

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE DOUTORADO**

**EXTRATOS DE PRÓPOLIS E GEOPRÓPOLIS NO
CONTROLE DE FITOPATÓGENOS E QUALIDADE DE
FRUTOS DE MAMÃO (*Carica papaya*)**

CARIZE DA CRUZ MERCÊS

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
OUTUBRO – 2023**

**EXTRATOS DE PRÓPOLIS E GEOPRÓPOLIS NO CONTROLE DE
FITOPATÓGENOS E QUALIDADE DE FRUTOS DE MAMÃO (*Carica
papaya*)**

CARIZE DA CRUZ MRCÊS
AGRÔNOMA
Universidade Federal da Bahia, 2016

Tese apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em Ciências Agrárias (Área de Concentração: Fitotecnia).

Orientadora: Profa. Dr^a. Geni da Silva Sodré
Coorientadora: Profa. Dr^a. Leilane Silveira D'Ávila
Coorientador: Dr^a. Cerilene Santiago Machado

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
OUTUBRO - 2023

FICHA CATALOGRÁFICA

M554e	<p>Mercês, Carize da Cruz. Extratos de própolis e geoprópolis no controle de fitopatógenos e qualidade de frutos de mamão (<i>Carica papaya</i>) / Carize da Cruz Mercês._ Cruz das Almas, BA, 2023. 113f.; il.</p> <p>Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Doutorado em Ciências Agrárias.</p> <p>Orientadora: Prof. Dra. Geni da Silva Sodré. Coorientadora: Profa. Dr^a. Leilane Silveira D'Ávila. Coorientadora: Dr^a. Cerilene Santiago Machado.</p> <p>1.Mamão – Doenças e pragas. 2.Mamão – Fitopatologia – Controle. 3.Pós-colheita – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p>CDD: 634.1</p>
-------	---


**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE DOUTORADO**

**EXTRATOS DE PRÓPOLIS E GEOPRÓPOLIS NO CONTROLE DE
FITOPATÓGENOS E QUALIDADE DE FRUTOS DE MAMÃO (*Carica
papaya*)**


**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE TESE DE
CARIZE DA CRUZ MERCÊS**

Realizada em 31 de outubro de 2023

Profa. Dra. Geni da Silva Sodré Universidade
Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB
Examinador Interno (Orientadora)

Documento assinado digitalmente
 **MARILENE FANCELLI**
Data: 28/12/2023 23:36:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Profa. Dra. Marilene Fancelli
Embrapa Mandioca e Fruticultura
Examinador Externo



Profa. Dra. Andreia Santos do Nascimento
Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG
Examinador Externo



Profa. Dra. Mariza Alves Ferreira Faculdade
Brasileira do Recôncavo - FBBR Examinador
Externo

Documento assinado digitalmente
 **SAMIRA MARIA PEIXOTO CAVALCANTE DA SILVA**
Data: 26/12/2023 16:56:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Samira Maria Peixoto Cavalcante da Silva Universidade
Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB Examinador Externo

DEDICATÓRIA

Essa é mais uma vitória que se concretizada na minha vida e tenho absoluta certeza que não seria possível sem a presença marcante de uma grande guerreira, sem sua dedicação, sacrifício, carinho e amor. A ela que me ensinou a lutar pelos meus sonhos e ter garra para enfrentar as barreiras encontradas pelo caminho, me mostrando que com amor e dedicação tudo pode se tornar possível. A minha rainha, minha mãe, Marize meu maior exemplo de ser humano e minha razão de viver.

AGRADECIMENTOS

“Para que todos vejam, e saibam, e considerem, e juntamente entendam que a mão do Senhor fez isto, e o Santo de Israel o criou” Isaías 41:20

Agradeço ao Senhor Jesus por essa conquista. Serei grata eternamente por ele ter me capacitado e me dado força para chegar até o fim.

Ao meu eterno amor: MÃE! Obrigada por todos os momentos dedicados a mim, pelas palavras, pelos conselhos, pelo amor, pelas orações, pelo sacrifício, pela amizade, companheirismo, por ter feito dos meus sonhos o seu... Obrigada por tudo!

Ao meu herói, meu pai. A você que ilumina minha vida com afeto e dedicação para que eu caminhe sem medo e cheio de esperança. A você que prova todos os dias que amar, cuidar, vai além da presença física. A você que sempre esteve presente, mesmo quando eu não pudesse vê-lo. A você pai por natureza, pai de sangue, pai por toda vida. A você meu muito obrigada e sempre te amarei.

Ao meu irmão Marcos, que apesar da distância física está presente com atenção todos os dias orando para que tudo ocorra bem.

Ao meu avó João (*in memoriam*) por sempre acreditar e profetizar que chegaria até aqui.

A toda família Cruz, em especial a Tia Marinei, Tio Bel e Ingridi (irmã), obrigada por sonhar junto comigo. Aos demais tios(as), primos(as), obrigada pelo carinho e por acreditar que esse sonho se tornaria real. Amo vocês!

Ao irmão Kayque Ramon, obrigada por acreditar em mim, muitas vezes mais do que eu mesma. Sua amizade verdadeira foi essencial pra vencer as etapas difíceis que surgiram ao longo do caminho. Realmente descobrir que “existem amigos mais chegados que irmãos”.

Ao meu amigo Eliaber, que sempre acreditou que meus sonhos poderiam se tornar realidade.

A professora/orientadora Geni pela colaboração e orientação neste trabalho.

A Tainá e Malena pela colaboração sempre que foi necessário.

Ao grupo de pesquisa INSECTA, pela oportunidade, confiança e ensinamento transmitido e ajuda na realização desse trabalho.

Ao Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas, juntamente com o programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia pela oportunidade de realização do Doutorado.

Ao corpo docente do CCAAB/PPGCAG pelos conhecimentos repassados, a atenção, pela compreensão e incentivo para aquisição de conhecimentos.

A Capes pela concessão da bolsa de Pós-graduação.

Enfim, todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste Doutorado.

RESUMO

ABSTRACT

REFERENCIAL TEÓRICO.....10

ARTIGO 1

UTILIZAÇÃO DA PRÓPOLIS NO CONTROLE DE FITOPATÓGENOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA..... 40

ARTIGO 2

ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DA PRÓPOLIS VERDE E GEOPRÓPOLIS BRASILEIRA.....56

ARTIGO 3

UTILIZAÇÃO DOS EXTRATOS DE PRÓPOLIS VERDE E GEOPRÓPLIS NA QUALIDADE DOS FRUTOS DE MAMÃO PÓS- COLHEITA86

CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 111

EXTRATOS DE PRÓPOLIS E GEOPRÓPOLIS NO CONTROLE DE FITOPATÓGENOS EM FRUTOS DE MAMÃO (*Carica papaya*)

Autora: Carize da Cruz Mercês
Orientadora: Dra. Geni da Silva Sodré

RESUMO: As perdas em fruteiras tropicais são na maioria das vezes resultantes da ação de patógenos, dentre eles os fungos. Com o intuito de reduzir perdas, de forma sustentável, tem-se utilizado cada vez mais produtos naturais com ação potencial contra fitopatógenos, entre eles a própolis e a geoprópolis, que surgem como alternativa de fungicida e mantêm sustentabilidade e resiliência dos sistemas de produção. O objetivo desse trabalho foi avaliar a composição química do extrato hidroalcoólico de própolis e geoprópolis, sua ação no controle dos fungos *Colletotrichum gloeosporioides* e *Lasiodiplodia theobromae* *in vitro* e *in vivo* e qualidade dos frutos pós-colheita. Foi feita uma revisão sistemática integrativa de forma a utilizar as informações obtidas para estudos posteriores sobre essa temática. Foram feitos os extratos hidroalcoólicos de própolis e geoprópolis seguindo a metodologia descrita por PARK et al., 1998. Os extratos foram submetidos à análise por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas. Foi avaliado a atividade antifúngica *in vitro* e *in vivo* por meio de Porcentagem de Inibição do Crescimento Micelial (PICM) e foi feita análises de qualidade dos frutos pós-colheita. Foram identificados quarenta e três compostos com propriedades bioativas em concentrações distintas em ambos os extratos. Os resultados indicaram efeito inibitório sobre o crescimento de fitopatógenos a partir de 0,8% mg. mL⁻¹ para os testes *in vitro* e *in vivo*. O extrato de própolis e geoprópolis prolongou o tempo de prateleira dos frutos inoculados com *C. Gloeosporioides* e *L. theobromae*. Os extratos de própolis e geoprópolis pode ser considerado um eficiente fungicida natural e alternativa no aumento da vida útil pós-colheita de frutas.

Palavras-chave: *Apis mellifera*, *Melipona*, controle alternativo, doenças de pós-colheita.

PROPOLIS AND GEOPROPOLIS EXTRACTS IN THE CONTROL OF PHYTOPATHOGENS IN PAPAYA (*CARICA PAPAYA*) FRUITS

Author: Carize da Cruz Mercês
Adviser: Dra. Geni da Silva Sodré

ABSTRACT: Losses in tropical fruit plants are most often the result of the action of pathogens, including fungi. In order to reduce losses in a sustainable way, natural products with potential action against phytopathogens have been increasingly used, including propolis and geopropolis, which appear as an alternative fungicide and maintain sustainability and resilience of production systems. The objective of this work was to evaluate the chemical composition of the hydroalcoholic extract of propolis and geopropolis, its action in controlling the fungi *Colletotrichum gloeosporioides* and *Lasiodiplodia theobromae* in vitro and in vivo and the quality of post-harvest fruits. An integrative systematic review was carried out in order to use the information obtained for future studies on this topic. Hydroalcoholic extracts of propolis and geopropolis were made following the methodology described by PARK et al., 1998. The extracts were subjected to analysis by gas chromatography coupled to mass spectrometry. Antifungal activity in vitro and in vivo was evaluated using Percentage of Inhibition of Mycelial Growth (PICM) and post-harvest quality analyzes of the fruits were carried out. Forty-three compounds with bioactive properties were identified in different concentrations in both extracts. The results indicated an inhibitory effect on the growth of phytopathogens from 0.8% mg. mL⁻¹ for in vitro and in vivo tests. Propolis and geopropolis extract prolonged the shelf life of fruits inoculated with *C. Gloeosporioides* and *L. theobromae*. Propolis and geopropolis extracts can be considered an efficient natural fungicide and alternative for increasing the post-harvest shelf life of fruits.

Keywords: *Apis mellifera*, *Melipona*, alternative control, post-harvest diseases.

REFERENCIAL TEÓRICO

1. APICULTURA E MELIPONICULTURA

A criação de abelhas (*Apis mellifera*) para obtenção e comercialização de seus produtos consiste na Apicultura, esta atividade iniciada há aproximadamente 2.600 a.C. pelos egípcios (MEIXNER et al, 2010.), quando a única forma de adoçar os alimentos era por meio da adição do mel (GALBRAITH; VOORHIES; TODD, 1933). Em seguida essa atividade se disseminou pela Europa por meio dos povos medievais, que repassaram o conhecimento sobre as técnicas apícolas entre as gerações (CRANE, 1987).

Características como o número de espécies existentes na natureza e de indivíduos em cada colônia, estrutura física como tamanho corporal e exoesqueleto recoberto por quitina, aparelho bucal adaptadas para moldar cera e cortar vegetais, pernas corbiculadas com função de transportar pólen e cerdas aderentes, são fatores que facilitam a adaptação das abelhas às diversas estruturas florais possibilitando maior eficiência como polinizadoras, sendo este o principal serviço ecossistêmico prestado pelas abelhas (BACAXIXI et al., 2011).

A dependência das abelhas às plantas caracteriza o valor da apicultura (PEGORARO e ZILLER, 2003). Além disso, a apicultura é considerada uma atividade rentável para diversos produtores rurais, colaborando com o desenvolvimento sustentável, geração de renda, inclusão social, fixação do produtor no campo e gerando baixo impacto ambiental (BALBINO et al., 2015). Outra vantagem da apicultura, é a possibilidade de execução de forma consorciada a outras atividades rurais, aumentando a produtividade da propriedade rural (SILVA et al., 2015).

A atividade tem se tornado cada vez mais atrativa devido à grande demanda pelo mel no mercado nacional e internacional (DE CASTRO CARVALHO et al., 2019). Segundo o IBGE, 2022 o Brasil teve um novo recorde de produção de mel, sendo estimado em 60,9 mil toneladas neste ano, um aumento de 6,4% em relação ao ano anterior. A apicultura encontra-se em maior destaque nas regiões Sul e Nordeste, sendo que esta última vem apresentando as maiores taxas de crescimento em produtividade de mel dos últimos três anos. A maior região

produtora do país é a região Sul, sendo o estado do Rio Grande do Sul o maior estado produtor com um total produzido de 9,2 mil toneladas girando R\$ 131.492 mil, seguindo pelo Paraná com um total de 8,4 mil toneladas e R\$ 123,683 mil (IBGE, 2021).

A segunda região mais produtora é o Nordeste, sendo o estado do Piauí o maior produtor com um total produzido de 6,8 mil toneladas e R\$ 99,392 mil. O município de São Raimundo Nonato ganhou destaque, com 585 toneladas produzidas (IBGE, 2021). O crescimento da produção de mel na região nordeste pode ser associado às características climáticas e florísticas nordestinas bem como a demanda externa crescente por mel a partir da década de 2000 (VIDAL, 2018).

Além do mel, outros produtos da colônia destacam-se no cenário nacional da apicultura como a produção de produto mais explorado no pólen apícola, geleia real, própolis, rainhas, polinização, apitoxina e cera (IBGE, 2016). A própolis é considerado o segundo apicultura brasileira, garantindo ao Brasil o segundo lugar na produção mundial ficando atrás apenas da China, sendo o estado de Minas Gerais responsável por grande parte das exportações de própolis verde do país que é proveniente do alecrim do campo (*Baccharis dracunculifolia*) e suas atividades biológicas não foram suficientemente difundidas apesar de grande importância (VIDAL, 2021).

A região nordeste tem ganhado destaque na produção de própolis e intensificado a produção, na qual encontra-se por volta de 24 mil estabelecimentos que realizam atividades com a apicultura e cerca de 700 mil colmeias registradas e dentre os estados os que mais se destacam são Bahia, Ceará e Piauí (VIDAL, 2021).

Por outro lado, existe a meliponicultura que é a atividade dedicada à criação e manejo de abelhas-sem-ferrão, que pertencem às tribos Meliponini e Trigonini, sendo os gêneros mais comuns associados à meliponicultura são *Melipona* e *Trigona*, mas existem outros gêneros e espécies de abelhas-sem-ferrão que podem ser criados e manejados por meliponicultores (RAMOS; SILVA, 2021)

As abelhas-sem-ferrão são um grupo de abelhas nativas das regiões tropicais e subtropicais do mundo, abundantes nas Américas sendo bastante conhecidas por várias características distintas em comparação com as abelhas do gênero *Apis* e são um grupo de abelhas muito estudado, especialmente em regiões tropicais, devido ao seu importante papel como polinizadores (MENEZES, 2022).

A utilização das abelhas-sem-ferrão na polinização de plantações, incluindo estufas, é uma prática comum em muitas regiões tropicais, sendo preferidas por muitos agricultores devido à sua docilidade e eficácia na polinização de uma ampla variedade de culturas e são muitas vezes consideradas mais adequadas para certas plantas do que as abelhas com ferrão, como as abelhas *Apis* (CAUICH et al., 2004).

A meliponicultura, como mencionado, desempenha um papel significativo na agricultura familiar e na geração de renda adicional para as comunidades locais e quando realizada de forma sustentável, contribui para a conservação da biodiversidade e dos recursos naturais, porque reduz a necessidade de explorar outros recursos naturais e cria incentivos para proteger as áreas naturais, onde as abelhas coletam néctar e pólen (MAGALHÃES; VENTURIERI, 2010).

Além dos impactos ambientais positivos, a meliponicultura fornece uma fonte de renda adicional para comunidades rurais, particularmente para a agricultura familiar contribuindo para o desenvolvimento local e melhorando a qualidade de vida das famílias envolvidas na atividade (JAFFE et al. 2013).

O mel produzido por abelhas-sem-ferrão, é conhecido por ter características distintas em comparação com o mel produzido por abelhas *A. mellífera*, como por exemplo sua doçura única, muitas vezes acompanhada por um sabor ácido ou cítrico, dá a ele um perfil de sabor diferente em comparação com o mel de abelhas melíferas, além uma textura mais fluida, o que o torna mais fácil de verter ou utilizar em diversas preparações culinárias, além do mel ter uma tendência a cristalizar mais lentamente o significa que ele pode permanecer líquido por mais tempo antes de se tornar espesso e cristalizado (ABD JALIL et al., 2017; BILUCA et al., 2016; JIMENEZ et al., 2016;).

Estas abelhas produzem e armazenam menos mel em comparação com as abelhas *A. mellífera*, que são conhecidas por serem líderes na produção de mel. Dependendo da espécie, as abelhas podem produzir apenas de 1 a 5 kg de mel por colmeia por ano, enquanto as abelhas *A. mellífera* têm uma média de 20 kg de mel por colmeia por ano, essa diferença na produção de mel está relacionada à biologia e ao comportamento das diferentes espécies de abelhas (CHUTTONG et al., 2016).

Por outro lado, o mel de abelhas sem ferrão tem um preço significativamente mais alto nos mercados em comparação com o mel de abelhas *A. mellífera*

(ZUCCATO et al., 2017). O preço de mercado do mel das abelhas sem ferrão pode chegar a 100 reais/kg, (SHADAN et al., 2018) é mais que o dobro do preço do mel *A. mellifera* (20-40 reais/kg) (GHOSHALB et al., 2018; SE et al., 2018;). Essa diferença de preço pode estar relacionada a várias razões, incluindo a escassez relativa do mel de abelhas sem ferrão, o sabor único e os benefícios potenciais à saúde associados a esse tipo de mel, bem como a demanda de consumidores dispostos a pagar, além da produção de mel dessas abelhas requerer técnicas específicas, o que também pode afetar o preço final no mercado (CONCEIÇÃO; SILVA; ROCHA, 2022).

Além de produzirem mel, são conhecidas por produzirem uma substância chamada geoprópolis, que é uma mistura complexa de resinas vegetais, pólen, cera, secreções salivares das abelhas e, como o nome sugere, terra e/ou barro (NOGUEIRA-NETO, 1997; PATRICIO et al., 2002; VELIKOVA et al., 2000).

A geoprópolis desempenha um papel multifuncional e vital nas colônias das abelhas-sem-ferrão, sendo usada na construção de várias estruturas dentro e fora do ninho, incluído tubos que podem ajudar a regular a entrada e a saída das abelhas, bem como a ventilação do ninho, além de ser empregada na construção de discos de cria, que servem como locais para a deposição de ovos e desenvolvimento de larvas, lamelas de invólucro que auxiliam na organização do ninho e na divisão do espaço interno e potes de alimento onde o néctar e o pólen podem ser armazenados (SANTOS et al., 2009). A geoprópolis pode ajudar na regulação térmica do ninho, contribuindo para a manutenção de condições de temperatura e umidade adequadas para o desenvolvimento das larvas e a sobrevivência da colônia (PATRICIO et al., 2002).

A composição química da geoprópolis varia de acordo a biodiversidade da região, época do ano, vegetais visitados pelas abelhas podendo ocorrer variações nos seus constituintes químicos e possuir compostos de diversas classes como: flavonoides, diterpenos, ácidos graxos e benzofenonas polipreniladas (CASTRO et al., 2009; DUARTE et al., 2006; SALATINO et al., 2005). Pesquisas têm demonstrado que diferentes tipos de geoprópolis podem ter benefícios à saúde devido a esses compostos, mas a composição exata pode variar, o que torna o estudo e a compreensão da geoprópolis um campo de pesquisa em evolução (CASTRO et al., 2009; DUARTE et al., 2006).

2. A CULTURA DO MAMOEIRO

O mamão (*Carica papaya* Linnaeus) foi originário do continente americano, sendo descoberto pelos espanhóis no Panamá (DA SILVA et al., 2022; SALOMÃO et al., 2007), com uma distribuição que se estende da Ásia, América e África e sua difusão se deve à grande quantidade e longevidade de suas sementes (FARINA et al., 2020).

O mamão é uma importante cultura frutífera nas regiões tropicais e subtropicais, por apresentar grande potencial econômico e nutricional (BRISHTI; MISIR; SARKER, 2013).

O mamoeiro pertence à classe Eudicotyledoneae, subclasse Archichlamydeae, ordem Violales, subordem Caricineae, família Caricaceae, com seis gêneros, *Jacaratia*, *Vasconcelea*, *Horovitzia*, *Jarrila*, *Cilycomorpha* e *Carica* possuindo 34 espécies, no entanto, gênero *Carica* compreende apenas *C. Papaya* como árvore frutífera (ANITHA et al., 2018).

É uma planta herbácea perene (FARINA et al., 2020), diplóide, polígama e dicotiledônea (AGARWAL et al., 2016), com metabolismo C3 (CAMPOSTRINI; GLENN, 2007). Possui flores masculinas, femininas ou hermafroditas e apresenta um crescimento rápido (YOGIRAJ et al., 2014), principalmente em solos franco arenoso com média de 45 cm de profundidade e livre de águas paradas, o que o contrário disso podem matar a planta em 24 h (ALARA; ABDURAHMAN; ALARA, 2020).

O mamão é uma fruta típica climatérica (WU et al., 2019), sua maturação influencia diretamente nos tecidos e coloração do fruto podendo variar de verde, quando o exocarpo é verde e na maturação avançada, o exocarpo torna-se amarelo-laranja e a polpa torna-se laranja intenso (FARINA et al., 2020). Essa mudança na cor externa da fruta é devido ao aumento do teor de caroteno e redução da clorofila (ALARA; ABDURAHMAN; ALARA, 2020). A cor avermelhada da pele é uma indicação do teor de licopeno na fruta (ANITHA et al., 2018; MAISARAH; ASMAH; FAUZIAH, 2014), e as frutas verdes possuem uma grande quantidade de látex branco (ALARA; ABDURAHMAN; ALARA, 2020).

A cultura desenvolve-se em locais com temperatura média anual de 25°C, com limites entre 21°C e 33°C, e precipitação pluviométrica de 1.500 mm anuais bem distribuída (SERRANO e CATTANEO, 2010).

Embora mais do que 90% do mamoeiro seja utilizado para fins nutricionais (SAGADEVAN et al., 2019; DAWKINS et al., 2003), a planta também tem sido amplamente utilizada para síntese bioquímica de diferentes compostos farmacêuticos (KOKILA; RAMESH; GEETHA, 2016), pois possui inúmeras propriedades benéficas a saúde (SANTANA et al., 2019). O *C. papaya* foi o primeiro fruto descoberto para ser geneticamente modificado para consumo humano devido aos seus valores medicinais e nutricionais (YADAV et al., 2017).

Nutricionalmente, a fruta madura possui vitamina A, C, D, cálcio e quase não há gordura no mamão (KRISHNA; PARIDHAVI; PATEL, 2008), também contém quantidades significativas de tiamina, riboflavina, cálcio, ferro, potássio, magnésio e sódio (BARI et al., 2006; CHUKWUKA; IWUAGWU; UKA, 2013).

O mamoeiro também apresenta vários usos industriais, pois existem inúmeros produtos comerciais derivados da planta, suas folhas e frutos são usados em indústrias farmacêuticas pois produzem diversas proteínas e alcalóides, as enzimas papaína e a quimopapaína é útil para amaciar a carne (MARTINS, 2003; GADGE, GAME, SALODE, 2020) e usado na cura da dispepsia e clarificação da cerveja (HUKWUKA; IWUAGWU; UKA, 2013).

O Brasil produz o fruto durante quase todos os meses do ano, sendo a menor safra durante o período entre junho a agosto devido as estações mais frias do ano (COTRUT et al., 2017).

Dentre os países com maior produção de frutas o Brasil ganha destaque, ficando atrás apenas da China e da Índia (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI & FRUTI, 2021). O mamão é a 11ª fruta mais produzida mundialmente. O continente Asiático detém 56,2% da produção, em seguida o continente Americano e Africano com 32% e 10,6% da produção respectivamente (FAOSTAT, 2022).

Segundo FAOSTAT, 2022, os cinco países mais produtores de mamão são: Índia, Brasil, México, Indonésia e República Dominicana, sendo que no ano 2020, a produção mundial de mamão atingiu 13,8 milhões de toneladas. A Índia maior produtor mundial da fruta, com aproximadamente 6 milhões de toneladas, sendo maior parte da produção destinada ao consumo interno. O Brasil ocupa o ranking de segundo maior produtor com aproximadamente 1,5 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2022).

No Brasil, as maiores regiões produtoras são o Nordeste (55,9%), seguida pelo Sudeste (40%), Norte (3,1%), Centro-Oeste (0,7%) e sul (0,2%) (IBGE, 2022).

A região Nordeste produtora de 702.655 toneladas e um rendimento médio de 42,37 t/ha, representando 55,9% da produção. Em seguida a região Sudeste e a região Norte com 503.296 e 39.091 toneladas, respectivamente. Dentre os estados brasileiros que se destacam na produção do fruto, o Espírito Santo (439.550 t), tem áreas de plantio altamente tecnificadas, possibilitando a exportação para Estados Unidos e Europa (FAOSTAT, 2022; GALEANO et al., 2022). O estado Bahia (400.438 t), Ceará (140.979 t), Rio Grande do Norte (103.431 t), Minas Gerais (48.415 t) também tem uma produção significativa do fruto (IBGE, 2021).

Apesar do Brasil ter tido aumento na produção mundial de mamão quando comparado a outras frutas, o país vem apresentando nos últimos anos redução nas áreas colhidas, consequência do baixo e irregular regime de chuvas e de problemas sanitários (IBGE, 2021; ABRAFRUTAS, 2018), que tem afetado as regiões Sudeste e Nordeste, que representam em média 96% da produção nacional (IBGE, 2021). No ano 2015 o total de área colhida foi de 30.545 ha e em 2021 o total de área colhida foi de 28.495 ha (IBGE, 2021).

Apesar do potencial econômico, a cultura pode ser comprometida por fatores bióticos e abióticos, como pragas, variações climáticas, estresse hídrico, estresse salino, tornando a cultura do mamoeiro mais vulnerável (DANTAS et al., 2015; VIVAS et al., 2017).

Por ser uma fruta climatérica, a comercialização de mamão fresco em muitos casos é dificultada por causa de sua curta vida de armazenamento pós-colheita (ARCHBOLD et al., 2003; LANKA et al., 2011; MARPUDI et al., 2011), levando a processos rápidos de amolecimento, amarelecimento dos seus tecidos (ZOU et al., 2014), deterioração da qualidade devido ao ataque microbiano e alteração no teor de açúcar e teor de ácido que pode diferir entre diferentes cultivares (FIRMIN, 1997). Essas alterações são desencadeadas pela produção do etileno e a elevação da taxa respiratória (DANTAS et al., 2012).

Apesar de seu alto valor nutricional e demanda no mercado, o mamão é bastante difícil de preservar e comercializar (DA SILVA JUNIOR et al., 2018). Devido a sua perecibilidade em pós-colheita, muitas pesquisas recentes têm sido feitas para minimizar as perdas pós-colheita e prolongar sua vida útil (PARVEN et al., 2020; MAFRA et al., 2020; BATISTA et al., 2020; PEDROCHI et al., 2023).

2.1 DOENÇAS PÓS-COLHEITA DO MAMÃO

Os problemas mais comuns para a cultura do mamoeiro são relativos à fitossanidade, dentre eles a incidência de doenças fúngicas e virais são fatores prejudiciais e limitantes, pois atacam a cultura em diversas fases de desenvolvimento (LIMA et al., 2001). Devido aos níveis de ocorrência e severidade das doenças, o controle é indispensável para se obter boas produções e para maior aceitabilidade no mercado (SUZUKI et al., 2007).

Os problemas fitossanitários enfrentados pela cultura do mamoeiro, ocorre em todos os locais nos quais são produzidos e segundo estimativas, problemas fitossanitários são responsáveis por 25% a 40% dos danos pós-colheita de mamão chegando a ocasionar perdas de US\$ 28 milhões aos principais países exportadores (CROPLIFE, 2019).

Além disso, ao longo do processo de maturação, os frutos tornam-se mais suscetíveis a fitopatógenos, devido, principalmente, ao decréscimo de compostos fenólicos e ao aumento da predisposição às injúrias mecânicas, servindo como porta de entrada e disponibilizando substrato para o rápido desenvolvimento de microrganismos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Esses microrganismos penetram, na maioria das vezes, através de ferimentos acidentais provocados durante a colheita, transporte e armazenamento, ou pelas aberturas naturais do fruto ou estruturas florais, permanecendo em estado quiescente até o amadurecimento, quando então causam podridões (IPPOLITO; NIGRO, 2000).

Os fungos são responsáveis por 80 a 90% das perdas em pós-colheita (MAFRA et al., 2020). Isso ocorre porque os frutos têm pH baixo favorecendo o crescimento desses microrganismos (PARISI; HENRIQUE; PRATI, 2015).

A cultura do mamoeiro, é normalmente acometida por diversas doenças fúngicas, sendo estas um dos principais fatores limitantes para expansão do cenário produtivo da cultura, afetando diretamente a planta e os frutos (KUHLCAMP et al., 2022).

O fruto a qual é acometido por esses fungos e sofrem alterações na sua aparência e não são comercializados no mercado externo ou no mercado interno e, quando comercializado para o consumidor menos exigente, sofre grande desvalorização comercial (KUHLCAMP et al., 2022).

Os frutos apresentam alto teor de água e nutriente, e mesmo depois da colheita até a senescência, mantém vários processos biológicos em atividade, apresentando desta forma maior predisposição a distúrbios fisiológicos, danos mecânicos e ocorrência de podridão (KADER, 2002).

Na exportação do mamão brasileiro para fins quarentenários, o tratamento fitossanitário pós-colheita visa a limpeza dos frutos e o controle da antracnose e de outras doenças que ocorrem nesta fase. Esses procedimentos irão depender das exigências fitossanitárias impostas principalmente, pelos países importadores dessa fruta (RITZINGER; DA SILVA SOUZA, 2000).

Dentre as doenças que acometem os frutos de mamoeiro na pós-colheita e levam a perdas significativas, estão as podridões causadas pelos fungos dos gêneros *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia*, *Fusarium*, *Phoma*, *Rhizopus*, entre outros (VENTURA e REZENDE, 2016).

Estudos recentes evidenciam a ocorrência desses fungos causando doenças na cultura do mamoeiro (KUHLCAMP et al., 2022; LAURENTINO et al., 2022; MAFRA et al., 2020; ALVES et al., 2020; MANGOLIN et al., 2019., MENINI et al., 2023; CASEMIRO et al., 2019)

2.1.1 *Colletotrichum gloeosporioides* - ANTRACNOSE

O gênero *Colletotrichum* está incluso na lista dos mais importantes fungos fitopatogênicos do mundo, devido sua relevância científica e pela sua importância econômica (DEAN et al., 2012), afetando principalmente culturas tropicais, subtropicais e temperadas, sendo as frutíferas as mais afetadas (CANNON et al., 2012; DEAN et al., 2012).

As estratégias de sobrevivência e ciclos de vida do gênero *Colletotrichum* são responsáveis pela sua alta complexidade taxonômicas (SHARMA; SHENOY, 2016), sendo um dos patógenos mais impactantes de frutos de mamão no período de pós-colheita, por causar perdas de até 90% de frutos em estações favoráveis à doença (TATAGIBA et al, 2002).

A espécie *C. gloeosporioides* é o agente etiológico da antracnose e constitui-se uma das doenças mais incidentes sobre frutos em regiões produtoras do mundo (MAFRA et al., 2020). Dentre eles o mamão, afetando sua vida útil (TATAGIBA et al., 2002).

A infecção geralmente ocorre no campo, durante os estágios iniciais, ainda na floração e permanece de forma quiescente até o fruto atingir a fase climatérica (TAVARES et al., 2005), quando então coloniza os tecidos desenvolvendo os subsequentes sintomas da doença (SERRA et al., 2008).

No entanto, após a colheita, os frutos geralmente são submetidos a manipulações, transporte e armazenamento, o que pode causar ferimentos nos tecidos e criar oportunidades para que os patógenos se estabeleçam e se desenvolvam. Além disso, a presença de inóculos do fungo nos frutos, que podem ter se desenvolvido durante o período de cultivo, também torna mais provável a detecção de infecções (CAPDEVILLE et al., 2007).

A infecção pode ocorrer em diversas partes da planta como folhas, caules e flores (DANE, 2016). Os sintomas causados pela antracnose no mamoeiro nas folhas, são com lesões circulares, bordas irregulares e no centro acinzentado com pontuações negras. No fruto, ocasiona lesões deprimidas de forma arredondadas, necróticas, de cor acastanhada e bordas marrom-claro, podendo atingir diferentes diâmetros, de onde emergem a massa pulverulenta de conídios do fungo (RIBEIRO; SERRA; ARAÚJO, 2016; AYÓN-REYNA et al., 2017). Quando os frutos começam a amadurecer, as lesões aumentam de tamanho e se espalham causando apodrecimento da polpa, tornando-os impróprios para a comercialização, principalmente, quando se refere a exportação (TRIRAT; JENKUNAWAT, 2016).

O patógeno pode ser disseminado por via de sementes infectadas e por respingos d'água, provenientes da chuva ou irrigação (SAHITYA et al., 2014). O controle da antracnose deve ocorrer ainda no campo, seguido de cuidados essenciais e preventivos na pós-colheita, pois é uma forma de controlar o micélio quiescente e protegê-los de infecções secundárias, durante o armazenamento e transporte para os mercados consumidores (ALVES et al., 2020).

2.1.2. *Lasiodiplodia theobromae* - PODRIDÃO PEDUNCULAR DO MAMOEIRO

O gênero *Lasiodiplodia* pertence à família Botryosphaeriaceae e está entre um dos com maior frequência de relatos causando doenças em plantas (PHILLIPS et al., 2013), possui distribuição cosmopolita, sendo uma família rica em espécies que inclui patógenos de uma grande variedade de plantas de angiospermas e gimnospermas (BHADRA et al., 2014; CHEN et al., 2011). Microrganismos desta

família são reconhecidos como endofíticos, latentes e oportunistas de plantas lenhosas, capazes de infectar plantas através de feridas ou aberturas naturais, como brotos, lenticelas e estômatos (SLIPPERS; WINGFIELD, 2007).

Este patógeno ataca a planta enquanto o fruto ainda está no campo, produzindo infecções assintomáticas que levam posteriormente à podridão pós-colheita. A associação característica à colonização sem sintomas (MOHALI et al., 2005), baixa especificidade do hospedeiro, comportamento altamente agressivo e capacidade de sobrevivência saprófita dificulta o manejo da doença (VIANA et al., 2007; LIMA et al., 2013; BERGAMIN FILHO; KIMATI e AMORIM, 1995).

O *L. theobromae* tem crescimento rápido, causa a mumificação das frutas e muitas vezes o processo de infecção pode iniciar-se no campo isoladamente ou em combinação com outros fungos (SANTANA et al., 2007; REZENDE; MARTINS, 2005).

A espécie *L. theobromae* está associada a doenças da cultura do mamoeiro, causando a podridão peduncular, que é considerada uma das doenças mais devastadoras do mamão durante o seu desenvolvimento, causando perdas significativas de produção pré e pós-colheita em todo o país (NETTO et al., 2014).

No mamão, os sintomas causados pela podridão peduncular podem ser observados no pedúnculo, principalmente, e na superfície das frutas, causando inicialmente lesões que apresentam uma ampla margem de tecido encharcado, na base do pedúnculo, seguido de uma produção abundante de micélio esbranquiçado, de escurecimento posterior com uma superfície rugosa, resultado da formação de picnídios em estromas e assim promovendo a podridão que vai tomando toda a fruta (REZENDE; MARTINS, 2005; SANTANA et al., 2007).

O patógeno pode sobreviver na forma quiescente em seu hospedeiro até no início da maturação (VENTURA; COSTA; TATAGIBA, 2004; LIMA et al., 2013; PRUSKY et al., 2013), pois durante o amadurecimento dos frutos, ocorrem mudanças bioquímicas e fisiológicas drásticas, como a emissão de etileno e outros fitohormônios, conversão de açúcares solúveis, perda de resistência da parede celular, diminuição no nível de fitoalexinas e de mecanismos de defesa, que são alterações percebidas pelos fungos patogênicos que passam do estado assintomático quiescente para o estado necrotrófico agressivo, e causam os sintomas da podridão peduncular (GALSURKER et al., 2018).

A disseminação do fungo é feita pelo vento, água, semente, insetos, animais

silvestres e pelo homem, via instrumentos agrícolas (CARDOSO; FREIRE, 2002).

O controle da doença torna-se bastante difícil, devido às características ecológicas intrínsecas do fungo e a grande variedade de hospedeiros, sendo umas das alternativas apontadas para algumas frutíferas hospedeiras desses patógenos é o manejo cultural e genético (CARDOSO et al., 2006, 2009; LIMA et al., 2013).

As perdas ocasionadas pela podridão peduncular em pomares são, em primeiro lugar, a redução da produtividade dos mamoeiros e, em uma fase posterior, a diminuição da longevidade produtiva do pomar e ainda, por causar perdas expressivas de frutas na pós-colheita (JUNQUEIRA et al., 1996).

Pesquisas têm revelado informações sobre a identificação, distribuição e patogenicidade de *L. theobromae* no Brasil (MARQUES et al., 2013; NETTO et al., 2014; MACHADO et al., 2014; CORREIA et al., 2016; ROSADO et al., 2016; COUTINHO et al., 2017; NETTO et al., 2017; PEIXINHO et al., 2020; HASAN; ISLAM; SIKDAR, 2020; CHEN et al., 2021; DA SILVA BRITO et al., 2022).

3. MÉTODOS ALTERNATIVOS NO CONTROLE DE FITOPATÓGENOS

O uso de fungicidas quimicamente sintetizados tem sido a primeira linha de estratégia para controle de fungos fitopatógenos (FIERRO-CRUZ et al., 2017), sendo que na maioria das vezes deixam resíduos nos produtos (PASTANA; VIEIRA; MACHADO, 2016). Porém o uso incessante desses produtos químicos em longo prazo contribui para maior resistência do patógeno (VAN DEN BOSCH et al., 2011). Esses fungicidas sintéticos também são considerados um risco para o meio ambiente e a saúde humana por causa de seus resíduos (SCHWAN-ESTRADA; STANGARLIN; CRUZ, 2000).

No mundo globalizado de hoje, onde o consumidor exige um produto livre de contaminantes químicos, surge à necessidade de encontrar métodos alternativos aos fungicidas sintéticos que previnem a resistência a patógenos e cuidam da saúde humana e meio ambiente (AYON-REYNA et al., 2017).

Diante das leis anti-resíduos de alguns agrotóxicos e da crescente preocupação da população com os efeitos que eles podem causar em longo prazo, produtos de origem natural vêm sendo estudados como possíveis alternativas para o controle de doenças e pragas (HAMMER; CARSON; RILEY, 1999; ISMAN, 2000; NELSON; COX, 2015; SHELUDKO, 2010). Tais estudos são voltados a métodos

alternativos de controle, tais como uso de biofungicida, extratos vegetais, óleos essenciais e indutores de resistência (VENTURA et al., 2003; BONETT et al., 2010).

Os extratos vegetais ou óleos essenciais, obtidos de plantas medicinais, vem indicando grande potencial para controlar fitopatógenos (NIKOLOVA et al., 2017; OSO, OGUNNUSI, FAGBEMI, 2018; PAZ et al., 2018; MARTINS JUNIOR, 2018; ARAÚJO et al., 2019; NERI DE FREITAS, 2020; CAVALCANTE et al., 2020; EMAN; FATIMAH, 2020; DE SOUZA FERREIRA et al., 2020).

Com o intuito de produzir alimentos saudáveis e livres de pesticidas, DOS SANTOS SANTOS et al., 2023, realizou um estudo cujo objetivo foi avaliar o potencial fungitóxico dos óleos essenciais de folhas de Pindaíba (*Xylopiá frutescens*) e Capeba (*Aristolochia holostylis*), pelo método de hidrodestilação no controle *in vitro* dos fitopatógenos *Curvularia lunata* e *Rhizoctonia solani*. Para a inibição do crescimento micelial de *C. lunatae* e *R. solani*, o óleo essencial da *A. holostylis*, mostrou leve atividade fungistática, inibindo parcialmente o crescimento micelial. O óleo essencial de *X. frutescens* inibiu 100% o crescimento micelial de *C. lunata*, a partir da concentração de 40% e para *R. solani*, houve total inibição a partir da concentração de 10%. Dessa forma, o óleo essencial de *X. frutescens* apresentou um grande potencial para pesquisas futuras, com o objetivo de otimizar sua eficiência no controle de fitopatógenos.

Trabalhos desenvolvidos com extrato naturais exercem ação antimicrobiana, com ação diretamente sobre o patógeno, pois possuem compostos bioativos que exercem ação fungistática, inibem o crescimento micelial, germinação dos conídios, e a ativação dos mecanismos de defesa das plantas é proporcionada através dos metabólitos secundários, que ativam a rota metabólica das plantas hospedeiras a produzem todos os mecanismos de defesa, inclusive, as fitoalexinas (STANGARLIN; KUHN; SCHWAN-ESTRADA, 2008).

CASEMIRO et al., 2019, avaliou a eficácia de produtos naturais no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, *in vitro* e *in vivo*. No teste *in vitro*, avaliou-se os extratos aquosos de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) e canela (*Cinnamomum zeylanicum*) a 15%, quitosana 4%, isoladamente e associação desses extratos de plantas com quitosana a 4%, testando seus efeitos sobre o crescimento micelial do fungo. O tratamento com o extrato aquoso de cravo-da-índia a 15% e sua associação com a quitosana, inibiram o crescimento micelial do fungo testado. A associação de quitosana com o extrato aquoso de canela foi mais

eficaz na redução do crescimento micelial do que os dois isoladamente. No ensaio *in vivo*, os frutos de mamoeiro Formosa foram submetidos aos tratamentos por imersão nos extratos aquosos de cravo-da-índia (10%), canela (30%), quitosana (4%), cravo da índia (10%) + quitosana (4%), extrato aquoso de canela (30%) + quitosana (4%). Após 24h, os frutos foram inoculados com *C. gloeosporioides* e avaliados quanto à severidade da doença a cada dois dias. Observou-se, que apenas na terceira avaliação o extrato aquoso de canela a 30% associado à quitosana a 4% reduziram a severidade da doença. Avaliando-se a área abaixo da curva de progresso da doença, observou-se que o tratamento com extrato aquoso de cravo também foi eficaz em reduzir a severidade da antracnose nos frutos.

Dentre os extratos naturais com potencial para o controle de microrganismos, as pesquisas incidem sobre os efeitos dos extratos da própolis no controle de doenças pós-colheita causada por fungos patogênicos, pois age inibindo fortemente o crescimento de micélios, induzindo alterações morfológicas anormais nas hifas, além de efeitos prejudiciais sobre a germinação dos esporos fúngicos, testificando seu uso como antifúngico natural (YANG et al., 2010; MARGHITAS et al., 2013). Desta forma o extrato da própolis é um produto com potencial para ser utilizado no controle de fungos de pós-colheita para a agricultura, não só por suas propriedades químicas, mas também como um impedimento físico para a penetração dos micélios dos fungos, devido à formação de um filme protetor sobre os frutos (DEZMIREAN et al., 2003; MARGHITAS et al., 2013).

Em estudos realizados por DE SOUZA et al., 2017, com objetivo de avaliar o efeito de soluções do extrato de própolis (0, 5, 10 e 20%) no controle do fungo *Penicillium* sp. *in vitro* e na qualidade fisiológica de sementes de couve-flor após o tratamento. Foram avaliadas as características crescimento micelial do fungo, e a qualidade fisiológica de sementes por meio da germinação, primeira contagem de germinação, comprimento de parte aérea e raiz de plântulas de couve-flor. Segundo os autores, a solução de extrato de própolis na concentração de 20% foi suficiente para impedir o desenvolvimento do fungo *Penicillium* sp. *in vitro* e não afetando a qualidade fisiológica de sementes de couve-flor.

DA CUNHA et al. (2018), objetivou avaliar as características físico-químicas de mamão 'Solo' cv. 'Golden' revestido com extrato de própolis de diferentes fontes botânicas armazenado à temperatura ambiente. Os frutos de mamões (156 frutos)

foram submetidos a três formas de revestimentos, por imersão em extrato de própolis com concentração de 2,5% (extrato aquoso e extrato hidroalcoólico de própolis tipo silvestre, extrato hidroalcoólico de própolis tipo alecrim verde), mantidos a temperatura ambiente e dois controles (sem revestimentos, mantidos a temperatura ambiente e outro refrigerado). As coberturas com extrato hidroalcoólico de própolis, tipo silvestre e tipo alecrim verde, controlaram a perda de massa e a firmeza nos mamões. Os frutos revestidos com extrato hidroalcoólico de própolis de alecrim verde apresentaram resultados satisfatório nas avaliações de sólidos solúveis, acidez titulável, índice de maturação e pH, bem como na análise sensorial. Os autores concluíram que o extrato de própolis pode ser utilizado para revestir o mamão, como alternativa para estender sua vida útil.

4. PRÓPOLIS E GEOPRÓPOLIS: COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADES BIOLÓGICAS

A própolis é um produto apícola coletada pelas abelhas *Apis mellifera*, de vários exsudatos vegetais contendo substâncias resinosas e balsâmicas (DA CUNHA et al., 2018).

A etimologia da palavra *própolis* deriva do grego onde, “*pro*” que significa “em defesa de” e “*polis*”, que significa “cidade”, ou seja, “em defesa da colmeia”. Sua principal finalidade é a proteção das colônias (colmeias), sendo utilizada para selar paredes e fissuras, reparar alvéolos, embalsamar insetos mortos que não pode ser retirado da colmeia, proteção química contra infestações, agindo como um antimicrobiano e mantendo um ambiente mais estéril, proteção contra intempéries ocasionada por ventos, chuvas, radiação prolongada, entre outros (MACHADO et al., 2016; BERRETTA et al., 2017; FERREIRA, NEGRI, 2018).

Historicamente a atividade antimicrobiana da própolis já era conhecida, seu emprego já era descrito pelos assírios, gregos, romanos, incas e egípcios na qual os primeiros registros da utilização da própolis pelo homem remontam ao Egito antigo (1700 A.C.) sendo utilizada como um dos materiais para embalsamar os mortos (CASTALDO; CAPASSO, 2002; PEREIRA; SEIXAS; AQUINO NETO, 2002). Além disso, os gregos entre os quais Hipócrates, utilizava à própolis como cicatrizante interno e externo e Plínio, historiador romano, fazia uso da própolis como remédio para reduzir inchaços e aliviar dores (IOIRISH, 1982).

Os estudos com a própolis avançaram e a literatura científica vem relatando

as propriedades farmacológicas da própolis de interesse médico, farmacêuticas e agrícola, tais como atividades bacteriostática e bactericida (BIANCHINI e BEDENDO, 1998; RIBEIRO et al., 2020; DALMAGRO et al., 2022), fungistática e fungicida (MEDEIROS et al., 2018; ZANATTO; BONALDO; PEREIRA, 2018), virustática e virucida (SIMONI et al., 2018; MATOSO e MATOSO, 2021), antioxidante (FREITAS et al., 2021; PEREIRA et al., 2022), antitumoral (SILVA et al., 2018; ARAÚJO et al., 2010), cicatrizante (PEREIRA et al., 2022; PEREIRA; DA SILVA, 2022), reparadora tissular (BATISTA et al., 2015; BARBOSA et al., 2009), anestésica (DA ROCHA et al., 2020), contra parasitas intestinais e sanguíneos (FERRAZ et al., 2011; ODA et al., 2011), antimutagênica (VALADARES et al., 2015) e contra doenças cardiovasculares e respiratórias (CASSIMIRO; CAMPELO; DA SILVA, 2022; JUIZ; ALVES; BARROS, 2010; RIBEIRO et al., 2004)

A composição química da própolis inclui 50-60% de resinas e bálsamos vegetais, 30-40% de cera, 5-10% de óleos essenciais e aromáticos, 5% pólen e 5% de outras substâncias; (BURDOCK, 1998; BANKOVA et al., 2000; TORETI et al., 2013).

Mais de 300 componentes químicos já foram identificados por diversos pesquisadores em diferentes própolis (FALCÃO et al., 2010; PICINELLI et al., 2011; RIGHI et al., 2013; VALENZUELA-BARRA et al., 2015). Dentre os principais compostos identificados podem ser divididos em alguns grupos: ácidos e ésteres alifáticos, ácidos e ésteres aromáticos, açúcares, álcoois, aldeídos, ácidos graxo, aminoácidos, esteróides, cetonas, charconas e di-hidrocharconas, flavonóides (flavonas, flavonóis e flavononas), terpenóides, proteínas, vitaminas B1, B2, B6, C, E, bem como diversos minerais (BANKOVA et al., 1995; PAPOTTI et al., 2012; ABU-MELLAL et al., 2012; PARK et al., 2002).

As propriedades biológicas da própolis estão diretamente ligadas à sua composição química (FREIRES et al., 2016) e podem sofrer variações devido a influência de diversos fatores, incluindo a ecologia das regiões visitadas pelas abelhas, regiões geográficas, variações sazonais (pluviosidade, variações de temperatura), variabilidade genética da abelha rainha, origem botânica, época do ano da coleta, propriedades organolépticas como consistência, aroma e cor (BANKOVA et al., 1998; TEIXEIRA et al., 2010; VALENCIA et al., 2012; KUROPATNICKI et al., 2013), além disso com o método empregado para obtenção dos extratos (FREIRES et al., 2016).

A média de voo de uma abelha *A. mellifera* gira em cerca de 4-5 km em torno da colméia, onde elas coletam pólen e néctar para alimentação e também resina para a própolis (MENEZES, 2022). A possível preferência das abelhas por determinada espécie vegetal, pode estar relacionada com a atividade antimicrobiana da resina, sendo que estes insetos utilizam a própolis como um antisséptico para revestir a superfície interna da colméia e animais que tenha morrido no seu interior (SAHINLER e KAFTANOGLU, 2005).

Além da espécie *A. mellifera*, outro grupo de abelhas que também é bastante estudada são das abelhas-sem-ferrão da tribo *Meliponini*, que habitam as regiões tropicais da terra (MENEZES, 2022). Estas abelhas são excelentes agentes polinizadores, muitas vezes utilizados nas plantações em estufas (CAUICH et al., 2004).

As abelhas sem ferrão além de produzir mel, produzem também a geoprópolis a partir da mistura de resinas vegetais, pólen, cera, secreções salivares e terra e/ou barro o que as diferencia da própolis (NOGUEIRA-NETO, 1997; VELIKOVA et al., 2000; PATRICIO et al., 2002).

A função que a geoprópolis exerce nas colônias das abelhas sem ferrão são amplas, servindo para a construção de estruturas externas (tubos de entrada) e internas (discos de cria, lamelas de invólucro e potes de alimento) das colônias de *Melipona* e para defesa contra inimigos (SANTOS et al., 2009).

A composição química da geoprópolis varia de acordo a biodiversidade da região, época do ano, vegetais visitados pelas abelhas podendo ocorrer variações nos seus constituintes químicos e possuir compostos de diversas classes como: flavonoides, diterpenos, ácidos graxos e benzofenonas polipreniladas (SALATINO et al., 2005; DUARTE et al., 2006; CASTRO et al., 2009).

A coloração da geoprópolis depende da sua composição, ou seja, das fontes resiníferas e do solo coletadas pelas abelhas, diferenciando-se a depender da região em que as colônias foram instaladas (AGUERO et al., 2010), apresentam-se como fragmentos rígidos e com diferentes tamanhos, com grânulos de consistência heterogênea e inodoro e sabor amargo (CUNHA et al., 2009).

Os estudos químicos e farmacológicos voltado para geoprópolis comprovaram que ela apresenta diversas propriedades terapêuticas como anti-inflamatória (FRANCHIN et al., 2013), antioxidante (DUTRA et al., 2014), antimicrobiana (LIBÉRIO et al., 2011), leishmanicida (DUTRA et al., 2019) e

inclusive citotóxica (DA CUNHA, 2013) e antitumoral (ARAÚJO et al., 2010), antiviral (COELHO et al., 2015), e com composição química rica em compostos polifenólicos e terpenos (DUTRA et al., 2008; DUTRA et al., 2014; BATISTA et al., 2016).

O aumento da comercialização dos extratos da própolis e geoprópolis tem gerado aumento do valor agregado ao produto (SEBRAE, 2017). Também aumentado a procura dos mesmos para conservação pós-colheita de frutos na forma de revestimento (ALI et al., 2014; ZAHID et al., 2013; DAIUTO et al., 2012) uma vez que é reconhecida como segura para os consumidores e também ao ambiente (TOSI et al., 2007; BURDOCK, 1998).

4.1 USO DE EXTRATO DE PRÓPOLIS E GEOPRÓPOLIS NO CONTROLE DE FITOPATÓGENOS

Os sistemas orgânicos de produção agrícola não permitem o uso de substâncias sintéticas e sim, o uso de produtos naturais que possuem propriedades antifúngicas, tais como extratos de plantas, podem ser uma alternativa aos fungicidas sintéticos (DA SILVA et al., 2013).

As propriedades biológicas existentes na própolis (ISHIDA et al., 2011; CHAN et al., 2013, DE FRANCISCO et al., 2018), pode ser utilizada como uma possibilidade de controle alternativo para patógenos infectantes, além de reduzir a carga de tratamento com produtos químicos (DE SOUZA et al., 2017).

O uso da própolis na agricultura é utilizado para amenizar o impacto do uso de fungicidas sintéticos no controle de microrganismos na conservação pós-colheita de produtos vegetais, sendo este um produto natural que não deixa resíduos tóxicos nos alimentos (TRIPATHI; DUBEY, 2004).

O uso do extrato de própolis como uma proteção em frutos é uma opção que atende as novas demandas de mercado, podendo auxiliar no aumento da vida útil do produto, redução da perda de massa e controle de doenças de pós-colheita (ALI et al., 2013; PASTOR et al., 2010).

A utilização da própolis no controle de doenças em plantas é considerada uma alternativa promissora aos produtos sintéticos (CURIFUTA et al., 2012), pois são inofensivas ao homem, sendo que a maioria dos extratos é utilizada de forma fitoterápica (VEIGA JUNIOR; PINTO; MACIEL, 2005). Além disso diminui os efeitos decorrentes da resistência dos fungos aos produtos químicos, são menos tóxicos

sendo rapidamente absorvidos pelo ambiente, não deixando resíduos no solo e na água, pois são derivados de recursos ambientais (TALAMINI e STADNIK, 2004).

Pesquisas incidem sobre os efeitos dos extratos da própolis no controle de doenças pós-colheita causada por fungos patogênicos, pois age inibindo fortemente o crescimento de micélios, induzindo alterações morfológicas anormais nas hifas, além de efeitos prejudiciais sobre a germinação dos esporos fúngicos, testificando seu uso como antifúngico natural (YANG et al., 2010; MARGHITAS et al., 2013).

A própolis possui ação antimicrobiana e contém alguns compostos hidrofóbicos capaz de melhorar algumas propriedades de revestimentos biodegradáveis em frutas (ALI; WEI; MUSTAFA, 2015; ALI et al., 2014; ZAHID et al., 2013).

Trabalhos recentes comprovam os benefícios da própolis em culturas agrícolas, como: feijão (JASKI et al., 2019), framboesa (MORENO et al., 2020), laranja (YANG et al., 2017; MIRANDA et al., 2019), mamão (DA CUNHA et al., 2018) milho (SILVA et al., 2018), mirtilo (POBIEGA et al., 2021), morango (RODRIGUES et al., 2021), soja (PEREIRA et al., 2017), tomate (POBIEGA et al., 2020)

Desta forma a própolis e a geoprópolis são produtos com potencial para ser utilizado no controle de fungos de pós-colheita para a agricultura, não só por suas propriedades químicas, mas também como um impedimento físico para a penetração dos micélios dos fungos, devido à formação de um filme protetor sobre os frutos (DEZMIREAN et al., 2003; MARGHITAS et al., 2013).

Desta forma, a presente revisão evidencia o potencial da utilização de extratos de própolis e geoprópolis no controle de fitopatógenos em frutos de mamão (*Carica papaya*).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAFRUTAS – **Associação Brasileira dos Produtores e exportadores de frutas e derivados**. Disponível: <https://abrafrutas.org/?s=mam%C3%A3o> . Acesso: 17 de agosto de 2020

ABD JALIL, Mohd Azri; KASMURI, Abdul Razak; HADI, Hazrina. Stingless bee honey, the natural wound healer: A review. **Skin Pharmacology and Physiology**, v. 30, n. 2, p. 66-75, 2017.

ABU-MELLAL, A. et al. Prenylated cinnamate and stilbenes from Kangaroo Island propolis and their antioxidant activity. **Phytochemistry**, v. 77, p. 251-259, 2012.

AGARWAL, A.; VYAS, S.; AGARWAL, D. P. Therapeutic benefits of *Carica papaya* leaf extracts in dengue fever patients. **Scholars Journal of Applied Medical Sciences**, v. 4, p. 299-302, 2016.

AGUERO, M. B. et al. Argentinean própolis from *Zuccagnia punctata* Cav. (Caesalpiniaee) exudates: phytochemical characterization and antifungal activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 58, p. 194-201, 2010.

ALARA, O. R.; ABDURAHMAN, N. H.; ALARA, J. A. *Carica papaya*: comprehensive overview of the nutritional values, phytochemicals and pharmacological activities. **Advances in Traditional Medicine**, p. 1-31, 2020

ALI, A. et al. Effect of gum arabic as an edible coating on antioxidant capacity of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit during storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 76, p. 119-124, 2013.

ALI, A. et al. Efficacy of propolis and cinnamon oil coating in controlling postharvest anthracnose and quality of chilli (*Capsicum annuum* L.) during cold storage. **Food and bioprocess technology**, v. 7, n. 9, p. 2742-2748, 2014.

ALI, A.; WEI, Y. Z.; MUSTAFA, M. A. Exploiting propolis as an antimicrobial edible coating to control post-harvest anthracnose of bell pepper. **Packaging Technology and Science**, v. 28, n. 2, p. 173-179, 2015.

ALVES, H. T. et al. Controle alternativo da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) em frutos de mamão 'Sunrise solo'. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 30331-30346, 2020.

ANITHA, B. et al. Medicinal uses of *Carica papaya*. **Journal of Natural & Ayurvedic Medicine**, v. 2, n. 6, p. 1-11, 2018.

ARAÚJO, A. S. Q. et al. Bioprospecting of bioactive essential oils against phytopathogenic fungi. **Amazonian Journal of Plant Research**, v. 3, n. 1, p. 298- 304, 2019.

ARAÚJO, M.J.A.M. et al. Efeito do tratamento com própolis de *Scaptotrigona* aff. *postica* sobre o desenvolvimento do tumor de Ehrlich em camundongos. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, p. 580-587, 2010.

ARCHBOLD, D. D.; KOSLANUND, R.; POMPER, K. W. Ripening and postharvest storage of pawpaw. **HortTechnology**, v. 13, n. 3, p. 439-441, 2003.

AYÓN-REYNA, L. E. et al. Effect of the Combination Hot Water-Calcium Chloride on the In Vitro Growth of *Colletotrichum gloeosporioides* and the Postharvest Quality of Infected Papaya. **The Plant Pathology Journal**, v. 33, n. 6, p. 572, 2017.

BACAXIXI, P. et al. A importância da apicultura no Brasil. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v.10, n. 20, p.1-6, 2011

BALBINO, V. A; BINOTTO, E.; SIQUEIRA, E. S. Apicultura e responsabilidade social: desafios da produção e dificuldades em adotar práticas social e ambientalmente responsáveis. **Revista Eletrônica de Administração (Porto Alegre)**, v. 21, p. 348-377, 2015.

BALDIN, D. et al. 14607- Extrato etanólico de própolis na indução de fitoalexinas em sorgo e na atividade antifúngica sobre *Botrytis cinerea* e *Phaeoisariopsis griseola*. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2013.

BARI, L. et al. Nutritional analysis of two local varieties of papaya (*Carica papaya* L.) at different maturation stages. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 9, n. 1, p. 137-140, 2006.

BATISTA, D. V. S. et al. Edible coatings in post-harvest papaya: impact on physical– chemical and sensory characteristics. **Journal of Food Science and Technology**, v. 57, n. 1, p. 274-281, 2020.

- BATISTA, M. C. A. et al. Chemical composition and antioxidant activity of geopropolis produced by *Melipona fasciculata* (Meliponinae) in flooded fields and cerrado areas of Maranhão State, northeastern Brazil. **Acta Amazonica**, v.46, n.3, p. 1-27, 2016.
- BERGAMIN FILHO, A.; KITAJIMA, E.W. A. História da fitopatologia. Manual de fitopatologia: princípios e conceitos, **Editora Agronômica Ceres**, v.1; p. 1-3, 1995.
- BHADRA, M. et al. Efficacy of *Trichoderma* spp. and fungicides against *Lasiodiplodia theobromae*. **Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research**, v. 49, n. 2, p. 125-130, 2014.
- BILUCA, F. C. et al. Physicochemical profiles, minerals and bioactive compounds of stingless bee honey (Meliponinae). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 50, p. 61-69, 2016.
- BONETT, L. P. et al. Biocontrole *in vitro* de *Colletotrichum musae* por Isolados de *Trichoderma* spp. **Uniciências**, v. 17, n. 1, p. 5-10, 2013.
- BRISHTI, F. H.; MISIR, J.; SARKER, A. Effect of biopreservatives on storage life of papaya (*Carica papaya* L.). **International Journal of Food Studies**, v. 2, n. 1, 2013
- BURDOCK, G. A. Review of the biological properties and toxicity of bee propolis (propolis). **Food and Chemical toxicology**, v. 36, n. 4, p. 347-363, 1998.
- CABRAL, Jéssyca Maria Miranda; CORRÊA, Josiane Ferreira; DA PONTE, Nara Helena Tavares. O uso de extratos de plantas no controle *in vivo* e *in vitro* de *Phytophthora palmivora* COLETADA DE FRUTO DO MAMOEIRO. **Créditos das Imagens da capa**, 2023.
- CAMPOSTRINI, E.; GLENN, D.M. Ecophysiology of papaya: a review. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.19, n.4, p.413-424, 2007.
- CANNON, P. F.; BUDDIE, A. G.; BRIDGE, P. D. The typification of *Colletotrichum gloeosporioides* **Mycotaxon**, v. 104, p. 189–204, 2008
- DE CAPDEVILLE, G. et al. Selection and testing of epiphytic yeasts to control antracnose in post-harvest of papaya fruit. **Scientia horticultrae**, v.111, n.2, p.179- 185, 2007.
- CARDOSO, J. E. et al.Ocorrência endofítica de *Lasiodiplodia theobromae* em tecidos de cajueiro e sua transmissão por propágulos. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.35, n.4, p. 262–266, 2009.
- CARDOSO, J. E.; FREIRE, F. C. O. Identificação e manejo das principais doenças. In: MELO, Q. M. S. (ed.) Caju fitossanidade. Brasília. **Embrapa Informação Tecnológica**, 2002, p.41-51.
- CARDOSO, J. E. et al. Evaluation of resistance in dwarf cashew to gummosis in north-eastern Brazil. **Crop protection**, v. 25, n. 8, p. 855-859, 2006.
- CASEMIRO, J. C. L. et al. Quitosana associada com extratos vegetais no controle pós-colheita de antracnose em mamão 'formosa'. **Summa Phytopathologica**, v. 45, p. 64-69, 2019.
- CASTRO, M. L. et al. Identification of a bioactive compound isolated from Brazilian própolis type 6. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v. 7, p. 5332–5335, 2009
- CAVALCANTE, L. V. et al. Produtos alternativos no controle curativo da antracnose em hastes de antúrio (*Anthurium andraeanum* Lind.). **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, p. 9622, 2020.
- CAUICH, O. et al. Behavior and pollination efficiency of *Nannotrigona perilampoides* (Hymenoptera: Meliponini) on greenhouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) in subtropical Mexico. **Journal of Economic Entomology**, v. 97, n. 2, p. 475-481, 2004.
- CHAN, G. C. F., CHEUNG, K. W., SZE, D. M. Y. The immunomodulatory and anticancer properties

of propolis. **Clinical reviews in allergy & immunology**, v. 44, p. 262-273, 2013.

CHEN, S. F. et al. Characterization of Botryosphaeriaceae from plantation-grown *Eucalyptus species* in South China. **Plant Pathology**, v. 60, n. 4, p. 739-751, 2011.

CHEN, Y. et al. The role of cell wall polysaccharides disassembly in *Lasiodiplodia theobromae*-induced disease occurrence and softening of fresh longan fruit. **Food Chemistry**, v. 351, p. 129294, 2021.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2ª edição. Lavras: Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 2005. 785p.

CHUKWUKA, K. S.; IWUAGWU, M.; UKA, U. N. Evaluation of nutritional components of *Carica papaya* L. at different stages of ripening. **IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences**, v. 6, n. 4, p. 13-16, 2013.

CHUTTONG, B. et al. Physicochemical profiles of stingless bee (Apidae: Meliponini) honey from South east Asia (Thailand). **Food chemistry**, v. 192, p. 149-155, 2016.

CIA, P. et al. Quitosana no controle pós-colheita da podridão mole em caqui'rama forte'. **Bragantia**, v. 69, p. 745-752, 2010.

COELHO, G. R. et al. Antiviral action of hydromethanolic extract of geopropolis from *Scaptotrigona postica* against antiherpes simplex virus (HSV-1). **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2015, 2015.

CONCEIÇÃO, V. S.; SILVA, D. F.; ROCHA, A. M. Potencial de Indicação Geográfica para o Mel Produzido por Abelha sem Ferrão de Alagoinhas–Bahia. **Cadernos de Prospecção**, v. 15, n. 2, p. 618-633, 2022.

COOPERATIVA NACIONAL DE APICULTURA – **CONAB**. 2015. Disponível em <http://www.conap.coop.br/2016/05/05/crise-economica-faz-crescer-o-uso-dapropolis-verde/>. Acesso e 27 de dezembro de 2021.

CORREIA, K. C. et al. Phylogeny, distribution and pathogenicity of *Lasiodiplodia species* associated with dieback of table grape in the main Brazilian exporting region. **Plant Pathology**, v. 65, n. 1, p. 92-103, 2016.

COTRUȚ et al. *Carica papaya* L. cultivated in greenhouse conditions. **JOURNAL of Horticulture, Forestry and Biotechnology**, v. 21, n. 3, p. 130-136, 2017.

COUTINHO, I. B. L. et al. Diversity of genus *Lasiodiplodia* associated with perennial tropical fruit plants in northeastern Brazil. **Plant Pathology**, v. 66, n. 1, p. 90-104, 2017.

CRANE, E. 1987. **O livro do mel**. São Paulo, Brasil.

CROP LIFE LATIN AMERICA. A Antracnose, uma doença limitante para a produção de mamão. Disponível em: <https://www.croplifela.org/pt/pragas/lista-dopragas/antracnose>. Acesso: 17 de agosto de 2020.

CUNHA, M. S. et al. Padronização de extrativos de geoprópolis de *Melipona fasciculata* Smith (tíuba). **Caderno de Pesquisa. UFMA**, v. 16, p. 31-38, 2009.

CURIFUTA, M. et al. The in vitro antifungal evaluation of a commercial extract of Chilean propolis against six fungi of agricultural importance. **Ciencia e investigación agraria: revista latinoamericana de ciencias de la agricultura**, v. 39, n. 2, p. 347- 359, 2012.

DA CUNHA, M. G. et al. Antimicrobial and antiproliferative activities of stingless bee *Melipona scutellaris* geopropolis. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 13, n. 1, p. 1-9, 2013.

- DA CUNHA, M. C. et al. Propolis extract from different botanical sources in postharvest conservation of papaya. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 40, p. e31074-e31074, 2018.
- DA SILVA BRITO, F. et al. Selection and control efficacy of *Trichoderma* spp. against *Fusarium solani* and *Lasiodiplodia theobromae* causing root rot in forage cactus. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 122, p. 101900, 2022.
- DA SILVA FROZZA, C. O. et al. Chemical characterization, antioxidant and cytotoxic activities of Brazilian red propolis. **Food and chemical toxicology**, v. 52, p. 137-142, 2013.
- DA SILVA JUNIOR, E. V. et al. Influence of ultrasound and vacuum assisted drying on papaya quality parameters. **Lwt**, v. 97, p. 317-322, 2018.
- DA SILVA, N. S. et al. Florescimento do mamoeiro como subsídio para o melhoramento genético da cultura—revisão de literatura. Research, **Society and Development**, v. 11, n. 14, p. e174111436642-e174111436642, 2022.
- DA SILVA, T. K. et al. Atividade antifúngica in vitro de própolis sobre *Colletotrichum* spp. DO ABACATE. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 3, 2019.
- DAIUTO, E. R. et al. Própolis e cera vegetal na conservação de abacate „Hass. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 4, p. 1463-1473, 2012.
- DANE. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. **Boletín mensual**, v. 47. 2016.
- DANTAS, J. L. L. et al. Variabilidade genética e melhoramento do mamoeiro. **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**, 23p, 2012.
- DANTAS, J. L. L. et al. Avaliação agrônômica de linhagens e híbridos de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, p. 138-148, 2015.
- DANTAS, M. J. F; MION, R. Luiz. Deriva de calda no mamoeiro em função da pressão e ponta de pulverização. **Revista Engenharia na Agricultura-REVENG**, v. 20, n. 4, p. 302-310, 2012.
- DAWKINS, G. et al. Antibacterial effects of *Carica papaya* fruit on common wound organisms. **The West Indian Medical Journal**, v. 52, n. 4, p. 290, 2003.
- DE CASTRO CARVALHO, D. M. et al. Apicultura em São Raimundo Nonato, Piauí. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 1, p. 85-91, 2019.
- DE CASTRO ISHIDA, V. F. et al. A new type of Brazilian propolis: prenylated benzophenones in propolis from Amazon and effects against cariogenic bacteria. **Food Chemistry**, v. 125, n. 3, p. 966-972, 2011.
- DE FRANCISCO, L. et al. Evaluation of radical scavenging activity, intestinal cell viability and antifungal activity of Brazilian propolis by-product. **Food research international**, v. 105, p. 537-547, 2018.
- DE MAGALHÃES, T. L.; VENTURIERI, G. C. Aspectos econômicos da criação de abelhas indígenas sem ferrão (apidae: meliponini) no nordeste Paraense. 2010.
- DE SOUZA FERREIRA, T. P. et al. Control of papaya fruits anthracnose by essential oils of medicinal plants associated to different coatings. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 14, n. 6, p. 239-246, 2020.
- DE SOUZA, E. P. et al. Extrato de própolis no controle do *Penicillium* sp. e na qualidade de sementes de couve-flor. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 11, n. 2, p. 135-

141, 2017.

DEAN, R. et al. **The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology***, v. 13, n. 4, p. 414 – 430, 2012.

DALMAGRO, M. et al. Teste de sinergismo da atividade antimicrobiana dos extratos de *Eugenia uniflora* e própolis por método de checkerboard. **Revista Multidisciplinar em Saúde**, p. 1-8, 2022.

DEZMIREAN, D.; MARGHITAS, L. A.; PAMFIL, D. C. Influência do mel e própolis sobre micropropagação de efeito estufa cravo. **Boletim de USAMV**, v.59, p.244 - 250, 2003.

DOS SANTOS SANTOS, G. R. et al. Potencial fungitóxico dos óleos essenciais de plantas do cerrado no controle dos fitopatógenos *Curvularia lunata* e *Rhizoctonia solani*. **Peer Review**, v. 5, n. 15, p. 112-127, 2023.

DUARTE, S. et al. The influence of a novel própolis on mutans streptococci biofilms and caries development in rats. **Archives of Oral Biology**, v. 51, p.15-22, 2006.

DUTRA, R. P. et al. Avaliação farmacognóstica de geoprópolis de *Melipona fasciculata* Smith da Baixada maranhense, **Brasil. Revista Brasileira de Farmacognosia**, 18, 4, 557-562, 2008.

DUTRA, R.P. et al. Phenolics acids, hydrolyzable tannins, and antioxidant activity of geopropolis from the stingless bee *Melipona fasciculata* Smith. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. v.62, p.2549-2557, 2014.

EMAN, A.; FATIMAH, A. O. Evaluation of two aqueous plant extracts in protection of wheat against phytopathogen fungus, *Helminthosporium rostratum*. **World Journal of Advanced Research and Reviews**, v. 6, n. 2, p. 139-151, 2020.

FAOSTART- - Food and Agriculture Organization of United Nations. Productio. United nations, Disponível: <http://www.fao.org/home/search/en/?q=MAM%C3%83O>. Acesso 17 de agosto de 2020.

FAOSTART - Food and Agriculture Organization of United Nations. Productio. Crops Primary. 2016. Disponível: <http://www.fao.org/faostat/en/#search/papaya>. Acesso: 17 de agosto de 2020

FAOSTAT. Papayas: U.S. import-eligible countries; world production and exports. 2022 Acessado em 22 de março 2023, de <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>

FARINA, V. et al. Physicochemical, Nutraceutical and Sensory Traits of Six Papaya (*Carica papaya* L.) Cultivars Grown in Greenhouse Conditions in the Mediterranean **Climate. Agronomy**, v. 10, n. 4, p. 501, 2020.

FIERRO-CRUZ, J. E. et al. Fungal endophytes isolated from *Protium heptaphyllum* and *Trattinnickia rhoifolia* as antagonists of *Fusarium oxysporum*. **Revista Argentina de Microbiologia**, v. 49, n. 3, p. 255-263, 2017.

FIRMIN, A. Physicochemical changes in papaya during storage. **Tropical Science (United Kingdom)**, 1997.

FRANCHIN, M. et al. Geopropolis from *Melipona scutellaris* decreases the mechanical inflammatory hypernociception by inhibiting the production of IL-1 β and TNF- α . **Journal of Ethnopharmacology**, v. 143, n. 2, p. 709-715, 2012.

FREIRES, I. A. et al. Chemical composition and antifungal potential of Brazilian propolis against *Candida* spp. **Journal de mycologie medicale**, v. 26, n. 2, p. 122-132, 2016.

GADGE, S.; GAME, M.; SALODE, V. Marvelous plant *Carica papaya* Linn: A herbal therapeutic option. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 9, n. 4, p. 629-633, 2020.

GALBRAITH, J. K.; VOORHIES, E. C.; TODD, F. E. Economic Aspects of the Bee Industry. **Bulletin**, v. 554, 1933.

GALEANO, E.A.V. et al. Cadeia produtiva do mamão no Espírito Santo. Vitória, ES: **Incaper**, 2022. 172p.

GALSURKER, O. et al. Fruit stem-end rot. **Horticulturae**, v. 4, n. 4, p. 1-16, 2018.

HAMMER, K. A.; CARSON, C. F.; RILEY, T. V. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. **Journal of applied microbiology**, v. 86, n. 6, p. 985-990, 1999.

KULSHRESTHA, S.; SHARMA, A.; SETH, C. A. Molecular biology of Tomato spotted wilt virus: An update. **Journal of Applied Horticulture**, v. 15, n. 2, p. 71-80, 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico. Campo Maior. 2010. Disponível em: Acesso em 18 agosto. 2023. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mamao/br>

IBGE, 2021 Acessado dia 22/03/2023 <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mel-de-abelha/br>

IBGE, 2022. Acessado 17/10/2023. Disponível: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mel-de-abelha/br>

IBGE. Produção Agrícola Municipal. (2021). Acessado em 22 de março 2023. Disponível: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/calendario.php#1>.

IBGE. 2016. **Produção da Pecuária Municipal 41**: Rio de Janeiro, Brasil. Acessado 23/03/2023

IPPOLITO, A.; NIGRO, F. Impact of preharvest application of biological control agents on postharvest diseases of fresh fruits and vegetables. **Crop Protection**, v.19, p. 715-23, 2000

ISMAN, M. B. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop protection**, v. 19, n. 8-10, p. 603-608, 2000

JAFFÉ, R. et al. Diagnóstico da meliponicultura no Brasil. **Mensagem Doce**, v. 120, p. 7-9, 2013.

JASKI, J. M. et al. Green propolis ethanolic extract in bean plant protection against bacterial diseases. **Ciência Rural**, v. 49, 2019.

JIMENEZ, M. et al. Physicochemical and antioxidant properties of honey from *Scaptotrigona mexicana* bee. **Journal of Apicultural Research**, v. 55, n. 2, p. 151-160, 2016.

JUNQUEIRA, N. T. V.; CUNHA, M. M.; OLIVEIRA, M. A. S.; PINTO, A. C. Q. Graviola para exportação: Aspectos fitossanitários. Brasília. EMBRAPA-SPI, p.67, 1996.

KADER, A. A. Postharvest technology of horticultural crops. University of California. **Agriculture and Natural Resources, Publication**, v. 3311, p. 535, 2002

KOKILA, T.; RAMESH, P. S.; GEETHA, D. Biosynthesis of AgNPs using *Carica Papaya* peel extract and evaluation of its antioxidant and antimicrobial activities. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 134, p. 467-473, 2016.

KRISHNA, K. L.; PARIDHAVI, M.; PATEL, J. A. Review on nutritional, medicinal and pharmacological properties of Papaya (*Carica papaya* Linn.). 2008.

KUHLKAMP, K. T. et al. AVALIAÇÃO DE DOENÇAS FUNGICAS NA PRÉ E PÓS COLHEITA DO MAMOEIRO, SUBMETIDAS A DIFERENTES FUNGICIDAS NO CONTROLE QUÍMICO. **Revista Ifes Ciência**, v. 8, n. 1, p. 01-09, 2022.

- LANKA, B. S. et al. Prolonging the postharvest life of papaya using modified atmosphere packaging. **Journal of Agricultural Technology**, v. 7, n. 2, p. 507-518, 2011.
- LAURENTINO, J. et al. *Colletotrichum* species associated to anthracnose in passion fruit Brazil. **Diversitas Journal**, v. 7, n. 3, 2022.
- LIBÉRIO, S.A. et al. Antimicrobial activity against oral pathogens and immunomodulatory effects and toxicity of geopropolis produced by the stingless bee *Melipona fasciculata* Smith. **BMC Complementary and Alternative Medicine (Online)**, v.11, p.108, 2011
- LIMA, J. S. et al. Caracterização cultural, morfológica, e patogênica de *Lasiodiplodia theobromae* associado a frutíferas tropicais. **Summa Phytopathologica**, v. 39, n. 2, p. 81-88,2013.
- LIMA, R. C. A. et al. Etiologia e estratégias de controle de viroses do mamoeiro no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v.26, n.4, p.689-702, 2001.
- MACHADO, A. R.; PINHO, D. B.; PEREIRA, O. L. Phylogeny, identification and pathogenicity of the Botryosphaeriaceae associated with collar and root rot of the biofuel plant *Jatropha curcas* in Brazil, with a description of new species of *Lasiodiplodia*. **Fungal Diversity, Kunning**, v. 67, n. 1, p. 231–47, 2014.
- MACHADO, P. P.; DA COSTA VIEIRA, G. H.; MACHADO, R. A. Uso da própolis e óleo de nim no controle dos fungos *Lasiodiplodia theobromae* e *Colletotrichum gloesporioides*: principais patógenos que acometem os frutos da manga. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 2, n. 4, p. 31-37, 2015.
- MAFRA, N. M. et al. Produtos alternativos para o manejo de doenças em frutos de mamoeiro pós-colheita/Produtos alternativos para o manejo de doenças pós-colheita em frutos de mamão. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, v. 6, n. 3, pág. 10980-10995, 2020.
- MAISARAH, A. M.; ASMAH, R.; FAUZIAH, O. Proximate analysis, antioxidant and antiproliferative activities of different parts of *Carica papaya*. **J Nutr Food Sci**, v. 4, n. 2, p. 1-7, 2014.
- MANGOLIN, G. S. et al. Tratamento hidrotérmico no controle de podridão penduncular em mamão papaya/Hydrothermal treatment in the control of papaya penduncular rot. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 2, n. 5, p. 1615-1623, 2019.
- MARGHITAS, L. A.; DEZMIREAN D.S.; BOBIS O. Important developments in Romanian propolis research. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, 9p, 2013.
- MARPUDI, S. L. et al. Enhancement of storage life and quality maintenance of papaya fruits using **Aloe vera based antimicrobial coating**. 2011.
- MARQUES, M. W. et al. Species of *Lasiodiplodia* associated with mango in Brazil. **Fungal Diversity, Kunning**, v. 61, n. 1, p. 181-193, 2013.
- MARTINS, D. D. S.; COSTA, A. D. A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção. **Incapar**, 497, 2003.
- MARTINS, J. A. B.; JUNIOR, C. L. S.. Potential control of anthracnose in papaya (*Carica papaya*) by treatment with plant extracts. **Revista Biociências**, v. 23, n. 1, p. 61-68, 2018.
- MATOSO, L. M. L.; MATOSO, M. B. L. Extrato de Própolis no Combate ao COVID-19: um Relato de Experiência em Nível da Atenção Básica em Saúde. **Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 25, n. 1, p. 85-94, 2021.
- MEDEIROS, T. R. de et al. Controle alternativo do fungo *Curvularia* sp com o uso de extratos alcoólicos. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.

MEIXNER, M.D. et al. A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. **Journal of invertebrate pathology**, v. 103, p. S80-S95, 2010.

MENINI, L. et al. Métodos de manejo agroecológicos para o controle da antracnose (*Colletotrichum* spp.) em mamoeiro. 2023.

MIRANDA, S. L. F. et al. Brazilian red propolis reduces orange-complex periodontopathogens growing in multispecies biofilms. **Biofouling**, v. 35, n. 3, p. 308-319, 2019.

MOHALI, S.; BURGESS, T. I.; WINGFIELD, M. J. Diversity and host association of the tropical tree endophyte *Lasiodiplodia theobromae* revealed using simple sequence repeat markers. **Forest Pathology**, v. 35, n. 6, p. 385-396, 2005.

MORENO, M. A. et al. Antifungal edible coatings containing Argentinian propolis extract and their application in raspberries. **Food Hydrocolloids**, v. 107, p. 105973, 2020.

NELSON, D. L.; COX, M. M. Lehninger: princípios de bioquímica. 2015. NERI, D. K. P.; DE FREITAS, M. V. P.; DE GÓES, G. B. Extratos vegetais no controle da mosca-branca em melancia. **HOLOS**, v. 4, p. 1-14, 2020.

NETTO, M.S. B et al. Species of *Lasiodiplodia* associated with papaya stem-end rot in Brazil. **Fungal Diversity**, v. 67, p. 127-141, 2014.

NETTO, M.S. B et al. Analysis of phylogeny, distribution, and pathogenicity of Botryosphaeriaceae species associated with gummosis of *Anacardium* in Brazil, with a new species of *Lasiodiplodia*. **Fungal biology**, v. 121, n. 4, p. 437-451, 2017.

NIKOLOVA, M.T. et al. Antifungal activity of plant extracts against phytopathogenic fungi. **Journal of BioScience and Biotechnology**, v. 6, n. 2, p. 155-161, 2017.

OLIVEIRA, A.A.R.; Santos Filho, H. P.; Meissner Filho, P. E. Manejo de doenças do mamoeiro. In: Embrapa Mandioca e Fruticultura-Resumo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO, 5., 2011, Porto Seguro. Inovação e sustentabilidade: anais. Porto Seguro: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. 1 CD-ROM., 2011.

OSO, B. A.; OGUNNUSI, T. A.; FAGBEMI, M. E. Antimicrobial Effect of Some Plant Extracts on Plant Pathogens that Cause Food Spoilage. **Microbiology Research Journal International**, p. 1-15, 2018.

PARK, Y. K. et al. Própolis produzida no sul do Brasil, Argentina e Uruguai: Evidências itoquímicas de sua origem vegetal. **Ciência rural**, v. 32, p. 997-1003, 2002.

PATRICIO, E. et al. The propolis of stingless bees: terpenes from the tibia of three *Frieseomelitta* species. **Journal of Insect Physiology**, v. 48, n. 2, p. 249-254, 2002.

PARISI, M. C. M.; HENRIQUE, C. M.; PRATI, P. Doenças póscolheita: Um entrave na comercialização. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 12, n. 2, p. 1-5, 2015.

PARVEN, A. et al. Prolonging the shelf life of Papaya (*Carica papaya* L.) using Aloe vera gel at ambient temperature. **Scientia Horticulturae**, v. 265, p. 109228, 2020.

PASTANA, R. F.; VIEIRA, G. H.C.; MACHADO, P. P. Uso da própolis no controle "in vitro" do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* causador da antracnose em frutos de berinjela. **JOURNAL OF NEOTROPICAL AGRICULTURE**, v. 3, n. 1, p. 12-15, 2016.

PASTOR, C. et al. Physical and antifungal properties of hydroxypropylmethylcellulose based films containing propolis as affected by moisture content. **Carbohydrate Polymers**, v. 82, n. 4, p. 1174-1183, 2010.

PAZ, D. S. et al. Reaction of papaya genotypes to target spot and activity of plant extracts and *Bacillus* spp. on *Corynespora cassiicola*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 1, 2018.

PEGORARO, A.; ZILLER, S. R. Valor apícola das espécies vegetais de duas fases sucessionais da Floresta Ombrófila Mista, em União da Vitória Paraná- Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 47, p. 69-82, 2003.

PEIXINHO, G. S. et al. Ação do óleo essencial de Citronela (*Cymbopogon nardus* L) sobre o patógeno *Lasiodiplodia theobromae* em cachos de videira cv. Itália. **Summa Phytopathologica**, v. 45, p. 428-431, 2020.

PEIXINHO, G. S.; RIBEIRO, V. G.; AMORIM, E. P. R. Controle da Podridão seca (*Lasiodiplodia theobromae*) em cachos de videira cv. Itália por óleos essenciais e quitosana. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 1, p. 26-31, 2017.

PEREIRA, C. S. et al. Aplicação de extrato etanólico de própolis em doenças da cultura da soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 4, p. 854-862, 2017.

PHILLIPS, A. J. L. et al. The Botryosphaeriaceae: genera and species known from culture. **Studies in mycology**, v. 76, n. 1, p. 51-167, 2013.

POBIEGA, K. et al. Prolonging the shelf life of cherry tomatoes by pullulan coating with ethanol extract of propolis during refrigerated storage. **Food and Bioprocess Technology**, v. 13, p. 1447-1461, 2020.

POBIEGA, K. et al. The use of pullulan coatings with propolis extract to extend the shelf life of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) fruit. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 56, n. 2, p. 1013-1020, 2021.

PRUSKY, D. et al. Quiescent and necrotrophic lifestyle choice during postharvest disease development. **Annual Review of Phytopathology**, v. 51, n. 1, p. 155-176, 2013.

REZENDE, J.A.M.; MARTINS, M.C. Doenças do mamoeiro. In: KIMATI, H. et al. Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. São Paulo. Ed. Agronômica Ceres Ltda, 2005, cap.49, p.436-443. 2005.

RIBEIRO, J. G.; SERRA, I. M. R. S.; ARAÚJO, M. U. P. Uso de produtos naturais no controle de antracnose causado por *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 2, p. 160-164, 2016.

RITZINGER, C. H. S. P.; DA SILVA SOUZA, J. Mamão. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 1º ed., p. 91, 2000.

RODRIGUES, B.; COQUEIRO, D. S.O; DI PIERO, R. M. Propolis and Lentinula edodes extracts can control the angular leaf spot of strawberry by different mechanisms. **Journal of Plant Pathology**, v. 103, n. 3, p. 799-808, 2021.

ROSADO, A. W. C. et al. Phylogeny, identification, and pathogenicity of *Lasiodiplodia* associated with postharvest stem-end rot of coconut in Brazil. **Plant Disease**, v. 100, n. 3, p. 561-568, 2016.

SAGADEVAN, P. et al. Medicinal properties of *Carica papaya* Linn: Review. **Madridge Journal of Novel Drug Research**, v. 3, n. 1, p. 120-125, 2019.

SAHITYA, L.; DEEPTHI, S.R.; KRISHNA, M.S.R. Anthracnose, a prevalent disease in *Capsicum*. **Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences**, v.5, n.3, p.1583-1605, 2014.

SHADAN, A. F. et al. Provenance establishment of stingless bee honey using multi-element analysis in combination with chemometrics techniques. **Journal of forensic sciences**, v. 63, n. 1, p. 80-85, 2018.

SALATINO, A. et al. Origin and chemical variation of Brazilian própolis. **Evidence Based**

Complementary and Alternative Medicine, v. 2, p. 33-38, 2005.

SALOMÃO, L.C.C.; SIQUEIRA, D. L.; SANTOS, D.;BORBA, A. N. **Cultivo do mamoeiro**. Viçosa: Ed UFV, 2007. 73p.

SANTANA, E. M. et al. Manejo das doenças do mamoeiro. **Núcleo de Estudos em Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras (Ed.), Manejo integrado de doenças de fruteiras**, p. 107-112, 2007.

SANTANA, L. F. et al. Nutraceutical potential of *Carica papaya* in metabolic syndrome. **Nutrients**, v. 11, n. 7, p. 1608, 2019.

SANTOS, C. G. et al. Caracterização sazonal de acúmulos isolados de própolis em colônias de *Plebeia emerina* (Hymenoptera: Apidae) no sul do Brasil. **Lheringia, Série Zoologia**, v. 99 n. 2 p. 200- 203, 2009.

SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN, J.R.; CRUZ, M.E.S. Uso de extratos vegetais no controle de fungos fitopatogênicos. **Revista Floresta**, Curitiba, v.30, n. 1, p.129-37, 2000.

SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. AGRONEGÓCIOS: PRODUÇÃO DE PRÓPOLIS, 2017 Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/BA/Anexos/Produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20pr%C3%B3polis%20na%20Bahia.pdf>

SERRA, I.M.R.S.; COELHO, R.S.B.; MENEZES, M. Caracterização fisiológica, patogênica e análise isoenzimática de isolados monospóricos e multispóricos de *Colletotrichum gloeosporioides*. **Summa Phytopathology**, v. 34, p.113-120, 2008.

SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F.. Papaya culture in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, 2010.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. Disponível em [http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bd/bds.nsf/cd/b856e1dedd81e245438b6ba5ea2c4f/\\$File/4612.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bd/bds.nsf/cd/b856e1dedd81e245438b6ba5ea2c4f/$File/4612.pdf). (2015). Acesso em 06 de agosto de 2022.

SE, K. W. et al. A simple approach for rapid detection and quantification of adulterants in stingless bees (*Heterotrigona itama*) honey. **Food Research International**, v. 105, p. 453-460, 2018.

SHARMA, G.; SHENOY, B. D. *Colletotrichum systematics*: Past, present and prospects. **Mycosphere**, v. 7, n. 8, p. 1093 - 1102, 2016.

SHELUDKO, Y. V. Recent advances in plant biotechnology and genetic engineering for production of secondary metabolites. **Cytology and genetics**, v. 44, n. 1, p. 52- 60, 2010.

SILVA, H. B.; DA SILVA SOUSA, S.; DAMIÃO, G. S. Apicultura em Campo Maior, Piauí: perfil do apicultor, potencialidades edificuldades da atividade. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 17, n. 1, p. 35-43, 2022

SILVA, R. L. M. et al. Extrato etanólico de própolis no controle de ferrugem polissora (*Puccinia polysora* Underw.) na cultura do milho (*Zea mays* L.). **CONNECTION LINE- REVISTA ELETRÔNICA DO UNIVAG**, n. 18, 2018.

SIMONI, Isabela Cristina et al. In vitro antiviral activity of propolis and *Baccharis* sp. extracts on animal herpesviruses. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 85, 2018.

SLIPPERS, B.; WINGFIELD, M. J. Botryosphaeriaceae as endophytes and latent pathogens of woody plants: diversity, ecology and impact. **Fungal biology reviews**, v. 21, n. 2-3, p. 90-106, 2007.

- STANGARLIN, J. R.; KUHN, O. J.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Controle de doenças de plantas por extratos de origem vegetal. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 16, p. 265-304, 2008
- SUZUKI, M. S. et al. Progresso de doenças fúngicas e correlação com variáveis climáticas em mamoeiro. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 2, p. 167-177, 2007.
- TALAMINI, V.; STADNIK, M. J. Extratos vegetais e de algas no controle de doenças de plantas. **Manejo ecológico de doenças de plantas**, p. 45-62, 2004.
- TATAGIBA, J. S. et al. Controle e condições climáticas favoráveis à antracnose do mamoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.27, n.2, p.186-192, 2002.
- TAVARES, G. M.; SOUZA, P. E. Efeito de fungicidas no controle in vitro de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente etiológico da antracnose do mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 52-59, 2005.
- TOSI, E. A. et al. Food preservative based on propolis: Bacteriostatic activity of propolis polyphenols and flavonoids upon *Escherichia coli*. **Food chemistry**, v. 104, n. 3, p. 1025-1029, 2007.
- TRIPATHI, P.; DUBEY, N. K. Exploitation of natural products as an alternative strategy to control postharvest fungal rotting of fruit and vegetables. **Postharvest biology and Technology**, v. 32, n. 3, p. 235-245, 2004.
- TRIRAT, P.; JENKUNAWAT, S. Production of Active Packaging from Debris of Heliconia and Thai Herbs for Reducing Anthracnose Disease of Mango and Papaya. **Asian Social Science**, v. 12, n. 06, p. 100-108, 2016.
- VAN DEN BOSCH, F. et al. The dose rate debate: does the risk of fungicide resistance increase or decrease with dose?. **Plant Pathology**, v. 60, n. 4, p. 597- 606, 2011.
- VEIGA JUNIOR, Valdir F.; PINTO, A. C.; MACIEL, Maria Aparecida M. Plantas medicinais: cura segura?. **Química nova**, v. 28, p. 519-528, 2005.
- VENTURA, J. A.; COSTA, H.; TATAGIBA, J. S. **Manejo de doenças do mamoeiro**. In: MARTINS, D. dos S.; COSTA, A. F. S (Eds). A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção. **Incaper**, p. 229-307, 2003.
- VENTURA, J. A.; COSTA, H.; TATAGIBA, J. S. Papaya diseases and integrated control. In: NAQVI, S. A. M. H. (Eds.). Diseases of fruits and vegetables: diagnosis and management. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. v. 2, cap. 7, p. 201-268.
- VENTURA, J. A.; REZENDE, J. A. M. Doenças do Mamoeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: doença e extrato de plantas cultivadas**. v. 2, 5. ed. São Paulo: Ceres, 2016.
- VIANA, F.M.P., CARDOSO, J.E., SOUZA, R.N.M., HOLANDA, V.O. Controle da Podridão-da-Haste-do-Mamoeiro no Estado do Ceará. Embrapa. Boletim técnico. 2007. https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT/10574/1/cot_133.pdf.
- VIDAL, M. F. Produção de mel na área de atuação do BNB entre 2011 e 2016. **Caderno Setorial ETENE**, ano 3, v. 3, 2018. 12p.
- VIDAL, Maria de Fátima. Potencial da produção de própolis no Nordeste. 2021.
- VIVAS, M. et al. Phenotypic characterization of papaya genotypes to determine powdery mildew resistance. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, p. 198-205, 2017.
- WU, Q. et al. Comparative metabolites profiling of harvested papaya (*Carica papaya* L.) peel in

response to chilling stress. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 15, p. 6868-6881, 2019.

YANG, S. et al. Control of citrus green and blue molds by Chinese propolis. **Food Science and Biotechnology**, v. 19, p. 1303-1308, 2010.

YANG, W. et al. Preservation of orange juice using propolis. **Journal of Food Science and Technology**, v. 54, p. 3375-3383, 2017.

YOGIRAJ, V. et al. *Carica papaya* Linn: an overview. **International Journal of Herbal Medicine**, v. 2, n. 5, p. 01-08, 2014.

ZAHID, N. et al. Efficacy of ethanolic extract of propolis in maintaining postharvest quality of dragon fruit during storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 79, p. 69-72, 2013.

ZOU, Y. et al. The relationship between the expression of ethylene-related genes and papaya fruit ripening disorder caused by chilling injury. **Plos One**, v. 9, n. 12, p. e116002, 2014.

ZUCCATO, V. et al. Entomological authentication of stingless bee honey by ¹H NMR-based metabolomics approach. **Food Control**, v. 82, p. 145-153, 2017.

ARTIGO 1

UTILIZAÇÃO DA PRÓPOLIS NO CONTROLE DE FITOPATÓGENOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA¹

¹Artigo ajustado e publicado Comitê Editorial do periódico científico Atena Editora, em versão na língua Portuguesa.

UTILIZAÇÃO DA PRÓPOLIS NO CONTROLE DE FITOPATÓGENOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Resumo: Os métodos alternativos de controle de doenças de plantas, vêm sendo desenvolvidos para minimizar a utilização de produtos químicos na agricultura. Nesse sentido, a própolis apresenta diversos compostos bioativos que atuam no controle de fitopatógenos, dentre esses compostos são encontrados os ácidos fenólicos e seus ésteres, açúcares, terpenóides, ácidos cafeicos, hidrocarbonetos, elementos minerais e diversas classes de flavonoides, como kaempferol e quercetina. O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão integrativa da produção científica desenvolvida nos últimos 50 anos (1971-2021) sobre a utilização da própolis no controle de fitopatógenos. A estratégia de consulta ao material científico foi realizada por meio do acesso direto aos sites do *Google Scholar* e posteriormente nos bancos de dados por meio do Portal Periódicos da Capes, possibilitando o acesso as diversas plataformas digitais por meio das palavras-chaves pré-estabelecida. Para seleção do material científico foram aplicados critérios de inclusão e exclusão. Os dados foram exportados para plataforma Rayyan QCRI (2016) e também tabulados em planilhas eletrônicas. A coleta de dados resultou no total de 2.863 referências, sendo que um total de 40,1% (1.149) das referências eram repetidas, 83,1% (2.379) de referências foram excluídas e incluídos 16,9% (484) de artigos dentro do tema de estudo. Cada grupo de referência foi selecionado e quantificado. Os trabalhos encontrados destacaram a eficácia da própolis no controle de fitopatógenos, há possibilidade de novos estudos, pois a própolis apresenta grande potencial no controle de doenças de plantas.

Palavras-chaves: Apicultura, controle alternativo, doenças de plantas

USE OF PROPOLIS IN THE CONTROL OF PHYTOPATHOGENS: AN INTEGRATIVE REVIEW

Abstract: Alternative methods of plant disease control have been developed to minimize the use of chemicals in agriculture. Among these compounds are phenolic acids and their esters, sugars, terpenoids, caffeic acids, hydrocarbons, mineral elements, and several classes of flavonoids, such as kaempferol and quercetin. The objective of this study was to perform an integrative review of the scientific production developed in the last 50 years (1971-2021) on the use of propolis to control phytopathogens. The strategy for consulting the scientific material was carried out through direct access to Google Scholar sites and later to databases through the Capes Periodicals Portal, enabling access to the various digital platforms by means of pre-established keywords. For the selection of the scientific material, inclusion and exclusion criteria were applied. The data were exported to the Rayyan QCRI (2016) platform and also tabulated in spreadsheets. The data collection resulted in a total of 2,863 references, with a total of 40.1% (1,149) of the references being repeats, 83.1% (2,379) of references were excluded, and 16.9% (484) of articles within the study topic were included. Each reference group was selected and quantified. The studies found highlighted the efficacy of propolis in the control of phytopathogens; there is the possibility of further studies, since propolis presents great potential in the control of plant diseases.

KEYWORDS: Beekeeping, alternative control, plant diseases

INTRODUÇÃO

A busca incessante por produtos químicos para o controle dos diversos grupos de microrganismos, tem chamado a atenção não apenas para o controle de doenças infecciosas em humanos, mas também na grande perda de produtos de interesse agrônômico que são danificados por fitopatógenos multirresistentes (RUIZ *et al.*, 2016).

Produtos de origem natural vêm sendo estudados como possíveis alternativas para o controle de fitopatógenos, dentre eles destaca-se a própolis, que é um produto rico em compostos fenólicos, oriundo de resina coletadas pelas abelhas de diversas partes vegetais, que sofre modificações na colmeia (CUNHA *et al.*, 2018).

Dentre os compostos identificados na própolis destacam-se os ácidos fenólicos e seus ésteres, flavonoides (flavonas, flavononas, flavonóides, chalconas), aldeídos fenólicos, terpenos (β - esteroides, aldeídos aromáticos e álcoois, sesquiterpenos, naftaleno e derivados do estilbeno), cetonas, quinonas, esteroides e aminoácidos (PAPOTTI *et al.*, 2012).

Estudos com o extrato de própolis vem indicando grande potencial para controlar fitopatógenos (ARAÚJO *et al.*, 2019; CAVALCANTE *et al.*, 2020; CUNHA *et al.*, 2018; JASKI *et al.*, 2019; MIRANDA *et al.*, 2018; MORENO *et al.*, 2020; NIKOLOVA *et al.*, 2017; PAZ *et al.*, POBIEGA *et al.*, 2020; POBIEGA *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2018; YANG *et al.*, 2017), pois a própolis age inibindo fortemente o crescimento de micélios, induzindo alterações morfológicas anormais nas hifas, além de efeitos prejudiciais sobre a germinação dos esporos fúngicos, testificando seu uso como antifúngico natural (YANG *et al.*, 2010).

Desta forma, a própolis é um produto com potencial para ser utilizado no controle de fitopatógenos para a agricultura, não só por suas propriedades químicas, mas também como um impedimento físico para a penetração dos micélios dos fungos, devido à formação de um filme protetor sobre os frutos (DEZMIREAN *et al.*, 2003).

Deste modo, esse estudo teve como objetivo realizar uma revisão integrativa da produção científica desenvolvida nos últimos 50 anos (1971 a 2021), sobre a utilização da própolis no controle de fitopatógenos, de forma a utilizar as

informações obtidas para estudos posteriores sobre essa temática.

Estudos de revisões integrativas são de suma importância, pois é uma ferramenta que permite sumarizar pesquisas anteriores e delas obter conclusões gerais para analisar o conhecimento científico sobre o assunto a ser investigado (SOBRAL; CAMPOS, 2012).

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada nos meses de julho a outubro de 2021, os critérios de seleção considerados foram artigos sem seleção de idioma, aplicando o filtro tempo compreendendo o período dos últimos 50 anos, ou seja, entre os anos de 1971 a 2021.

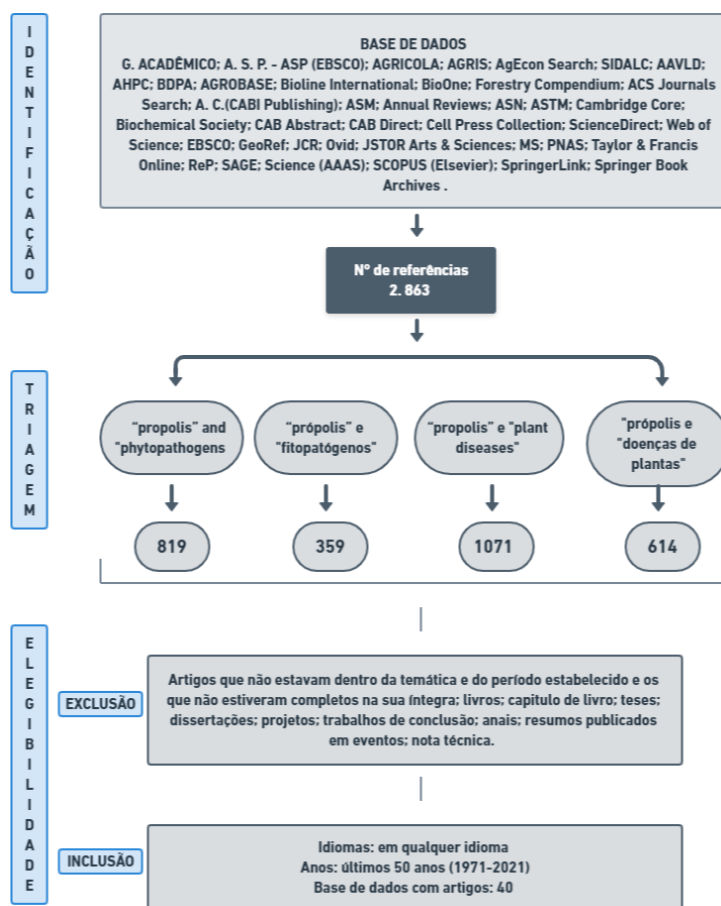
A elaboração desta revisão integrativa partiu-se da seguinte questão norteadora: “O extrato de própolis possui efeito no controle de fitopatógenos?”

A partir da questão norteadora estabelecida, a estratégia de consulta ao material científico foi realizada inicialmente por meio do acesso direto aos sites do *Google Scholar* (Google Acadêmico), posteriormente ocorreu o levantamento de artigos nos bancos de dados do Portal Periódicos da Capes, possibilitando o acesso as seguintes plataformas digitais: Academic Search Premier - ASP (EBSCO), AGRICOLA : NAL Catalog, AGRIS : International Information, System for the Agricultural Sciences and Technology (FAO), AgEcon Search : Research in Agricultural & Applied Economics, Alianza de Servicios de Información Agropecuaria – SIDALC, American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians – AAVLD, Animal Health and Production Compendium (CABI Publishing), Bases de Dados da Pesquisa Agropecuária EMBRAPA: BDPA, Base Bibliográfica da Agricultura Brasileira: AGROBASE, Boline International, BioOne (BioOne.org), Forestry Compendium (CABI Publishing), ACS Journals Search, Aquaculture Compendium (CABI Publishing), American Society for Microbiology Journals (ASM), Annual Reviews, American Society for Nutrition – ASN, ASTM International, Cambridge Core, Biochemical Society – Journals, CAB Abstract (CABI), CAB Direct (CABI), Cell Press Collection (Elsevier), ScienceDirect (Elsevier), Derwent Innovations Index - DII (Web of Science/ Clarivate Analytics), FSTA - Food Science and Technology Abstracts (EBSCO), GeoScience World (GeoRef), Incites Journal Citation Reports - JCR (Clarivate Analytics),

Journals@Ovid Full Text (Ovid), JSTOR Arts & Sciences I Collection (Humanities), Microbiology Society (MS), PNAS - Proceedings of the National Academy of Sciences, PNAS - Proceedings of the National Academy of Sciences, Repositório da Produção da Universidade de São Paulo - USP (ReP), SAGE Journals Online, Science (AAAS), SCOPUS, (Elsevier), SpringerLink, Springer Book Archives.

As palavras-chave utilizadas na construção da estratégia de busca foram: “própolis” e “fitopatógenos”; “propolis” and “phytopathogens”; “própolis” and “doença de planta”; “propolis” and “plant diseases”. Os critérios de exclusão e inclusão, estão descritos na figura 1.

Figura 1 - Fluxograma do processo de identificação, seleção e inclusão dos estudos.



Fonte: autoral, 2021

Os dados foram exportados no formato EndNote, Export, Refman/RIS ou Text, para plataforma Rayyan QCRI (2016), onde a inclusão e exclusão dos registros foram realizados por meio da leitura de título e resumo. Os dados foram tabulados em planilhas eletrônicas para a construção dos gráficos e tabelas.

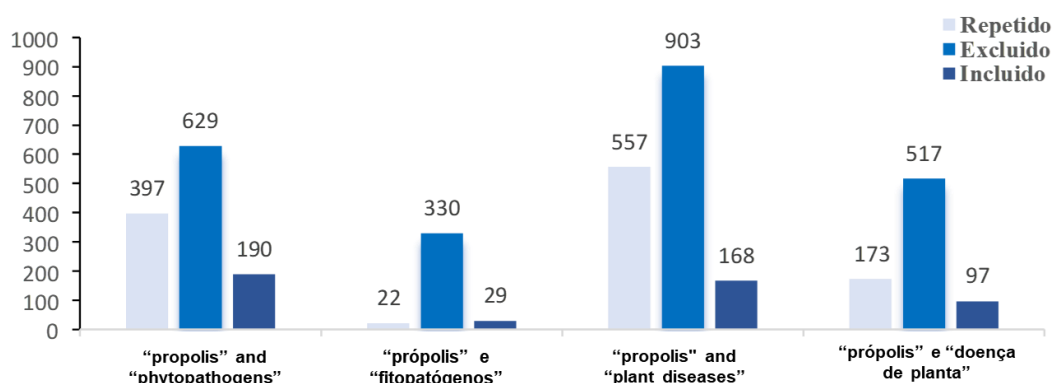
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar e avaliar a importância do tema abordado no presente trabalho, os resultados apresentados foram estruturados segundo a proposta inicial de organização dos dados. Essa coleta realizada nas bases de dados por meio das palavras-chave, resultou no total de 2.863 referências.

As pesquisas realizadas nas bases de dados e empregando os termos a seguir, apresentam os seguintes resultados: "própolis" and "phytopathogens": 819 referências; "própolis" e "fitopatógenos": 359 referências; "propolis" and "plant diseases" 1.071 referências; "própolis" e "doenças de plantas" 614 referências.

Após a leitura dos títulos e dos resumos, um total de 40,1% (1.149) das referências eram repetidas (encontrada mais de uma vez no campo de busca), foram excluídas 83,1% (2.379) de referências, pois não compreenderam o objetivo de estudo e foram incluídos apenas 16,9% (484) de artigos dentro do tema de estudo (Figura 2).

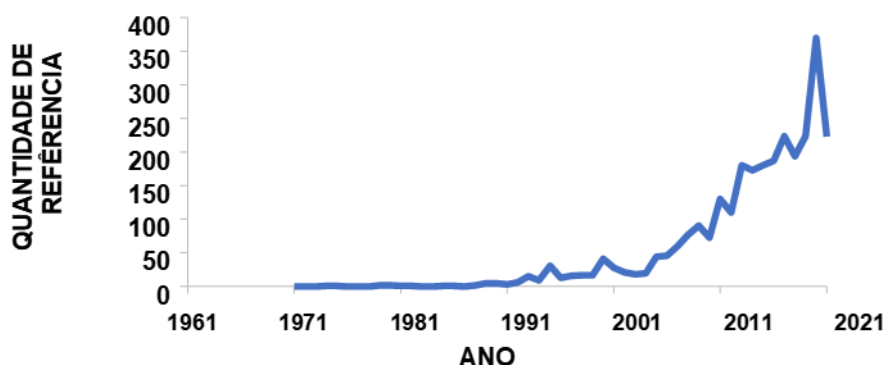
Figura 2: Distribuição das decisões para inclusão de acordo com cada palavras-chave estabelecidas.



Fonte: autoral, 2021

Na Figura 3 é apresentada a distribuição do número de referências ao longo dos últimos 50 anos, na qual é possível observar que os anos mais recorrentes de publicações foram 2019, 2020 e 2021 com 224, 370 e 223 respectivamente.

Figura 3: Distribuição do número de referências encontradas com os as palavras-chave estabelecidas, publicadas entre 1971-2021.



Fonte: autoral, 2021

Na terceira etapa de refinamento dos dados (processo de elegibilidade) foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão, na qual foi selecionado e quantificado cada grupo de referências encontradas. A tabela 1 mostra de forma detalhada a quantidade de cada referência, em relação aos tipos de estudo, os mais prevalentes na pesquisa foram: Artigo fora do tema de estudo 51,76% (1.428), artigo dentro do tema 16,90% (484), tese e dissertação 12,20% (349) e revisão 8,80% (252).

Tabela 1: Seleção das referências encontradas segundo os critérios de elegibilidade.

Decisões (inclusão/exclusão)	"propolis" and "phytopathogens"	"própolis" e "fitopatógenos"	"propolis" and "plant diseases"	"própolis" e "doenças de plantas"	Total
Artigo fora do tema	389	120	567	352	1428
Artigo do tema	190	29	168	97	484
Revisão	106	14	87	45	252
Livro	17	1	63	22	103
Capítulo de livro	45	11	49	12	117
Resumo	15	5	23	18	61
Anais	8	1	13	2	24
Tese e dissertação	45	172	83	49	349
Nota técnica	0	1	8	6	15
Trabalho conclusão de curso	4	5	10	11	30

Fonte: autoral, 2021

Os 484 artigos dentro do tema foram encontrados em 92 periódicos diferentes mais o *Google Scholar*, foram incluídos artigos por abordar ação da própolis contra fitopatógenos. Estes estudos identificados confirmam a ação inibitória da própolis sobre bactérias gram-positivas e gram-negativas e fungos que apresentam grande patogenicidade em plantas. Deve-se ressaltar, porém, que a

ação inibitória da própolis contra microrganismos encontra-se relacionada à sua composição química, sendo os flavonoides apontados como os principais compostos responsáveis por essa propriedade (PINTO *et al.*, 2011). Sua concentração difere de acordo com a região, a época e o modo como a própolis foi coletada e preparada (VARGAS *et al.*, 2004).

A pesquisa demonstrou que a maioria dos estudos que envolvem a utilização da própolis no controle de fitopatógenos, entre os anos de 1971 e 2021 trata-se em sua maioria de estudos *in vitro*. Dos 484 artigos dentro do tema estudado, 299 (62%) artigos tratava-se de estudos realizados *in vitro*, desta forma nota-se a necessidade de investigações realizados *in vivo* para complementar a pesquisa científica nesta temática.

Er (2021), em seu estudo examinou uma mistura dos isolados de *Fusarium graminearum*, *Alternaria brassicicola*, *Verticillium dahliae* e *Pythium ultimum* para determinar a atividade antimicrobiana dos extratos de própolis à base de água e álcool em diferentes concentrações de acordo com os ensaios *in vitro* (métodos de difusão em disco e difusão em poços) e *in vivo* (sementes, foliar e sementes + tratamentos foliares). Os resultados verificaram que os extratos de própolis apresentam alta capacidade, sendo uma alternativa promissora e ecologicamente correta contra diversos fitopatógenos, para minimizar o uso de pesticidas químicos. Cibanal *et al.* (2021), testou a atividade antimicrobiana de quatro concentrações de extratos hidroalcoólicos da própolis e da geoprópolis de *Scaptotrigona jujuyensis* *in vitro* contra cinco bactérias patogênicas do tomate (*Clavibacter michiganensis michiganensis*, *Xanthomonas gardneri*, *Xanthomonas vesicatoria*, *Pseudomonas corrugata* e *Pseudomonas mediterranea*). Este estudo indica a possibilidade do uso de produtos bioativos apícolas, principalmente a própolis como estratégia não convencional de controle de doenças bacterianas do tomateiro.

Dentre os artigos na área de pesquisa, os idiomas de publicação mais recorrente são: o Inglês que lidera a lista de artigos com 313 artigos, o português com 73 estudos, italiano com 62, croata com 28 e espanhol com 8. O fato do inglês ser o idioma com maior número de publicações não significa que os países com esse idioma seja realmente o país que mais pesquisa e publica sobre o tema. Visto que, a maioria dos periódicos que estão contidos nas bases de dados analisadas só aceitam trabalhos publicado nesse idioma.

UTILIZAÇÃO DA PRÓPOLIS NO CONTROLE DE DOENÇAS EM PLANTAS

No mundo globalizado, o consumidor hoje busca um produto livre de contaminantes químicos, com isto surge à necessidade de encontrar métodos alternativos aos fungicidas sintéticos que previnem a resistência a patógenos e também cuidam da saúde humana e meio ambiente (AYÓN-REYNA *et al.*, 2017). Com isto, o controle de doenças de plantas por meios alternativos, vêm sendo desenvolvidos na tentativa de minimizar a utilização de produtos químicos na agricultura, e conseqüentemente os impactos causados pelo uso excessivo dessas substâncias (AYON-REYNA *et al.*, 2017). Muitas plantas possuem propriedades medicinais que apresentam atividade direta sobre fitopatógenos, através de seus extratos e óleos essenciais (FRANZENER *et al.*, 2007).

Na tentativa de diminuir o impacto dos pesticidas disponíveis atualmente, muitos pesquisadores têm voltado os estudos para compostos bioativos naturais que atuam de forma diferente dos produtos comumente conhecidos (PAZIN *et al.*, 2019), como é o caso da própolis.

As propriedades biológicas da própolis estão diretamente ligadas à sua composição química, e podem variar quantitativa e qualitativamente, estão associadas às características fitogeográficas da região de coleta e da estação do ano (PASCOAL *et al.*, 2014).

Os principais agentes bioativos encontrados neste produto são ácidos fenólicos e seus ésteres, açúcares, terpenóides, ácidos cafeicos, hidrocarbonetos, elementos minerais e diversas classes de flavonoides, como kaempferol e quercetina (FRANCHIN *et al.*, 2018), sendo mais de 200 substâncias que contribuem em conjunto para sua funcionalidade farmacológica (REIS *et al.*, 2019). Entre as substâncias isoladas, polifenóis especialmente os flavonóides (flavonas, flavolonas e flavononas), são os principais responsáveis pelas atividades antibacterianas, antioxidante, anti-inflamatório, entre outras propriedades encontradas na própolis (MARCUCCI *et al.*, 2001). Essas substâncias também favorecem o desenvolvimento das plantas e controlam a atividade de fungos e bactérias fitopatogênicas (PARK *et al.*, 1998). A própolis tem seu uso permitido no sistema de produção orgânico para o controle de doenças em plantas (MARCUCCI *et al.*, 2001).

Estudos demonstram que a própolis tem potencial para controlar doenças em plantas. A aplicação foliar de própolis argentina em frutos de tomate infectados com *Pseudomonas syringae* reduziu a gravidade da doença (ORDONEZ *et al.*, 2011). A própolis egípcia reduziu a murcha bacteriana do tomate causada por *Ralstonia solanacearum* sob condições de casa de vegetação e de campo (ABO-ELYOUSR *et al.*, 2017). O extrato etanólico da própolis verde inibiu o fitopatógeno *Pythium aphanidermatum*, desta forma o autor afirma que própolis é uma forma eficaz e barata para controlar o impacto do perigoso fitopatógeno na agricultura (PAZIN *et al.*, 2019).

Dentre os métodos alternativos e sustentáveis para o controle de doenças em plantas, está incluído a indução de resistência, que é definida pela capacidade do hospedeiro em atrasar ou evitar a entrada e/ou a atividade de um parasita em seus tecidos (SILVA; PASCHOLATI; BEDENDO, 2007). A indução de resistência é realizada através da aplicação de substâncias podendo ser naturais ou sintéticas, além de microrganismos inativados ou suas partes (CARVALHO, 2012).

Substâncias alternativas podem induzir resistência de planta, entregando elicitores ou moléculas capazes de ser reconhecidas por receptores intracelulares e/ou de superfície celular e produzindo cascatas de transdução de sinal, a fim de acabar a expressão de genes relacionados à defesa (CAVALCANTI *et al.*, 2006). A própolis é um produto natural que vem demonstrando diversos potenciais de uso, não só por suas propriedades químicas, mas também como um impedimento físico para a penetração dos micélios dos fungos, devido a formação de um filme protetor sobre as folhas das plantas (PEREIRA *et al.*, 2015.)

A planta possui mecanismos de defesa para reconhecimento e proteção contra fitopatógenos (MAZARO, 2008), e os compostos que podem estar relacionados com as respostas de defesa das plantas são os compostos fenólicos ou polifenóis (LATTANZIO *et al.*, 2006). Na própolis brasileira há predominância dos ácidos fenólicos, especialmente os flavonóides, junto com os ácidos carboxílicos modificados são componentes estratégicos, pois são responsáveis pela bioatividade contra vários microrganismos patogênicos (BURDOCK, 1998).

Dentre todos os tipos de própolis existentes, a própolis de coloração verde produzida a partir dos ápices da planta alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*), é o produto com maior destaque mundial (SOUSA *et al.*, 2011). O principal agente bioativo encontrado neste tipo de própolis é a Artepillin C (ácido

3,5-diprenil-4-hidroxicinâmico) que possui dois grupos prenilados ligados ao grupo fenólico do ácido cinâmico, sendo responsável por diversos mecanismos de ação contra patógenos de diversas espécies, tornando-se uma molécula de interesse farmacológico principalmente pelo seu potencial antioxidante, anti-inflamatório e anticancerígeno (SHIMIZU *et al.*, 2004)

A bioatividade destes compostos é vinculada às características estruturais que a favorecem, tais como a presença de anéis benzênicos e duplas ligações em suas estruturas, além de um ou mais grupos hidroxila ligados a sistemas de anéis aromáticos (ENDO *et al.*, 2018). A presença desses grupos químicos permite a interação desta molécula com a membrana celular por diferentes tipos de interações intermoleculares, ampliando sua gama de atividade farmacológica (TEIXEIRA *et al.*, 2005).

Estudos demonstram que o extrato etanólico de própolis aplicado via foliar ou na forma de pastas tem potencial no controle de doenças em plantas (MARINI *et al.*, 2012). Pereira *et al.* (2008) observaram redução da severidade da cercosporiose em mudas de cafeeiro, e da incidência e severidade da ferrugem em cafeeiros no campo com a aplicação foliar de extrato etanólico de própolis. Eles afirmam que o extrato etanólico de própolis, aplicado via foliar contribui para a formação de um filme protetor diminuindo a entrada e esporulação de fungos e possui compostos que são considerados antifúngicos, além de impedir a perda de água pelas plantas, diminuindo a transpiração das plantas.

Os exemplos e resultados apresentados nesta revisão integrativa, destacaram o potencial da própolis na proteção de plantas. É necessário dar continuidade a esses estudos para avaliar e compreender as interações entre própolis, plantas e patógenos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da própolis é uma fonte importante de compostos bioativos e apresenta-se como uma possibilidade para o controle alternativo de fitopatógenos.

A aplicação de própolis, para controle de doenças de plantas cultivadas e como elemento de desenvolvimento das plantas, poderá se tornar uma realidade nos próximos anos. Para os pequenos produtores, a própolis pode representar

alternativa sustentável pela facilidade de extração, utilização, redução do impacto ambiental e nos gastos com insumos externos, possibilitando geração de renda extra pela venda deste produto, riscos quase nulos à saúde dos trabalhadores rurais e dos consumidores de alimento na qual teve sua aplicação.

Desta forma, a revisão apresentou resultados positivos, embora ainda estudos mais aprofundados sobre o potencial da própolis no controle de doenças em plantas e os compostos que atuam de fato no controle direto ou indução de resistência são escassos.

REFERÊNCIAS

- ABO-ELYOUSR, A.M *et al.* Effectiveness of Egyptian propolis on control of tomato bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum*. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 124, n. 5, p. 467-472, 2017.
- ARAÚJO, A. S. Q *et al.* Bioprospecting of bioactive essential oils against phytopathogenic fungi. **Amazonian Journal of Plant Research**, v. 3, n. 1, p. 298- 304, 2019.
- AYÓN-REYNA, L. E. *et al.* Application of a hydrothermal-calcium chloride treatment to inhibit postharvest anthracnose development in papaya. **Postharvest Biology and Technology**, v. 124, p. 85-90, 2017
- BURDOCK, G. A. Review of the biological properties and toxicity of bee propolis. **Food and Chemical Toxicology**, v. 36, n. 124, p. 347-363, 1998.
- CARVALHO, N.L. Resistência Genética Induzida em Plantas Cultivadas. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.7, n.7, p.1379- 1390, 2012.
- CAVALCANTI, F. R. *et al.* Activities of antioxidant enzymes and photosynthetic responses in tomato pre-treated by plant activators and inoculated by *Xanthomonas vesicatoria*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 68, n. 4-6, p. 198-208, 2006.
- CAVALCANTE, L. V. *et al.* Produtos alternativos no controle curativo da antracnose em hastes de antúrio (*Anthurium andraeanum* Lind.). **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, p. 9622, 2020.
- CIBANAL, I. L. *et al.* Propolis extract and oregano essential oil as biofungicides for garlic seed cloves: in vitro assays and synergistic interaction against *Penicillium allii*. **Journal of Applied Microbiology**, v. 131, n. 4, p. 1909–1918, 2021.
- CUNHA, M. C. *et al.* Propolis extract from different botanical sources in postharvest conservation of papaya. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 40, p. e31074-e31074, 2018.
- SOUSA, J. P. B. *et al.* Seasonality role on the phenolics from cultivated *Baccharis dracunculifolia*. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2011, p. 464289-464289, 2011.
- DEZMIREAN, D.; MARGHITAS, L. A.; PAMFIL, D. C. Influence of honey and propolis on micropropagation of greenhouse carnation. **Bulletin of USAMV**, v. 59, p. 244-250, 2003.
- ENDO, S. *et al.* Autophagy inhibition enhances anticancer efficacy of artepillin C, a cinnamic acid derivative in Brazilian green propolis. **Biochemical and biophysical research communications**, v. 497, n. 1, p. 437-443, 2018.

- FRANCHIN, M. *et al.* The use of Brazilian propolis for discovery and development of novel anti-inflammatory drugs. **European journal of medicinal chemistry**, v. 153, n. SI, p. 49-55, 2018
- FRANZENER, G. *et al.* Atividades antibacteriana, antifúngica e indutora de fitoalexinas de hidrolatos de plantas medicinais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n. 1, p. 29-38, 2007.
- JASKI, J. M. *et al.* Green propolis ethanolic extract in bean plant protection against bacterial diseases. **Ciência Rural**, v. 49, n. 6, 2019.
- LATTANZIO, V. *et al.* Role of phenolics in the resistance mechanisms of plants against fungal pathogens and insects. **Phytochemistry: Advances in research**, v. 661, n. 2, p. 23-67, 2006
- MARCUCCI, M. C. *et al.* Phenolic compounds from Brazilian propolis with pharmacological activities. **Journal of ethnopharmacology**, v. 74, n. 2, p. 105- 112, 2001.
- MARINI, D. *et al.* Efeito antifúngico de extratos alcoólicos de própolis sobre patógenos da videira. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 79, n. 2, p. 305-308, 2012.
- MAZARO, S.M. *et al.* Indução de fitoalexinas em cotilédones de soja em resposta a derivados de folhas de pitangueira. **Ciência Rural**, v.38; n.7; out. 2008.
- MIRANDA, S. L. F. *et al.* Brazilian red propolis reduces orange-complex periodontopathogens growing in multispecies biofilms. **Biofouling**, v. 35, n. 3, p. 308-319, 2019.
- MORENO, M. Al. *et al.* Antifungal edible coatings containing Argentinian propolis extract and their application in raspberries. **Food Hydrocolloids**, v. 107, n. 2, p. 105973, 2020.
- NIKOLOVA, M. T. *et al.* Antifungal activity of plant extracts against phytopathogenic fungi. **Journal of BioScience and Biotechnology**, v. 6, n. 2, p. 155-161, 2017.
- ORDÓÑEZ, R. M. *et al.* Potential application of Northern Argentine propolis to control some phytopathogenic bacteria. **Microbiological Research**, v. 166, n. 7, p. 578-584, 2011.
- PAPOTTI, G. *et al.* Chemical and functional characterization of Italian propolis obtained by different harvesting methods. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 60, n. 11, p. 2852-2862, 2012.
- PARK, Y. K. *et al.* Estudo da preparação dos extratos de própolis e suas aplicações. **Food Science and Technology**, v. 18, n. 3, p. 313-318, 1998.
- PASCOAL, A. *et al.* The role of honey and propolis in the treatment of infected wounds. In: **Microbiology for Surgical Infections**. Academic Press, p. 221-234, 2014.
- PAZ, D. S. D. *et al.* Reaction of papaya genotypes to target spot and activity of plant extracts and Bacillus spp. on *Corynespora cassiicola*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 1, 2018.
- PAZIN, W. M. *et al.* Bioactivity and action mechanism of green propolis against *Pythium aphanidermatum*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, n. 2, p. e20180598, 2019.
- PEREIRA, C. S. *et al.* Extrato etanólico de própolis (EEP) no controle de cercospora e ferrugem do cafeeiro. **Revista Ceres**, v. 55, n. 5, p. 369-376, 2008.
- PEREIRA, C. S. *et al.* Controle da cercosporiose e da ferrugem do cafeeiro com extrato etanólico de própolis. **Ceres**, v. 55, n. 5, 2015.
- PINTO, L.M.A. *et al.* Propriedades, usos e aplicações da própolis. **Revista Eletrônica de farmácia**, v. 8, n. 3, p. 25, 2011.
- POBIEGA, K. *et al.* Prolonging the shelf life of cherry tomatoes by pullulan coating with ethanol extract of propolis during refrigerated storage. **Food and Bioprocess Technology**, v. 13, n. 8, p.

1447-1461, 2020.

POBIEGA, K. *et al.* The use of pullulan coatings with propolis extract to extend the shelf life of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) fruit. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 56, n. 2, p. 1013-1020, 2021.

REIS, J. H. O. *et al.* Evaluation of the antioxidant profile and cytotoxic activity of red propolis extracts from different regions of northeastern Brazil obtained by conventional and ultrasound-assisted extraction. **PloS one**, v. 14, n. 7, p. e0219063, 2019.

RUIZ, M. D. P. *et al.* Activity and mode of action of *Parastrephia lepidophylla* ethanolic extracts on phytopathogenic fungus strains of lemon fruit from Argentine Northwest. **Postharvest Biology and Technology**, v. 114, n. 114, p. 62-68, 2016.

SHIMIZU, K. *et al.* Antioxidative bioavailability of artemillin C in Brazilian propolis. **Archives of biochemistry and biophysics**, v. 424, n. 2, p. 181-188, 2004.

SILVA, R. F.; PASCHOLATI, S. F.; BEDENDO, I.P. Indução de resistência em tomateiro por extratos aquosos de *Lentinula edodes* e *Agaricus blazei* contra *Ralstonia solanacearum*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 3, p. 189-196, 2007.

SILVA, R. L. M. *et al.* Extrato etanólico de própolis no controle de ferrugem polissora (*Puccinia polissora Underw.*) na cultura do milho (*Zea mays* L.). **Connection line-revista eletrônica do UNIVAG**, n. 18, p. 1-15, 2018.

SOBRAL, F. R.; CAMPOS, C. J. G. The use of active methodology in nursing care and teaching in national productions: an integrative review. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 46, n. 1, p. 208-218, 2012.

TEIXEIRA, S. *et al.* Structure–property studies on the antioxidant activity of flavonoids present in diet. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 39, n. 8, p. 1099-1108, 2005.

VARGAS, A. C. *et al.* Atividade antimicrobiana “in vitro” de extrato alcóolico de própolis. **Ciência Rural**, v. 34, n. 1, p. 159-163, 2004.

YANG, S. *et al.* Control of citrus green and blue molds by Chinese propolis. **Food Science and Biotechnology**, v. 19, n. 5, p. 1303-1308, 2010.

YANG, W. *et al.* Preservation of orange juice using propolis. **Journal of food science and technology**, v. 54, n. 11, p. 3375-3383, 2017.

ARTIGO 2**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DA PRÓPOLIS VERDE
E GEOPRÓPOLIS ¹**

¹Artigo a ser ajustado para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico científico Tropical Plant Pathology, em versão na língua inglesa.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DA PRÓPOLIS VERDE E GEOPRÓPOLIS

RESUMO: As doenças pós-colheita do mamão (*Carica papaya* L.) são um dos principais fatores, que depreciam a qualidade e aparência dos frutos, causando consideráveis prejuízos na fase de comercialização, principalmente por doenças fúngicas, destacando-se a antracnose causada por *Colletotrichum gloeosporioides* e podridão peduncular causada por *Lasiodiplodia theobromae*. Devido a composição química propriedades bioativas, os extratos de própolis e geoprópolis surgem como alternativas de fungicida, que mantém a sustentabilidade e resiliência dos sistemas de produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição química do extrato hidroalcolólico de própolis e geoprópolis e a atividade antifúngica desses extratos sobre fungos de interesse agrícola, *C. gloeosporioides* e o *L. theobromae*. Foram feitos extratos hidroalcolólicos a partir de própolis verde e geoprópolis bruta oriundas de Ibertioga-MG e Cruz das Almas-Ba, respectivamente. Os extratos foram submetidos à análise por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas. A atividade antifúngica *in vitro* foi determinada pela Porcentagem de Inibição do Crescimento Micelial (PICM). Foram identificados quarenta e três compostos com propriedades bioativas em concentrações distintas em ambos os extratos, sendo maior parte deles do grupo dos terpenos. Ambos os extratos apresentaram semelhanças em relação a alguns compostos químicos, como por exemplo Benzofurano, 2,3-dihidro e o 24-Norursa-3,12-dieno, que estava presente em ambas as amostras. Foi verificado que o extrato de própolis verde inibiu 100% o *C. gloeosporioides* em todas as concentrações testadas e o *L. theobromae* controlou 100% com 0,8% do mesmo extrato. O extrato de geoprópolis controlou 100% dos fungos *C. gloeosporioides* e o *L. theobromae* com 1,5% e 5,0% de extrato, respectivamente. Os resultados evidenciam um efeito antifúngico significativo dos extratos de própolis e geoprópolis sobre o crescimento micelial de fitopatógenos, como potencial alternativa ao uso indiscriminado de agrotóxicos.

Palavras-chaves: Apicultura, Cromatografia gasosa, compostos fenólicos, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Lasiodiplodia theobromae*.

CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIFUNGAL ACTIVITY OF GREEN PROPOLIS AND GEOPROPOLIS

Abstract: Post-harvest diseases of papaya (*Carica papaya* L.) are one of the main factors, which depreciate the quality and appearance of the fruits, causing considerable losses in the marketing phase, mainly due to fungal diseases, especially anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* and stem rot caused by *Lasiodiplodia theobromae*. Due to their chemical composition and bioactive properties, propolis and geopropolis extracts emerge as fungicide alternatives, which maintain the sustainability and resilience of production systems. The objective of this work was to evaluate the chemical composition of the hydroalcoholic extract of propolis and geopropolis and the antifungal activity of these extracts on fungi of agricultural interest, *C. gloeosporioides* and *L. theobromae*. Hydroalcoholic extracts were made from green propolis and raw geopropolis from Ibertioga-MG and Cruz das Almas-Ba, respectively. The extracts were subjected to analysis by gas chromatography coupled to mass spectrometry. In vitro antifungal activity was determined by Percentage Inhibition of Mycelial Growth (PICM). Forty-three compounds with bioactive properties were identified in different concentrations in both extracts, most of them from the terpene group. Both extracts showed similarities in relation to some chemical compounds, such as Benzofuran, 2,3-dihydro and 24-Norursa-3,12-diene, which was present in both samples. It was found that the green propolis extract inhibited *C. gloeosporioides* 100% at all concentrations tested and *L. theobromae* controlled 100% with 0.8% of the same extract. The geopropolis extract controlled 100% of the fungi *C. gloeosporioides* and *L. theobromae* with 1.5% and 5.0% extract, respectively. The results show a significant antifungal effect of propolis and geopropolis extracts on the mycelial growth of phytopathogens, as a potential alternative to the indiscriminate use of pesticides.

Keywords: Beekeeping, Gas chromatography, phenolic compounds, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Lasiodiplodia theobromae*.

INTRODUÇÃO

A fruticultura vem alcançando grande destaque a nível mundial (JACOBSEN et al., 2018), dentre as culturas a produção de mamão (*Carica papaya* L.) destaca-se entre as diferentes fruteiras tropicais.

O consumo do fruto se dá principalmente *in natura*, pois este apresenta inúmeras propriedades nutritivas, organolépticas, digestivas, farmacêuticas e medicinais (FARIA et al., 2009). Porém, por ser uma fruta típica climatérica (WU et al., 2019), é muito perecível devido ao rápido amadurecimento após a colheita (ALI et al., 2013).

As doenças pós-colheita são um dos principais fatores limitantes à exportação e qualidade dos frutos, pois depreciam a qualidade e aparência dos mesmos, causando consideráveis prejuízos na fase de comercialização (ALVES et al., 2020).

Dentre as principais causas de perda pós-colheita destaca-se a elevada incidência por doenças fúngicas, destacando-se aquelas ligadas às espécies *Colletotrichum gloeosporioides*, causador da antracnose (MAFRA et al., 2020) e o *Lasiodiplodia theobromae*, causador da podridão peduncular (NETTO et al., 2014). Os frutos que são acometidos por doenças fúngicas, sofrem grande desvalorização comercial e inviabilizando sua comercialização (KUHLCAMP et al., 2022).

Para controle de fitopatógenos, o uso de fungicidas sintéticos tem sido a primeira alternativa (FIERRO-CRUZ et al., 2017), porém o uso constante desses produtos contribui para maior resistência do patógeno (VAN DEN BOSCH et al., 2011) além de causar risco para o meio ambiente e a saúde humana (SCHWAN-ESTRADA; STANGARLIN; CRUZ, 2000). Na busca por reduzir os efeitos negativos causados pelos fungicidas, tem aumentado as pesquisas envolvendo a utilização de agentes alternativos com atividade antifúngica e que mantenham a sustentabilidade e resiliência dos sistemas de produção (BANKOVA; POPOVA; RUSHEVA, 2014; CAMPELO et al., 2015).

Dentre esses produtos alternativos, destacam-se o uso de própolis e geoprópolis, ambos produzidos por abelhas e contém substâncias resinosas e balsâmicas (DA CUNHA et al., 2018), porém à geoprópolis as abelhas acrescentam terra e/ou barro o que as diferencia da própolis (PATRICIO et al., 2002).

A composição química da própolis e geoprópolis pode ser influenciada pelas

plantas fornecedoras de resina e sazonalidade de fatores climáticos, entre outros (MELO et al., 2014), sendo constituídas por compostos químicos de diversas classes como: flavonoides (flavonas, flavonóis e flavononas), diterpenos, ácidos graxos e benzofenonas polipreniladas (CASTRO et al., 2009; ABU-MELLAL et al., 2012; PARK et al., 2002).

Esses compostos agem inibindo o crescimento dos micélios e a germinação dos esporos fúngicos, testificando seu uso como antifúngico natural (MARGHITAS, DEZMIREAN, BOBIS, 2013).

O extrato de própolis e geoprópolis, possui atividade antimicrobiana (LIBÉRIO et al., 2011; DALMAGRO et al., 2022), antifúngica ou fungistática (COSTANTIN et al., 2022; MEDEIROS et al., 2018), sem promover riscos tóxicos (OLIVEIRA et al., 2017).

Desta forma esses extratos surgem como forma alternativas que devem ser mais eficazes, menor valor e favorável ao meio ambiente para controlar doenças pós-colheita, mantendo a qualidade geral.

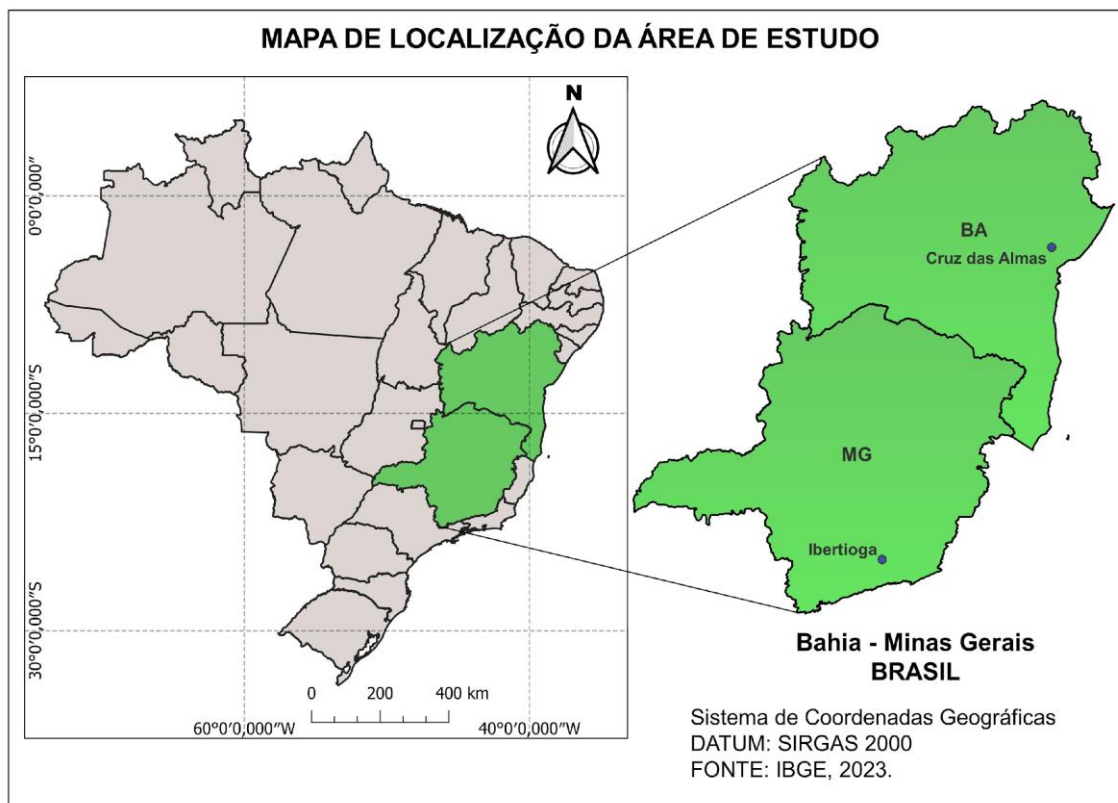
Assim, este estudo teve como objetivo avaliar a composição química do extrato hidroalcolólico de própolis e geoprópolis e a atividade antifúngica desses extratos sobre fungos de interesse agrícola, *C. gloeosporioides* e o *L. theobromae*.

MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAL DE ESTUDO

As amostras de própolis verde e geoprópolis utilizadas neste estudo, foram coletadas em MAIO/2022 na cidade de Ibertioga- MG (21° 24' 11" S / 43° 57' 15" W) (própolis verde) e em Cruz das Almas- BA (12° 39' 11" S / 39° 07' 19" W) (geoprópolis) (Figura 1) e encaminhada ao Laboratório INSECTA da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). As amostras foram armazenadas em congelador em sacos plásticos envoltos em papel alumínio, até iniciar-se a extração que ocorreu em JUNHO/2022.

Figura 1- Área de coleta das amostras de própolis e geoprópolis.



Fonte: elaborada pelo autor

PRODUÇÃO DOS EXTRATOS

A própolis e geoprópolis foram inicialmente trituradas e, posteriormente, uma alíquota de 1g foi colocada em um tubo do tipo Falcon, com 12,5 mL de álcool etílico a 70%; homogeneizada em agitador tipo vórtex (Loccus, 3800) e deixada em repouso por cerca de 12h. A extração foi feita em banho ultrassônico (Thorton, 345) por 60 min, seguida de centrifugação por 5 min a 3.000 rpm (800 x g) (SPLabor, 154). Após 1h, a amostra foi filtrada através do papel de filtro Whatman nº 1 e colocada em placa de Petri em um exaustor (Permutation, CEO710) por 24h (temperatura na faixa de 19 a 21°C) ou até a evaporação total do álcool etílico. O extrato seco obtido foi acondicionado em tubos do tipo Eppendorf ou falcon e congelados a -20°C (PARK et al., 1998) até o momento das análises.

CROMATOGRAFIA GASOSA CG/MS

Os extratos de própolis e geoprópolis foram submetidos à análise por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (marca SHIMADZU®, modelo GCMS QP 2010). Os compostos foram identificados por meio de bibliotecas de espectro-padrão de compostos orgânicos, como NIST107 e Wiley 229. Esta análise foi realizada no Centro Analítico de Instrumentação, localizado no Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP).

ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DOS EXTRATOS DE PROPÓLIS E GEOPROPÓLIS

O potencial antifúngico foi determinado pelo método de avaliação da concentração mínima inibitória, com objetivo de verificar a concentração mínima de cada extrato para inibir o desenvolvimento da espécie fúngica avaliada.

Foram utilizados os fungos *C. gloeosporioides* e *L. theobromae*. Os isolados desses microrganismos foram adquiridos da coleção do Laboratório de Fitopatologia, do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) Cruz das Almas – BA. Ambos os fungos foram repicados em agosto/2022 diretamente de frutos mamão e mantidos conservados em água e glicerol até o momento das análises, na qual foram reativados.

O crescimento micelial foi avaliado em placas de Petri contendo meio de cultura BDA. Os extratos secos foram adicionados ao meio, nas concentrações pré-determinadas (foram feitos testes com cada extrato e cada fungo, até estabelecer qual seria a concentração mínima, intermediária e máxima), para própolis (0,2%; 0,5%; 0,8%; 1,0%; 1,5%; 2,0%) e para geoprópolis (1,0%; 2,0%; 3,0%; 4,0%; 5,0%), além dos controles positivos (meio BDA + fungo), negativo (apenas meio BDA) e fungicida do grupo químico alquilenobis (ditiocarbamato) com ingrediente ativo Mancozebe. O experimento foi constituído por nove tratamentos, com cinco repetições.

Após os extratos foram esterilizados em luz UV no fluxo laminar e foram adicionados ao meio de cultura ainda líquido após serem autoclavados e vertido em placas de Petri com 9 cm de diâmetro. Após a solidificação do meio de cultura, foi depositado no centro de cada placa um disco de micélio (5 mm de diâmetro) do fungo. Logo após, as placas foram vedadas com papel filme e incubadas em BOD

a 26 °C sem fotoperíodo. As avaliações foram realizadas diariamente, até o fungo do controle positivo atingir a borda da placa, medindo-se com paquímetro digital o diâmetro das colônias em dois sentidos, de forma ortogonal. O índice da Porcentagem de Inibição do Crescimento Micelial (PICM) (MENTEN et al., 1976) foi calculado pela fórmula:

$$\text{PICM} = \frac{\text{Diâmetro da testemunha} - \text{diâmetro do tratamento}}{\text{Diâmetro da testemunha}} \times 100$$

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os valores do crescimento micelial foram obtidos pela fórmula de PICM. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida de teste de Tukey (5% de significância) para comparar diferenças significantes entre os tratamentos utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA PRÓPOLIS E GEOPRÓPOLIS

A partir da análise de cromatografia gasosa acoplada a espectroscopia de massa (GG-MS), foi possível identificar os compostos presentes no extrato da própolis verde e geoprópolis que foram utilizados na avaliação antifúngica *in vitro* dos fungos *L. theobromae* e *C. gloeosporioides*.

O presente estudo identificou quarenta e três compostos bioativos em duas amostras diferentes: uma amostra de própolis verde e uma de geoprópolis. A própolis verde continha vinte e dois desses compostos bioativos, enquanto a geoprópolis continha vinte e um (Tabela 1).

TABELA 1: Composição química dos extratos própolis verde e geoprópolis.

Fórmula	Própolis	Classe	Geoprópolis	Fórmula	Classe
C ₈ H ₈ O	Benzofurano, 2,3-dihidro	Benzofuranos	Estireno		Hidrocarboneto
C ₁₀ H ₁₂ O ₂	Ácido benzenopropanóico, éster metílico	Ésteres	2,4-Dihidroxi-2,5-dimetil-3(2H) -furan-3-ona	C ₆ H ₈ O ₄	Fenol
C ₉ H ₁₀ O ₂	Ácido hidrocínâmico	Carboxila	Benzofurano,2,3-dihidro	C ₉ H ₁₀ O ₂	Benzofurano
C ₁₁ H ₁₄ O ₂	Ácido benzenopropanóico, éster etílico	Ésteres	1,2,3-Benzenetriol	C ₆ H ₆ O ₃	Fenóis
C ₁₅ H ₂₆ O	1,6,10-Dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimetil-, (E)-	Álcoois	Ácido 2-propenóico, 3-fenil-,éster metílico	C ₁₄ H ₁₈ O ₂	Fenol
C ₁₅ H ₂₄ O	1H-Cicloprop[e]azulen-7-ol, decahidro-1,1,7-trimetil-4-met	Terpeno	ácido trans-cinâmico	C ₉ H ₈ O ₂	Ácido carboxílico
C ₁₂ H ₁₄ O ₃	Ácido benzenobutanóico, 2,5-dimetil-. gama.-oxo-	Ácidos carboxílicos	Acetofenona,4'-hidroxi-	C ₈ H ₈ O ₂	Fenol
C ₁₄ H ₁₈ O ₁	Cinnamaldeído, .alfa.-pentil-	Aldeídos	Ácido1,2-benzenodicarboxílico, Éster bis(2-metilpropil)	C ₂₄ H ₃₈ O ₄	Estér
C ₁₅ H ₂₀	Isolongifoleno, 4,5,9,10-desidro-	Terpeno	4-Penteno-1,2-diol, 3,5-bis(4-hidroxifenil)	C ₇ H ₁₃ Br	Fenol
C ₂₂ H ₃₄ O ₂	Kauren-18-ol, acetato, (4.beta.)-	Terpeno	(Z)-3-(Heptadec-10-en-1-il)fenol	C ₂₃ H ₃₈ O	Fenol
C ₁₆ H ₂₂ O	Fenol, 2-(3,7-dimetilocta-2,6-dienil)-	Fenol	Fenol, 3-pentadecil-	C ₂₁ H ₃₆ O	Fenol
C ₁₈ H ₂₄	Espiro[ciclobutano-1,1'(2'H)-fenantreno], 3',4',4'a,9',10',10'a-	Hidrocarbonetos aromáticos	4H-1-benzopiran-4-ona, 2,3-di-hidro-5-hidroxi-2-(4-hidroxi	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₁	Flavonoide
C ₁₅ H ₁₈ O ₃	4,7-Metanofuro[3,2-c]oxacicoundecina-6(4H)-ona, 7,8,9,12-	Éter	1,3-Benzenediol5-pentadecil-	C ₁₁ H ₁₆ O ₂	Fenol

C ₁₅ H ₂₂	1H-Ciclopropa[a]naftaleno, 1a,2,6,7,7a,7b-hexahidro-1,1,7	Ciclopropano	Fenol,2,6-dimetil-4-nitro-	C ₈ H ₉ NO ₃	Fenol
C ₂₁ H ₃₀ O ₂	Ácido 5,8,11-eicosatriinóico, éster metílico	Ésteres	5-Heptilresorcinol	C ₁₁ H ₁₆ O ₂	Fenol
C ₃₇ H ₇₆ O	1-Heptatriacotanol	Álcoois	(Z)-5-(Pentadec-8-en-1-il)benzeno-1,3-diol	C ₂₁ H ₃₄ O ₂	Fenol
C ₂₀ H ₃₄ O ₂	Ácido 1-naftalenopentanóico, 1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahidro-.bet	Ácidos carboxílicos.	Vanilina azina	C ₈ H ₈ O ₃	Fenol
C ₁₁ H ₁₄ O ₂	9-Metiltriciclo[4.2.1.1(2,5)]deca-3,7-dieno-9,10-diol	Hidrocarbonetos aromáticos	1-isopropenil-4,5-dimetilbiciclo	C ₂₀ H ₃₂ O	Fenol
C ₁₈ H ₃₀ O ₂	5H-3,5a-Epoxinafto[2,1-c]oxepina, dodecahidro-3,8,8,11a-tet	Éter	24-Norursa-3,12-dieno*	C ₂₉ H ₄₆	Terpenos
C ₂₉ H ₄₆	24-Norursa-3,12-dieno*	Terpeno	9,19-Ciclolanost-23-eno-3,25-diol,3-acetato, (3.beta.,23E)	C ₃₀ H ₅₀ O ₂	Esterol
C ₃₀ H ₅₀ O	9,19-Ciclolanost-24-en-3-ol, (3.beta.)-	Esterol	Humulano-1,6-dien-3-ol	C ₁₅ H ₂₆ O	Sesquiterpenóides
C ₃₂ H ₅₂ O ₂	Lup-20(29)-en-3-ol, acetato, (3.beta.)-	Terpeno			

FONTE: Elaborado pelo autor

Esses resultados mostram que alguns compostos identificados são de classificação distintas, sendo maior parte deles os terpenos.

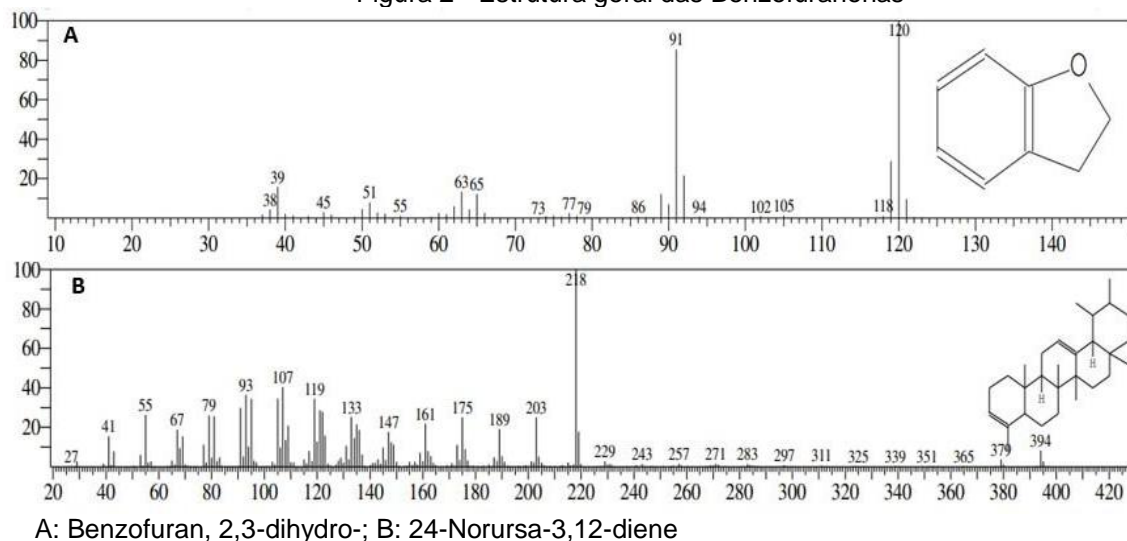
Os terpenos são uma classe de compostos orgânicos naturais que desempenham papéis importantes em plantas e outros organismos, sendo responsáveis pelo aroma e sabor de muitas plantas, além de exercerem uma variedade de funções biológicas, incluindo atividade antifúngica contra fungos patogênicos e contaminantes (BAKKALI, 2008).

A atividade antifúngica dos terpenos tem sido objeto de estudo em diversas pesquisas, por desempenhar papéis multifuncionais nos vegetais, incluindo a proteção contra fungos fitopatogênicos que são prejudiciais às plantas, protegendo-as contra infecções, além de atuarem em proteção de cultivos e exercer efeitos inseticidas diretos, agindo como repelentes ou mesmo como tóxicos para insetos, tornando-se uma forma natural de controle de pragas em sistemas agrícolas (PAACHECO et al., 2020).

A análise de cromatografia gasosa dos extratos de própolis e geoprópolis revelou que ambos os produtos compartilham semelhanças em relação a alguns compostos químicos. O Benzofurano, 2,3-dihidro e o 24-Norursa-3,12-dieno, estava presente em ambas as amostras. A presença semelhante desses compostos é relevante para entender as propriedades bioativas associadas a esses produtos naturais.

O composto Benzofurano, 2,3-dihidro (C_8H_8O), pertencente ao grupo benzofuranonas são compostos que podem ser encontrados naturalmente em plantas e também podem ser sintetizados em laboratório, apresentam uma estrutura química constituído de um anel benzofurano com uma lactona ligada a ele (WATANABE; MATAKA; THIEMANN, 2005) (Figura 2). Os metabólitos como as benzofuranonas podem ser considerados precursores de compostos mais complexos e têm um grande potencial para servir como moléculas base na busca por novos agentes terapêuticos, e as propriedades farmacológicas atribuídas a esses compostos, como hipoglicemiantes, analgésicas, anti-inflamatórias, bactericidas, fungicidas, antitumorais, antivirais e antipiréticas, indicam sua versatilidade e importância potencial na pesquisa e desenvolvimento de novos medicamentos (KHANAM et al., 2014).

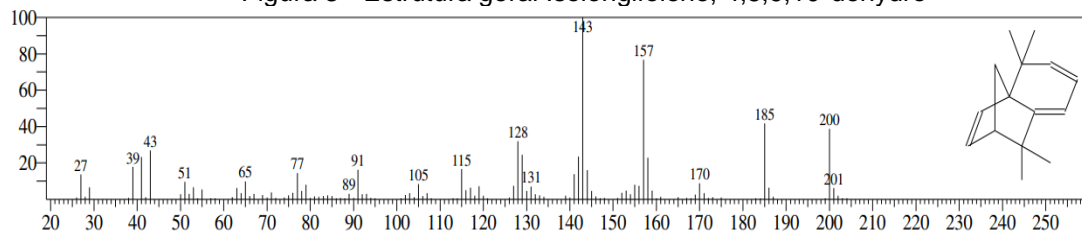
Figura 2 - Estrutura geral das Benzofuranonas



O 24-Norursa-3,12-dieno ($C_{29}H_{46}$) pertencente à classe dos terpenos, também apresenta alta atividade biológica já conhecida como efeitos anti-inflamatórios, analgésicos antiproliferativo e neuroprotetor nas células de humanos (Poeckel et al., 2008; SILVA, 2016) (Figura 2).

Na própolis verde, outro composto com grande destaque é o Isolongifolene, 4,5,9,10-dehidro-, pertencente ao grupo isolongifoleno, à classe dos terpenoides, é um sesquiterpeno, ou seja, possui três unidades de isopreno e tem fórmula específica (SINGH et al, 2007) (Figura 3) O isolongifoleno é encontrado em uma variedade de plantas e muito usado na indústria da perfumaria devido ao seu aroma agradável e investigado por suas possíveis propriedades medicinais (DE MELO; RODRIGUES; ROBLES-AZOCAR, 2021).

Figura 3 - Estrutura geral Isolongifolene, 4,5,9,10-dehidro



As diferenças na composição química da própolis e geoprópolis brasileira, em particular a própolis verde, em relação à própolis de regiões temperadas têm gerado interesse na comunidade científica devido às possíveis propriedades medicinais e aplicações terapêuticas únicas desses produtos naturais (TRUSHEVA et al., 2006). Isso ilustra a diversidade da natureza e a riqueza das fontes naturais

de compostos bioativos em diferentes partes do mundo (SIMÕES et al., 2004), por desempenhar papéis bioativos importantes e contribuir para as propriedades e benefícios à saúde associados à própolis verde e geoprópolis (FREIRES et al., 2016).

Cada composto pode ter efeitos específicos e a combinação de vários compostos pode ter sinergia em termos de atividade biológica (BERRETTA et al., 2017). Portanto, a análise detalhada de cada um desses compostos e seu potencial impacto na saúde é fundamental para compreender completamente as propriedades desses produtos.

A composição da própolis é altamente variável qualitativamente e quantitativamente e pode ser influenciada por diversos fatores, incluindo a fonte botânica (NASCIMENTO et al., 2007), a genética das abelhas (KOO; PARK, 1997), a época do ano (PARK et al., 1997), as técnicas de extração (SOUSA et al., 2007) e até mesmo a localização geográfica, fazendo com que a própolis seja um produto naturalmente diversificado em termos de sua composição química (SFORCIN et al., 2000).

A própolis verde do Brasil, utilizada neste trabalho, derivada do alecrim-do-campo é conhecida por ter uma alta concentração de ácidos fenólicos em comparação com os flavonoides, tornando isso uma das razões pelas quais a própolis verde do Brasil seja altamente valorizada no mercado internacional (SFORCIN, 2016).

Baseado em estudos anteriores, diversos autores afirmam que os flavonoides e compostos aromáticos presentes na composição dos extratos de própolis desempenham um papel importante na degradação das enzimas básicas e na integridade da membrana dos isolados patogênicos, o que conseqüentemente resulta na morte celular (TOSI et al. 1996; MIRZOEVA; GRISHANIN; CALDER, 1997; BANKOVA et al. 2002; MELLIOU e CHINO 2004; CUSHNIE e LAMB, 2005; PENG et al., 2012; AFROUZAN et al., 2018; ZHANG et al. 2018;).

A composição química de geoprópolis avaliada também revelou a presença de compostos fenólicos e flavonoides. Entre os diversos compostos fenólicos presentes no extrato de geoprópolis e que desempenham atividade antioxidante foi encontrado o pirogalol 1,2,3-Benzenetriol ($C_6H_6O_3$) que apresenta ação antioxidante e um papel importante como metabólito vegetal (PENHA, 2022).

Também foram identificado o ácido trans-cinâmico ($C_9H_8O_2$) que é

caracterizado como um fenilpropanoide e pode ser encontrado em várias plantas e óleos essenciais, sendo importante para defesa contra patógenos e pela sua ação antimicrobiana (PASCOAL et al., 2014). Os compostos, o 5-Heptilresorcinol ($C_{13}H_{20}O_2$) também conhecido como resorcinol é um fenólico importante por suas propriedades antioxidantes e por apresentar outros efeitos biológicos (KUSTIAWAN et al., 2015), o Humulano-1,6-dien-3-ol ($C_{15}H_{26}O$) é um sesquiterpenóide que são responsáveis por aromas, sabores e pelas atividades citotóxicas em plantas (SILVA, 2006).

O extrato hidroalcolico varia de acordo com as características químicas e a polaridade desses compostos, que podem ser solúveis em diferentes solventes (MARTINS; LOPES; ANDRADE, 2013). Os solventes mais adequados para extração de compostos são aqueles com misturas aquosas, que podem conter etanol, metanol, acetona ou acetato de etila (SULTANA; ANWAR; ASHRAF, 2009).

Os compostos químicos da geoprópolis encontrados nesse estudo corroboram os achados de Araújo et al. (2015) que analisaram a composição química da geoprópolis coletada em Palmeirândia, na qual encontraram compostos como Triterpenos produzida por abelhas sem ferrão no Brasil e no México (BANKOVA; POPOVA; PHCOG, 2007).

Em estudos realizados por Dutra et al. (2014), foi verificado que a geoprópolis de *Melipona fasciculata* Smith 1858, mostrou grande importância em relação à ação antioxidante, anti-inflamatória, antifúngica e antibacteriana devido a presença de compostos fenólicos que são substâncias orgânicas e aromáticas que têm pelo menos um grupo hidroxila ligada diretamente a um anel aromático (OLIVEIRA et al., 2013). Além da presença de terpenóides, fenilpropanóides, ácidos aromáticos, ésteres, aldeídos e cetonas localizados no geoprópolis.

No geral, a composição química da própolis e geoprópolis é uma mistura complexa de compostos naturais que podem variar de acordo com fatores geográficos, botânicos e de comportamento das abelhas e compreender essas variações é essencial para explorar e aproveitar as propriedades benéficas dessas substâncias e explorar suas potenciais aplicações em diversos campos, incluindo na agricultura.

ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DOS EXTRATOS DE PRÓPOLIS E GEOPRÓPOLIS

Os resultados da pesquisa indicam que todos os tratamentos testados com extrato de própolis verde e geoprópolis têm um efeito inibitório no crescimento micelial (*in vitro*) de *C. gloeosporioides* e *L. theobromae*. Isso demonstra que ambos os tipos de extratos possuem propriedades antifúngicas que podem ser eficazes contra esses dois fungos.

Porém não houve diferenças significativas entre os extratos testados, mas houve diferenças significativa entre os fungos e concentrações testadas, indicando que a quantidade específica de extrato de própolis verde e geoprópolis tem um impacto diferente sobre o crescimento micelial dos fungos, ou seja, diferentes concentrações dos tratamentos têm efeitos diferentes na inibição do crescimento dos fungos.

Nesse sentido é necessário avaliar questões relacionadas entre elas, como por exemplo valores entre a própolis verde e a geoprópolis, sendo este último um material de menor valor de mercado em comparação com a própolis verde. Nesse contexto, a geoprópolis é uma opção mais econômica em comparação com a própolis, oferecendo resultados comparáveis ou similares.

O fungo *C. gloeosporioides* foi inibido em quase 100% em todas as concentrações testada com extrato de própolis verde, havendo diferença significativa para este fungo entre os extratos. A média do crescimento micelial quando tratada com própolis verde foi de 1,40%, isso significa que o crescimento deste fungo foi inibido em 98,6% quando exposto à própolis, ou seja, esse extrato mostrou-se altamente eficaz na inibição do crescimento desse fungo. O *C. gloeosporioides* quando tratado com geoprópolis, a média de crescimento micelial foi de 3,71%, indicando que o crescimento do fungo *C. gloeosporioides* foi inibido em 96,29% (Tabela 2).

Tabela 2 - Média do efeito dos extratos de própolis e geoprópolis sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides*

Tratamentos	Médias
Própolis	1,40 a
Geoprópolis	3,71 b

FONTE: Elaborado pelo autor

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A relação entre a concentração do extrato de própolis e o desenvolvimento do micélio fúngico demonstrou ser dose-dependente. Isso significa que, à medida que a concentração do extrato de própolis aumentou, houve uma diminuição correspondente na ocorrência e no crescimento do fungo. Isso é um indicativo de que concentrações mais altas do extrato tiveram um efeito mais forte na inibição do *C. gloeosporioides* (Tabela 3).

Tabela 3: Análise de variância para a ação da própolis e geoprópolis sobre o fungo *C. gloeosporioides*

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	FC	Pr>F _c
Própolis/Geoprópolis	1	80,064602	80,064602	117,988	0.0000
Concentração	5	435,001448	87,000290	128,209	0.0000
Própolis/Geoprópolis * Concentração	5	44,103128	8,820626	12,999	0.0000
Concentração/Própolis	(5)	292,182817	58,436563	86,116	0.0000
Concentração/Geoprópolis	(5)	186,921760	37,384352	55,092	0.0000
Resíduo	48	1,878120	0,039128		
Total corrigido	59	153,053765	CV (%) =	32.29	

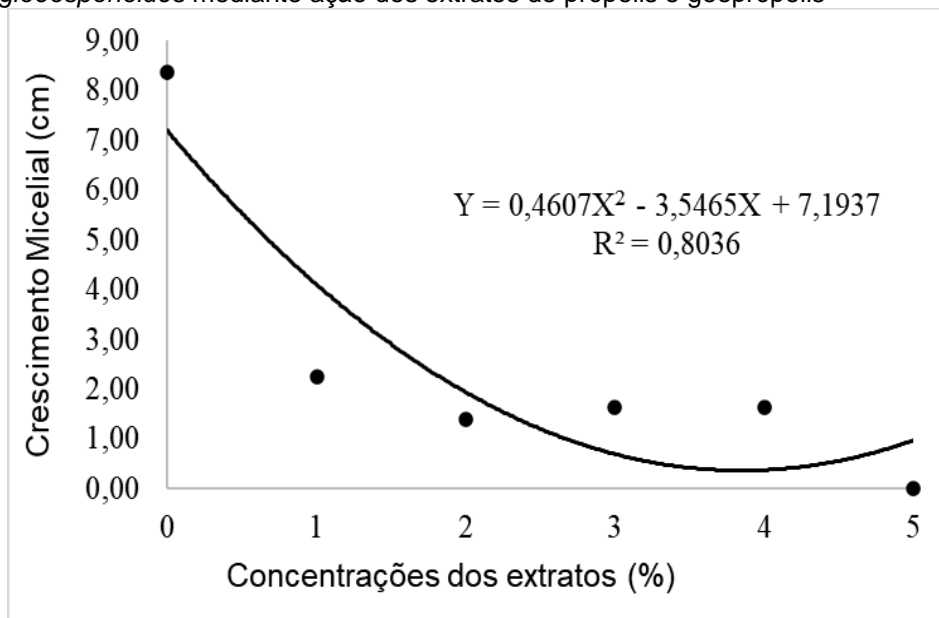
Esses resultados indicam que tanto a própolis quanto a geoprópolis têm potencial para serem usadas como agentes antifúngicos em condições *in vitro* para inibir o crescimento do *C. gloeosporioides*. É importante salientar que os valores dentro de cada tratamento podem ter variados em função das propriedades de cada extrato, das concentrações dos produtos e das características de cada fungo, porém esses produtos demonstram ser promissores no controle desses microrganismos.

O extrato de própolis verde demonstrou uma inibição quase total do crescimento do *C. gloeosporioides* em todas as concentrações testadas. Isso indica que mesmo em concentrações mais baixas, o extrato de própolis verde foi altamente eficaz na inibição do crescimento do fungo. A falta de variação nas concentrações indica que a eficácia da própolis verde na inibição do fungo é consistente em diferentes concentrações.

Ao contrário da própolis verde, o extrato de geoprópolis demonstrou variações na inibição do *C. gloeosporioides* com base nas diferentes concentrações testadas. A inibição aumentou à medida que as concentrações aumentaram, variando de 61,8% em 0,2% de concentração para 100% em 1,5% de

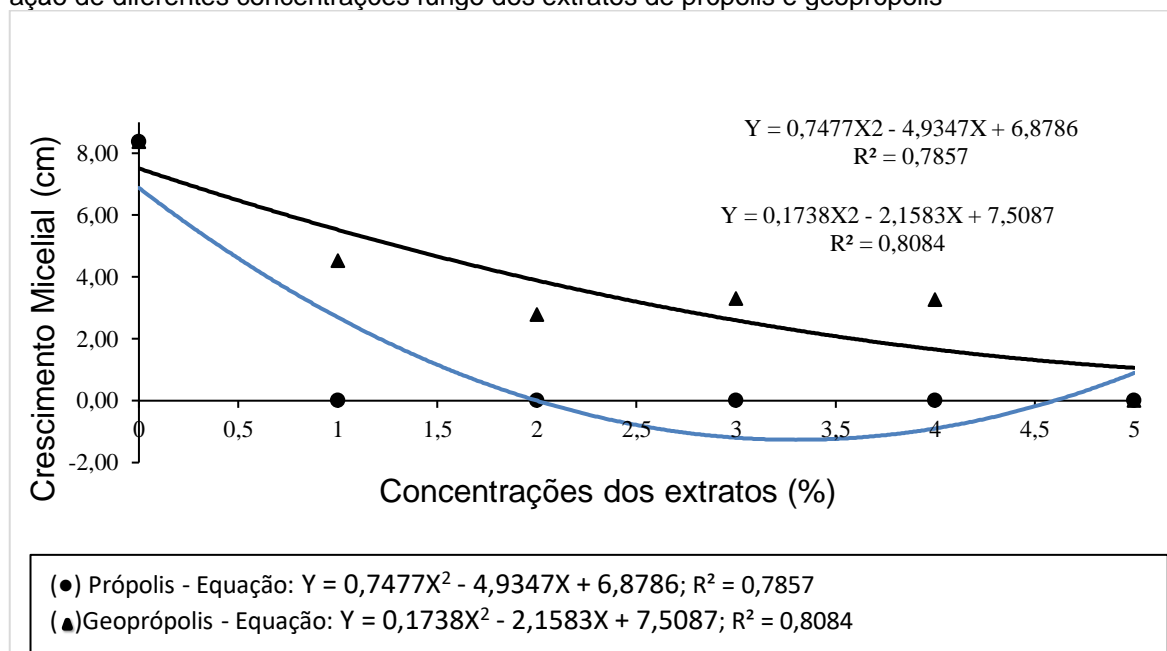
concentração. Isso indica que a eficácia do geoprópolis na inibição do fungo é dose-dependente, ou seja, quanto maior a concentração, maior a inibição (Figuras 4).

Figura 4 - Efeito da inibição do crescimento micelial *in vitro* do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* mediante ação dos extratos de própolis e geoprópolis



FONTE: Elaborado pelo autor

Figura 5 - Efeito da inibição do crescimento micelial *in vitro* do fungo *C. gloeosporioides* mediante ação de diferentes concentrações fungo dos extratos de própolis e geoprópolis



FONTE: Elaborado pelo autor

Esses resultados indicam que o extrato de própolis verde é altamente eficaz e consistente na inibição do crescimento do *C. gloeosporioides* em diferentes

concentrações. Por outro lado, o extrato de geoprópolis também é eficaz, mas a inibição varia com a concentração, sendo mais eficaz em concentrações mais altas. Portanto, a escolha entre esses dois extratos pode depender das concentrações disponíveis e das necessidades específicas de inibição do fungo. Esse conhecimento é importante para determinar a concentração ideal de geoprópolis a ser usada em aplicações práticas de controle de fungos.

Com relação ao fungo *L. theobromae*, houve diferença significativa para este fungo entre os extratos testados (Tabela 4).

Tabela 4 - Média do efeito dos extratos de própolis e geoprópolis sobre o fungo *Lasiodiplodia theobromae*.

Tratamentos	Médias
Própolis	2,049333 a
Geoprópolis	2, 947333 b

FONTE: Elaborado pelo autor

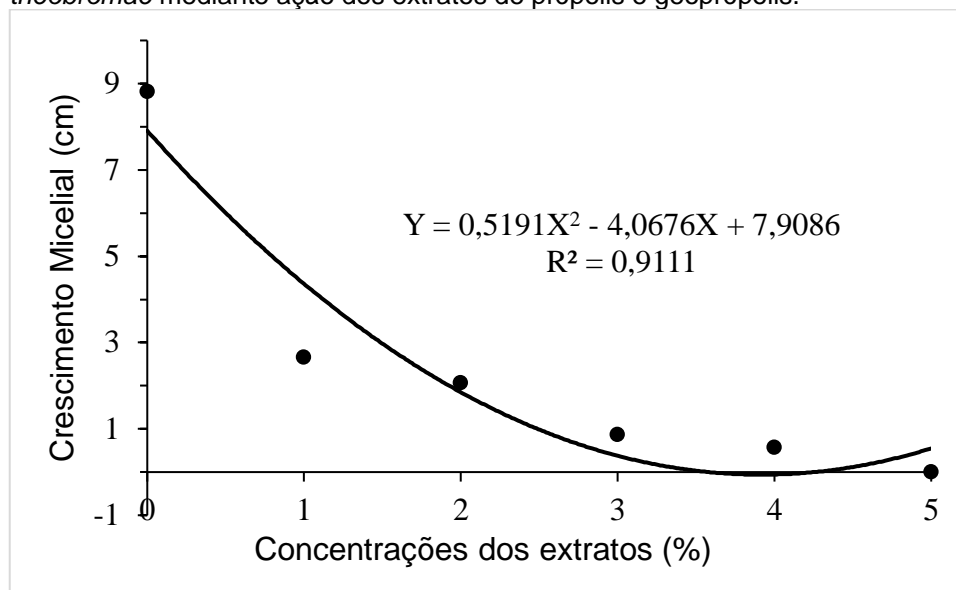
A concentração de 0,2% de extrato de própolis foi capaz de inibir o crescimento do *L. theobromae* em 75,8%. Com o acréscimo da concentração para 0,5% de extrato de própolis, a inibição do crescimento do *L. theobromae* aumentou para 77,6%. Portanto, essa concentração mais alta resultou em uma inibição ainda maior do fungo em comparação com a concentração de 0,2%. A partir de uma concentração de 0,8% do extrato de própolis verde, foi observada uma inibição total (100%) do crescimento do *L. theobromae*. Isso indica que a concentração de 0,8% foi eficaz em eliminar completamente o crescimento do fungo em condições *in vitro*.

Tabela 6: Análise de variância para a ação da própolis e geoprópolis sobre o fungo *L. theobromae*

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Própolis/Geoprópolis	1	12.096060	12.096060	52.095	0.0000
Concentração	5	526.575533	105.315107	453.566	0.0000
Própolis/Geoprópolis * Concentração	5	11.563160	2.312632	9.960	0.0000
Concentração/Própolis	(5)	293.001387	58.600277	252.377	0.0000
Concentração/Geoprópolis	(5)	245.137307	49.027461	211.149	
Resíduo	48	1.157680	0.024118		
Total corrigido	59	31.511498		CV (%) = 19.29	

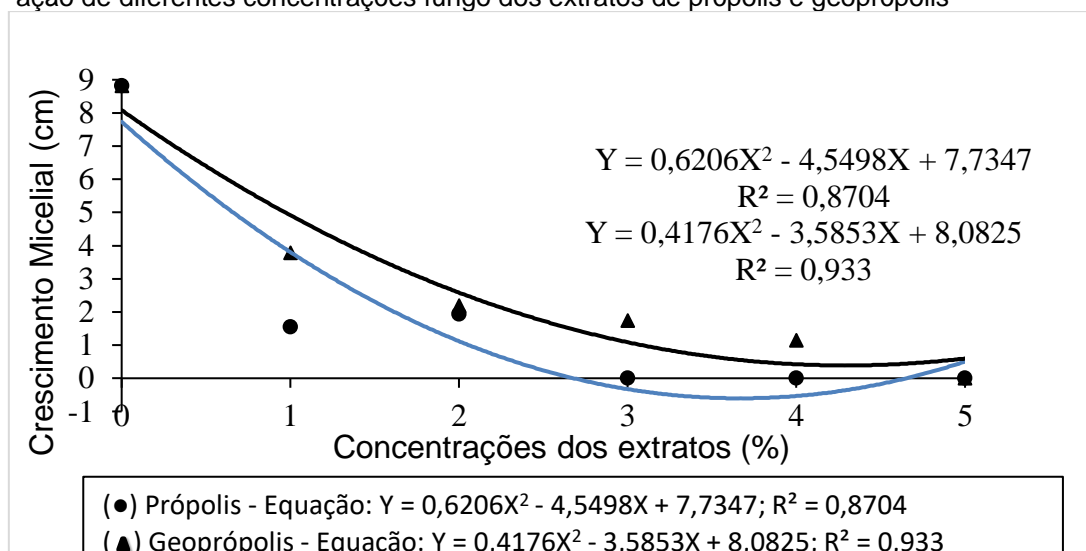
Os tratamentos com extratos de geoprópolis para o fungo *L. theobromae*, foi necessária uma maior concentração para o controle deste fungo. A menor concentração de extrato utilizada foi de 1,5% controlando 74,7%. As concentrações 2,0%, 3,0% e 4,0%, controlou 75,0%, 90,0% e 93,7% respectivamente. Foi necessário a utilização de 5,0% da concentração do extrato de geoprópolis para que tivesse a inibição total do crescimento do fungo.

Figura 6 - Efeito da inibição do crescimento micelial *in vitro* do fungo *Lasiodiplodia theobromae* mediante ação dos extratos de própolis e geoprópolis.



FONTE: Elaborado pelo autor

Figura 7 - Efeito da inibição do crescimento micelial *in vitro* do fungo *L. theobromae* mediante ação de diferentes concentrações fungo dos extratos de própolis e geoprópolis



Portanto, os resultados mostram que o efeito inibitório da própolis verde e geoprópolis no crescimento dos fungos *L. theobromae*, aumentou com acréscimo

das concentrações dos extratos. Isso indica que também existe uma relação dose-resposta, onde concentrações mais altas desses extratos resultaram em uma inibição mais pronunciada do crescimento do fungo.

O potencial inibitório da própolis está associado à presença de compostos terpenóides e flavonoides agliconas, que possuem efeitos alelopáticos, antibacterianos, citotóxicos, hipoglicêmicos, anti-inflamatórios e antifúngicos, contribuindo assim para o efeito fungicida da própolis (VERDI; BRIGHENTE; PIZZOLATTI, 2005). Apesar da grande variedade de compostos químicos que foram encontrados na própolis, os flavonoides são detectados com frequência nas mesmas, os quais provavelmente são os que mais contribuem para a atividade antimicrobiana e antifúngica (SALATINO et al., 2005).

A atividade antifúngica da própolis e geoprópolis pode ser atribuída à inibição da pectinaetilesterase (PME), que altera o nível de metil esterificação da pectina, principal componente da parede celular do fungo (MAREI; RASOUL; ABDELGALEIL, 2012). A violação da integridade da parede celular e da permeabilidade da membrana promove a perda de moléculas importantes e causa danos irreversíveis às paredes e membranas celulares dos fungos (CAI et al., 2018). Várias vias são utilizadas para inibir o crescimento de fungos e prevenir o surgimento de resistência microbiana (FENG; ZHENG, 2007).

A atividade antifúngica do extrato de própolis apresenta-se como um produto com atividade conhecida (BANKOVA et al., 1996; PICCINELLI, et al., 2011). No entanto, diferenças sazonais e até mesmo microrregiões afetam a atividade antibacteriana e antifúngica da própolis (SIMÕES-AMBROSIO et al., 2010; TOUZANI et al., 2018).

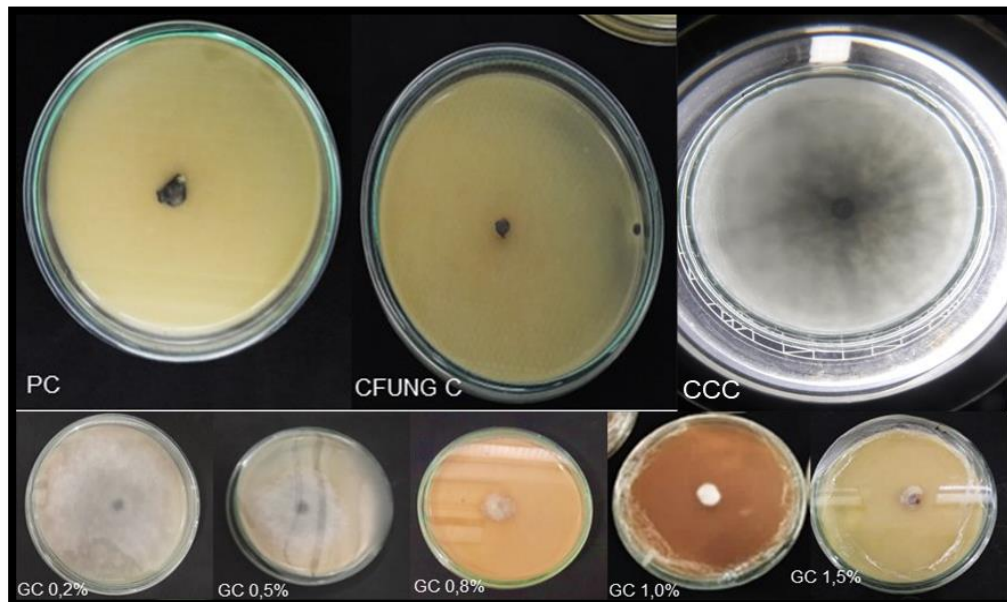
O mecanismo de controle de fungos utilizando extrato de própolis, causa um efeito na parede celular dos fungos (PIPPI et al., 2015). A inibição da atividade da enzima fosfolipase extracelular reduz a capacidade das células fúngicas de aderirem às células epiteliais do hospedeiro (PORTILHO et al., 2013).

A figura 6 mostra a ação da própolis e geoprópolis sobre o fungo *C. gloeosporioides*, na qual foi efetiva inibindo quase que 100% de todas as concentrações testadas para este fungo. Já a ação do extrato de geoprópolis foi proporcional, à medida que aumento a concentração também teve um aumento da inibição.

Esse resultado é importante para entender como esses extratos podem ser

usados de maneira eficaz como um agente antifúngico e pode ser relevante para aplicações agrícolas ou medicinais (TOSI et al., 2007; LIBÉRIO et al., 2011)

Figura 6: Aspectos de colônias de isolados de *C. gloeosporioides* submetido a diferentes concentrações de extratos de Geoprópolis.

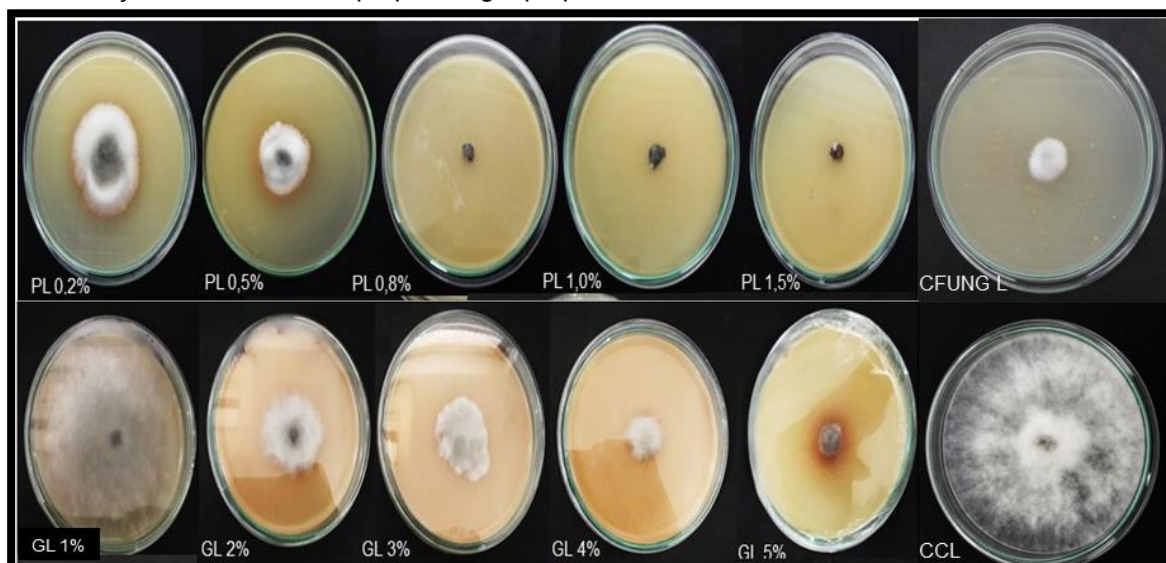


FONTE: Elaborado pelo autor

PC=Própolis *Colletotrichum*; GC=Geoprópolis *Colletotrichum*; CFUNG C= CONTROLE Fungicida *Colletotrichum*; CCC= Controle de Crescimento *Colletotrichum*.

A figura 7 mostra a ação da própolis e geoprópolis sobre o fungo *L. theobromae* em diferentes concentrações, indicando uma relação diretamente proporcional entre a concentração do extrato e a porcentagem de inibição do crescimento micelial.

Figura 7: Aspectos de colônias de isolados de *Lasiodiplodia theobromae* submetido a diferentes concentrações de extratos de própolis e geoprópolis.



FONTE: Elaborado pelo autor

PL= Própolis *Lasiodiplodia*; GL= Geoprópolis *Lasiodiplodia*; CFUNG L= Controle Fungicida *Lasiodiplodia*; CCL = Controle de Crescimento *Lasiodiplodia*.

Essa relação proporcional indica que, à medida que a concentração do extrato de geoprópolis aumenta, a capacidade de inibição do crescimento micelial dos fungos também aumenta. Isso pode ser um indicativo de que os compostos presentes na geoprópolis têm um efeito cumulativo ou dose-dependente na inibição do crescimento dos fungos estudados (PENHA, 2022).

As atividades contra esses microrganismos observadas neste estudo, pode ser devido à alta concentração de flavonoides ou resultado de uma ação sinérgica entre flavonoides e outros compostos presentes nesses extratos (VELIKOVA et al., 2000). Os extratos hidroalcoólicos apresentam maiores rendimento de compostos fenólicos e flavonoides, por isso suas atividades biológicas são mais evidenciadas, em comparação com extratos que utilizam como solvente apenas a água (SAWAYA et al. 2002).

O uso dos flavonoides contra infecções fúngicas tem duas propostas: matar as células fúngicas ou dificultar os efeitos da difusão das suas toxinas, ou seja, tem efeito fungicida e fungistática (TRUSHEVA et al., 2006), sendo constatada nesse estudo essa ação contra infecções fúngicas. O efeito dos flavonoides sobre os fungos, está associado a perturbação metabólica causada a eles, pois os fungos são sensíveis de inibição e provavelmente alvo dos flavonoides (LOPES et al., 1998).

Com relação aos resultados do controle com o fungicida químico, este foi eficaz na inibição do crescimento micelial dos fungos *C. gloeosporioides* e *L. theobromae*, alcançando uma inibição de 100% em ambos os casos.

A alta eficácia dos fungicidas do grupo químico alquilenobis (ditiocarbamato) com ingrediente ativo Mancozebe, se deve às suas propriedades fungicidas bem estabelecidas, sendo conhecido por ser eficaz no controle de uma variedade de doenças fúngicas em plantas e agindo como um protetor de contato, formando uma película na superfície das plantas e dos organismos-alvo, inibindo assim o crescimento e a propagação dos fungos (MINOTTO; ZIPPERER, 2019).

Este pesticida pertence ao grupo dos etileno-bis (ditiocarbamato), na qual já tem sua toxicidade claramente conhecida (RATH et al., 2011), por ser muito nocivo para diversas classes de organismos e ainda assim continua a ser largamente

utilizado (BAYER CROP SCIENCE, 2014). Autores afirmam, que o Mancozeb®, é capaz de originar danos no DNA de células de animais, avaliados por quebras nas cadeias de DNA, assim como, de induzir a apoptose das células (CALVIELLO et al., 2006). E apesar das consequências o fungicida Mancozeb®, continua a ser aplicado no ambiente em doses bastante superiores às que causam efeitos tóxicos acentuados em diferentes espécies de organismos (ALZA CAMACHO; GARCÍA COLMENARES; CHAPARRO ACUÑA, 2016).

Apesar dos resultados com o Mancozeb® terem sido eficaz, é importante considerar questões de segurança ambiental e toxicológica ao usar produtos químicos como o Mancozeb® em aplicações práticas (ALZA CAMACHO; GARCÍA COLMENARES; CHAPARRO ACUÑA, 2016).

Apesar de controlar os fungos estudados em 100%, este fungicida não seria indicado para este fim, pois o mesmo causa diversas consequências para seres humanos e ao meio ambiente. Em contrapartida os resultados deste trabalho indicam que a própolis e geoprópolis tem ação fungicida, sendo considerado natural e eficiente para controle de fungos.

Esses resultados reforçam a ideia de que a concentração dos compostos ativos presentes na própolis ou geoprópolis desempenha um papel crucial na eficácia antifúngica, pois ao considerar a utilização desses extratos como agentes de controle de doenças fúngicas em ambientes agrícolas ou laboratoriais, ajuda a determinar as concentrações ideais para obter resultados eficazes (YANG et al., 2010; MARGHITAS et al., 2013).

Este estudo mostrou que a própolis e geoprópolis apresentaram atividade antifúngica similar aos encontrados em revisão de literatura, os quais relatam excelente ação contra infecções fúngicas (MENEZES, 2022; UZEL et al., 2005).

CONCLUSÕES

Foram identificados quarenta e três compostos bioativos entre as amostras analisadas, que a própolis verde continha vinte e dois enquanto a geoprópolis continha vinte e um desses compostos bioativos, sendo a maior parte dele da classe dos terpenos que possui atividade antifúngica e agem como repelentes ou mesmo como tóxicos para insetos, tornando-se uma forma natural de controle de

pragas em sistemas agrícolas.

Os resultados indicam que não houve um efeito significativo entre os extratos testados. Portanto, ao considerar a utilização do extrato de própolis ou geoprópolis, é necessário levar em consideração outros fatores, tais como o preço, a disponibilidade na região e a concentração utilizada. É importante notar que houve um efeito significativo entre diferentes concentrações dentro de cada extrato, o que indica que a concentração do extrato pode desempenhar um papel importante nos resultados. Portanto, ao tomar uma decisão sobre qual extrato utilizar, é fundamental considerar todos esses fatores e realizar uma análise abrangente.

Foi observado que houve um efeito dose-dependente, ou seja, ocorreu um aumento no percentual de inibição do crescimento micelial à medida que a concentração dos extratos aumentou. O extrato de própolis controlou 100% do *C. gloeosporioides* em todas as concentrações testadas e o extrato de geoprópolis controlou 100% com 1,5% do extrato. Já o controle de 100% fungo *L. theobromae* com extrato de própolis verde foi observado a partir de 0,8% deste extrato e com geoprópolis foi necessário 5% deste extrato.

Devido cada vez mais frequente de linhagens resistentes aos antifúngicos e antibióticos disponíveis no mercado torna necessárias investigações sobre outras substâncias que atuem de maneira mais específica possível contra fungos e que não seja danoso ao ser humano e ao meio ambiente.

Desta forma, o uso de compostos à base de própolis e geoprópolis precisam ser estimulados, para tornar o uso de seus derivados mais difundido e mais fácil para uso na agricultura, especialmente pequenos produtores e sistemas de produção orgânica.

REFERÊNCIA BIBIOGRAFICA

ABU-MELLAL, A. et al. Prenylated cinnamate and stilbenes from Kangaroo Island propolis and their antioxidant activity. **Phytochemistry**, v. 77, p. 251-259, 2012.

AFROUZAN, H. et al. Chemical composition and antimicrobial activities of Iranian propolis. **Iranian biomedical journal**, v. 22, n. 1, p. 50, 2018.

ALI, A. et al. Effect of gum arabic as an edible coating on antioxidant capacity of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit during storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 76, p. 119-124, 2013.

ALVES, H. T. et al. Controle alternativo da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) em frutos de mamão 'Sunrise solo'. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 30331-30346, 2020.

ALVES, M. R.R. et al. Efeito de soluções de enxágue na remoção de resíduos de mancozeb em tomates de mesa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 1, p. 96-101, 2010.

ARAÚJO, M. J. A. M. et al. The chemical composition and pharmacological activities of geopropolis produced by *Melipona fasciculata* Smith in Northeast Brazil. **Journal of Molecular Pathophysiology**, p. 12-20, 2015

ALZA CAMACHO, W. R.; GARCÍA COLMENARES, J. M.; CHAPARRO ACUÑA, S.P. Estimación del riesgo de contaminación de fuentes hídricas de pesticidas (Mancozeb y Carbofuran) en Ventaquemada, Boyacá-Colombia. **Acta Agronómica**, v. 65, n. 4, p. 368-374, 2016.

BAKKALI, Fadil et al. Efeitos biológicos dos óleos essenciais – uma revisão. **Toxicologia alimentar e química**, v. 46, n. 2, pág. 446-475, 2008.

BANKOVA, V. et al. Antibacterial diterpenic acids from Brazilian propolis. **Zeitschrift für Naturforschung C**, v. 51, n. 5-6, p. 277-280, 1996.

BANKOVA, V.; POPOVA, M. PHCOG REV.: Review Article Propolis of Stingless Bees: a Promising Source of Biologically Active Compounds. **Pharmacognosy Reviews**, v. 1, n. 1, 2007.

BANKOVA, V.; POPOVA, M.; RUSHEVA, B. Propolis volatile compounds: chemical diversity and biological activity: a review. **Chemistry Central Journal**, v. 8, n. 1, p. 1-8, 2014.

BANKOVA, V. et al. Chemical composition of European propolis: expected and unexpected results. **Zeitschrift für Naturforschung C**, v. 57, n. 5-6, p. 530-533, 2002

BANKOVA, V. Chemical diversity of propolis and the problem of standardization. **Journal of ethnopharmacology**, v. 100, n. 1-2, p. 114-117, 2005.

Bayer Crop Science, 2014. Ficha de Dados de Segurança. Versão 2/P. Disponível em: Disponível em: http://www.bayercropscience.pt/internet/produtos/produto.asp?id_produto=114, acesso: 11 setembro de 2023.

BERRETTA, A. A. et al. Functional properties of Brazilian propolis: from chemical composition until the market. **Superfood and functional food-an overview of their processing and utilization**, v. 4, n. 1, p. 74, 2017.

BURDOCK, G. A. Review of the biological properties and toxicity of bee propolis (propolis). **Food and Chemical toxicology**, v. 36, n. 4, p. 347-363, 1998.

CAI, T. et al. L-Methionine associated with Hibiscus sabdariffa and *Boswellia serrata* extracts are not inferior to antibiotic treatment for symptoms relief in patients affected by recurrent uncomplicated urinary tract infections: Focus on antibiotic-sparing approach. **Archivio italiano di**

urologia, andrologia, v. 9, n. 2, p. 97-100, 2018.

CALVIELLO, G. et al. DNA damage and apoptosis induction by the pesticide Mancozeb in rat cells: involvement of the oxidative mechanism. **Toxicology and applied pharmacology**, v. 211, n. 2, p. 87-96, 2006.

CAMPÊLO, M. C. S. et al. Propolis and wax antimicrobial potential of different species of bees stingless. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 9, n. 4, p. 397-400, 2015.

CASTRO, M. L. et al. Identification of a bioactive compound isolated from Brazilian própolis type 6. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v. 7, p. 5332–5335, 2009

CHEN, L. et al. Determination of phenolic compounds in Chinese poplar propolis, Brazil green propolis, and poplar gum by high performance liquid chromatography-quadrupole-time-of-flight mass spectrometry and preliminary study of the identification of adulteration. **Se pu= Chinese Journal of Chromatography**, v. 37, n. 1, p. 40-45, 2019.

CHRISTOV, R. et al. Chemical composition of propolis from Canada, its antiradical activity and plant origin. **Natural product research**, v. 20, n. 06, p. 531-536, 2006.

COSTANTIN, C. R. et al. Evaluation of the antifungal activity of propolis extracts from stingless bees on phytopathogenic fungi. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 16, p. e445111638445-e445111638445, 2022.

CUSHNIE, T. P. T. et al. Aggregation of *Staphylococcus aureus* following treatment with the antibacterial flavonol galangin. **Journal of applied microbiology**, v. 103, n. 5, p. 1562-1567, 2007.

CUSHNIE, T. P. T.; LAMB, A. J. Antimicrobial activity of flavonoids. **International journal of antimicrobial agents**, v. 26, n. 5, p. 343-356, 2005.

DA CUNHA, M. C. et al. Propolis extract from different botanical sources in postharvest conservation of papaya. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 40, p. e31074-e31074, 2018.

DALMAGRO, M. et al. Teste de sinergismo da atividade antimicrobiana dos extratos de *Eugenia uniflora* e própolis por método de checkerboard. **Revista Multidisciplinar em Saúde**, p. 1-8, 2022.

DE MELO, C. N.; RODRIGUES, Y. B.; ROBLES-AZOCAR, P. A. Pd-Catalyzed aerobic oxidation of the sesquiterpene isolongifolene: A green and heterogeneous process. **Inorganica Chimica Acta**, v. 517, p. 120192, 2021.

DUTRA, R. P. et al. Phenolic acids, hydrolyzable tannins, and antioxidant activity of geopropolis from the stingless bee *Melipona fasciculata* Smith. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 62, n. 12, p. 2549-2557, 2014.

FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of United Nations. 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>. Acesso em: 29/07/2019.

FAOSTAT. Papayas: U.S. import-eligible countries; world production and exports. 2022 Acessado em 22 de março 2023, de <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>

FARIA, A. R. N. et al. A cultura do mamão. Área de Informação da Sede-Colec Criar, Plantar, ABC, 500P/500R. 2009.

FENG, W.; ZHENG, X. Essential oils to control *Alternaria alternata* *in vitro* and *in vivo*. *Food Control*, v. 18, p. 1126-1130, 2007.

FIERRO-CRUZ, J. E. et al. Fungal endophytes isolated from *Protium heptaphyllum* and *Trattinnickia rhoifolia* as antagonists of *Fusarium oxysporum*. **Revista Argentina de Microbiologia**, v. 49, n. 3, p. 255-263, 2017.

FREIRES, I. A. et al. Chemical composition and antifungal potential of Brazilian propolis against *Candida* spp. **Journal de mycologie medicale**, v. 26, n. 2, p. 122-132, 2016.

GÓMEZ-CARAVACA, A. M. et al. Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees. **Journal of pharmaceutical and biomedical analysis**, v. 41, n. 4, p. 1220-1234, 2006.

IBGE, 2021 A cessado dia 22/03/2023 <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mel-de-abelha/br>

JACOBSEN, R. H. F. et al. Cadeia produtiva da produção de suco natural na agricultura familiar: Estudo de caso suco tropical. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia/Brazilian Journal of Science of the Amazon**, v. 7, n. 2, p. 1-8, 2018.

KHANAM, Hena et al. Bioactive Benzofuran derivatives: A review. **European journal of medicinal chemistry**, v. 97, p. 483-504, 2015.

KOO, M. H; PARK, Y. K. Investigation of flavonoid aglycones in propolis collected by two different varieties of bees in the same region. **Bioscience, biotechnology, and biochemistry**, v. 61, n. 2, p. 367-369, 1997

KUHLKAMP, K. T. et al. Avaliação de doenças fúngicas na pré e pós colheita do mamoeiro, submetidas a diferentes fungicidas no controle químico. **Revista Ifes Ciência**, v. 8, n. 1, p. 01-09, 2022.

KUSTIAWAN, Paula M. et al. Propolis from the stingless bee *Trigona incisa* from East Kalimantan, Indonesia, induces *in vitro* cytotoxicity and apoptosis in cancer cell lines. **Asian Pacific Journal of Cancer Prevention**, v. 16, n. 15, p. 6581-6589, 2015.

LIBÉRIO, S.A. et al. Antimicrobial activity against oral pathogens and immunomodulatory effects and toxicity of geopropolis produced by the stingless bee *Melipona fasciculata* Smith. **BMC Complementary and Alternative Medicine (Online)**, v.11, p.108, 2011

LOPES, N. P. et al. Flavonoids and lignans from *Virola surinamensis* twigs and their *in vitro* activity against *Trypanosoma cruzi*. **Planta Medica**, v. 64, n. 07, p. 667-669, 1998

MAFRA, N. M. et al. Produtos alternativos para o manejo de doenças em frutos de mamoeiro pós-colheita/Produtos alternativos para o manejo de doenças pós- colheita em frutos de mamão. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, v. 6, n. 3, pág. 10980-10995, 2020.

MAREI, Gehan I. Kh; RASOUL, Mona A. Abdel; ABDELGALEIL, Samir AM. Comparative antifungal activities and biochemical effects of monoterpenes on plant pathogenic fungi. **Pesticide biochemistry and physiology**, v. 103, n. 1, p. 56-61, 2012.

MARGHITAS, L. A.; DEZMIREAN D.S.; BOBIS, O. Important developments in Romanian propolis research. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, 9p, 2013.

MARTINS, C. R.; LOPES, W. A.; ANDRADE, J. B. Solubilidade das substâncias orgânicas. **Química nova**, v. 36, p. 1248-1255, 2013.

MEDEIROS, T. R. DE. et al. Controle alternativo do fungo *Curvularia* sp com o uso de extratos alcoólicos. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.

MELLIYOU, E.; CHINO, I. Chemical analysis and antimicrobial activity of Greek propolis. **Planta medica**, v. 70, n. 06, p. 515-519, 2004.

MENEZES, H. Própolis: uma revisão dos recentes estudos de suas propriedades farmacológicas. **Arquivos do Instituto biológico**, v. 72, p. 405-411, 2022.

MENTEN, J. O. M. et al. Efeito de alguns fungicidas no crescimento micelial de *Macrophomina phaseolina* (Tass.) Goid. "in vitro". **Fitopatologia Brasileira**, v. 1, n. 2, p. 57-66, 1976

MINOTTO, E.; ZIPPERER, M. Avaliação *in vitro* do potencial de biodegradação de Mancozeb pelo fungo *Phanerochaete chrysosporium* em substrato para biobed. **Seminário de Iniciação Científica e Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão**, p. e22428-e22428, 2019

MIRZOEVA, O. K.; GRISHANIN, R. N.; CALDER, P. C. Antimicrobial action of propolis and some of its components: the effects on growth, membrane potential and motility of bacteria. **Microbiological research**, v. 152, n. 3, p. 239-246, 1997.

NASCIMENTO, E.A. et al. Um marcador químico de fácil detecção para a própolis de alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*). Mensagem Doce, n. 91, maio. 2007.

NETTO, M.S. B et al. Species of *Lasiodiplodia* associated with papaya stem-end rot in Brazil. **Fungal Diversity**, v. 67, p. 127-141, 2014.

OLIVEIRA, J. S. B. et al. Homeopatas de óleos essenciais sobre a germinação de esporos e indução de fitoalexinas1. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 48, p. 208-215, 2017.

OLIVEIRA, O. M. M. F. et al. Química. São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista: Núcleo de Educação a Distância, 2013. 779 p.

ORSI, R. O. et al. Susceptibility profile of *Salmonella* against the antibacterial activity of propolis produced in two regions of Brazil. **Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases**, v. 11, p. 109-116, 2005.

PACHECO, B. L.; ALVES, A.V. Metabólitos secundários de plantas. **Revista Agrotecnologia**, v. 11, n. 1, 2020.

PARK, Y. K. et al. Própolis produzida no sul do Brasil, Argentina e Uruguai: Evidências fitoquímicas de sua origem vegetal. **Ciência rural**, v. 32, p. 997-1003, 2002.

PARK, Y. K. et al. Comparison of the flavonoid aglycone contents of *Apis mellifera* propolis from various regions of Brazil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 40, n. 1, p. 97-106, 1997.

PASCOAL, A. et al. Biological activities of commercial bee pollens: Antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory. **Food and Chemical Toxicology**, v. 63, p. 233-239, 2014.

PATRICIO, E. et al. The propolis of stingless bees: terpenes from the tibia of three Frieseomelitta species. **Journal of Insect Physiology**, v. 48, n. 2, p. 249-254, 2002.

PENG, L. et al. Antifungal activity and action mode of pinocembrin from propolis against *Penicillium italicum*. **Food Science and Biotechnology**, v. 21, p. 1533-1539, 2012.

PENHA, R. L. M. P. et al. Estudo eletroanalítico de pirogalol empregando um sensor à base de carbono. 2022.

PASTANA, R. F.; VIEIRA, G. H.C.; MACHADO, P. P. Uso da própolis no controle "*in vitro*" do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* causador da antracnose em frutos de berinjela. **JOURNAL OF NEOTROPICAL AGRICULTURE**, v. 3, n. 1, p. 12-15, 2016.

PICCINELLI, A. L. et al. Cuban and Brazilian red propolis: Botanical origin and comparative analysis by high-performance liquid chromatography–photodiode array detection/electrospray ionization tandem mass spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 12, p. 6484-6491, 2011.

PIPPI, B. et al. *In vitro* evaluation of the acquisition of resistance, antifungal activity and synergism of Brazilian red propolis with antifungal drugs on *Candida* spp. **Journal of applied microbiology**, v. 118, n. 4, p. 839-850, 2015.

PORTILHO, D. R. et al. Avaliação da atividade antibacteriana e antifúngica da própolis produzida

- no estado do Tocantins. **Revista Científica ITPAC**, v. 6, p. 1-8, 2013.
- RATH, N. C. et al. Dithiocarbamate toxicity-an appraisal. **Pesticides in the modern world—effects of pesticides exposure**, v. 2011, p. 323-340, 2011.
- SALATINO, A. et al. Origin and chemical variation of Brazilian propolis. **Evidence-based complementary and alternative medicine**, v. 2, p. 33-38, 2005.
- SALGUEIRO, F. B.; CASTRO, R. N. Comparação entre a composição química e capacidade antioxidante de diferentes extratos de própolis verde. **Química Nova**, v. 39, p. 1192-1199, 2016.
- SAWAYA, A. C. H. F. et al. Comparative study of *in vitro* methods used to analyse the activity of propolis extracts with different compositions against species of *Candida*. **Letters in applied microbiology**, v. 35, n. 3, p. 203-207, 2002
- SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN, J.R.; CRUZ, M.E.S. Uso de extratos vegetais no controle de fungos fitopatogênicos. **Revista Floresta**, Curitiba, v.30, n. 1, p.129-37, 2000.
- SFORCIN, J.M. et al. Seasonal effect on Brazilian propolis antibacterial activity. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 73, n. 1-2, p. 243-249, nov. 2000.
- SFORCIN, J. M. Biological properties and therapeutic applications of propolis. **Phytotherapy research**, v. 30, n. 6, p. 894-905, 2016.
- SILVA, C. M. Sesquiterpenóides de *senecio bonariensis* hook. et arn. 2006.
- SILVA, R. H. M. et al. Atividade antinociceptiva de *Borreira verticillata* (L.) G. Mey. e modo de interação com a cicloxigenase COX-2 e receptor N-metil-D-aspartato NMDA. 2016.
- SIMÕES, L. M. C. et al. Effect of Brazilian green propolis on the production of reactive oxygen species by stimulated neutrophils. **Journal of ethnopharmacology**, v. 94, n. 1, p. 59-65, 2004.
- SIMÕES-AMBROSIO, L. M. C. et al. The role of seasonality on the inhibitory effect of Brazilian green propolis on the oxidative metabolism of neutrophils. **Fitoterapia**, v. 81, n. 8, p. 1102-1108, 2010.
- SINGH, B. et al. Influence of acidity of montmorillonite and modified montmorillonite clay minerals for the conversion of longifolene to isolongifolene. **Journal of Molecular Catalysis A: Chemical**, v. 266, n. 1-2, p. 215-220, 2007.
- SOUSA, J.P.B. et al. Perfis físico-químico e cromatográfico de amostras de própolis produzidas nas microrregiões de Franca (SP) e Passos (MG), Brasil. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 17, n. 1, p. 85-93, jan./mar. 2007
- SULTANA, B.; ANWAR, F.; ASHRAF, M. Effect of extraction solvent/technique on the antioxidant activity of selected medicinal plant extracts. **Molecules**, v. 14, n. 6, p. 2167-2180, 2009.
- TEIXEIRA, E. W. et al. Indicadores da origem botânica da própolis: importância e perspectivas. **Boletim de Indústria Animal**, v. 60, n. 1, p. 83-106, 2003.
- TORETI, V. C. et al. Recent progress of propolis for its biological and chemical compositions and its botanical origin. **Evidence-based complementary and alternative medicine**, v. 2013, 2013.
- TOSI, B. et al. Antimicrobial activity of some commercial extracts of propolis prepared with different solvents. **Phytotherapy research**, v. 10, n. 4, p. 335-336, 1996.
- TOSI, E. A. et al. Food preservative based on propolis: Bacteriostatic activity of propolis polyphenols and flavonoids upon *Escherichia coli*. **Food chemistry**, v. 104, n. 3, p. 1025-1029, 2007.

TOUZANI, S. et al. Chemical analysis and antioxidant content of various propolis samples collected from different regions and their impact on antimicrobial activities. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 11, n. 7, p. 436-442, 2018.

TRUSHEVA, B. et al. Bioactive constituents of Brazilian red propolis. **Evidence-based complementary and alternative medicine**, v. 3, p. 249-254, 2006.

UZEL, A. et al. Chemical compositions and antimicrobial activities of four different Anatolian propolis samples. **Microbiological research**, v. 160, n. 2, p. 189-195, 2005.

VAN DEN BOSCH, F. et al. The dose rate debate: does the risk of fungicide resistance increase or decrease with dose?. **Plant Pathology**, v. 60, n. 4, p. 597- 606, 2011.

VELIKOVA, M. et al. Propolis from the Mediterranean region: chemical composition and antimicrobial activity. **Zeitschrift für Naturforschung C**, v. 55, n. 9-10, p. 790-793, 2000.

VERDI, L. G.; BRIGHENTE, I. M. C.; PIZZOLATTI, M. G. Gênero Baccharis (ASTERACEAE): Aspectos químicos, econômicos e biológicos. *Quím. Nova*, v. 28, n. 1, p. 85- 94, 2005

WATANABE, M.; MATAKA, S.; THIEMANN, T. Benzothieno and benzofurano annelated estranes. **Steroids**, v. 70, n. 13, p. 856-866, 2005.

WU, Q. et al. Comparative metabolites profiling of harvested papaya (*Carica papaya* L.) peel in response to chilling stress. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 15, p. 6868-6881, 2019.

YANG, S. et al. Control of citrus green and blue molds by Chinese propolis. **Food Science and Biotechnology**, v. 19, p. 1303-1308, 2010.

ZHA

NG, H. et al. Enhanced antioxidant activity and *in vitro* release of propolis by acid-induced aggregation using heat-denatured zein and carboxymethyl chitosan. **Food Hydrocolloids**, v. 81, p. 104-112, 2018.

ARTIGO 3**UTILIZAÇÃO DOS EXTRATOS DE PRÓPOLIS E GEOPRÓPLIS NA
QUALIDADE PÓS- COLHEITA DOS FRUTOS DE MAMÃO ¹**

¹Artigo a ser ajustado para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico científico Tropical Plant Pathology, em versão na língua inglesa.

UTILIZAÇÃO DOS EXTRATOS DE PRÓPOLIS E GEOPRÓPOLIS NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DOS FRUTOS DE MAMÃO

Resumo: O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de mamão (*Carica papaya* L.) do mundo, o fruto apresenta grande importância econômica e mundial. Porém as doenças pós-colheita são um dos principais fatores, pois depreciam a qualidade e aparência dos mesmos, causando consideráveis prejuízos na fase de comercialização. Entre os principais causadores de doenças fúngicas estão o *Colletotrichum gloeosporioides* e *Lasiodiplodia theobromae* causador da antracnose e da podridão peduncular, respectivamente. O uso de controle natural surge como alternativa ao uso dos fungicidas químicos, que causam prejuízo ao meio ambiente e ao homem. Nesse sentido, o extrato de própolis e geoprópolis surge como alternativa a estes fungicidas, pois mantém a sustentabilidade dos sistemas de produção. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência dos extratos de própolis e geoprópolis no controle pós-colheita de fitopatógenos do mamão e a qualidade dos frutos pós utilização desses extratos. Foram desenvolvidos extratos hidroalcoólicos a partir de própolis verde e geoprópolis bruta oriundas de Ibertioga-MG e Cruz das Almas-Ba, respectivamente. A atividade antifúngica foi determinada pela Percentagem de Inibição do Crescimento Micelial (PICM), dos frutos de mamão. Foram feitas análises físico-químicas (perda de massa, pH, acidez, sólidos solúveis, potencial alcoólico), avaliação da podridão peduncular e germinação de conídios. A utilização do extrato de própolis verde na concentração de 0,8% foi a mais eficaz no controle dos fungos *C. gloeosporioides* e *L. theobromae*, enquanto que para o extrato de geoprópolis a concentração de 5,0% foi a mais eficaz no controle de ambos os fungos. Os tratamentos dos frutos inoculados com *C. gloeosporioides*, também apresentaram sintomas da doença podridão peduncular, levanta a possibilidade de os frutos já estarem contaminados com *L. theobromae* antes do início do experimento, causando infecções simultâneas. A inibição da germinação de esporos do fungo *C. gloeosporioides* e *L. theobromae* aumentou proporcionalmente com o aumento das concentrações. Dessa forma, os extratos de própolis e geoprópolis foram eficazes no controle *C. gloeosporioides* e do *L. theobromae* em pós-colheita. E resultados das análises dos frutos??

Palavras-chave: Antracnose, *Carica papaya* L, extrato hidroalcoólico, podridão peduncular.

USE OF PROPOLIS AND GEOPROPOLIS EXTRACTS IN THE QUALITY OF POST-HARVEST PAPAYA FRUITS

Abstract: Brazil is one of the largest producers and exporters of papaya (*Carica papaya* L.) in the world, as the fruit has great economic and global importance. However, post-harvest diseases are one of the main factors, as they depreciate their quality and appearance, causing considerable losses in the marketing phase. Among the main causes of fungal diseases are *Colletotrichum gloeosporioides* and *Lasiodiplodia theobromae*, which cause anthracnose and stem rot, respectively. The use of natural control appears as an alternative to the use of chemical fungicides, which cause harm to the environment and humans. In this sense, geopropolis propolis extract appears as an alternative to these fungicides, as it maintains the sustainability of production systems. In this sense, the objective of this work was to evaluate the efficiency of propolis and geopropolis extracts in controlling phytopathogens post-harvest in papaya and the quality of the fruits after using these extracts. Hydroalcoholic extracts were made from green propolis and raw geopropolis from Ibertioga-MG and Cruz das Almas-Ba, respectively. Antifungal activity was determined by the Percentage of Inhibition of Mycelial Growth (PICM) of papaya fruits. Physicochemical analyzes were carried out (mass loss, pH, acidity, soluble solids, alcoholic potential), evaluation of stalk rot and conidia germination. The use of green propolis extract at a concentration of 0.8% was the most effective in controlling the fungi *C. gloeosporioides* and *L. theobromae*, while for the geopropolis extract, the concentration of 5.0% was the most effective in controlling of both fungi. The treatments of fruits inoculated with *C. gloeosporioides* also showed symptoms of stem rot disease, raising the possibility that the fruits were already contaminated with *L. theobromae* before the start of the experiment, causing simultaneous infections. The inhibition of spore germination of the fungus *C. gloeosporioides* and *L. theobromae* increased proportionally with increasing concentrations. Therefore, propolis and geopropolis extracts were effective in controlling *C. gloeosporioides* and *L. theobromae* post-harvest.

Keywords: Anthracnose, *Carica papaya* L, hydroalcoholic extract, stem rot,

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de mamão (*Carica papaya* L.) do mundo (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI&FRUTI, 2021), sendo o Nordeste a maior região produtora com 55,9% e os estados da Bahia (400.438 t), Ceará (140.979 t), Rio Grande do Norte (103.431 t) os maiores produtores da região (IBGE, 2021).

O fruto apresenta grande importância econômica e nutricional, porém ocorre grande volume de perdas, pois este normalmente é acometido por diversas doenças fúngica, afetando diretamente a planta e os frutos (KUHLKAMP et al., 2022).

O mamão é uma fruta típica climatérica cuja maturação continua após a colheita (WU et al., 2019), estando submetido a várias doenças de importância econômica, dentre elas as doenças fúngicas que se destacam por causarem enormes danos à cultura (MAFRA et al., 2020), a exemplo da antracnose causada pelo *Colletotrichum gloeosporioides* e a podridão peduncular causada pelo *Lasiodiplodia theobromae*, sendo estas as doenças mais comuns nesta cultura (OLIVEIRA; SANTOS FILHO e MEISSNER FILHO, 2011).

A utilização de fungicidas sintéticos ainda é o método mais utilizado para o controle de fungos em pós-colheita (OLIVEIRA, VIANA e MARTINS, 2016; RIBEIRO, SERRA e ARAÚJO, 2016), porém o uso constante desses produtos contribui para maior resistência do patógeno (VAN DEN BOSCH et al., 2011) além de causar risco para o meio ambiente e a saúde humana (SCHWAN-ESTRADA; STANGARLIN; CRUZ, 2000).

Visando um sistema de produção sustentável, estudos tem se voltado para busca de fontes alternativas para o controle de doenças fúngicas do mamoeiro como o uso de extrato de própolis e geoprópolis (ATAÍDE et al., 2017; COSTANTIN et al., 2022; DA CUNHA et al., 2017; DE SOUZA FERREIRA et al., 2020; MINARELLI, DAIUTO, VIEITES; 2014; MOURA, JASKI, FRANZENER, 2016), pois ele inibe o crescimento de micélios, induz alterações morfológicas anormais nas hifas, causa efeitos prejudiciais sobre a germinação dos esporos fúngicos, devido à formação de um filme protetor sobre os frutos (DEZMIREAN et al., 2003).

Desta forma a própolis é a geoprópolis um produto natural com grande potencialidade de uso no controle de fungos de pós-colheita para a agricultura

(BILUCA et al., 2016; MARGHITAS et al., 2013) uma vez que utilizada de maneira correta, é reconhecida como segura para os consumidores e ao ambiente (TOSI et al., 2007; BURDOCK, 1998).

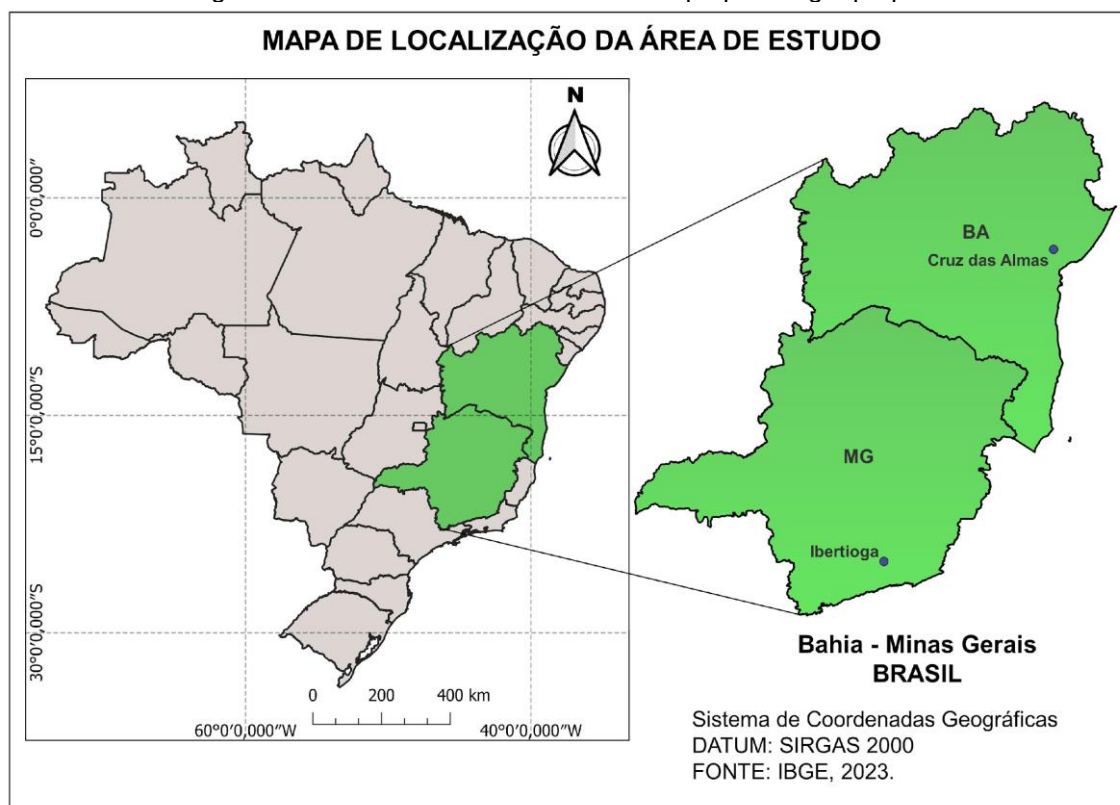
Portanto, este trabalho objetivou avaliar a eficiência dos extratos de própolis e geoprópolis no controle pós-colheita de fitopatógenos do mamão e a qualidade dos frutos pós utilização dos extratos.

MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAL DE ESTUDO

As amostras de própolis verde e geoprópolis brutas utilizadas neste estudo, foram coletadas na cidade de Ibertioga- MG ($21^{\circ} 24' 11''$ S / $43^{\circ} 57' 15''$ W) (própolis verde) e em Cruz das Almas- BA ($12^{\circ} 39' 11''$ S / $39^{\circ} 07' 19''$ W) (geoprópolis) (Figura 1) e encaminhada para o Laboratório INSECTA da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). As amostras foram armazenadas em congelador em sacos plásticos envoltos em papel alumínio, até iniciar-se a extração.

Figura 1: Área de coleta das amostras de própolis e geoprópolis.



FONTE: Elaborado pelo autor

PRODUÇÃO DOS EXTRATOS

A própolis e geoprópolis foram inicialmente trituradas e, posteriormente, uma alíquota de 1g foi colocada em um tubo do tipo Falcon, com 12,5 mL de álcool etílico a 70%; homogeneizada em agitador tipo vórtex (Loccus, 3800) e deixada em repouso por cerca de 12h. A extração foi feita em banho ultrassônico (Thorton, 345) por 60 min, seguida de centrifugação por 5 min a 3.000 rpm (800 x g) (SPLabor, 154). Após 1h, a amostra foi filtrada através do papel de filtro Whatman nº 1 e colocada em placa de Petri em um exaustor (Permutation, CEO710) por 24h (temperatura na faixa de 19 a 21°C) ou até a evaporação total do álcool etílico. O extrato seco obtido foi acondicionado em tubos do tipo Eppendorf ou falcon e congelados a -20°C (PARK et al., 1998) até o momento das análises.

OBTENÇÃO DO PATÓGENO

Foram utilizados os fungos *Colletotrichum gloeosporioides* e *Lasiodiplodia theobromae*. Os isolados desses microrganismos foram adquiridos da coleção do Laboratório de Fitopatologia, do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) Cruz das Almas – BA

EFICÁCIA DOS EXTRATOS DE PRÓPOLIS E GEOPRÓPLIS NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DOS FRUTOS DE MAMÃO.

Foram selecionados mamões sadios da variedade formosa com maturação, sem danos físicos, sem sinais ou sintomas aparentes de doenças, com estágio de maturação entre 20 e 30%. Os frutos com peso inicial entre 300-500g foram adquiridos diretamente dos produtores em feira livre do município de Cruz das Almas – BA.

Os frutos foram lavados com água e detergente, em seguida imersos em solução de hipoclorito de sódio a 2% por 5 a 10 min, lavados com água destilada para retirada de impurezas e totalmente secos ao ar. Em seguida, foram pesados em balança eletrônica e submetidos aos tratamentos pós-colheita.

Os tratamentos foram escolhidos de acordo com os resultados feito anteriormente *in vitro* (aqueles que apresentaram maiores percentagens de inibição

do fungo). Foram utilizados os tratamentos nas seguintes concentrações: extrato de própolis (0,2%; 0,5%; 0,8%) e para geoprópolis (1,0%; 3,0%; 5,0%), além dos controles positivos (fruto + fungo) e fungicida Mancozeb (Mancozeb Nortox 800 WP®). O experimento foi constituído por sete tratamento, com cinco repetição.

A eficácia dos diferentes tratamentos de controle para evitar o desenvolvimento dos fungos, foi testada adicionando os tratamentos 24 horas antes da inoculação do patógeno no fruto. Os frutos foram imersos por 5 minutos na solução de extratos de própolis e geoprópolis separadamente, nas concentrações desejadas.

Após esse período, foram acomodados sobre papel absorvente para secarem em ventilação natural por alguns minutos e, em seguida, colocados em sacolas plásticas por 24 horas. Após esse período, retirou-se os sacos e foi feita a inoculação do fungo. Foram feitos três furos em pontos equidistantes dos frutos. Utilizou-se uma ponteira autoclavada com 5 mm de diâmetro para fazer covas. Nos locais foram depositados disco de 5 mm de diâmetro das culturas de *C. gloeosporioides* e *L. theobromae*.

Em seguida, os frutos foram colocados em sacolas plásticas com um algodão umedecido, por 24 horas, com o objetivo de criar uma câmara úmida para estabelecimento do patógeno. Depois desse período, retirou-se a câmara úmida, e os frutos foram mantidos sobre a bancada em temperatura ambiente ± 25 °C, onde com o auxílio de um paquímetro digital foi avaliado a cada 24 horas o crescimento micelial das colônias do *C. gloeosporioides* e *L. theobromae* durante 5 dias. A partir dos dados de avaliação, foi determinada a porcentagem de inibição do crescimento da lesão (PICL) (MENTEN et al., 1976; CHEN et al., 2014) pela seguinte formula:

$$\text{PICM} = \frac{\text{Diâmetro da testemunha} - \text{diâmetro do tratamento}}{\text{Diâmetro da testemunha}} \times 100$$

ANÁLISES PÓS-COLHEITA DOS FRUTOS

No último dia de avaliação, foram realizadas as análises de qualidade do fruto (pH, acidez titulável, potencial alcoólico, o brix e perda de massa fresca dos frutos). A evolução da perda de massa fresca dos produtos foi quantificada em balança com precisão, determinada pela diferença obtida entre a pesagem inicial

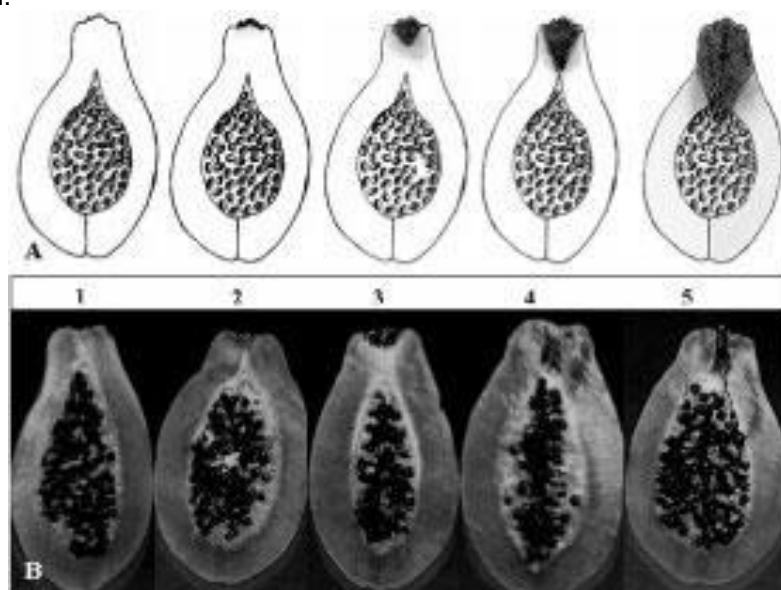
dos frutos e a pesagem final.

Os teores de Sólidos solúveis e potencial alcoólico, foram determinados por leitura direta através de um refratômetro digital da marca Instrutherm, modelo RTD-45, sendo os dos sólidos solúveis expressos em °Brix, conforme recomendações do Instituto Adolfo Lutz (1985).

A acidez titulável dos frutos foi determinada em 10 gramas de polpa triturada, que foi diluída em 100 mL de água destilada. Em seguida foi titulado com NaOH a 0,1 M a uma velocidade 5,0 mL. A avaliação foi realizada com o auxílio do peagâmetro digital, avaliações em triplicata e os resultados expressos em mg de ácido cítrico/100g (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

Foi realizada a avaliação de podridão peduncular, onde os frutos foram cortados longitudinalmente com o auxílio de uma faca, posteriormente foram atribuídas notas aos sintomas, de acordo com a escala de notas de severidade da doença (NERY-SILVA et al., 2007) (Figura 2).

FIGURA 2: Escala de notas de sintomas em frutos de mamão inoculados com agentes da podridão peduncular. Notas de 1 a 5. 2A: escala diagramática em desenho. 2B: escala diagramática em material vegetal.



Fonte: NERY-SILVA et al., 2007

Também foi realizado teste de germinação de esporos de *C. gloeosporioides* e *L. theobromae*. A esporulação foi avaliada em todos os tratamentos, por meio do preparo de uma suspensão de esporos, obtida pela adição de 10 mL de água destilada nas lesões, raspagem desta com o auxílio de uma escova de dentes esterilizada e filtração em gaze estéril. Posteriormente, uma alíquota de 10 μ L da

suspensão foi pipetada na câmara de Neubauer, na qual foi realizada a contagem de esporos totais encontrados nos 4 quadrantes.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Para a comparação das médias, foi realizado teste de agrupamentos de médias Scott Knott a 5%, utilizando o programa estatístico SISVAR versão 5.3 Build 77 (FERREIRA, 2011)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira avaliação do experimento foi realizada após 24 horas de inoculação dos fungos e a última com 120 horas, totalizando 5 dias de avaliações.

Foi testado o efeito preventivo do extrato de própolis e geoprópolis, através da concentração mínima inibitória, considerando aquele que inibisse a maior porcentagem do crescimento micelial dos fungos testados *in vivo*.

Houve significância com a utilização do extrato de própolis sobre o fungo *C. gloeosporioides* (Tabela 1).

Tabela 1: Média do efeito dos extratos de própolis e geoprópolis sobre frutos do mamão inoculado com *Colletotrichum gloeosporioides*

TRATAMENTOS	CONCENTRAÇÃO (%)	PICM
PC	0,2	60,2 b
PC	0,5	76,9 b
PC	0,8	80,2 b
GC	1,0	27,6 b
GC	3,0	50,7 b
GC	5,0	71,1a
FUNG	-	89,1 a
CC	-	98,9 b

FONTE: Elaborado pelo autor

PICM: Porcentagem de Inibição de Crescimento Micelial; PC=Própolis *Colletotrichum*; GC=Geoprópolis *Colletotrichum*; CC= Controle de Crescimento; FUNG = Fungicida.

O extrato de própolis verde demonstrou maior eficácia no controle do fungo *C. gloeosporioides* em frutos de mamão quando utilizado em uma concentração de 0,8%. Nessa concentração, foi possível obter um controle de 80,2% do crescimento micelial desse fungo. Isso indica que o extrato de própolis verde pode ser uma opção promissora para o controle desse patógeno específico em frutos de mamão, desde que utilizado na concentração correta.

Com 1% de extrato de geoprópolis, houve uma inibição de 27,6% do crescimento micelial do fungo *C. gloeosporioides*. Isso indica que mesmo em concentrações mais baixas, o extrato de geoprópolis tem algum efeito inibitório sobre esse patógeno. O uso de 5% de extrato de geoprópolis resultou em um controle significativo, com uma redução de 71,1% no crescimento micelial do fungo *C. gloeosporioides*. Isso indica que o extrato de geoprópolis tem potencial como agente antifúngico eficaz contra esse patógeno.

Nota-se que houve um aumento no percentual da inibição do crescimento micelial à medida que a concentração dos extratos aumentou (Tabela 1). Isso mostra que existe uma relação dose-dependente, indicando que as concentrações mais elevadas do extrato podem ser mais eficazes no controle dos fungos.

Considerando os valores diários de avaliações, o fungo *C. gloeosporioides* só começou a apresentar crescimento micelial após 48 horas de avaliação. O comportamento desse fungo em relação ao extrato de própolis verde pode ser um indicativo da capacidade dos extratos de própolis de atuar como agentes antifúngicos.

Esse atraso no crescimento micelial pode ser uma vantagem para os agricultores e produtores, pois pode permitir uma janela de tempo mais longa para a aplicação de tratamentos antifúngicos, como os extratos de própolis, antes que o fungo comece a se desenvolver ativamente.

Esses resultados destacam a importância de encontrar a concentração ideal do extrato de geoprópolis para equilibrar o controle eficaz do fungo com a economia de recursos e custos de produção.

No entanto, quando se trata do extrato de própolis verde em teste in vivo para o fungo *L. theobromae*, a concentração de 0,8% do extrato mostrou uma eficácia menor, controlando 46,8% do crescimento micelial desse fungo, porém sendo significativo em comparação ao controle (Tabela 2). Com base nas concentrações testadas, esse resultado indica que o extrato de própolis verde pode ter um efeito menos pronunciado no controle do *L. theobromae* em comparação com o *C. gloeosporioides* devido a sua composição química.

Para o fungo *L. theobromae*, a concentração de 1% de extrato de geoprópolis resultou em um controle de 34,8% do crescimento micelial fúngico, indicando que o extrato de geoprópolis tem algum efeito inibitório, mesmo em concentrações mais baixas. Na concentração de 5% de extrato de geoprópolis

apresentou uma eficácia de controle 43,2% de inibição do crescimento micelial (Tabela 2).

Tabela 2: Média da significância da Porcentagem de Inibição do Crescimento Micelial da utilização de própolis e geoprópolis sobre *Lasiodiplodia theobromae*

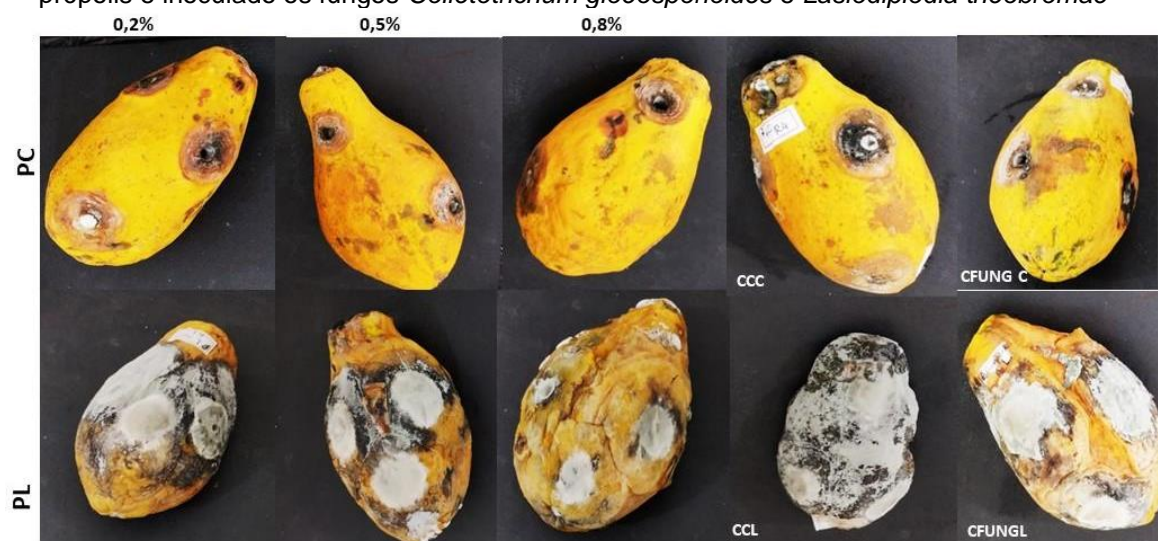
TRATAMENTOS	CONCENTRAÇÃO (%)	PICM
PL	0,2	31,4 a
PL	0,5	36,1 a
PL	0,8	46,8 a
GL	1,0	34,8 a
GL	3,0	40,3 a
GL	5,0	43,2 a
FUNG	-	32,1 a
CC	-	46,4 b

FONTE: Elaborado pelo autor

PICM: Porcentagem de Inibição de Crescimento Micelial; PL= Própolis *Lasiodiplodia*; GL=Geoprópolis *Lasiodiplodia*; CC= Controle de Crescimento; FUNG = Fungicida.

É possível observar na figura 3 que os frutos inoculados com *C. gloeosporioides* sofreram menos lesões na polpa em comparação com os frutos inoculados com *L. theobromae*, para as mesmas concentrações de extrato de própolis verde, demonstrando que ambos os fungos respondem de maneira diferente ao tratamento com esse extrato.

Figura 3: Aspectos dos frutos de mamões submetidos a diferentes tratamentos com extrato de própolis e inoculado os fungos *Colletotrichum gloeosporioides* e *Lasiodiplodia theobromae*



FONTE: Elaborado pelo autor

PC=Própolis *Colletotrichum*; CCC= Controle de Crescimento *Colletotrichum*; CFUNG C= CONTROLE Fungicida *Colletotrichum*; Própolis *Lasiodiplodia*; CCL= Controle de Crescimento *Lasiodiplodia*; CFUNG L= *Lasiodiplodia*; CALL 10%= *Lasiodiplodia*.

Essa diferença na resposta dos frutos aos dois fungos pode estar relacionada à sensibilidade específica de cada fungo ao extrato de própolis ou às características individuais dos patógenos, como seu mecanismo de infecção e desenvolvimento nas células da polpa do fruto (PINTO et al., 2011).

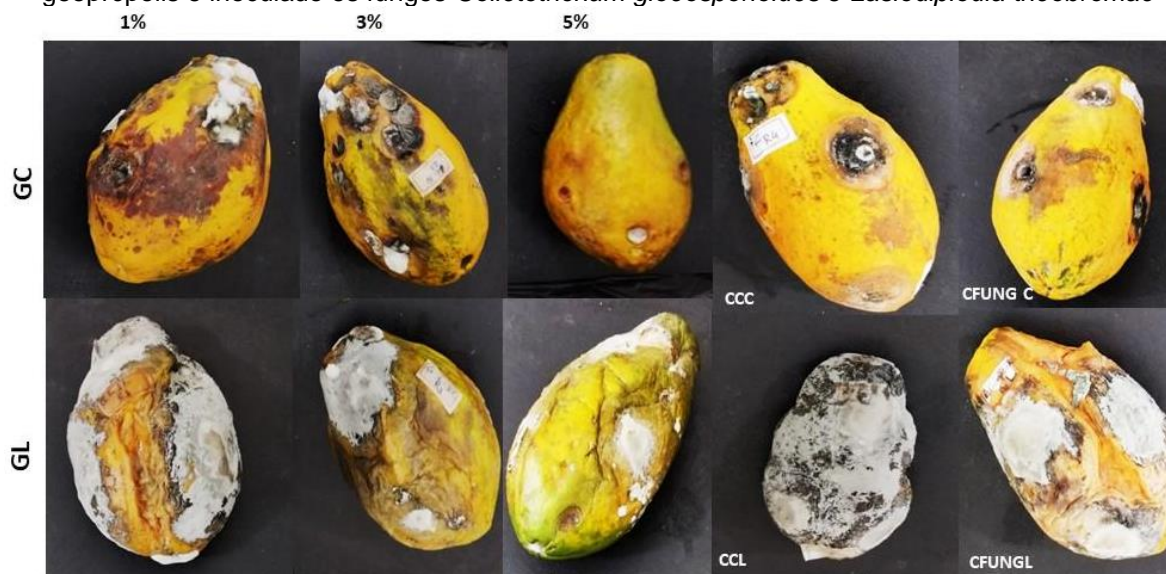
Segundo Chitarra; Chitarra, 2005, a diminuição da firmeza da polpa é decorrente do processo de amadurecimento, devido à degradação da parede celular por meio do aumento de atividade das enzimas pectinolíticas, associada a outros processos, como hidrólise de amido e perda de água, na qual esse processo pode ter sido intensificado pela maior proliferação dos fungos inoculados nestes frutos que degradaram as estruturas da parede celular.

A atividade da pectina metilesterase (PME) pode diminuir, permanecer constante ou aumentar ao longo da maturação, dependendo do tipo de fruto e do método de extração da enzima (PINTO et al., 2011). Essas alterações foram dificultadas por inibidores de PME, como sacarose, maltose e glicose, por meio de inibição não competitiva, bem como pela competição de alguns peptídeos pelos sítios de ligação de PME (ALI et al., 2004).

Com relação ao extrato de geoprópolis, os resultados indicam que este também pode ser uma opção promissora para o controle de fungos fitopatogênicos, com sua eficácia variando dependendo da espécie de fungo. Assim como no caso do extrato de própolis, é importante otimizar as concentrações e as condições de aplicação do extrato de geoprópolis para maximizar seu potencial como agente de controle de doenças fúngicas em cultivos agrícolas.

Através da figura 4 é possível observar que os frutos inoculados com *L. theobromae* estão visivelmente mais depreciados do que os inoculados com *C. gloeosporioides*, para as mesmas concentrações de extrato de geoprópolis. Isso significa com ambos os extratos testados foram mais eficientes no controle do *C. gloeosporioides* quanto a depreciação dos frutos.

Figura 4: Aspectos dos frutos de mamões submetidos a diferentes tratamentos com extrato de geoprópolis e inoculado os fungos *Colletotrichum gloeosporioides* e *Lasiodiplodia theobromae*



FONTE: Elaborado pelo autor

GC=Geoprópolis *Colletotrichum*; CCC= Controle de Crescimento *Colletotrichum*; CFUNG C= CONTROLE Fungicida *Colletotrichum*; GL= Geoprópolis *Lasiodiplodia*; CCL= Controle de Crescimento *Lasiodiplodia*; CFUNG L= *Lasiodiplodia*; CALL 10%= *Lasiodiplodia*.

fungicida do grupo químico alquilenobis (ditiocarbamato) com ingrediente ativo Mancozebe.

O tratamento controle com o fungicida teve um efeito menos pronunciado na inibição do crescimento micelial do *L. theobromae* (32,1%) em comparação com o *C. gloeosporioides* (89,2%), demonstrando ser eficaz no controle do crescimento micelial deste (Tabela1 e 2).

Essas descobertas ressaltam a importância de selecionar tratamentos adequados para o controle de doenças fúngicas, considerando a especificidade do patógeno em questão. Embora os fungicidas do grupo químico alquilenobis (ditiocarbamato) com ingrediente ativo Mancozebe, tenha sido eficaz no controle do *C. gloeosporioides*, ele pode não ser a melhor escolha para o controle do *L. theobromae*. Portanto, é fundamental adaptar as estratégias de manejo de doenças com base na natureza dos patógenos envolvidos, nas condições específicas de cultivo e que seja menos danoso ao homem e ao meio ambiente.

As diferenças nos resultados entre os microrganismos e extratos são muito pertinentes, uma vez que a eficácia dos tratamentos antifúngicos pode variar significativamente dependendo do patógeno específico, pois os diferentes fungos podem ter diferentes sensibilidades a agentes antifúngicos (MENEZES, 2022; UZEL et al., 2005).

Tanto a própolis quanto a geoprópolis são substâncias naturais produzidas por abelhas a partir de resinas de plantas, mas a composição química pode variar dependendo da região geográfica, da época de coleta e das espécies de plantas das quais as abelhas obtêm as resinas (KOO; PARK, 1997; NASCIMENTO et al., 2007; SFORCIN et al., 2000).

Sabe-se que as substâncias presentes na própolis e geoprópolis possui uma complexa composição química que tem como um fator a sazonalidade, pois seus compostos dependem do local de origem, da espécie vegetal na qual a abelha coletou a resina, da época do ano em que é colhida e da espécie da abelha (MARCUCCI, 1995), que as tornam com uma composição química muito variável, sendo rica em terpenóides, derivados de ácidos orgânicos e flavonoides (SALOMÃO et al., 2008).

As variações apresentadas são responsáveis pelas diferenças nas atividades antimicrobianas observadas nos estudos com essa substância (FERNANDES JÚNIOR et al., 2006; GONZALEZ et al., 2006).

PODRIDÃO PEDUNCULAR

A análise de variância para os sintomas de podridão peduncular indicou que não houve efeito significativo para a interação extratos e as diferentes concentrações (Tabela 3).

Tabela 3: Avaliação da podridão peduncular dos frutos de mamão com a utilização de própolis e geoprópolis.

TRATAMENTOS	CONCENTRAÇÃO (%)	PICM
PL	0,2	2,4 a
PL	0,5	2,4 a
PL	0,8	2,0 a
GL	1,0	2,4 a
GL	3,0	2,6 a
GL	5,0	3,0 a
FUNG	-	2,2 a
CC	-	3,6 a

FONTE: Elaborado pelo autor

PICM: Porcentagem de Inibição de Crescimento Micelial; PL=Própolis *Lasiodiplodia*; GL=Geoprópolis *Lasiodiplodia*; CC= Controle de Crescimento; FUNG = Fungicida

Apesar dos tratamentos terem sido inoculados com *C. gloeosporioides*, os frutos também apresentaram sintomas da doença podridão peduncular, que é causada por *L. theobromae*. Isso levanta a possibilidade de os frutos já estarem contaminados com *L. theobromae* antes do início do experimento, causando infecções simultâneas.

O início dos sintomas da doença é caracterizado pela formação de lesões úmidas na superfície dos frutos que provavelmente são áreas afetadas onde a integridade da pele do fruto foi comprometida, permitindo a entrada de patógenos e com o tempo, essas lesões úmidas evoluem e desenvolvem uma coloração marrom, o que pode indicar a proliferação de microrganismos patogênicos que causam a degradação da matéria vegetal no interior do fruto e à medida que a doença progride, as lesões marrom-escuras se expandem e podem se fundir, levando à podridão completa dos frutos afetados, resultando em frutos não comestíveis e descartados (PEREIRA, SILVA e RIBEIRO, 2006).

A avaliação dos sintomas da doença, como descrito, é importante para entender a severidade da infecção e tomar medidas adequadas de controle, como a aplicação de fungicidas ou outras práticas de manejo fitossanitário (LIBERATO e TATAGIBA, 2001).

GERMINAÇÃO DE CONÍDIOS de *C. gloeosporioides* e *L. theobromae*

Ao avaliar a inibição de conídios, foi possível observar significância entre os tratamentos, ou seja, os extratos testados têm efeito na inibição de esporulação dos fungos *C. gloeosporioides* e *L. theobromae*.

O percentual de germinação de esporos de *C. gloeosporioides* foi menor em comparação com a germinação dos tratamentos de *L. theobromae* quando expostos a diferentes fontes e concentrações dos extratos de própolis. Isso indica que os extratos de própolis têm um efeito mais inibitório sobre a germinação de esporos de *C. gloeosporioides* do que sobre *L. theobromae* (Tabela 4).

Com o aumento da concentração dos extratos de própolis verde, houve uma redução linear na porcentagem de germinação de conídios de ambos os fungos. Para a maior concentração de própolis verde (0,8%), a média de esporos germinados para *C. gloeosporioides* foi de 130,3 enquanto para *L. theobromae*, a média foi de 218,3.

Tabela 4: Efeito dos extratos de própolis verde e geoprópolis na esporulação de *Colletotrichum gloeosporioides* e *Lasiodiplodia theobromae*

TRATAMENTOS	CONCENTRAÇÃO (%)	GERMINAÇÃO DE CONÍDIOS	
		<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>
Própolis	0,2	185,0 b	289,4 a
Própolis	0,5	148,0 a	256,2 a
Própolis	0,8	130,3 a	218,3 a
Geoprópolis	1,0	199,0 b	251,0 a
Geoprópolis	3,0	195,0 b	230,0 a
Geoprópolis	5,0	119,0 a	467,0 a
Fungicida	-	91,3 a	282,0 a
Cont. Cresc.	-	245,9 b	464,0 a

FONTE: Elaborado pelo autor

CONT.CRESC = Controle de Crescimento.

Para a maior concentração de extrato de geoprópolis (5,0%), a média para *C. gloeosporioides* foi de 119, e para *L. theobromae*, a média foi de 467,0.

Os resultados demonstram que os extratos testados, especialmente o extrato de própolis verde, têm a capacidade de reduzir significativamente a germinação de esporos de *C. gloeosporioides* e *L. theobromae*, tendo uma inibição mais pronunciada em concentrações mais elevadas de extratos de própolis. Esses resultados indicam o potencial dos extratos de própolis como agentes inibidores do desenvolvimento de esporos desses fungos fitopatogênicos.

Os fungos produzem estruturas reprodutivas, chamadas de conídios, que são responsáveis pela disseminação e infecção das plantas (MAIA et al., 2011). A infecção pode começar em várias etapas do processo pós-colheita, incluindo a linha de seleção, durante o armazenamento em temperatura ambiente e até mesmo em câmaras frigoríficas sendo crucial em produtos perecíveis, como frutas e vegetais, sendo necessário de medidas de controle eficazes em todas essas fases (SILVA e SOARES, 2001).

Existem diversas possíveis fontes de contaminação que incluem inóculos fúngicos que podem estar presentes nas superfícies das instalações de armazenamento, nas embalagens usadas para armazenamento e no próprio ar atmosférico (SAHITYA et al., 2014). Essas vias de contaminação destacam a necessidade de medidas de higiene, desinfecção e controle de ambiente para reduzir a exposição dos produtos a inóculos fúngicos (MAIA et al., 2011).

Controlar a infecção por fungos em produtos pós-colheita é fundamental para

preservar a qualidade dos produtos agrícolas, evitar perdas e garantir a segurança alimentar (SANTOS et al., 2021). Portanto, é necessário adotar práticas de manejo adequadas ao longo de toda a cadeia de produção, do campo ao consumidor final, para minimizar a contaminação por fungos e manter a integridade dos produtos.

ANÁLISES DE QUALIDADE PÓS-COLHEITA DOS FRUTOS

PERDA DE MASSA

Os resultados indicam que os tratamentos tiveram um efeito não significativo na perda de massa do mamão para ambos os fungos e extratos testados. Porém, houve uma perda de massa entre os tratamentos, na qual os inoculados com *L. theobromae* resultaram em uma maior perda de massa em comparação com os tratamentos inoculados com *C. gloeosporioides*, independentemente do tipo de extrato testado (Tabelas 5).

Tabela 5: Avaliação da perda de massa de frutos de mamão com a utilização de própolis e geoprópolis sobre *Colletotrichum gloeosporioides* e *Lasiodiplodia theobromae*

TRATAMENTOS	CONCENTRAÇÃO (%)	PERDA DE MASSA (g)	
		<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>
Própolis	0,2	64,77 a	89,70 a
Própolis	0,5	67,57 a	92,47 a
Própolis	0,8	57,76 a	89,90 a
Geoprópolis	1,0	62,70 a	99,25 a
Geoprópolis	3,0	60,94 a	89,65 a
Geoprópolis	5,0	74,58 a	93,10 a
Fungicida	-	47,11 a	94,46 a
Cont. Cresc.	-	75,11 a	119,02 a

FONTE: Elaborado pelo autor

CONT.CRESC = Controle de Crescimento.

Essas diferenças entre os resultados podem estar relacionadas às características específicas dos fungos, como sua capacidade de decompor a polpa do fruto e a produção de enzimas de degradação (AGUIRRE et al., 2006). A eficácia dos tratamentos com extratos de própolis e geoprópolis na redução da perda de peso pode estar relacionada à capacidade desses extratos de inibir o crescimento fúngico e a deterioração dos frutos (MENEZES, 2022; UZEL et al., 2005).

A perda de massa em frutos armazenados ocorre devido à água perdida por transpiração causada pela diferença de pressão de vapor entre o ar no ambiente e

o fruto e por processos metabólicos de respiração (SOUSA et al., 2000). No mamão, a principal via para perda de peso é através da casca, devido à ruptura do látex, causando declínio da integridade da casca devido ao amadurecimento dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Geralmente, uma perda de peso de 10% torna uma fruta imprópria para consumo (KADER, 2002).

Partindo do pressuposto que, na grande maioria das vezes a comercialização dos frutos é feito através do peso, desta forma quanto menor a perda de massa, maior será o lucro.

Os revestimentos de extrato de própolis e geoprópolis contribuem nas propriedades de permeabilidade às trocas gasosas e ao vapor d'água, sendo a perda de massa diretamente relacionada à taxa de respiração e transpiração do produto fresco. Os revestimentos formam sobre o fruto, portanto, uma camada fina superficial, a qual interfere sobre os mecanismos respiratórios e difusivos (ALI et al., 2011; KADER e SALTVEIT, 2003).

A temperatura e a umidade relativa do ar são fatores que influenciam significativamente a qualidade do mamão, bem como de muitas outras frutas e produtos agrícolas e para preservar a qualidade pós-colheita deste fruto, é fundamental controlar cuidadosamente esses fatores ambientais, por meio de armazenamento em condições controladas, como câmaras frias, onde a temperatura e a umidade relativa são mantidas em níveis ideais, além do uso de embalagens adequadas e a aplicação de tratamentos pós-colheita, como revestimentos comestíveis, também podem ajudar a minimizar a perda de água e a deterioração dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005; LEE et al., 1996).

Essas observações destacam a importância de entender as diferenças entre patógenos e seus efeitos específicos nas culturas, bem como a eficácia de tratamentos alternativos, como os extratos de própolis e geoprópolis (MARGHITAS et al., 2013), no controle de doenças pós-colheita e na conservação de frutas, podendo ter implicações significativas para a indústria de frutas e a qualidade dos produtos agrícolas disponíveis no mercado (KUHLCAMP et al., 2022).

POTENCIAL HIDROGENIÔNICO – pH

O pH é importante para as determinações de deterioração do alimento com o crescimento de microrganismos, atividade das enzimas, retenção de sabor e odor

de frutas, e expressa a intensidade da condição ácida ou básica de um meio qualquer, cuja determinação é feita com a utilização de um potenciômetro e elétrodos (ASSAD et al. 2010).

Os valores médios de pH dos frutos de mamão variaram significativamente de acordo com o tipo de fungo inoculado. Para os frutos dos tratamentos que foram inoculados com *C. gloeosporioides*, os valores médios de pH ficaram na faixa de 5,9 a 6,3. Por outro lado, os frutos inoculados com *L. theobromae* apresentaram valores médios de pH variando entre 4,4 e 5,9 (Tabelas 6). Essa diferença aplica-se independentemente do tipo de extrato testado e indica que os fungos têm um impacto distinto nos níveis de acidez dos frutos de mamão.

Tabela 6: Avaliação do pH de frutos de mamão com a utilização de própolis e geoprópolis sobre *Colletotrichum gloeosporioides* e *Lasiodiplodia theobromae*

TRATAMENTOS	CONCENTRAÇÃO (%)	POTENCIAL HIDROGENIÔNICO – pH	
		<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>
Própolis	0,2	6,3 c	4,7 a
Própolis	0,5	6,2 c	4,4 a
Própolis	0,8	6,2 c	4,6 a
Geoprópolis	1,0	6,3 c	4,9 a
Geoprópolis	3,0	6,3 c	4,7 a
Geoprópolis	5,0	5,9 b	4,9 a
Fungicida	-	4,4 a	5,9 b
Cont. Cresc.	-	5,6 b	4,6 a

FONTE: Elaborado pelo autor

CONT.CRESC = Controle de Crescimento.

A variação nos valores de pH dentro de cada grupo de fungos (*C. gloeosporioides* e *L. theobromae*) é relevante, pois a faixa de valores de pH indica que alguns frutos podem ser mais ácidos do que outros dentro desse grupo.

Esses resultados indicam que o tipo de fungo inoculado desempenha um papel importante na determinação dos valores de pH dos frutos de mamão, o que, por sua vez, pode afetar a qualidade e o sabor dos frutos (DIAS et al., 2015). A compreensão dessas variações de pH é crucial para avaliar o impacto dos fungos no processo de amadurecimento e na qualidade geral dos frutos de mamão (BATISTA et al., 2017).

As variações no pH podem ter implicações na qualidade e na palatabilidade dos frutos de mamão, pois um pH mais baixo (mais ácido) pode dar aos frutos um sabor mais ácido ou azedo, enquanto um pH mais alto (mais alcalino) pode torná-

los mais suaves (RAGAZZON et al., 2023). A preferência de sabor dos consumidores pode variar, portanto, essas diferenças de pH podem ser relevantes para a aceitação dos frutos.

O pH do mamão é geralmente superior a 5, devido ao baixo teor de ácidos orgânicos presentes na polpa do fruto (FAGUNDES e YAMANISHI, 2001). As variações de pH estariam atribuídas à degradação inicial e à liberação de ácidos orgânicos com diferentes potenciais de dissociação iônica, sendo que o menor valor de pH estará associado a um nível mais avançado de maturação (PIMENTEL et al. 2011).

ACIDEZ TITULÁVEL (AT)

Os resultados apresentados indicam que houve uma diferença significativa nos valores médios de acidez total titulável entre os frutos inoculados com *C. gloeosporioides*. Para estes frutos, os valores médios de acidez total titulável variaram entre 0,7 a 1,7 de ácido cítrico. Isso indica uma faixa relativamente estreita de valores de acidez (Tabelas 7).

Tabela 7: Avaliação da acidez de frutos de mamão com a utilização de própolis e geoprópolis sobre *Colletotrichum gloeosporioides* e *Lasiodiplodia theobromae*

TRATAMENTOS	CONCENTRAÇÃO (%)	ACIDEZ TITULÁVEL (AT)	
		<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>
Própolis	0,2	0,7 a	5,2 a
Própolis	0,5	0,8 a	5,3 a
Própolis	0,8	0,8 a	4,5 a
Geoprópolis	1,0	0,8 a	4,8 a
Geoprópolis	3,0	0,8 a	4,5 a
Geoprópolis	5,0	1,6 b	5,4 a
Fungicida	-	0,9 a	5,6 a
Cont. Cresc.	-	1,7 b	4,7 a

FONTE: Elaborado pelo autor

CONT.CRESC = Controle de Crescimento.

Por outro lado, não houve diferença significativa entre os valores para os frutos inoculados com *L. theobromae* (Tabela 7). Os valores médios variaram de 4,5 a 5,6 de ácido cítrico, indicando uma acidez muito mais elevada em comparação com os frutos inoculados com *C. gloeosporioides*. Essa diferença indica que esses fungos têm impactos distintos na acidez dos frutos de mamão.

A acidez é um dos atributos sensoriais mais importantes dos frutos, pois afeta o sabor e a percepção geral (DIAS et al., 2015). Valores mais altos de acidez podem resultar em um sabor mais ácido ou azedo, enquanto valores mais baixos de acidez podem tornar os frutos mais suaves, influenciado diretamente na aceitabilidade do fruto pelos consumidores (ALVES et al., 2020).

A redução da acidez de frutas diminui à medida que elas amadurecem, porque o processo de maturação está associado à redução do metabolismo respiratório das frutas (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2006). Com a diminuição da atividade respiratória, há uma redução na produção de ácidos orgânicos, como o ácido cítrico e o ácido málico, que são comuns em muitas frutas. Isso resulta em uma redução geral da acidez percebida nas frutas maduras (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

No entanto, há casos em que a acidez pode aumentar durante o amadurecimento ou em circunstâncias específicas, e isso pode estar relacionado ao aumento da liberação de ácidos galacturônicos, que, quando associados à redução do metabolismo respiratório, levam a uma redução do consumo dos ácidos orgânicos, ou seja, mesmo que os ácidos orgânicos estejam sendo produzidos em menor quantidade, a sua degradação também diminui, o que pode levar ao aumento da concentração desses ácidos (BONNIN et al., 2014; PEGO et al., 2015).

É comum que, após a colheita, o conteúdo de ácidos orgânicos nos frutos diminua, porque os ácidos orgânicos são utilizados como substrato no processo respiratório dos frutos e na síntese de novos compostos à medida que amadurecem (BONNIN et al., 2014). O processo de maturação envolve a conversão de ácidos orgânicos em outros compostos, como açúcares e aromas, contribuindo para mudanças nas características sensoriais dos frutos (SÓLON et al., 2005).

Em comparação com outras frutas tropicais, os frutos de mamoeiro são conhecidos por apresentar um conteúdo de ácidos orgânicos relativamente baixo (PINTO et al., 2011). Isso pode ser um desafio no processamento dos frutos, especialmente quando se considera a conservação e a segurança alimentar, uma vez que a baixa acidez e o pH elevado podem favorecer o desenvolvimento de microrganismos indesejados e a atividade enzimática prejudicial (LIMA et al., 2009).

SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS - SST

A tabela 8 apresentam os resultados da análise do teor de sólidos solúveis (SS), expressos em °Brix. Os resultados da análise indicam que não houve diferenças significativas entre os tratamentos e os controles.

Porém quando comparados as medias, os tratamentos inoculados com *L. theobromae* apresentaram menor quantidade no teor de sólidos solúveis em comparação com os tratamentos inoculados com *C. gloeosporioides*. Essa diferença pode não ter sido grande o suficiente para ser considerada estatisticamente significativa no contexto geral da análise.

Tabela 8: Avaliação do teor de sólidos solúveis (°Brix) dos frutos de mamão com a utilização de própolis e geoprópolis sobre *Colletotrichum gloeosporioides* e *Lasiodiplodia theobromae*

TRATAMENTOS	CONCENTRAÇÃO (%)	SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS - SST	
		<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>
Própolis	0,2	9,4 a	7,0 a
Própolis	0,5	9,7 a	6,9 a
Própolis	0,8	9,7 a	6,4 a
Geoprópolis	1,0	9,0 a	9,2 a
Geoprópolis	3,0	8,9 a	7,2 a
Geoprópolis	5,0	9,1 a	7,6 a
Fungicida	-	11,9 a	6,4 a
Cont. Cresc.	-	9,7 a	4,7 a

FONTE: Elaborado pelo autor

CONT.CRESC = Controle de Crescimento.

Os resultados indicam que embora não tenham sido encontradas diferenças significativas entre todos os tratamentos com relação aos extratos testados, houve uma diferença entre os tratamentos com *L. theobromae* mostrando uma tendência de reduzir mais os sólidos solúveis em comparação com *C. gloeosporioides* (Tabela 13).

Os sólidos solúveis são compostos, principalmente por açúcares, que estão dissolvidos em um solvente, presentes em frutos. No geral, quando os frutos perdem água ao longo do armazenamento, seria esperado um aumento nos teores de sólidos solúveis, pois a concentração de substâncias dissolvidas, como açúcares, aumentaria à medida que a água é reduzida (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O teor de açúcares do mamão não passa por grandes variações durante o

período de amadurecimento devido ao baixo acúmulo de amido (<1%) no fruto durante seu desenvolvimento, o que justifica a pouca variação de SST ao longo do tempo (GOMÉS; LAJOLO; CORDENUNSI, 2002). No início do desenvolvimento dos frutos de mamoeiro, a glicose é o açúcar predominante, já, em estágios mais avançados, a sacarose torna-se o açúcar encontrado em maior concentração, atingindo níveis mais elevados que a frutose e a glicose (KADER, 2002).

CONCLUSÃO

A utilização do extrato de própolis verde na concentração de 0,8% foi a mais eficaz no controle dos fungos *C. gloeosporioides* e *L. theobromae*, enquanto para o extrato de geoprópolis a concentração de 5,0% foi a mais eficaz no controle de ambos os fungos. Isso indica que o extrato de própolis verde e geoprópolis possui propriedades antifúngicas suficientes para inibir o crescimento desses fungos.

Os extratos de própolis verde e geoprópolis não apenas mostraram eficácia no controle dos fungos *C. gloeosporioides* e *L. theobromae*, mas também tiveram impacto nos parâmetros físico-químicos (perda de massa, pH, acidez, sólidos solúveis) dos frutos do mamão, resultando na melhoria da qualidade destes frutos e na sua capacidade de permanecerem frescos e atraentes por mais tempo, o que é vantajoso para os produtores quanto para consumidores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, O. M. M. et al. Cambios en la actividad de a-amilasa, pectinmetilesterasa y poligalacturonasa durante la maduración del maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener). **Interciencia**, v. 31, n. 10, p. 728-733, 2006.

ALI, A. et al. Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage. **Food Chemistry**, Reading, v. 124, n. 2, p. 620–626, 2011.

ALI, Z. M.; CHIN, L.; LAZAN, H. A comparative study on wall degrading enzymes, pectin modifications and softening during ripening of selected tropical fruits. **Plant Science**, Limerick, v. 167, n. 2, p. 317-327, 2004.

ALVES, H. T. et al. Controle alternativo da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) em frutos de mamão 'Sunrise solo'. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 30331-30346, 2020.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI & FRUTI. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2021. 55p. Disponível: https://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wpcontent/uploads/2021/04/HORTIFRUT_I_2021.pdf.

Acesso em: 20 de julho 2023

ASSAD, A. M. E. I. et al. Determinação do pH, capacidade de tamponamento, carboidratos totais e sacarose em sucos de fruta industrializados "zero açúcar" e light. **RSBO (Online)**, v. 7, n. 3, p. 281-286, 2010.

ATAÍDE, Elma Machado et al. Cera de carnaúba e própolis na conservação pós-colheita de frutos de juazeiro em condição refrigerada. **Agrarian Academy, Centro Científico Conhecer-Goiânia**, v. 4, n. 8, p. 2017, 2017.

BATISTA, A. A. et al. Qualidade dos frutos de mamoeiro produzidos com esgoto doméstico tratado1. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, p. 70-80, 2017.

BENEVIDES, M. S. L. et al. Potencial da utilização de frutas típicas do semiárido potiguar como fonte de substrato na fermentação alcoólica. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 49-54, 2015.

BONNIN, E.; GARNIER, C.; RALET, M. C. *Pectinmodifying enzymes* and pectin-derived materials: applications and impacts. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Berlin, v. 98, n. 2, p. 519-532, 2014.

BURDOCK, G. A. Review of the biological properties and toxicity of bee propolis. **Food and Chemical Toxicology**, v. 36, n. 124, p. 347-363, 1998.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2.ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, p. 785, 2005.

COSTANTIN, C. R. et al. Evaluation of the antifungal activity of propolis extracts from stingless bees on phytopathogenic fungi. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 16, p. e445111638445-e445111638445, 2022.

DA CUNHA, Mariana Crivelari et al. Extrato de própolis na conservação pós-colheita de maracujá-amarelo. **Interciencia**, v. 42, n. 5, p. 320-323, 2017.

DE GÓES-FAVONI, S. P. et al. Fermentação alcoólica na produção de etanol e os fatores determinantes do rendimento. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 9, n. 4, p. 285-296, 2018.

DE SOUZA FERREIRA, T. P. et al. Control of papaya fruits anthracnose by essential oils of medicinal plants associated to different coatings. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 14, n. 6, p. 239-246, 2020.

DEZMIREAN, D.; MARGHITAS, L. A.; PAMFIL, D. C. Influência do mel e própolis sobre micropropagação de efeito estufa cravo. **Boletim de USAMV**, v.59, p.244 - 250, 2003.

DIAS, M. A. et al. Qualidade e compostos fenólicos em sementes de mamão alterados pela colheita e maturação dos frutos. **Ciência Rural**, v. 45, p. 737-743, 2015.

FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K Características físicas e químicas dos frutos de mamoeiro do grupo 'Solo' comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília-DF. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, v. 3, pág. 541-545, 2001.

FERNANDES JÚNIOR, A. et al. Antimicrobial activity of *Apis mellifera* propolis from three regions of Brazil. *Ciência Rural*, v. 36, n. 1, p.294-297, 2006.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v.35, p.1039- 1042, 2011.

GÓMEZ, M.; LAJOLO, F.; CORDENUNSI, B. Evolution of solubles sugars during ripening of

papaya fruit and its relation to sweet tast. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 67, n. 1, p. 442–447, 2002.

GONSALEZ, G. Z. et al. Antibacterial activity of propolis collected in different regions of Brazil. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, São Paulo-SP, v. 12, n. 2, p.276-284, 2006.

IBGE, 2021 A cessado dia 22/03/2023 <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mel-de-abelha/br>

LUTZ, A. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, v. 2, 1985.

KADER, A. A. Postharvest technology of horticultural crops. 3. ed. California: University of California, p. 535, 2002.

KADER, A.A.; SALTVEIT, M.E. Atmosphere modification. In: BARTZ, J.A.; BRECHT, J.K. (Ed.). *Postharvest physiology and pathology of vegetables*. New York: Marcel Dekker, 2003. p. 229–246.

KOO, M. H; PARK, Y. K. Investigation of flavonoid aglycones in propolis collected by two different varieties of bees in the same region. **Bioscience, biotechnology, and biochemistry**, v. 61, n. 2, p. 367-369, 1997

KUHLKAMP, K. T. et al. Avaliação de doenças fúngicas na pré e pós colheita do mamoeiro, submetidas a diferentes fungicidas no controle químico. **Revista Ifes Ciência**, v. 8, n. 1, p. 01-09, 2022.

MAMOEIRO, SUBMETIDAS A DIFERENTES FUNGICIDAS NO CONTROLE QUÍMICO. **Revista Ifes Ciência**, v. 8, n. 1, p. 01-09, 2022.

LEE, L. et al. A review on modified atmosphere packaging and preservation of fresh fruits and vegetables. *Physiological basis and practical aspects. Packaging Technology and Science*, London, v. 9, n. 6, p. 315–331, 1996.

LIBERATO, J. R.; TATAGIBA, J. S. Avaliação de fungicidas in vitro e em pós-colheita para o controle da antracnose e da podridão peduncular em frutos de mamão. **Summa phytopatológica**, v. 27, n. 4, p. 409-414, 2001.

LIMA, L. M. et al. Qualidade pós-colheita do mamão formosa'Tainung 01' comercializados em diferentes estabelecimentos no Município de Mossoró-RN. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 902-906, 2009.

LIMA, U. A. et al. *Biotecnologia Industrial* 1.ed. Processos fermentados e enzimáticos. São Paulo: Blucher, 2001, v. 3, 593 p

MAIA, F. G. M. et al. Efeito da temperatura no crescimento micelial, produção e germinação de conídios de *Colletotrichum* spp. isolados de mangueira com sintomas de antracnose. **Bioscience Journal (Online)**, p. 205-210, 2011.

MARCUCCI, M. C. Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity. **Apidologie**, Paris, v. 26, n. 2, p. 83–99, 1995.

MARGHITAS, L. A. et al. Important developments in Romanian propolis research. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, 9p, 2013.

MENEZES, H. Própolis: uma revisão dos recentes estudos de suas propriedades farmacológicas. **Arquivos do Instituto biológico**, v. 72, p. 405-411, 2022.

MINARELLI, Philipp Herbst; DAIUTO, Érica Regina; VIEITES, Rogério Lopes. Pós-colheita de frutos de morangueiro submetidos a aplicação de hidroxietilcelulose e própolis aquoso. **Revista**

Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, p. 69-76, 2014.

MOURA, Gabriela Silva; JASKI, Jonas Marcelo; FRANZENER, Gilmar. Potencial de extratos etanólicos de própolis e extratos aquosos de plantas espontâneas no controle de doenças pós-colheita do morango. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 11, n. 5, p. 57-63, 2016.

NASCIMENTO, E. A. et al. Um marcador químico de fácil detecção para a própolis de alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*). **Mensagem Doce**, n. 91, maio. 2007.

NERY-SILVA, F. A. et al. Metodologia de inoculação de fungos causadores da podridão peduncular em mamão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1374-1379, 2007

OLIVEIRA JUNIOR, L. F. G.; COELHO, E. M.; COELHO, F. C. Caracterização pós-colheita de mamão armazenado em atmosfera modificada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 660-664, 2006.

OLIVEIRA, AAR; SANTOS FILHO, H. P.; MEISSNER FILHO, P. E. Manejo de doenças do mamoeiro. 2011.

OLIVEIRA, E. S.; VIANA, F. M. P.; MARTINS, M. V. V. Alternativas a fungicidas sintéticos no controle da antracnose da banana. **Summa Phytopathologica**, v. 42, p. 340-350, 2016.

PEGO, et al. Conservação pós-colheita de mamão 'Sunrise Solo' com revestimento comestível a base de fécula de mandioca. **Enciclopédia biosfera**, v.11 n.21, 2015.

PEREIRA, A. L.; SILVA, G. S.; RIBEIRO, V. Q. Caracterização fisiológica, cultural e patogênica de diferentes isolados de *Lasiodiplodia theobromae*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, p. 572-578, 2006

PIMENTEL, et al. Estudo da conservação de mamão Havaí utilizando películas comestíveis a diferentes temperaturas. **Scientia Plena**, vol. 7, n. 10, p. 1-6, 2011.

PINTO, et al. Atividade da pectina metilesterase e da β -galactosidase durante o amadurecimento do mamão cv. Golden. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 713-722, 2011.

RAGAZZON, D. et al. Conservação de mamão Formosa minimamente processado com uso de ácido cítrico. **Revista Faz Ciência**, v. 25, n. 42

RIBEIRO, J. G.; SERRA, I. M. R. S.; ARAÚJO, M. U. P. Uso de produtos naturais no controle de antracnose causado por *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Summa Phytopathologica**, v. 42, p. 160-164, 2016.

SAHITYA, L. et al. Anthracnose, a prevalent disease in *Capsicum*. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, v.5, n.3, p.1583-1605, 2014.

SALOMAO, K. et al. Brazilian propolis: correlation between chemical composition and antimicrobial activity. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 5, p. 317-324, 2008.

SANTOS, L. A. L. et al. Biocontrole da antracnose em frutos de mamoeiro por bactérias epifíticas formadoras de biofilme. **Summa Phytopathologica**, v. 47, p. 45-53, 2021.

SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN, J.R.; CRUZ, M.E.S. Uso de extratos vegetais no controle de fungos fitopatogênicos. **Revista Floresta**, Curitiba, v.30, n. 1, p.129-37, 2000.

SFORCIN, J.M. et al. Seasonal effect on Brazilian propolis antibacterial activity. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 73, n. 1-2, p. 243-249, nov. 2000.

SILVA, O. F., SOARES, A.G. Recomendações para prevenção de perdas póscolheita do mamão. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2001. 20 p.

SOUSA, R. F. et al. Armazenamento de ciriguela (*Spondia purpurea* L.) sob atmosfera modificada e refrigeração. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 22, n. 03, p. 334-338, 2000.

SHUBHRA, T. et al. Fermentation of waste fruits for bioethanol production. **Asian Journal of Biological Sciences**, v. 7, n. 1, p. 30-34, 2014

TOSI, E. A. et al. Food preservative based on propolis: Bacteriostatic activity of propolis polyphenols and flavonoids upon *Escherichia coli*. **Food chemistry**, v. 104, n. 3, p. 1025-1029, 2007.

UZEL, A. et al. Chemical compositions and antimicrobial activities of four different Anatolian propolis samples. **Microbiological research**, v. 160, n. 2, p. 189-195, 2005.

VAN DEN BOSCH, F. et al. The dose rate debate: does the risk of fungicide resistance increase or decrease with dose?. **Plant Pathology**, v. 60, n. 4, p. 597- 606, 2011.

MAFRA, N. M. et al. Produtos alternativos para o manejo de doenças em frutos de mamoeiro pós-colheita. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 10980-10995, 2020.

WU, Q. et al. Comparative metabolites profiling of harvested papaya (*Carica papaya* L.) peel in response to chilling stress. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 15, p. 6868-6881, 2019.

ZANIVAN, J. et al. Utilização de mistura de resíduos de frutas provenientes do consumo doméstico como substrato para a produção de bioetanol. **Jornada de iniciação científica e tecnológica**, v. 1, n. 10, 2020.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os ensaios realizados neste trabalho visaram a redução da incidência fúngicas do *C. gloeosporioides* e *L. theobromae* que são agentes etiológicos das antracoses e da podridão peduncular, respectivamente. Os extratos de própolis verde e geoprópolis foram eficazes no controle desses fungos em frutos de mamão em pós-colheita.

A utilização de extratos naturais, como a própolis verde e a geoprópolis, para o controle de fungos e a preservação de frutos, está em harmonia com a crescente demanda da população mundial por alimentos mais saudáveis e livres de resíduos de agrotóxicos, o que se tornou uma prioridade em muitas partes do mundo.

Estes resultados indicam a eficácia de controle alternativo de fitopatógenos e abrem novas perspectivas e caminhos para pesquisas adicionais na agricultura. A ideia de utilizar esses extratos naturais como alternativas aos pesticidas químicos é promissora, e a pesquisa contínua pode levar ao desenvolvimento de abordagens de manejo integrado para reduzir a incidência de doenças em condições de campo.

O desenvolvimento alternativo sustentáveis e eficazes para o controle de fitopatógenos, que incluam extratos naturais como parte de uma estratégia

holística, pode oferecer alternativas mais seguras e sustentáveis para a agricultura, contribuindo para a produção de alimentos mais saudáveis e a redução da dependência de pesticidas químicos.