

Recebido: 27-12-2019 | Revisado: 31-03-2020 | Aceito: 05-07-2020

ARTIGO
Páginas 18 - 33

Aproveitamento Tecnológico dos Resíduos Agrícolas e Domésticos de Melancia Como Agente Antifúngico Natural

Technological use of agricultural and domestic watermelon waste as a natural antifungal agent

Antônio Carlos Pereira de Menezes Filho¹, Luciana Pereira de Souza¹, Carlos Frederico de Souza Castro¹

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, GO, Brasil¹
astronomoamadorgoias@gmail.com

RESUMO

A população humana não tem o costume de utilizar os resíduos de frutas, hortaliças e legumes na geração de novos coprodutos sustentáveis. O trabalho teve por objetivo o aproveitamento tecnológico dos resíduos agrícolas e domésticos de melancia como forma sustentável na extração de óleo como possível agente antifúngico. Os resíduos foram coletados em lavouras de melancia e em residências no município de Rio Verde-GO, Brasil. Os resíduos foram limpos e triturados para produção das farinhas. O óleo fixo foi extraído pelo sistema de *Soxhlet* utilizando éter de petróleo. O teste antifúngico foi realizado a partir do óleo puro e diluído em DMSO em diferentes concentrações. Os rendimentos dos óleos fixos foram de 0,85 e 0,93% para FCM e FEM, respectivamente. A atividade antifúngica apresentou boa eficiência na inibição de crescimento de *Sclerotinia sclerotiorum* e *Colletotrichum gloeosporioides* e discreta e baixa atividade para *Aspergillus flavus*. O uso como mix dos óleos de FCM e FEM apresentam uma excelente alternativa natural a partir dos resíduos de melancia no combate de fungos fitopatogênicos, evitando o uso descontrolado de agentes fungicidas sintéticos.

Palavras-chave: Atividade antifúngica. *Aspergillus flavus*. *Colletotrichum gloeosporioides*. *Sclerotinia sclerotiorum*.

ABSTRACT

The human population does not have the habit of using fruit and vegetable residues to generate new sustainable by-products. The objective of this work was the technological use of watermelon agricultural and domestic waste as a sustainable way to extract oil as a possible antifungal agent. Waste was collected from watermelon crops and households in *Rio Verde-GO*, Brazil. The waste was cleaned and ground to produce flour. The fixed oil was extracted by the Soxhlet system using petroleum ether. The antifungal test was performed from pure oil and diluted in DMSO at different concentrations. Fixed oil yields were 0.85 and 0.93% for FCM and FEM, respectively. Antifungal activity showed good efficiency in inhibiting growth of *Sclerotinia sclerotiorum* and *Colletotrichum gloeosporioides* and mild and low activity for *Aspergillus flavus*. The use of FCM and FEM oils as a mix presents an excellent natural alternative from watermelon residues to combat phytopathogenic fungi, avoiding the uncontrolled use of synthetic fungicidal agents.

Keywords: Antifungal activity. *Aspergillus flavus*. *Colletotrichum gloeosporioides*. *Sclerotinia sclerotiorum*.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos houve um crescente interesse no uso de resíduos de frutas, legumes e hortaliças para reduzir os volumosos resíduos descartados em aterros controlados ou lixões. Estes resíduos são fontes naturais de alta importância, pois apresentam inúmeras ações biológicas, como fontes de nutrientes, licopeno, β -caroteno, vitaminas dos complexos B e C, fibras alimentares, carboidratos e polifenóis que apresentam capacidade antioxidante, bem como lipídeos (Sena *et al.*, 2017; Al-Sayed & Ahmed, 2013; Lima, Guimarães, Batista, Aroucha, & Queiróz, 2010).

A melancia [*Citrullus lanatus* Thunb. Mansf.] variedade *Crimson Sweet Extra*, é uma das frutas com maior expressividade de cultivo no Brasil, apresentando também avantajado tamanho e suculento endocarpo adocicado, característica importante para o consumidor exigente. Atualmente são cultivados cerca de 48 variedades em todo o território brasileiro, onde apresentam características específicas ou compartilhadas para determinado clima, solo, pluviosidade e época de plantio (Menezes, Souza, & Castro, 2019).

As melancias fazem parte da família das Cucurbitaceas, onde apresentam cerca de 20% da produção total de produtos olerícolas no mundo (Hasanin & Hashem, 2020; Bomfim, Cruz, Freitas, & Aragão, 2013). O Brasil detém a quarta posição de maior produtor de melancia do mundo, estando atrás da China, Turquia e Irã sendo estes, responsáveis por cerca de 80% da produção anual mundial (Oliveira, Grangeiro, Espinola, Moura, & Carvalho, 2015).

Com essa grande representatividade na produção mundial de melancia, gera-se também volumosas quantidades de resíduos agrícolas, industriais e domiciliares que são descartados diariamente sem o uso consciente desses coprodutos na alimentação, ou na extração de compostos com atividades biológicas variadas, bem como sendo utilizada no preparo de meios de cultivos de microrganismos e em processos fermentativos (Hasanin & Hashem, 2020; Silva, Florentino, Medeiros, Silveira, & Viera, 2018; Ogu & Orjiakor, 2017; Martín, 2009; Marchetto *et al.*, 2008).

A fração lipídica (ou lipídeos) é um dos produtos do metabolismo vegetal, sendo produzido naturalmente como fonte de reserva nutritiva. Inúmeros vegetais produzem lipídeos, dentre outros compostos que apresentam variação na sua concentração de acordo com o órgão vegetal, espécie (fatores genéticos), e fatores ambientais (estresse, nutrição, solo e pluviosidade) (Bosco, Oliveira, Hernandez, & Lacerda, 2009). Os lipídeos são compostos de ácidos graxos amplamente utilizados nas indústrias alimentícia e farmacêutica.

Os óleos fixos apresentam grande importância na produção alimentos e na produção de cosméticos, sendo extraídas de raízes, cascas, tubérculos, galhos, folhas, flores, cascas de frutos e principalmente de sementes. Os lipídeos são triacilgliceróis diferindo das gorduras apenas pelo ponto de fusão, pois a temperatura dos óleos a 25 °C são líquidos (Costa *et al.*, 2015).

De acordo com Okada *et al.* (2013), alguns constituintes químicos como os ácidos ximênico e pirúlico em óleos fixos apresentam ação tóxica para humanos, entretanto, podem ser utilizados nas indústrias químicas. Vários compostos desta classe de ácidos graxos não usuais que apresentam em suas estruturas ligações triplas possuem importantes trabalhos, contra inúmeros patógenos apresentando resultados com atividades biológicas eficientes contra agentes inflamatórios (inibidores competitivos da cicloxigenase) (Aitzetmüller, 2012), e como antifúngicos (Maroyi, 2016).

Vários fungos principalmente agrícolas que atacam frutas, hortaliças, legumes e sementes durante a produção ou mesmo no armazenamento, causam todos os anos grandes perdas econômicas impactando negativamente no ganho econômico agrícola, de produção, na

geração de empregos diretos e indiretos, no uso maciço de fungicidas sintéticos que agridem o ambiente e os seres humanos (Vinha *et al.*, 2011). Em especial, os gêneros *Sclerotinia* representado pela espécie *S. sclerotiorum* (mofo-branco), *Colletotrichum*, *C. gloeosporioides* (antracnose) e *Aspergillus*, *A. flavus* (micotoxina e aflatoxina) são os exemplos de fungos que causam grande dor de cabeça para o produtor, os comerciantes e para os órgãos de saúde (Riera *et al.*, 2019; Bagherabadi, Zafari, Anvar, & Damm, 2018; Hamid *et al.*, 2018; Ranjan *et al.*, 2017; Wu, Mead, Kim, Rokas, & Yu, 2017).

O *S. sclerotiorum* é um fungo cosmopolita que ataca plantas de soja, milho, algodão e grão-de-bico, já o *C. gloeosporioides* ataca frutos, legumes e hortaliças em geral, e o *A. flavus* se prolifera principalmente em sementes armazenadas como amendoim, soja e milho. Este último produz toxinas como a aflotoxina e micotoxina que podem ser letais para humanos e animais quando utilizados grãos que contenham colônias dessa espécie. Essas toxinas são produzidas a partir do metabolismo natural deste fungo, estando também ligadas no desenvolvimento de diversos tipos de cânceres (Shishodia, Tiwari, Hoda, Vijayaraghavan, & Shankar, 2020; Silva, Ferreira, Mota, & Bentes, 2019; Martinazzo, Oliveira, & Teodoro, 2019). O uso intensificado de fungicidas em lavouras e na produção de frutas ocorre durante o ano todo evitando assim que formas fitopatogênicas se instalem nos vegetais, entretanto, o uso disseminado destas formulações químicas constantes, ocasiona forma de resistência em numerosas pragas agrícolas, bem como a contaminação dos solos, água, ar e nas formas de vida principalmente os insetos (Cruz *et al.*, 2010). Desta forma, tornou-se necessário o estudo alternativo utilizando a química verde a partir dos óleos fixos, essenciais e dos extratos de plantas que apresentam atividade antifúngica natural, e que não agridam o ambiente e a quem depende dele (Haug, Ruiz, Raffaello, Saparrat, & Romanelli, 2019; Rivera Rincón, Vargas, Herrera, & Pinto, 2017; Barbosa, Vieira, & Teixeira, 2015; Marini *et al.*, 2012).

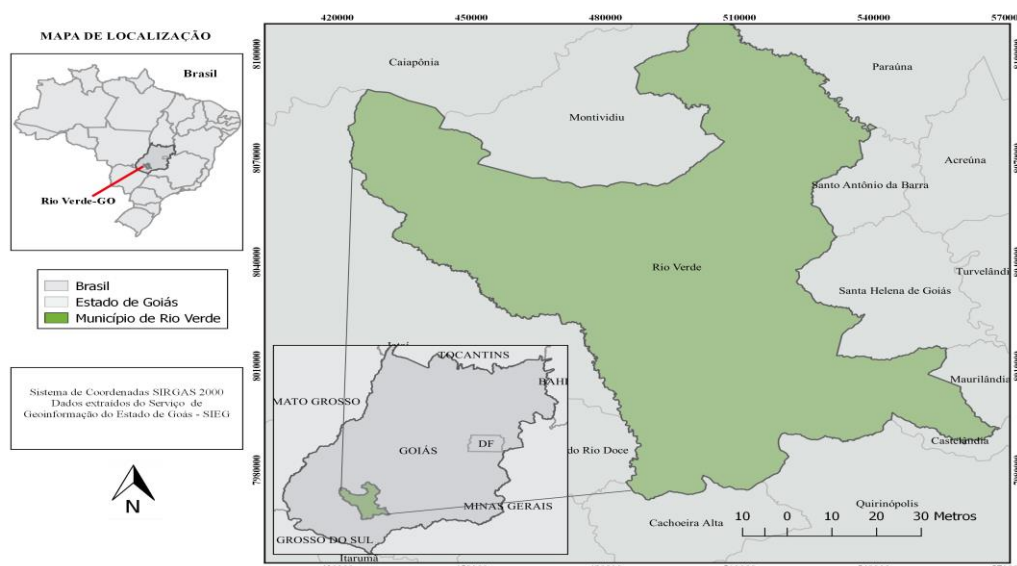
O trabalho teve por objetivo, o uso dos resíduos agrícolas e domésticos dos frutos de melancia na avaliação da fração lipídica como agente antifúngico natural, frente a *S. sclerotiorum*, *C. gloeosporioides* e *A. flavus*.

2 METODOLOGIA

2.1 Coleta dos Resíduos de Produção Agrícola e Domésticos

Os resíduos de produção agrícola foram coletados em 3 unidades rurais produtoras no Distrito da Lagoa do Bauzinho, município de Rio Verde, com as seguintes coordenadas geográficas: 17°57'59.5''S 50°29'27.2''W, e os resíduos domiciliares em 15 residências modelo também no município de Rio Verde – GO, com as seguintes coordenadas geográficas: 17°47'13.8''S 50°55'51.9''W, no período entre fevereiro a julho de 2019. Predominando nesta região a variedade *Citrullus lanatus* var. *Crimson Sweet Extra*. Na Figura 1 está o mapa da região de estudo, município de Rio Verde – GO.

Figura 1. Mapa da região de estudo, localizado no município de Rio Verde – GO, Brasil.



Fonte: SIEG - Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás

2.2 Processamento dos Resíduos e Produção Farinácea

Os resíduos foram levados para o laboratório de Química Tecnológica, localizado no IF Goiano, Campus Rio Verde. Inicialmente os resíduos foram lavados em água corrente, e em seguida submersos em uma solução bacteriológica aquosa a 1% de cloro ativo (Hermon, 2,0 – 2,5% ppm de cloro ativo) (v/v) por 20 min. após este tempo, os resíduos foram lavados em água corrente e cortados em tiras de 2 cm de comprimento, onde foram separados a casca (flavedo) e a entrecasca (albedo) do resíduo de melancia (Menezes *et al.*, 2019) adaptado.

O material foi triturado separadamente em processador doméstico com 500 mL de água destilada até obtenção de uma massa homogênea. Logo após, a massa foi filtrada em tecido fino

de nylon para retirada de excesso de água, em seguida, a massa foi disposta em bandejas de polietileno de alta densidade – PEAD e levadas para secagem em estufa com circulação de ar forçada (Nova Ética, Mod. 400) na temperatura de 40 °C. Após secagem, o material foi triturado em moinho de facas tipo ciclone com peneira granulométrica 32 Mesh Tyler (Tamis) (Bertel) interna (Fortinox, Mod Star FT 51/I). A farinha produzida foi identificada por FCM (Farinha Casca Melancia) e FEM (Farinha Entrecasca Melancia). O material farináceo foi armazenado em embalagem biodegradável para alimentos e mantidas em refrigeração a -8 °C até análises.

2.3 Extração da Fração Lipídica

A fração lipídica foi extraída conforme descrito por Tesser, Cardozo, Camaño e Wasielesky (2019) adaptado. Alíquotas de 10 g de FCM e FEM foram pesadas em papel de filtro quantitativo faixa azul (Unifil, Mod. C40, 4-7 µm de retenção). Em seguida, foram fechados em forma de cartucho e amarrados com cordão de algodão. O sistema utilizado foi o equipamento tipo *Soxhlet*, utilizando como solvente extrator o éter de petróleo (Dinâmica, P. A – ACS, pureza 100%). O sistema ficou em refluxo por 6 horas. Após este período, a solução contendo solvente e óleo foi rotaevaporado em rotaevaporador rotativo a pressão negativa (Fisatom, Mod. 801) e bomba a vácuo (Fisatom, Mod. 820). A fração lipídica foi mantida em estufa com circulação de ar a 50 °C (Nova Ética, Mod. 400) até peso constante. O rendimento da fração determinado conforme equação 1 em balança analítica digital (Marte, Mod. AW 220).

$$\text{Rendimento (\%)} = [(M_{\text{óleo}}/M_{\text{farinha}})/M_{\text{farinha}}]*100 \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde $M_{\text{óleo}}$ é fração lipídica obtida, e M_{farinha} é a massa de farinha utilizada (g).

Ambos os óleos fixos extraídos, receberam as seguintes denominações, óleo fixo casca melancia (OFCM) e óleo fixo entrecasca melancia (OFEM).

2.4 Avaliação de Inibição de Crescimento (%PIC)

Os isolados de *Sclerotinia sclerotiorum* ATCC 01, *Colletotrichum gloeosporioides* ATCC 06 e *Aspergillus flavus* ATCC 05, foram mantidos em meio batata, dextrose, ágar (BDA, Kasvi), especificações (Dextrose 20,00 g L⁻¹, infusão de batatas (200 g) 4,00 g L⁻¹, ágar bacteriológico 15,00 g L⁻¹, pH final 5,6 a 25 °C). As cepas foram doadas pelo laboratório de

Produtos Naturais, e mantidos no banco micológico do laboratório de Química Tecnológica do IF Goiano, Campus Rio Verde – GO, Brasil.

A atividade antifúngica dos óleos fixos de OFCM e OFEM frente ao crescimento micelial de *S. sclerotiorum*, *C. gloeosporioides* e *A. flavus*, foi avaliado através de diferentes concentrações, partindo de 100 (óleo puro); 50; 25; 12,5 $\mu\text{L mL}^{-1}$ de óleo fixo diluído em dimetilsulfóxido (DMSO, Vetec Química Fina, P.A – ACS, pureza de 99,9%). Como controle negativo, utilizou-se a testemunha (ausência de óleo) e DMSO, e como controle positivo fungicida comercial de referência *Frownicide*[®] 500 SC (Fluazinam, ISK, Reg. Ministério da Agricultura 7695, técnica de aplicação terrestre/aérea), na concentração de 10 $\mu\text{L mL}^{-1}$.

As concentrações dos óleos fixos foram adicionadas ao meio de cultura BDA após esterilização e resfriamento, bem como para os tratamentos com fungicida *Frownicide* e DMSO. Após solidificação do meio, em câmara de fluxo laminar, 1 disco de micélio para cada cepa de *S. sclerotiorum*, *C. gloeosporioides* e *A. flavus* com 7 mm de diâmetro, foi depositado no centro da placa de *Petri* com 10 cm de diâmetro. Em seguida foram incubadas nas temperaturas de 20, 23 e 25 °C respectivamente, conforme descrito por Garcia, Juliatti, Barbosa e Casseiro (2012) e Xu *et al.* (2017), e com adaptações.

A avaliação consistiu em medições do diâmetro das colônias, com auxílio de um paquímetro digital (Digimess, Mod. 100.174BL) capacidade de 150 mm/6'' e leitura de 0,01 mm/0,0005''. A avaliação iniciou-se após 24 horas do início da incubação e encerradas, quando as colônias fúngicas do tratamento testemunha, atingiram completamente a área interna da placa (~10 a 15 dias) Valadares *et al.* (2018) adaptado. A determinação do percentual de inibição de crescimento micelial foi realizada conforme equação 2, proposta por Garcia *et al.* (2012).

$$\text{PIC} = (\text{DTT} - \text{DTQ})/\text{DTT} * 100 \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde PIC = percentual de inibição de crescimento, DTT = diâmetro no tratamento testemunha, e DTQ = diâmetro no tratamento químico.

2.5 Análise Estatística

As análises foram realizadas em triplicata para determinação da fração lipídica e em quadruplicata para porcentagem de inibição de crescimento (teste antifúngico). Os resultados foram determinados por média aritmética das repetições, seguida de (\pm) desvio padrão. Os dados do experimento foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias do

tratamento avaliadas pelo teste de *Scott-Knott* 5% de significância e para a determinação do rendimento pelo teste de Student ($p \leq 0,05$), ambos pelo software estatístico utilizado foi o *PAST 3* (versão livre, 2019).

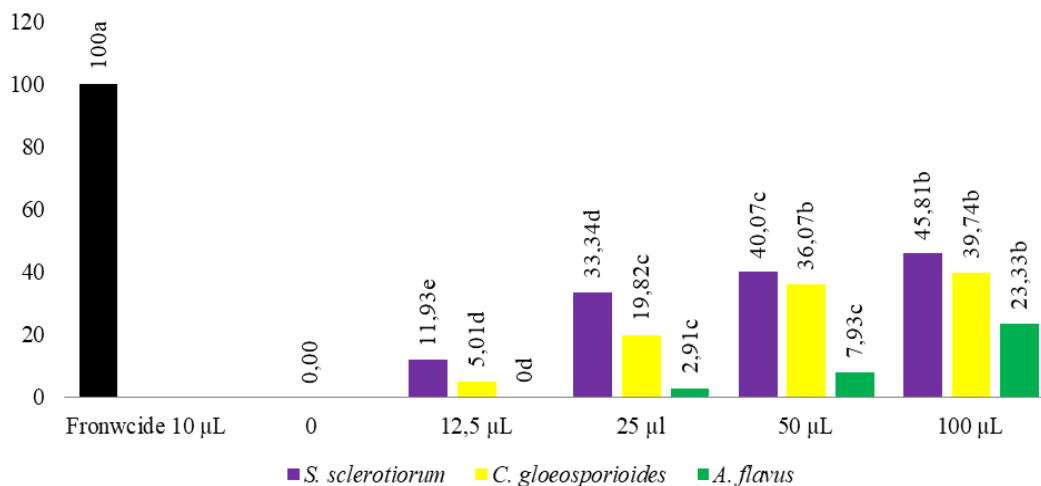
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento de óleo fixo foi de $0,85 \pm 0,04\%$ ^b para OFCM e de $0,93 \pm 0,01\%$ ^a para OFEM. Guimarães, Freitas e Silva (2010) encontraram rendimento de 0,79% de óleo fixo a partir da entrecasca de melancia variedade sobral, estando estes resultados de acordo com a literatura supracitada. Os rendimentos de OFCM e OFEM são considerados baixos quando comparados com outros estudos avaliando diferentes fontes farináceas a partir de produtos do resíduo de frutas e hortaliças. Sultana e Ashraf (2019) em estudo, encontraram teor lipídico de 37,8 a 45,4% para o pó da semente de melancia. Assis *et al.* (2019) encontraram para a farinha do fruto de mutamba teor lipídico de 1,27%. Soares, Resende e Silva (2012) encontraram para a farinha de berinjela teor lipídico de 4,10%, Santos, Karam, Freitas e Stertz (2002) de 2,16% e Posseti e Dutra (2011) de 1,99%.

Na Figura 2, estão apresentados os resultados de percentagem de inibição de crescimento (PIC) para *S. sclerotiorum*, *C. gloeosporioides* e *A. flavus* frente ao óleo fixo da casca de melancia.

Figura 2. Porcentagem de inibição de crescimento PIC do óleo fixo da casca de melancia frente a *S. sclerotiorum*, *C. gloeosporioides* e *A. flavus*. Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de *Scott-Knott* 5%.

Porcentagem de inibição de crescimento PIC



Fonte: Elaborado pelo Autor

Na Figura 2, é possível observar alta atividade antifúngica contra *S. sclerotiorum* por OFCM. Estatisticamente houve diferença entre si em todas as concentrações pelo teste *Scott-Knott* 5%. As maiores concentrações de 50 e 100 µL mL⁻¹ apresentaram taxa de inibição sobre o crescimento de 40,07 (c) e 45,81% (b), as concentrações apresentaram diferença significativa. Já nas concentrações 25 e 12,5 µL mL⁻¹ houve a formação dos grupos (d e e) com respectivas taxas de inibição de 33,34 e 11,93%.

Alta eficiência de inibição de crescimento também foi observada para *C. gloeosporioides*, nas concentrações 50 e 100 µL mL⁻¹, onde apresentaram inibição micelial de 36,07 (b) e 39,74% (b). Para esta cepa fúngica foi observada também diferença estatística em todas as concentrações, exceto, entre as concentrações 50 e 100 µL mL⁻¹. Ambas as cepas fúngicas apresentaram importantes resultados de inibição micelial.

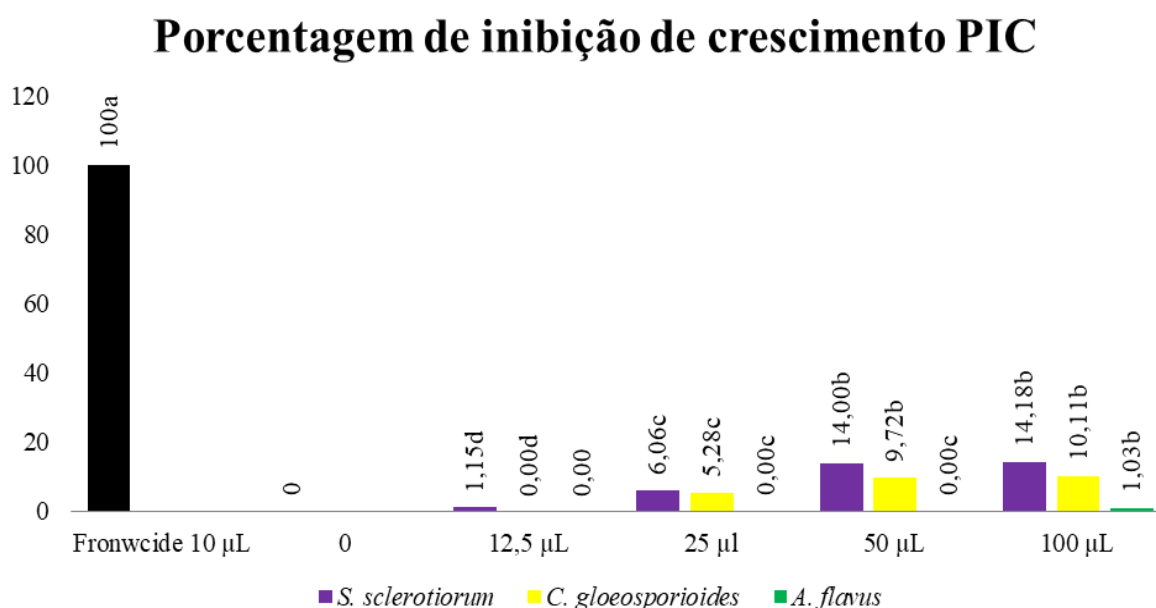
O mesmo não foi observado para *A. flavus* o mesmo não foi observado. A maior concentração de 100 µL mL⁻¹ apresentou a maior taxa de inibição de 23,33%, sendo considerado baixo entre as outras cepas avaliadas. Nas concentrações 25 e 50 µL mL⁻¹ apresentaram resultados de 2,91 e 7,93%, e para a concentração de 12,5 µL mL⁻¹ resultado de 0% de inibição. Todas as concentrações para os três isolados fúngicos, apresentaram resultados inferiores ao obtido pelo fungicida comercial que apresentou 100% de inibição na concentração de 10 µL mL⁻¹.

Costa, Oliveira e Santos (2019) avaliaram a ação fungicida do óleo fixo do pinhão bravo (*J. mollissima*) onde obtiveram inibição de crescimento micelial para *C. musae* com valores superiores a 90%. Passos *et al.* (2002) demonstraram que o óleo fixo da amêndoa de *C. brasiliensis* apresentaram inibição entre 10,5 a 100% contra *C. var. neoformans* e de 100% apenas nas maiores concentrações de 1000 e >1000 $\mu\text{g mL}^{-1}$ para *C. var. gatti*.

Agra e Fortuna (2019) encontraram boa eficiência antibacteriana em isolados de *S. aureus* com diâmetro de inibição de 14, 12 e 8 mm para as concentrações 22,91; 11,46 e 5,73 mg g^{-1} . Na avaliação, entretanto, para o isolado de *E. coli* não foi observado halos de inibição em nenhuma das concentrações usuais aplicadas utilizando o óleo fixo do endosperma de *A. caudescens*. No estudo realizado por Lima *et al.* (2016) os pesquisadores não encontraram ação antibacteriana para isolados de *E. coli* 27 e para *E. coli* ATCC10536 onde avaliaram o óleo fixo puro da semente de *B. virgilioides* (sucupira-do-cerrado ou sucupira-preta).

Na Figura 3, estão apresentados os resultados de percentagem de inibição de crescimento de *S. sclerotiorum*, *C. gloeosporioides* e *A. flavus* em diferentes diluições de OFEM.

Figura 3. Percentagem de inibição de crescimento PIC do óleo fixo da entrecasca de melancia frente a *S. sclerotiorum*, *C. gloeosporioides* e *A. flavus*. Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de *Scott-Knott* 5%.



Fonte: Elaborado pelo Autor

Já para o OFEM como demonstrado na Figura 3, observam-se as menores taxas de inibição de crescimento para os três isolados fúngicos. Novamente, a inibição de crescimento foi superior para as cepas de *S. sclerotiorum* e *C. gloeosporioides* e discreta e baixa para *A. flavus* conforme teste de *Scott-Knott* 5%. Para *S. sclerotiorum* nas concentrações 50 e 100 $\mu\text{L mL}^{-1}$ apresentaram as maiores taxas de inibição de 14,00 (b) e 14,18% (b), não diferindo estatisticamente, já para as concentrações de 12,5 e 25 $\mu\text{L mL}^{-1}$ foram observados as menores porcentagens de inibição de 1,15 e 6,06%, respectivamente. Para *C. gloeosporioides* não houve diferença estatística entre as concentrações 50 e 100 $\mu\text{L mL}^{-1}$ com resultados de inibição de 9,72 (b) e 10,11% (b), para a concentração de 12,5 $\mu\text{L mL}^{-1}$ foi observado a menor porcentagem de inibição de 5,28%, e para a concentração de 12,5 $\mu\text{L mL}^{-1}$, não houve atividade fungistática.

A cepa de *A. flavus* foi a que apresentou menor resistência ao óleo de OFEM. A única concentração que demonstrou baixíssima atividade de inibição foi para 100 $\mu\text{L mL}^{-1}$ com 1,03%, as demais não houve inibição. Todas as concentrações para os três isolados fúngicos, apresentaram resultados também inferiores ao obtido pelo fungicida *Frownicide* que apresentou 100% de inibição na concentração de 10 $\mu\text{L mL}^{-1}$.

São poucos os estudos que relatam a atividade antifúngica ou fungistática empregando óleos fixos, sendo o contrário observando inúmeros trabalhos que avaliam a atividade de inibição micelial com óleos essenciais individuais ou em conjunto. Alguns trabalhos descrevendo a atividade antifúngica foram apresentados neste estudo para possíveis comparações, entretanto, para as cepas avaliadas, não há relatos, sendo este trabalho, o primeiro a observar tais atividades de inibição de crescimento em isolados de *S. sclerotiorum*, *C. gloeosporioides* e *A. flavus*.

Costa *et al.* (2019) discuti sobre os óleos fixos que apresentam atividade antifúngica, entretanto, os pesquisadores citam que a falta de constituintes voláteis nesta categoria de óleo apresentam baixa ação fungistática, quando comparados aos óleos essenciais. Passos *et al.* (2002) demonstraram que o óleo fixo da semente de *C. brasiliensis* possui alta eficiência fungistática contra *C. var. neoformans* com atividade entre 100 a 21,1%. Entretanto os autores não obtiveram ação de inibição para *C. var. gatti* nas concentrações usuais mais baixas. Foram observadas taxas de 100% de inibição nas maiores dosagens de 1000 e >1000 $\mu\text{g mL}^{-1}$. Osinubi, Banjoko, Anselm, Akinrinola e Osofodunrin, (2020) avaliaram o extrato metanólico da casca de melancia (*C. lanatus*) onde observaram importante efeito de antibiose para *S. aureus* com

zona de inibição de 5,81 mm, *B. cereus* com 4,81 mm, *P. aureginus* com 4,90 mm, *P. florescence* com 6,40 mm, *E. coli* com 6,81 mm e *S. typhi* com 6,41 mm.

Os óleos fixos de melancia *var. Crimson Sweet Extra*, apresentaram efeito fungicida, entretanto, é necessária a determinação desse efeito, para que se possa verificar se os óleos apenas paralisam o crescimento dos fungos testados ou se causa a morte das colônias, por inativação de seus componentes celulares. Por se tratar de produtos naturais não há persistência destes sobre os produtos de origem vegetal, como ocorrem em inúmeros pesticidas sintéticos, como descritos por Atuanya e Onuoha (2018).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O rendimento dos óleos fixos da casca e entrecasca de melancia para a variedade *Crimson Sweet extra*, é considerado baixo, entretanto, apresentaram atividade antifúngica frente às cepas de *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum gloeosporioides* e *Aspergillus flavus* avaliados, que são sérios agentes fitopatológicos causadores de perdas durante a frutificação, bem como desenvolvimento do fruto ainda no campo.

Entretanto, novos testes deverão ser realizados avaliando os óleos fixos do resíduo de melancia, visto que, é uma importante cultura frutífera no Brasil, e com isso, é necessário levantamento dos fungicidas utilizados nesta cultura, eliminando a possibilidade de interferentes nos resultados obtidos neste estudo. Possivelmente, ambos os óleos de melancia podem ser misturados e aplicados *in vitro* ou em casas de vegetação para observar como ambos interagem na inibição destas espécies fitopatogênicas.

REFERÊNCIAS

- Agra, A. C., & Fortuna, J. L.(2019). Atividade antimicrobiana do óleo de *Allagoptera caudescens* (Mart.) Kuntze sobre bactérias patogênicas. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 2(3), 1120-1129.
- Aitzetmüller, K. (2012). Santalbic acid in the plant kingdom. *Plant Systematics and Evolution*, 298(9), 1609-1617.

- Al-Sayed, H. M. A., & Ahmed, A. R. (2013). Utilization of watermelon rinds and sharlyn melon peels as a natural source of dietary fiber and antioxidants in cake. *Annals of Agricultural Science*, 58(1), 83-95.
- Assis, R. Q.; Andrade, K. L.; Batista, L. E. G.; Rios, A de. O.; Dias, D. R.; Ndiaye, E. A.; Souza, É. C. de (2019). Characterization of mutamba (*Guazuma ulmifolia*, Lam.) fruit flour and development of bread. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 19.
- Atuanya, E. I., & Onuoha, T. (2018). Level of organochlorine pesticide residues in selected consumable vegetables commonly sold in Benin city markets. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 22(10), 1625-1630.
- Bagherabadi, S.; Zafari, D.; Anvar, F. G., & Damm, U. (2018). *Colletotrichum gloeosporioides* sensu stricto, the causal agent of a leaf spot disease of *Schefflera arboricola* in Iran. *Journal of the Iranian Mycological Society*, 5(1), 29-34. DOI: 10.22043/mi.2019.118404.
- Barbosa, M. S.; Vieira, G. H. C., & Teixeira, A. V. (2015). Atividade biológica in vitro de própolis e óleos essenciais sobre o fungo *Colletotrichum musae* isolado de bananeira (*Musa* spp.). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 17(2), 254-261.
- Bomfim, I. G. A.; Cruz, D. de O.; Freitas, B. M., & Aragão, F. A. S. de. (2013). *Polinização em melancia com e sem semente* (1a ed., 53 p., Documentos, 168). Brasília: Embrapa Agroindústria Tropical.
- Bosco, M. R. de. O.; Oliveira, A. B. de; Hernandez, F. F. F., & Lacerda, C. F. de. (2009). Influência do estresse salino na composição mineral da berinjela. *Revista Ciência Agronômica*, 40(2), 157-164.
- Costa, C. L.; França, E. T. R.; Santos, D. S.; Costa, M. C. P.; Barbosa, M. C. L., & Nascimento, M. D. S. B. (2015). Caracterização físico-química de óleos fixos artesanais de coco babaçu (*Orbignya phalerata*) de regiões ecológicas do estado do Maranhão, Brasil. *Pesquisa em Foco*, 20(1), 27-38.
- Costa, F. M. da; Oliveira, I. A. de, & Santos, M. F. dos. (2019). Óleo fixo de pinhão bravo no controle in vitro de *Colletotrichum musae*. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 14(2), 181-1887.
- Cruz, M. J. D.; Clemente, E.; Cruz, M. E. da. S.; Moura, F.; Cossaro, L., & Pelisson, N. (2010). Effects of bioactive natural compounds on the postharvest conservation of mango fruits cv. Tommy Atkins. *Ciência e Agrotecnologia*, 34(2), 428-433.
- Garcia, R. A.; Juliatti, F. C.; Barbosa, K. A. G. & Casseiro, T. A. (2012). Atividade antifúngica de óleo e extratos vegetais sobre *Sclerotinia sclerotiorum*. *Bioscience Journal*, 28(1), 48-57.
- Guimarães, R. R.; Freitas, M. C. J. de, & Silva, V. L. M da. (2010). Bolos simples elaborados com farinha da entrecasca de melancia (*Citrullus vulgaris*, sobral): avaliação química, física e sensorial. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30(2), 354-363.

- Hamid, M. R.; Xie, J.; Wu, S.; Maria, S. K.; Zheng, D.; Hamidou, A. A.; Wang, Q.; Cheng, J.; Fu, Y.; Jiang, D. (2018). A novel Deltaflexivirus that infects the plant fungal pathogens, *Sclerotinia sclerotiorum*, can be transmitted among host vegetative incompatible strains. *Viruses*, 10(295), 1-15.
- Hasanin, M. S., & Hashem, A. H. (2020). Eco-friendly, economic fungal universal medium from watermelon peel waste. *Journal of Microbiological Methods*, 168, 105802.
- Haug, E.; Ruiz, D.; Raffaello, N.; Saparrat, M., & Romanelli, G. (2019). Síntesis de cinamato de metilo, a través de un procedimiento de bajo impacto ambiental, y evaluación de su actividad antifúngica como potencial preservante de maderas. *Ciencia en Desarrollo*, 10(2), 209-217.
- Lima Neto, I da. S.; Guimarães, I. P.; Batista, P. F.; Aroucha, E. M. M., & Queiróz, M. A. de. (2010). Qualidade de frutos de diferentes variedades de melancia provenientes de Mossoró – RN. *Revista Caatinga*, 23(4), 14-20.
- Lima, F. G. C. de; Silva, M. A. P. da; Freitas, B. T.; Freitas, J. C. M.; Teixeira, C. S., & Bezerra, J. W. A. (2016). Evaluation of antimicrobial activity of the fixed oil of *Bowdichia virgilioides* Kunth (Fabaceae) seeds. *Gaia Scientia*, 10(4), 681-689.
- Marchetto, A. M. P.; Ataíde, H. H.; Masson, M. L. F.; Pelizer, L. H.; Pereira, C. H. C., & Sendão, M. C. (2008). Avaliação das partes desperdiçadas de alimentos no setor de hortifrúti visando seu reaproveitamento. *Revista Simbio-Logias*, 1(2), 1-14.
- Marini, D.; Mensh, R.; Freiberger, M. B.; Dartora, J.; Franzerner, G.; Garcia, R. C.; Stangarlin, J. R. (2012). Efeito antifúngico de extratos alcoólicos de própolis sobre patógenos da videira. *Arquivos do Instituto Biológico*, 79(2), 305-308.
- Maroyi, A. (2016). *Ximenia caffra* Sond. (Ximeniaceae) in sub-Saharan Africa: a synthesis and review of its medicinal potential. *Journal of Ethnopharmacology*, 184, 81-100.
- Martín, P. C. (2009). El uso de residuales agroindustriales en la alimentación animal em Cuba: pasada, presente y futuro. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 13(3), 3-10.
- Martinazzo, A. P., Oliveira, F. S., & Teodoro, C. E. S. (2019). Antifungal activity of *Cymbopogon citratus* essential oil against *Aspergillus flavus*. *Ciência e Natura*, 41, 01-08.
- Menezes Filho, A. C. P. de; Souza, J. C. P. de, & Castro, C. F. de S. (2019). Avaliação dos parâmetros físico-químicos e tecnológicos da farinha produzida a partir dos resíduos da agroindústria de laranja e melancia. *Revista Agrarian*, 12(45), 399-410.
- Ogu, G. I., & Orjiakor, P. I. (2017). Microbiological and nutritional qualities of fermented melon seed shells. *International Journal of Life Sciences*, 1(2), 1-9.
- Okada, S.; Zhou, X. R.; Damcevski, K.; Gibb, N.; Wood, C.; Hamberg, M.; Haritos, V. S. (2013). Diversity of 12 fatty acid desaturases in Santalaceae and their role in production of seed oil acetylenic fatty acids. *The Journal of Biological Chemistry*, 288(45), 32405-32413.

- Oliveira, J. B. de; Grangeiro, L. C.; Espinola Sobrinho, J. E.; Moura, M. S. B. de, & Carvalho, C. A. C. (2015). Rendimento e qualidade de frutos de melancia em diferentes épocas de plantio. *Revista Caatinga*, 28(2), 19-25.
- Osinubi, A. D.; Banjoko, O. O.; Anselm, O. H.; Akinrinola, O. M., & Osofodunrin, A. (2020). Comparative effects of drying methods on phytochemical contents and anti-microbial activities of watermelon (*Citrullus lanatus*) seed and rind. *Journal of Chemical Society of Nigeria*, 45(1), 70-78.
- Passos, X. S.; Santos, S. da C.; Ferri, P. H.; Fernandes, O. de F. L.; Paula, T. de F.; Garcia, A. C. F.; Silva, M. do R. R. (2002). Atividade antifúngica de *Caryocar brasiliensis* (Caryocaraceae) sobre *Cryptococcus neoformans*. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 35(6), 623-627.
- Posseti, T., & Dutra, M. B. L. (2011). Produção, composição centesimal e qualidade microbiológica de farinha de berinjela (*Solanum melongena*, L.). *Enciclopédia Biosfera*, 7(13), 1511-1518.
- Ranjan, A.; Jayaraman, D.; Grau, C.; Hill, C. G. J. H.; Whitham, S. A.; Ané, J-M.; Smith, D. L.; Kabbage, M. (2018). The pathogenic development of *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean requires specific host NADPH oxidases. *Molecular Plant Pathology*, 19(3), 700-714.
- Riera, N.; Ramirez-Villacis, D.; Barriga-Medina, N.; Alvarez-Santana, J.; Herrera, K.; Ruales, C.; Leon-Reyes, A. (2018). First report of banana anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* in Ecuador. *Plant Disease*, 103(4), 763-763.
- Rivera Rincón, Y.; Vargas, L.Y.; Herrera, L.V., & Pinto, S. M. L. (2017). Caracterización biológica in vitro del efecto antifúngico y citotóxico de derivados semisintéticos del eugenol contra *Trichophyton rubrum* y células de mamífero. *Revista Facultad de Ciencias de la Salud UDES*, 4(2), Supl., 16.
- Santos, K. A. dos; Karam, L. M.; Freitas, R. J. S., & Stertz, S. C. (2002). Composição química da berinjela (*Solanum melongena*, L.). *Boletim do CEPPA*, 20(2), 247-256.
- Sena, D. N.; Almeida, M. M. B.; Nascimento, L. G. L.; Brito, S. A.; Sousa, P. H. M., & Fernandes, M. F. L. (2017). Farinhas provenientes do processamento de frutas: bioacessibilidade de compostos antinutricionais. *Arquivos Brasileiros de Alimentação*, 2(3), 156-163.
- Shishodia, S. K.; Tiwari, S.; Hoda, S.; Vijayaraghavan, P., & Shankar, J. (2020). SEM and qRT-PCR revealed quercetina inhibits morphogenesis of *Aspergillus flavus* conidia via modulating calcineurin-Crz1 signalling pathways. *Mycology An International Journal on Fungal Biology*, 1-8.
- Silva, A. M. de; Florentino, T. S.; Medeiros, M. R. G. de; Silveira, A. C. M., & Viera, V. B. (2018). Utilização integral de frutas e vegetais na elaboração de novas fontes alimentícias. *International Journal of Nutrology*, 11(S01), S24-S327.

- Silva, B. N. S. da; Ferreira, A. T. A. F. e; Mota, A. J. da, & Bentes, J. L. da S. (2019). Occurrence of noni anthracnose caused by *Colletotrichum siamense* in Amazonas, Brazil. *Revista Agrária Acadêmica*, 2(3), 7-9.
- Soares, K. A.; Resende, A.; Silva Júnior, W. da. (2012). Avaliação do efeito da farinha da berinjela (*Solanum melongena*, L.) em roedores (*Rattus norvegicus*) nos teores de glicose, colesterol total e triglicerídeos. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, 16(6), 9-26.
- Sultana, B., & Ashraf, R. (2019). Watermelon (*Citrullus lanatus*) oil. In: M. Ramadan (eds). *Fruit Oils: Hemistry and Functionality* (pp. 741-756). Springer, Cham. DOI https://doi.org/10.1007/978-3-030-12473-1_39.
- Tesser, M. B.; Cardozo, A. P.; Camaño, H. N., & Wasielesky, W. (2019). Substituição da farinha e do óleo de peixe por farinha e óleo de origem vegetal em rações utilizadas na fase de engorda do camarão-branco-do-pacífico *Litopenaeus vannamei*, em sistemas de bioflocos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 71(2), 703-710.
- Valadares, A. C. F.; Alves, C. C. F.; Alves, J. M.; Deus, I. P. B. de; Oliveira Filho, J. G. de; Santos, T. C. L. dos; Dias, H. J.; Crotti, A. E. M.; Miranda, M. L. D. (2018). Essential oils from *Piper aduncum* inflorescences and leaves: chemical composition and antifungal activity against *Sclerotinia sclerotiorum*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 90(3), 2691-2699.
- Vinha, M. B.; Pinto, C. L. de O.; Pinto, C. M. F.; Souza, C. F. de; Souza, M. R. de M., & Oliveira, L. L. de. (2011). Impactos do uso indiscriminado de agrotóxicos em frutas e hortaliças. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 1(1), 102-107.
- Xu, X.; Lei, H.; Ma, X.; Lai, T.; Song, H.; Shi, X.; Li, J. (2017). Antifungal activity of 1-methylcyclopropene (1-MCP) against anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) in postharvest mango fruit and its possible mechanisms of action. *International Journal of Food Microbiology*, 241, 1-6.
- Wu, M-Y.; Mead, M. E.; Kim, S-C.; Rokas, A., & Yu, J-H. (2017). WetA bridges cellular and chemical development in *Aspergillus flavus*. *PloS ONE*, 12(6), e0179571.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde; aos laboratórios de Química Tecnológica e Produtos Naturais; aos órgãos de fomento em pesquisa CAPES, CNPq, FINEP e FAPEG, esta última pela bolsa de mestrado em agroquímica para o primeiro autor.