts against postharvest pathogen *Phlyctema vagabunda*. *Agronomy*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/agronomy13010104>
- Zulhendri, F., Lesmana, R., Tandean, S., Christoper, A., Chandrasekaran, K., Irsyam, I., Suwantika, A. A., Abdulah, R., & Wathoni, N. (2022). Recent update on the anti-inflammatory activities of propolis. *Molecules*, 27(23). <https://doi.org/10.3390/molecules27238473>

Copyrights

Copyright for this article is retained by the author(s), with first publication rights granted to the journal.

This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).