



UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NA INIBIÇÃO DOS AGENTES CAUSADORES DA DOENÇA DA ANTRACNOSE NA PÓS-COLHEITA DE MAMÃO-PAPAIA

Robson de Queiros Domingues

Tecnólogo em Agroindústria
IF Baiano/Campus Guanambi
ro199ro@gmail.com

Aureluci Alves de Aquino

Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos
IF Baiano/Campus Guanambi
aureluci.aquino@ifbaiano.edu.br

Vivianne Cambuí Figueiredo Rocha

Doutora em Ciências,
IF Baiano/Campus Guanambi
vivianne.rocha@ifbaiano.edu.br



Trilhas está licenciada sob a licença Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Área temática: **Ciências Agrárias**

RESUMO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma fruteira tropical muito apreciada e importante para o Brasil. Entretanto, algumas doenças, principalmente as que ocorrem em pós-colheita são as principais responsáveis pelas perdas comerciais dos frutos. A antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* é considerada a principal doença pós-colheita do mamão. Os frutos podem ser infectados em qualquer estágio do desenvolvimento, porém a doença se manifesta com mais frequência e severidade nos frutos maduros. Seu controle é feito, principalmente, com o uso de defensivo agrícola, que pode levar ao surgimento de resistência ao patógeno e à contaminação dos frutos, agricultores e consumidores. Medidas alternativas no controle do fitopatógeno são necessárias para minimizar os efeitos residuais dos defensivos agrícolas. Os subprodutos de plantas medicinais têm sido estudados como uma alternativa para o controle de doenças de plantas, visando amenizar e/ou reduzir o uso abusivo de defensivos agrícolas. Assim, este trabalho teve como objetivo determinar o potencial fungicida de substâncias alternativas como os óleos essenciais de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) e de hortelã-pimenta (*Mentha x piperita* L.) no controle da doença antracnose, ocasionada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* na pós-colheita do mamão papaia. Os resultados mostraram que os óleos essenciais de capim-limão e hortelã-pimenta não tiveram influência nas características físico-químicas do fruto durante o período de oito dias. O óleo essencial de hortelã-pimenta não conseguiu inibir o desenvolvimento fúngico no fruto nas maiores concentrações (0,75 e 1,0% de óleo essencial) e o óleo essencial de capim-limão mostrou-se mais adequado para ser utilizado no controle da antracnose.

Palavras-chave: Agrotóxicos; Atividade antifúngica; *Carica papaya*; Novas tecnologias; *Colletotrichum gloeosporioides*.

INTRODUÇÃO

A fruticultura é um dos segmentos de maior destaque na agricultura brasileira. O Brasil ocupa a terceira posição no *ranking* da produção mundial de frutas, com colheitas significativas de laranja, banana, mamão, coco e abacaxi (SEAB, 2012), sendo o mamão (*Carica papaya* L.) produto de grande relevância para o setor econômico e social. O mamão é classificado como fruto climatérico, cujas características são de aumento da taxa respiratória, produção auto catalítica de etileno e alterações organolépticas substanciais durante o seu amadurecimento (PIMENTEL, 2011).

Contaminações microbiológicas, desordens fisiológicas, danos mecânicos e perda da firmeza, confere ao fruto alta perecibilidade na fase pós-colheita com maiores índices de perdas (GODOY et al., 2008) ocasionadas na maioria das vezes por doenças fúngicas que se instalam no fruto (ZERPA-CATANHO et al., 2017). A antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, é umas das principais doenças responsáveis pela podridão no fruto, levando a importantes perdas em pós-colheita principalmente para o produtor rural que depende dessa cultura unicamente como forma de subsistência (CARNELOSSI et al., 2009). Atualmente, o controle da doença ainda se dá através da utilização de fungicidas para garantir uma maior sobrevivência ao fruto no período pós-colheita. No entanto, o seu uso intensivo e indiscriminado pode causar diversos problemas, como a resistência de alguns fitopatógenos e pode vir ocasionar sérios prejuízos ao meio ambiente (CARNELOSSI et al., 2009; AYÓN-REYNA et al., 2017) e a saúde do produtor rural.

A busca por substâncias naturais que possuem atividade antimicrobiana vem crescendo a cada ano (SÁ et al., 2011) com o intuito de minimizar as perdas, prolongar a vida útil e maximizar o aproveitamento da produção das frutas, destacando-se os óleos essenciais, que se caracterizam por serem misturas complexas de compostos orgânicos. Os óleos essenciais de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) e hortelã-

pimenta (*Mentha x piperita L.*), em baixas concentrações, possuem grande potencial inibidor frente a muitos microrganismos patogênicos e deterioradores (PELISSARI et al., 2009), atuando na prevenção da disseminação da doença fúngica, o que contribui significativamente para diminuição dos casos de contaminação e perdas na comercialização na cultura do mamoeiro (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo geral determinar o potencial fungicida de substâncias alternativas como os óleos essenciais de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) e de hortelã-pimenta (*Mentha x piperita L.*) no controle da doença antracnose ocasionada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* na pós-colheita do mamão papaia.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do estudo foram coletados 30 frutos de mamão-papaia (*Carica papaya L.*) adquiridos de produtores locais, do distrito de Ceraíma, Guanambi, Bahia, Brasil. Os frutos foram colhidos utilizando uma faca em inox devidamente sanitizada e selecionados conforme tamanho, livres de infecções e defeitos físicos e fisiológicos visíveis. A coloração da casca foi a de nível 1 (verde com traços amarelos) de acordo a escala da classificação brasileira de mamão (CQH, 2003). A coleta ocorreu durante o mês de junho de 2022.

Os frutos foram transportados em caixas de plástico previamente sanitizadas até o Laboratório de Bromatologia e de Microbiologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Guanambi onde foram identificados, pesados e posteriormente lavados com água corrente para remoção de sujidades maiores e, após, foram imergidos em uma solução sanitizante com hipoclorito de sódio a 200 mg L⁻¹, por quinze minutos, depois secados à temperatura ambiente. Foram realizados os experimentos *in vitro* e *in vivo* do fungo estudado no mamão, juntamente com as análises físico-químicas. Também foi realizada a extração dos óleos essenciais.

No laboratório, com o auxílio de um bisturi flambado, foram retirados pedaços de lesões com 0,5 cm de comprimento da casca dos frutos. Em seguida foi feita

assepsia mergulhando-se os pedaços em álcool (50%), por 30 segundos, e depois, em hipoclorito de sódio, a 1%, durante 40 segundos, com posterior lavagem em água estéril, por três vezes consecutivas (JÚNIOR; SALES; MARTINS, 2009).

Os pedaços foram transferidos para placas de Petri com meio de cultura BDA (Potato Dextrose Agar), contendo 500 mg/L de antibiótico ampicilina para evitar a contaminação por bactérias. As placas foram incubadas em BOD a $27^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ por 7 dias.

Para obtenção dos óleos essenciais, folhas de capim-limão (*C. citratus*) e de hortelã-pimenta (*M. piperita*) foram coletadas de produtores locais do distrito de Ceraíma e transportadas em sacos plásticos descartáveis para o laboratório de Microbiologia do Instituto Federal Baiano *Campus* Guanambi onde foram secas em temperatura ambiente por um dia. A extração foi feita por meio do método de arraste a vapor, utilizando o aparelho de *Clevenger* modificado (CASTRO et al., 2006), no qual foram utilizados 400g de folhas frescas e 800mL de água destilada. Após a extração, o sobrenadante foi retirado com o auxílio de uma micropipeta e posteriormente depositado em frasco âmbar estéril, identificado e armazenado à $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, até a sua utilização. Os óleos foram solubilizados em uma solução estoque, contendo 99mL de água destilada esterilizada e 1mL de *Tween 80*® (monoleato de sorbitano polioxietileno) a 1% (v/v) até a concentração desejada de óleo (0,25; 0,5; 0,75 e 1,0%) (v/v) (GUILHERME et al., 2020).

Método in vitro

Para o teste in vitro, seguiu-se o método recomendado pelo Clinical Laboratory Standard Institute (CLSI) e as proposições da Food and Drug Administration (FDA) (DME, 2019). A atividade antifúngica dos óleos essenciais foi determinada através do desenvolvimento micelial do fungo em meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar) acrescido dos óleos essenciais em diferentes concentrações. Para esse fim, discos com diâmetro de 5mm foram depositados em meio BDA, embebidos dos OEs de capim-limão e hortelã-pimenta nas concentrações de 0,0%; 0,25%; 0,5%; 0,75% e 1,0%. As placas foram vedadas com filme plástico PVC, identificadas e incubadas

à temperatura de ± 27 °C e fotoperíodo de 12 horas.

O efeito dos óleos essenciais sobre crescimento micelial do fitopatógeno foi realizado quatro medições, com média de duas medidas diametralmente opostas do diâmetro das colônias, utilizando-se um paquímetro digital a cada 24 horas até a testemunha atingir totalmente a placa, conforme a metodologia de Bettioli et al. (2012). As medidas foram utilizadas para a determinação da porcentagem de inibição do crescimento micelial (IC%) *in vitro*. Foram utilizadas as médias das duas medidas de todos os tratamentos para serem aplicadas à equação:

$$IC\% = \frac{D_c - D_t}{D_c} \times 100$$

Eq. 1

Onde:

IC – Inibição do crescimento (%);

Dc: Diâmetro da colônia de tratamento controle (mm);

Dt: Diâmetro da colônia nos tratamentos com óleos essenciais (mm);

Método in vivo

Para inoculação do fitopatógeno foram retirados três discos de micélio, de 0,4cm, de colônias puras de *Colletotrichum gloeosporioides* em meio de cultura BDA e inoculados diretamente sobre os frutos de mamoeiro, no sentido ápice/base (SOUSA; SERRA, MELO, 2012). Cada tratamento foi representado por três frutos, e cada um foi inoculado com três discos de micélio do patógeno.

Os frutos foram acondicionados em bandejas plásticas na qual foram colocados quatro chumaços de algodão embebidos em água estéril. As bandejas foram totalmente cobertas por plástico, por um período de 24 horas.

Posteriormente, os mesmos foram imergidos nas soluções contendo cada tratamento (0,0; 0,25; 0,50; 0,75 e 1,00 de óleo essencial) e após o escoamento do excesso das soluções os frutos foram acondicionados em bandejas plásticas sanitizadas e deixados secar na temperatura ambiente.

A partir do surgimento inicial dos sintomas típicos de antracnose foram realizadas duas avaliações com o paquímetro digital, aos três e aos sete dias após a inoculação dos frutos de mamoeiro, considerando-se o diâmetro de suas lesões em cm e determinando a média de duas medidas diametralmente opostas do diâmetro das colônias.

Perda de massa

A perda de massa em porcentagem foi determinada em balança semianalítica de precisão calculando-se a diferença entre a massa inicial do fruto e a obtida em cada intervalo de tempo do armazenamento, que foi obtida através da equação:

$$Perdademassa\% = \frac{Peso\textit{inicial} - Peso\textit{final}}{Peso\textit{final}} \times 100$$

Eq. 2

Cor da casca

A aparência da fruta foi avaliada visualmente através da cor da casca com atribuição de notas de 1 a 5, de acordo o amarelecimento da casca, estabelecido como base para os estádios de amadurecimento na classificação brasileira de mamão (CQH, 2003).

Sólidos solúveis totais

Foi determinado pelo método 920.151. AOAC (1997) através da leitura em refratômetro digital, a partir de duas gotas da polpa da fruta extraída e homogeneizada.

Sólidos solúveis totais

Foi determinado pelo método 920.151. AOAC (1997) através da leitura em refratômetro digital, a partir de duas gotas da polpa da fruta extraída e homogeneizada.

pH

O pH foi determinado seguindo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz. Uma alíquota de 10g da amostra foi pesada em um béquer e diluída com 100mL de água destilada com agitação do conteúdo até que as partículas ficassem uniformemente suspensas (IAL, 2008). Posteriormente, o eletrodo de um pHmetro devidamente calibrado foi imerso dentro da solução para a realização da leitura.

Acidez titulável

A acidez titulável foi determinada utilizando uma alíquota de 5g da amostra que foi homogeneizada com 50mL de água destilada. A acidez titulável total foi determinada por titulação com NaOH 0,1N, utilizando uma solução de fenolftaleína 1% como indicador e expressa em mL de NaOH 0,1N (IAL, 2008).

Delineamento experimental e análises estatísticas

O experimento foi instalado em um DIC (Delineamento Inteiramente Casualizado) com 3 repetições. Os tratamentos foram organizados com um esquema fatorial 2x5, sendo 2 óleos essenciais (capim-limão e hortelã-pimenta) e 5 concentrações dos OE (0,0; 0,25; 0,5; 0,75 e 1,0%). Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e, havendo significância a 5% de probabilidade pelo teste F, compararam-se às médias dos tratamentos por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade

RESULTADOS E DISCUSSÃO

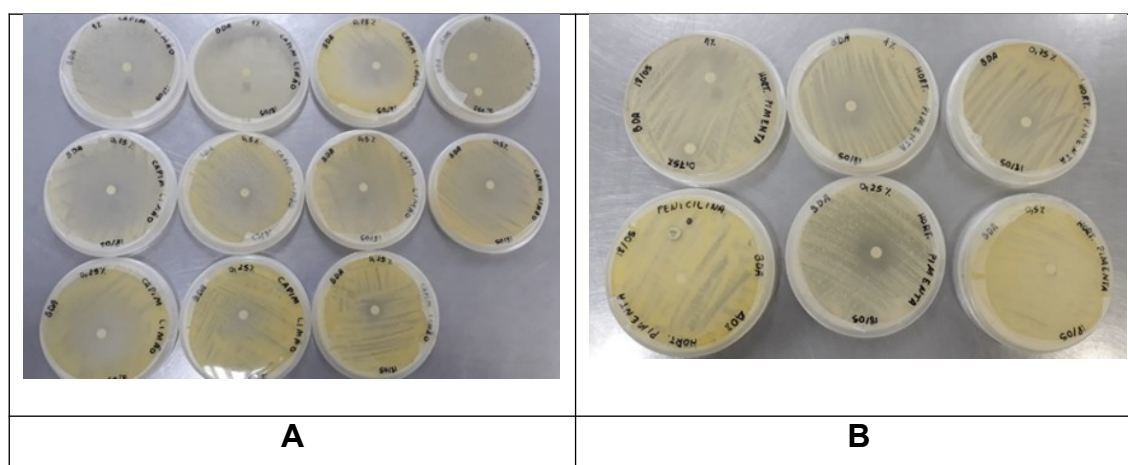
MÉTODO *IN VITRO*

Leitura das placas

A Figura 3 apresenta os tratamentos A (capim-limão) e B (hortelã-pimenta), armazenados a $\pm 27^{\circ}\text{C}$, por 24 horas.

Figura 3 - Placas de Petri contendo meios de cultura com diferentes tratamentos A
Rev. Ext. Tril., Salvador, v.4, n.1, 21-40, ago. 2024

(capim-limão) e B (hortelã-pimenta), armazenados a $\pm 27^{\circ}\text{C}$ por 24 horas. Instituto Federal Baiano, *Campus Guanambi*, 2022.



Fonte: Autor, 2022.

Para o método *in vitro*, pode-se observar que as colônias de *Colletotrichum* desenvolvidas nas placas apresentaram uma coloração branca amarelada, sendo estas inibidas quando submetidas ao tratamento com os óleos essenciais de capim-limão e hortelã-pimenta, nas maiores e menores concentrações. Esta coloração também foi observada em estudos realizados por Júnior, Auer e Wolf (2021) em isolados de *Colletotrichum* associados à antracnose em erva-mate.

O fungo *Colletotrichum gloeosporioides* mostrou-se sensível frente ao tratamento com óleos essenciais de capim-limão e hortelã-pimenta, nas diferentes concentrações testadas no período de 24 horas (Tabela 1).

Verificou-se, através do halo formado, que com o aumento proporcional da concentração dos óleos essenciais, obteve-se um maior efeito inibitório do patógeno.

Tabela 1 - Porcentagem de inibição do crescimento micelial (IC%) *in vitro* dos fungos submetidos aos tratamentos com os óleos essenciais de capim-limão e hortelã-pimenta, após 24 horas. Instituto Federal Baiano, *Campus Guanambi*, 2022.

Tratamentos	IC% em 24 horas	
	OE de capim-limão	OE de hortelã-pimenta
C1	100 ^c	-
C2	91,25 ^{bc}	-
C3	86,63 ^b	-
C4	82,87 ^b	-
C5	70,87 ^a	-

H1	-	100 ^a
H2	-	95,63 ^a
H3	-	100 ^a
H4	-	96,5 ^a
H5	-	89 ^a

C1/H1: Tratamento controle; C2/H2: concentração de 0,25%; C3/H3: concentração de 0,50%; C4/H4: concentração de 0,75%, C5/H5: concentração de 1,00%. Médias com letras distintas na mesma coluna apresentam diferença estatística entre si ($P < 0,05$).

Fonte: Autor, 2022.

Em relação ao tratamento com OE de capim-limão, após o período de 24 horas, foi verificado que, para a inibição do crescimento micelial (IC%) *in vitro* (Tabela 1), os tratamentos C2, C3 e C4 foram estatisticamente iguais, assim como os tratamentos C1 e C2, ou seja, não diferenciaram estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância ($p > 0,05$). O tratamento C5 foi o único que diferenciou dos demais tratamentos pelo teste Tukey. Os tratamentos C4 (82,87) e C5 (72,87) apresentaram maiores efeitos fungitóxicos frente ao patógeno *Colletotrichum gloeosporioides*.

O alto efeito fungitóxico do OE de capim-limão pode estar envolvido com a presença de componentes químicos majoritários como o citral, que, segundo Guimarães et al. (2011), são responsáveis pelo fator fungitóxico do óleo frente à germinação dos esporos do fungo *C. gloeosporioides*. Esse dado é comprovado por Moura et al. (2012), que ao analisarem o controle da antracnose em maracujá-amarelo por derivados de capim-limão, verificaram que o componente ativo citral desempenhou uma atividade antifúngica contra *C. gloeosporioides*, possibilitando a inibição da esporulação do fungo em placas de petri.

Já em relação ao tratamento com OE de hortelã-pimenta, foi constatado que o tratamento H2 (0,25% de OE) demonstrou ser visualmente mais eficiente face ao tratamento H3 (0,5% de OE). No entanto, os resultados das médias finais dos valores das porcentagens de inibição do crescimento micelial (IC%) não apresentaram diferenças significativas entre si ($p > 0,05$), pelo teste F da ANOVA, quando comparado com o tratamento controle H1. A baixa inibição fungitóxica do OE de hortelã-pimenta pode estar relacionado ao fato do óleo possuir uma elevada capacidade volátil, perdendo seus componentes bioativos de inibição, quando em

contato com a atmosfera (SILVA et al., 2009). Os resultados deste trabalho diferem dos encontrados por Sousa, Serra e Melo (2012) que verificaram alto fator de inibição do óleo de hortelã frente ao fungo *C. Gloeosporioides* em condições artificiais.

Tabela 2 - Percentagem de inibição do crescimento micelial (IC%) *in vitro* dos tratamentos com óleos essenciais de capim-limão e hortelã-pimenta, após 48 horas. Instituto Federal Baiano, *Campus* Guanambi, 2022.

Tratamentos	IC% em 48 horas	
	OE de capim-limão	OE de hortelã-pimenta
C1	100 ^a	-
C2	100 ^a	-
C3	100 ^a	-
C4	96,67 ^a	-
C5	93,13 ^a	-
H1	-	100 ^a
H2	-	98,13 ^a
H3	-	100 ^a
H4	-	100 ^a
H5	-	95,63 ^a

C1/H1: Tratamento controle; C2/H2: concentração de 0,25%; C3/H3: concentração de 0,50%; C4/H4: concentração de 0,75%, C5/H5: concentração de 1,00%. Médias com letras distintas na mesma coluna apresentam diferença estatística entre si (P<0,05).

Fonte: Autor, 2022.

Ao analisar a Tabela 2, verificou-se que após 48 horas, os tratamentos C4 e C5 mantiveram o efeito fungitóxico ante ao fungo *C. gloeosporioides*, apresentado percentual de inibição do crescimento micelial de 96,67% e 93,13%, respectivamente. O tratamento C2 não apresentou efeito inibitório, tendo crescimento fúngico em 100% da placa. Para o tratamento com o OE de hortelã-pimenta foi inferido que as concentrações 0,25% (H2) e 1,0% (H5) conseguiram manter o efeito fungitóxico, por meio da verificação visual da diminuição do halo fúngico.

O tratamento H2, na qual possui uma concentração de 0,25% de OE de hortelã-pimenta, apresentou fator de inibição de 98,13%, tendo visualmente maior efeito inibitório frente aos tratamentos H3 e H4, não obstante possuírem maiores concentrações deste óleo (0,50% e 0,75%, respectivamente). Pelo teste de Tukey,

todos os tratamentos não diferenciaram estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância ($p>0,05$), apresentando halos de inibição com medidas semelhantes quando comparados com o tratamento controle (C1/H1).

Análises de incidência da doença

A Tabela 3 mostra os resultados do experimento *in vivo* com os mamões a temperatura ambiente e inoculados nos diversos tratamentos, após três e sete dias de armazenamento.

Tabela 3 - Desenvolvimento da lesão do fungo *Colletotrichum gloeosporioides in vivo* dos óleos essencial de capim-limão e hortelã-pimenta aos três e aos sete dias após a inoculação dos frutos de mamoeiro. Instituto Federal Baiano, *Campus Guanambi*, 2022.

Tratamentos	Diâmetro médio das lesões após três dias da inoculação (mm)		Diâmetro médio das lesões após sete dias da inoculação (mm)	
	OE de capim-limão	OE de hortelã-pimenta	OE de capim-limão	OE de hortelã-pimenta
C1	0,400 ^a	-	14,330 ^a	-
C2	0,000 ^a	-	4,170 ^{ab}	-
C3	0,050 ^a	-	3,780 ^{ab}	-
C4	0,000 ^a	-	0,000 ^b	-
C5	0,000 ^a	-	0,000 ^b	-
H1	-	0,067 ^a	-	8,330 ^a
H2	-	0,300 ^a	-	9,000 ^a
H3	-	0,000 ^a	-	4,170 ^a
H4	-	0,000 ^a	-	13,000 ^a
H5	-	0,000 ^a	-	0,000 ^a

C1/H1: Tratamento controle; C2/H2: concentração de 0,25%; C3/H3: concentração de 0,50%; C4/H4: concentração de 0,75%, C5/H5: concentração de 1,00%. Médias com letras distintas na mesma coluna apresentam diferença estatística entre si ($P<0,05$).

Fonte: Autor, 2022.

Foi observado que ao terceiro dia após armazenamento, os frutos dos tratamentos C1 e C3 (OE de capim-limão) e os dos tratamentos H1 e H2 (OE de hortelã-pimenta) começaram a apresentar sintomas iniciais da doença da antracnose.

Visualmente, os tratamentos C1 (OE de capim-limão) e H2 (OE hortelã-pimenta) foram os que apresentaram maiores lesões sobre a casca do fruto, sendo de 0,4mm e 0,3mm, respectivamente. O fungo demonstrou não ser sensível à concentração de 0,25% (H2) do óleo essencial de hortelã-pimenta, uma vez que os frutos apresentaram lesões com diâmetro médio de 0,3mm sobre a sua superfície.

Estes resultados não apresentaram diferenças estatísticas entre si pelo teste F da ANOVA ($p > 0,05$), quando comparados com o tratamento controle (H1), assim como, os tratamentos com OE de capim-limão. Nas análises estatísticas, por meio do teste F da ANOVA, os resultados das médias finais dos valores das lesões, após sete dias da inoculação deste óleo, não apresentaram diferenças significativas entre si ($p > 0,05$), quando comparado com o tratamento controle. A ineficiência da proteção do OE de hortelã-pimenta (tratamentos H2, H3 e H4) pressupõem que o fungo conseguiu resistir à ação dos compostos bioativos dos componentes desse óleo, uma vez que as condições do ambiente as quais os frutos foram armazenados como temperatura e umidade relativa (UR) podem ter contribuído para o desenvolvimento do patógeno nos frutos. Resultados semelhantes são observados por Ramos (2014) e por Silva et al. (2012), que ao utilizarem diferentes concentrações de óleos essenciais de hortelã-pimenta, obtiveram inibição de 71,2% e 25,76% do crescimento micelial do fungo *C. gloeosporioides*, respectivamente.

A partir do sétimo dia, os tratamentos C4, C5 (OE de capim-limão) e o tratamento H5 (OE de hortelã-pimenta) conseguiram inibir o desenvolvimento fúngico no fruto, não apresentando sintomas aparentes da antracnose ocasionada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*. Segundo Gomes e Serra (2013), os tratamentos de origem biótica e abiótica fazem com que o fruto reaja produzindo uma série de respostas suficientes para limitar a infecção do patógeno, sendo estas ações influenciadas de acordo com o ambiente em que o mesmo se encontra armazenado.

As Tabelas 4 e 5 mostram as médias para os resultados físico-químicos dos mamões revestidos com óleos essenciais de capim-limão e hortelã-pimenta, respectivamente, com diferentes concentrações, e armazenados sob temperatura ambiente por oito dias.

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DURANTE A VIDA ÚTIL DO PRODUTO

Tabela 4 - Médias obtidas para os valores físico-químicos em mamões revestidos com óleo essencial de capim-limão e armazenados sob temperatura ambiente. Instituto Federal Baiano, *Campus Guanambi*, 2022.

Parâmetro	Tratamentos				
	C1	C2	C3	C4	C5
Perda de massa (%)	18,82 ^a	19,42 ^a	21,86 ^a	19,68 ^a	21,50 ^a
Cor da casca	5,0 ^a	5,0 ^a	5,0 ^a	4,3 ^b	4,0 ^b
Sólidos Solúveis (%)	15,73 ^{ab}	17,30 ^{ab}	19,33 ^a	16,80 ^{ab}	14,83 ^b
pH	5,78 ^a	5,82 ^a	5,61 ^a	5,49 ^a	5,69 ^a
Acidez titulável (%)	0,0722 ^a	0,0467 ^a	0,0849 ^a	0,0637 ^a	0,0594 ^a

C1: Tratamento controle; C2: concentração de 0,25%; C3: concentração de 0,50%; C4: concentração de 0,75%, C5: concentração de 1,00%. Médias com letras distintas na mesma linha apresentam diferença estatística entre si ($P < 0,05$).

Fonte: Autor, 2022.

Tabela 5 - Médias obtidas para os valores físico-químicos em mamões revestidos com óleo essencial de hortelã-pimenta e armazenados sob temperatura ambiente. Instituto Federal Baiano, *Campus Guanambi*, 2022.

Parâmetro	Tratamentos				
	H1	H2	H3	H4	H5
Perda de massa (%)	21,05 ^a	21,96 ^a	21,75 ^a	21,07 ^a	22,23 ^a
Cor da casca	5,0 ^a	5,0 ^a	5,0 ^a	4,7 ^{ab}	4,0 ^b
Sólidos Solúveis (%)	15,87 ^a	17,83 ^a	16,93 ^a	17,27 ^a	15,13 ^a
pH	5,66 ^a	5,64 ^a	5,78 ^a	5,50 ^a	5,79 ^a
Acidez titulável (%)	0,0764 ^a	0,0722 ^a	0,0976 ^a	0,1104 ^a	0,0637 ^a

H1: Tratamento controle; H2: concentração de 0,25%; H3: concentração de 0,50%; H4: concentração de 0,75%, H5: concentração de 1,00%. Médias com letras distintas na mesma linha apresentam diferença estatística entre si ($P < 0,05$).

Fonte: Autor, 2022.

Perda de massa

Durante os oito dias de armazenamento, foi observada redução da massa nos frutos. A perda de massa aumentou gradualmente em todos os tratamentos, sendo que a maior parte das concentrações dos OEs se mostraram ineficientes na diminuição da perda de massa em relação ao tratamento controle. Visualmente o tratamento controle (sem revestimento) foi o que apresentou menor perda de massa,

seguido dos tratamentos C2, C4, C5 e C3 de óleo essencial de capim-limão (concentrações de 0,25; 0,75; 1,0 e 0,5% de OE, respectivamente). Visualmente, os tratamentos com OE de hortelã-pimenta foram os que apresentaram maiores índices de perdas de massa, sendo o H5 (concentração de 1,00% de óleo) o que teve maiores taxas, ficando em 22,23%, seguido dos tratamentos H2, H3, H4 e H1 (concentrações de 0,25, 0,5, 0,75 e 1,00% de OE, respectivamente).

Desta feita, estatisticamente, os resultados para as médias da perda de massa dos tratamentos com os OEs de capim-limão e hortelã-pimenta não apresentaram diferenças significativas entre si, ao nível de 5% de significância ($p > 0,05$), pelo teste F da ANOVA, quando comparados com os tratamentos controle. Segundo Trigo (2010), a perda de água dos frutos resulta na perda de massa fresca e na qualidade, o que acaba depreciando a aparência do produto. E, de acordo com Chitarra e Chitarra (2005), perdas de massa com valores em até 10% são aceitáveis para frutas e hortaliças, pois não compromete a aparência do produto. O provável fator que contribuiu para a perda de massa do presente trabalho relaciona-se com a baixa umidade relativa, onde o ideal para esse parâmetro é por volta de 90% de umidade.

Cor da casca

Os mamões foram colhidos para o presente experimento com a coloração da casca em nível 1, de acordo o amarelecimento da casca, estabelecido como base para os estádios de amadurecimento, na classificação brasileira de mamão (CQH, 2003). No entanto, com a aplicação do filme plástico empregado para a manutenção da umidade no ambiente e, assim, favorecer a multiplicação nos frutos pelo fungo *C. gloeosporioides*, após dois dias de armazenamento, todos os tratamentos apresentaram mudanças na coloração da casca dos frutos para o nível 2, devido ao aumento da taxa respiratória do fruto. A última análise visual foi feita com 8 dias de armazenamento, constatou-se que as concentrações de 0,75% (C4) e 1,0% (C5) de OE de capim-limão conseguiram manter a coloração da casca no nível 4 (fruto 3/4 maduro, 50 a 75% da superfície da casca amarelada). Estes tratamentos não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste Tukey.

Para o OE de hortelã-pimenta, as concentrações 0,75% (H4) e 1,0% (H5) apresentaram valores médios da cor da casca de 4,67 e 4, respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste Tukey. A mudança da coloração da casca dos frutos do mamão está envolvida com a degradação da clorofila (cor verde) decorrente do amadurecimento do fruto, tendo assim o início da síntese dos pigmentos carotenoides, que são responsáveis pela tonalidade amarelada da casca. Nesse contexto, é possível afirmar que as concentrações de 0,75% (C4/H4) e 1,0% (C5/H5) dos óleos essenciais de capim-limão e hortelã-pimenta permitiram retardar o processo de degradação da clorofila, uma vez que foram mantidos os valores da coloração próximos aos encontrados no fruto no quarto dia.

Sólidos solúveis

A análise de sólidos solúveis (tabela 4 e 5) aponta a quantidade de sólidos que estão dissolvidos no suco ou polpa de frutas, sendo que existe uma tendência de aumento com o avanço da maturação e com a perda de água do fruto, pois os sólidos ficam mais concentrados. Estes sólidos são constituídos principalmente por carboidratos e os valores nos frutos ficam na faixa de variação entre 2 a 25% (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Desta forma, os resultados obtidos neste trabalho mostraram valores dentro da faixa indicada para os dois OEs testados, indicando que os teores de sólidos solúveis para os diferentes tratamentos aplicados são estatisticamente iguais, com exceção dos tratamentos C3 e C5 que diferenciaram estatisticamente entre si, pelo teste Tukey, a nível de 5% de significância.

Os teores médios de sólidos solúveis (SS) do presente trabalho se encontram acima dos valores obtidos por Rocha (2012) e Jesus (2019) que identificaram teores médios de 11,13° e 12,1° °BRIX, respectivamente, para frutos de mamão papaya cv. Golden.

Chitarra e Chitarra (2005) e Pimentel et al. (2011) citam uma faixa de variação de até 25° °BRIX. Tal efeito é explicado devido à hidrólise do amido que acarreta no acúmulo de açúcares, além da ação do revestimento aplicado que concentra CO₂ e

reduz a taxa de O₂, o que proporciona uma redução no transporte de gases e de umidade, prejudicando, conseqüentemente, o processo de maturação dos frutos (ALMEIDA et al., 2006; OLIVEIRA, 2010).

pH

Os tratamentos C4 (0,75%) do OE de capim-limão e H4 (0,75%) do OE hortelã-pimenta, apresentaram valores de pH dentro da faixa indicada pela literatura (5,0 a 5,5) (SILVA et al., 2018). Por sua vez, os demais tratamentos apresentaram um pH elevado, com valores superiores ao da faixa indicada. Os resultados das médias finais dos valores de pH dos frutos avaliados, não apresentaram diferenças significativas entre si ($p > 0,05$), pelo teste F da ANOVA.

A alteração do pH dos tratamentos pode estar envolvida com o estágio de amadurecimento dos frutos, aumentando de acordo com o nível de degradação de ácidos iônicos que apresentam baixo grau de dissociação iônica. Segundo Chitarra e Chitarra (2005) as mudanças na concentração dos ácidos orgânicos no período de desenvolvimento de frutos diferem conforme a espécie, em alguns casos levando ao aumento, em outros à diminuição, com o avanço da maturação. Esses resultados ficaram próximos aos obtidos por Jesus (2019), que obteve variáveis médias de pH de 5,3 e 5,9 para cultivares do mamão Golden THB.

Acidez titulável

Para acidez titulável, os resultados das médias finais dos valores de acidez titulável dos frutos avaliados, não apresentaram diferenças significativas entre si ($p > 0,05$) pelo teste F da ANOVA.

Os valores encontrados neste trabalho estão de acordo com Souza et al. (2009), que descreve que o mamão é um fruto que apresenta baixos teores de acidez, ficando entorno de 0,10%. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a acidez das frutas decresce com a aceleração do amadurecimento, em decorrência da redução no processo respiratório, com conseqüente aumento no pH, tendo o declínio dos ácidos

orgânicos, devido à sua utilização como substrato respiratório a produção de energia (TEODOSIO, 2014), isso explica a baixa acidez encontrada nos frutos

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho identificou que, o óleo essencial de capim-limão, apresentou eficácia no controle do patógeno, aumentando a vida útil do fruto de seis para oito dias de armazenamento, e mostrou-se mais adequado para ser utilizado no controle da antracnose quando se empregado altas concentrações.

Em relação ao óleo essencial de hortelã-pimenta, os resultados mostraram que o revestimento dos mamões com este óleo não teve uma boa ação no controle da perda de massa dos frutos durante o período de oito dias. Quanto ao potencial fungicida, este óleo não conseguiu inibir de forma eficiente o desenvolvimento fúngico no fruto nos tratamentos H2, H3 e H4 (concentrações 0,25%, 0,5% e 0,75% de óleo). Os resultados para os parâmetros físico-químicos de pH, acidez titulável e sólidos solúveis totais dos mamões revestidos não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos.

REFERÊNCIAS

AYÓN-REYNA, L. E., GONZÁLEZ-ROBLES, A., RENDÓN-MALDONADO, J. G., BÁEZ-FLORES, M. E., LÓPEZ-LÓPEZ, M. E., & VEGA-GARCÍA, M. O. Application of a hydrothermal-calcium chloride treatment to inhibit postharvest anthracnose development in papaya. **Postharvest Biology and Technology**, v. 124, p. 85-90, 2017.

A.O.A.C. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. Arlington: Patrícia Cuniff, 1997.

BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B.; PINTO, Z. V. P.; JÚNIOR, T. J. P.; CORRÊA, É. B.; MOURA, A. B.; LUCON, C. M. M.; COSTA, J. C. B.; BEZERRA, J. L. **Produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas - Jaguariúna, SP**. Embrapa Meio Ambiente, Documentos 88, 155 p., 2012.

ALMEIDA, G. C.; VILAS BOAS, E. V. B.; RODRIGUES, L. J.; DE PAULA, N. R. Atraso do amadurecimento de banana 'maçã' pelo 1-MCP, aplicado previamente à refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 319-321,

2006.

CASTRO, D. P.; CARDOSO, M. G.; MORAES, J. C.; SANTOS, N. M.; BALIZA, D. P. Não preferência de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: *Noctuidae*) por óleos essenciais de *Achillea millefolium* L. e *Thymus vulgaris* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 8, n. 4, p. 27-32, 2006.

CARNELOSSI, P.R.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; CRUZ, M.E.S.; ITAKO, A.T.; MESQUINI, R.M. Óleos essenciais no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. Universidade Estadual de Maringá (UEM), Departamento de Agronomia, **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.11, n. 4, p. 399-406, 2009, p. 2.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: Editora UFLA, 2005. 783 p.

CQH – Centro de Qualidade em Horticultura. Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura. **Normas de Classificação do Mamão**. CQH/CEAGESP. 2003. (CQH. Documentos, 25).

DME. **Diagnóstico Microbiológicos Especializados**. Edição 2019. Disponível em: <<http://www.dme.ind.br/wp-content/uploads/EDI%C3%87%C3%83O-CLSI-2019.pdf>>. Acesso em 22 de maio de 2021.

GUILHERME, E. O.; COSTA, P. F.; MOURÃO, D. S. C.; OSORIO, P. R. A.; FERREIRA, T. P. S.; OLIVEIRA, G. R. A. S.; SANTOS, G. R. Óleos essenciais de plantas medicinais associados a biofilmes para proteção de frutos de mamoeiro. In: Verruck, S. (Org.). **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Editora Científica, v. 2, 2020. p. 305-320.

GODOY, A. E.; CERQUEIRA-PEREIRA, E. C.; JACOMINO, A. P. Efeito de injúrias mecânicas na coloração de mamões 'Golden'. In: Congresso brasileiro de fruticultura, 20; **annual meeting of the interamerican society for tropical horticulture**, p. 54, 2008, Vitória, Resumos. Vitória, 2008.

GOMES, E. C.; SERRA, I. M. R. S. Eficiência de produtos naturais no controle de *Colletotrichum gloeosporioides* em pimenta na pós-colheita. **Revista Summa Phytopathol**, Botucatu, v. 39, n. 4, p. 290-292, 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4. ed. (1ª Edição digital), 2008. 1020 p.

JESUS, J. L. **Controle da antracnose in vitro e in vivo em frutos de mamoeiro com o uso de extrato foliar de mamão**. 2019. 60 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Faculdade Maria Milza – FAMAM, Governador Mangabeira-BA, 2019.

JUNIOR, V. B.; AUER, C. G.; WOLF, N. I. Características morfológicas e fisiológicas de isolados de *Colletotrichum* associados à antracnose da erva-mate. **Revista BIOFIX Scientific Journal**, Paraná, v. 6, n. 2, p. 120-126, 2021.

JÚNIOR, I. T. S.; SALES, N. L. P.; MARTINS, E. R. Efeito fungitóxico de óleos essenciais sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, isolado do maracujazeiro amarelo. **Revista Biotemas**, v. 22, n. 3, 2009.

MOURA, G. S.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; ALVES, A.P.F.; FRANZENER, G.; STANGARLIN, J.R. Controle da antracnose em maracujá-amarelo por derivados de capim-limão (*cymbopogon citratus*). **Revista Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.79, n.3, p.371-379, 2012.

OLIVEIRA, M. N. **Antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) incidente em manga (*Mangifera indica* L.))**. 2010. Disponível em: <<https://www.defesavegetal.net>> Acesso em: 3 de maio de 2021.

PELLISSARI, F. M.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F.; PINEDA, E. A. G. Antimicrobial, mechanical and barrier properties of cassava starch-chitosan films incorporated with orégano essential oil. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 57, p. 7499- 7504, 2009.

PIMENTEL, J. D. R.; SOUZA, D. S.; OLIVEIRA, T. V.; OLIVEIRA, M. C.; BASTOS, V. S.; CASTRO, A. A. Estudo da conservação de mamão Havaí utilizando películas comestíveis a diferentes temperaturas. **Scientia plena** v. 7, n. 10, p. 6, 2011.

RAMOS, K. **Óleos essenciais no controle de *Colletotrichum gloeosporioides***. 2014. 52 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Camilo Castelo Branco, Campus de Fernandópolis, Fernandópolis, SP, 2014.

ROCHA, R.P. **Avaliação pós-colheita de mamão papaya cv. Golden tratado com Calda bordalesa e Óleo essencial de cravo (*Syzygium aromaticum*)**. 2012. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologias de Alimentos) - Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimento- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Tecnologia, Seropédica - RJ.

SÁ, M. C. A.; PEIXOTO, R. M.; KREWER, C. C.; ALMEIDA, J. R. G. S.; VARGAS, A. C.; COSTA, M. M. Antimicrobial activity of coating biome ethanolic plant extracts against gram negative and positive bacteria. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, Niterói, v.18, n.2/3, p.62-66, 2011.

SEAB (2012). **Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento**. Fruticultura - Análise da Conjuntura Agropecuária - PANORAMA MUNDIAL. Disponível em <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura_2012_13.pdf>. Acesso em: 01 de junho de 2021.

SILVA, D. M; ANDRADE, D. O.; COSTA, G. A.; ALMEIDA, M. C. N. B.; SILVA, N. M. P.; CAVALCANTI, M. S. **Análise físico – química dos mamões papaia e formosa (carica papaya I)**. IV congresso brasileiro de biomedicina, Faculdade de Ciências Médicas de Campina Grande, Centro Universitário Unifacisa, 2018.

SILVA, J. L.; TEIXEIRA, R. N. V.; SANTOS, D. I. P.; PESSOA, J. O. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o crescimento in vitro de fitopatógenos. **Revista Verde**, v.7, n.1, p. 80 – 86, 2012.

SILVA, M. T. N.; USHIMARU, P. I.; BARBOSA, L. N.; CUNHA, M. L. R. S.; FERANDES JUNIOR, A. Atividade antibacteriana de óleos essenciais de plantas frente a linhagens de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* isoladas de casos clínicos humanos. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v. 11, n. 3, p. 257-262, 2009.

SOUSA, R. M. S.; SERRA, I. M. R. S.; MELO, T. A. Efeito de óleos essenciais como alternativa no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, em pimenta. **Revista Summa Phytopathol.** Botucatu, v. 38, n. 1, p. 42-47, 2012.

TRIGO, J. M. **Qualidade de mamão ‘formosa’ minimamente processado utilizando revestimentos comestíveis.** 2010. 105 p. Dissertação (Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo (USP), 2010.

ZERPA-CATANHO, D.; ESQUIVEL, P.; MORA-NEWCOMER, E.; SÁENZ, M. V.; HERRERA, R.; JIMÉNEZ, V. M. Transcription analysis of softening-related genes during postharvest of papaya fruit (*Carica papaya* L. ‘Pococi’ hybrid). **Postharvest biology and technology**, v. 125, p. 42-51, 2017.

Submetido em: 03/04/2023

Aceito em: 04/10/2023

Publicado em: 22/08/2024