

# Uso de óleos essenciais no controle do fungo *Colletotrichum orbiculare* (Berk. & Mont.) Arx (1957)

*Use of essential oils to control the fungus Colletotrichum orbiculare (Berk. & Mont.) Arx (1957)*

Mariana Santana **GUERRA**<sup>1,3</sup>; Marcelo Sousa **BARBOSA**<sup>2</sup> & Gustavo Haralampidou da Costa **VIEIRA**<sup>2</sup>

## RESUMO

A antracnose consiste em uma das doenças da cultura do pepino e é causada pelo fungo *Colletotrichum orbiculare*, responsável por danos em folhas, hastes, pecíolos e frutos, tendo como principal controle a utilização de produtos fitossanitários. Os óleos essenciais são substâncias originárias do metabolismo secundário das plantas, e suas propriedades fungicidas são reconhecidas. O objetivo do presente trabalho foi determinar o potencial fungicida de diferentes óleos essenciais sobre o fungo *C. orbiculare*. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $5 \times 5$ : cinco óleos essenciais (palmarosa, *tea tree*, cravo-da-índia, açafraão e zimbro) em cinco concentrações (0, 100, 200, 400, 800  $\mu\text{L L}^{-1}$ ), com cinco repetições por tratamento. A ação fungicida dos óleos foi determinada com base no crescimento micelial do fungo, em meio de cultura contendo as substâncias nas respectivas concentrações. As avaliações foram realizadas após 24, 48 e 72 horas da repicagem. O óleo essencial de cravo apresentou total inibição do crescimento do patógeno *C. orbiculare* nas concentrações de 400 e 800  $\mu\text{L L}^{-1}$ . Já o óleo essencial de palmarosa atingiu total inibição na concentração de 400  $\mu\text{L L}^{-1}$ .

**Palavras-chave:** controle alternativo; desenvolvimento sustentável; hortaliças.

## ABSTRACT

Anthrachnose is one of the diseases of the cucumber crop and caused by the fungus *Colletotrichum orbiculare*, responsible for damaging leaves, stems, petioles, and fruits, having as its main control the use of phytosanitary products. Essential oils are substances originating from the secondary metabolism of plants, and their fungicidal properties are recognized. The objective of this work was to determine the fungicidal potential of different essential oils on the fungus *C. orbiculare*. The experimental design was completely randomized, in a  $5 \times 5$  factorial scheme: five essential oils (palmarose, tea tree, clove, saffron, and juniper) at five concentrations (0, 100, 200, 400, 800  $\mu\text{L L}^{-1}$ ), with five repetitions per treatment. The fungicidal action of the oils was determined based on the mycelial growth of the fungus, in a culture medium containing the substances in their respective concentrations. The evaluations were carried out 24, 48 and 72 hours after subculture. The clove essential oil showed total inhibition of the growth of the pathogen *C. orbiculare* at concentrations of 400 and 800  $\mu\text{L L}^{-1}$ , whereas the palmrose essential oil reached total inhibition at the concentration of 400  $\mu\text{L L}^{-1}$ .

**Keywords:** alternative control; sustainable development; vegetables.

Recebido em: 17 maio 2020

Aceito em: 19 jul. 2021

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cidade Universitária de Dourados, Rodovia Itahum, km 12, s/n, Jardim Aeroporto – CEP 79804-970, Dourados, MS, Brasil.

<sup>2</sup> UEMS, Cassilândia, MS, Brasil.

<sup>3</sup> Autora para correspondência: sgmariana@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

Pertencente à família das cucurbitáceas, o pepino (*Cucumis sativus*) é uma hortaliça originária da Índia de suma importância econômica ao cenário do agronegócio brasileiro, sendo o seu consumo no Brasil de forma *in natura* ou em conservas (CARVALHO *et al.*, 2013).

Cultura de clima tropical e bem adaptada ao clima subtropical, o pepino é atacado por diversos patógenos, tais como fungos, bactérias e vírus (FRANZENER *et al.*, 2018). O fungo *Colletotrichum orbiculare* (*C. lagenaria*) (Berk. & Mont.) Arx (1957), causador da antracnose no pepino, desenvolve-se em condições de altas umidade e temperatura, tendo como temperatura ideal a faixa entre 21 e 27°C (KUROZAWA & PAVAN, 1997).

Os sintomas causados nas folhas do pepino pela antracnose correspondem a manchas aquosas, as quais se tornam necróticas com o aumento da severidade (BONALDO *et al.*, 2004). As folhas encarquilham-se e apresentam furos no lugar das lesões, que são de coloração parda, com os centros mais claros e de aspecto circular (SILVA *et al.*, 2011). Nas hastes e nos pecíolos, as lesões são elípticas (DI PIERO *et al.*, 2006). Nos frutos, podem ser elípticas e arredondadas, deprimidas, de coloração rosada no centro, em que estão os esporos do patógeno (KUROZAWA & PAVAN, 1997).

Para o controle desse patógeno, são utilizados fungicidas cúpricos e, quando ocorre ataque intenso, pulverizações com Benomyl® ou Mancozeb®, nas doses adequadas, de acordo com o registro do produto pelo Ministério da Agricultura (VIEIRA NETO & GONÇALVES, 2016).

O pepino é uma hortaliça consumida *in natura*, ou em conservas. Por essa razão, o uso de medidas de controle alternativo está tornando-se essencial para que o produto consumido não seja inadequado para a população, assim como para o produtor e o meio ambiente (SILVA, 2011). Entre as estratégias de controle alternativo de fungos, pode-se citar o uso de óleos essenciais (VIEIRA NETO & GONÇALVES, 2016).

Os óleos essenciais são substâncias produzidas pelo metabolismo secundário das plantas, que oferecem ação atraente para polinizadores e proteção contra predadores e patógenos. Nos patógenos, sua função é inibir fungos e bactérias (KNAAK & FIUZA, 2010). Por causa da importância do pepino à culinária brasileira, o presente estudo teve como objetivo determinar o potencial fungicida dos óleos essenciais sobre o fungo *C. orbiculare*, causador da antracnose, propondo uma alternativa de manejo da doença.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Fitossanidade da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, na cidade de Cassilândia, estado de Mato Grosso do Sul, em 2017.

### Óleos essenciais

Foram testados os óleos essenciais de palmarosa (*Cymbopogon martini*), tea tree (*Melaleuca alternifolia*), cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata*), açafrão (*Curcuma longa*) e zimbro (*Juniperus communis*). Tais óleos foram adquiridos de uma empresa especializada, Oficina de Ervas, registrada na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) sob o número do Centro Estadual de Vigilância em Saúde (Cevs) 354340218-477-000401-1-8.

O experimento foi realizado em ambiente asséptico (câmara de fluxo laminar) e com o auxílio de autoclave para esterilização dos materiais utilizados.

### Isolamento do fungo

O fungo foi isolado diretamente de um órgão da planta de pepino, fruto com os sintomas, sendo então repicado em meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA), acondicionado em placa de Petri (90 × 10 mm), mantido em câmara climática demanda biológica de oxigênio (BOD, em inglês),

em temperatura de  $25^{\circ}\text{C} \pm 2$  e fotoperíodo de 12 horas. Posteriormente, foi realizado o postulado de Koch (1876), para a confirmação do patógeno.

Após a obtenção das colônias puras, estas foram destinadas aos tratamentos com os óleos essenciais.

### Determinação da atividade antifúngica dos óleos essenciais

A atividade antifúngica dos óleos essenciais foi determinada pelo desenvolvimento micelial do fungo em meio de cultura BDA, em que foram adicionados os óleos essenciais (*tea tree*, açafraão, cravo-da-índia, zimbro e palmarosa) nas concentrações 0, 100, 200, 400 e  $800 \mu\text{L L}^{-1}$ . Para esse teste, discos miceliais da colônia pura, com diâmetro de 5 mm, foram colocados em meio BDA acrescido dos óleos essenciais, acondicionados em placas de Petri ( $90 \times 10$  mm).

As avaliações ocorreram por intermédio de medições do diâmetro das colônias (média de duas medidas diametralmente opostas), com auxílio de um paquímetro, nos períodos de 24, 48 e 72 horas após a inoculação do patógeno.

Os valores de crescimento micelial obtidos foram utilizados também para o cálculo do índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM), conforme Oliveira (1991). Estabeleceu-se esse índice pela Equação 1:

$$\Sigma (D - D_a) / N \quad (1)$$

Em que:

D: diâmetro médio atual da colônia;

$D_a$ : diâmetro médio da colônia do dia anterior;

N: número de dias após a inoculação.

### Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $5 \times 5$  (cinco substâncias em cinco concentrações), com cinco repetições. As variáveis foram submetidas à análise de variância pelo teste de F. Quando significativas, compararam-se as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para o fator substâncias, e, para a concentração, foi ajustada a regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o primeiro período de avaliação, realizada após 24 horas da repicagem, não foram observadas diferenças nos resultados obtidos para os óleos essenciais nas concentrações de 0 e  $100 \mu\text{L L}^{-1}$ , sugerindo que nessas concentrações as substâncias usadas apresentam ausência de inibição do patógeno (Tabela 1).

No que se refere à concentração de  $200 \mu\text{L L}^{-1}$ , os óleos de cravo-da-índia e palmarosa inibiram completamente o crescimento micelial do fungo, seguidos por açafraão e zimbro. Foi diferente o resultado obtido para *tea tree*, que apresentou a menor eficiência entre os óleos nessa concentração (Tabela 1).

Quanto às concentrações de 400 e  $800 \mu\text{L L}^{-1}$ , as maiores eficiências foram mantidas para palmarosa e cravo-da-índia, seguidos por açafraão, que não diferiram entre si. Posteriormente, vieram zimbro e *tea tree*, que também não diferiram entre si (Tabela 1).

**Tabela 1** – Crescimento micelial (mm) do fungo *Colletotrichum orbiculare* após 24 horas da repicagem em meio de cultura batata-dextrose-ágar acrescido de óleos essenciais em diferentes concentrações. Cassilândia, MS, 2017\*.

Concentração (µL L <sup>-1</sup> )	Tea tree	Zimbro	Açafrão	Palmarosa	Cravo-da-índia
0	5,50 ± 0,64a	5,50 ± 0,64a	5,50 ± 0,64a	5,50 ± 0,64a	5,50 ± 0,64a
100	4,66 ± 0,28a	4,90 ± 0,51a	3,66 ± 0,20a	5,19 ± 0,66a	4,18 ± 0,47a
200	4,22 ± 0,33c	2,36 ± 0,72b	1,74 ± 0,57b	0,00 ± 0,00a	0,00 ± 0,00a
400	2,62 ± 1,00b	2,41 ± 0,85b	0,29 ± 0,19a	0,00 ± 0,00a	0,00 ± 0,00a
800	2,53 ± 0,35b	1,57 ± 1,05b	0,00 ± 0,00a	0,00 ± 0,00a	0,00 ± 0,00a
<b>F (tratamento)</b>		**			
<b>F (concentração)</b>		**			
<b>F (tratamento × concentração)</b>		**			
<b>CV (%)</b>		42,74			

\*Dados originais. Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; \*\*p < 0,01; CV: coeficiente de variação.

Fonte: primária.

Para o segundo período de avaliação, após 48 horas de inoculação, na concentração de 100 µL L<sup>-1</sup>, os óleos de cravo-da-índia, palmarosa e açafrão, com as maiores eficiências, diferiram dos óleos de *tea tree* e zimbro (Tabela 2).

Em 200 µL L<sup>-1</sup>, todos os óleos diferiram entre si, e a melhor eficiência verificada foi para o óleo de cravo-da-índia, seguido por palmarosa, açafrão, zimbro e *tea tree* (Tabela 2).

Para 400 µL L<sup>-1</sup>, cravo-da-índia e palmarosa controlaram completamente o fungo, seguidos por açafrão, que, com valor inibitório intermediário, diferiu das menores eficiências observadas, compostas de *tea tree* e zimbro (Tabela 2).

Na maior concentração, 800 µL L<sup>-1</sup>, as diferenças significativas foram dos óleos de cravo-da-índia, palmarosa e açafrão em relação aos de zimbro e *tea tree* (Tabela 2).

**Tabela 2** – Crescimento micelial (mm) do fungo *Colletotrichum orbiculare* após 48 horas da repicagem em meio de cultura batata-dextrose-ágar acrescido de óleos essenciais em diferentes concentrações. Cassilândia, MS, 2017\*.

Concentração (µL L <sup>-1</sup> )	Tea tree	Zimbro	Açafrão	Palmarosa	Cravo-da-índia
0	22,67 ± 1,94a	22,67 ± 1,94a	22,67 ± 1,94a	22,67 ± 1,94a	22,67 ± 1,94a
100	22,40 ± 0,31b	22,16 ± 0,22b	17,49 ± 0,30a	18,23 ± 1,88a	15,27 ± 0,73a
200	20,04 ± 0,87e	16,16 ± 0,90d	12,16 ± 0,88c	4,47 ± 0,78b	0,55 ± 0,55a
400	17,10 ± 1,24c	15,34 ± 0,70c	8,06 ± 0,74b	0,00 ± 0,00a	0,00 ± 0,00a
800	12,40 ± 3,63b	15,35 ± 0,85b	2,13 ± 0,69a	1,26 ± 1,26a	0,00 ± 0,00a
<b>F (tratamento)</b>		**			
<b>F (concentração)</b>		**			
<b>F (tratamento × concentração)</b>		**			
<b>CV (%)</b>		21,04			

\*Dados originais. Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; \*\*p < 0,01; CV: coeficiente de variação.

Fonte: primária.

Para o último período de avaliação, realizado após 72 horas da repicagem, na concentração de 100 µL L<sup>-1</sup> o óleo de cravo-da-índia, com a maior eficiência inibitória, diferiu dos demais, seguido por palmarosa e açafrão, que não diferiram entre si, e zimbro e *tea tree*, que também não diferiram entre si (Tabela 3).

No período de 72 horas após a repicagem do patógeno, para a concentração 200  $\mu\text{L L}^{-1}$ , o óleo de cravo-da-índia manteve sua maior eficiência, diferindo dos demais tratamentos, que também foram diferentes entre si, com exceção apenas dos óleos de *tea tree* e zimbro, que foram semelhantes, ao apresentar os menores efeitos inibitórios (Tabela 3).

Para 400  $\mu\text{L L}^{-1}$ , os óleos de cravo-da-índia e palmarosa, com os melhores efeitos inibitórios, diferiram dos demais, seguidos por açafraão, que também diferiu de zimbro e *tea tree*, tendo esses dois últimos não diferido entre si (Tabela 3).

Em concentração de 800  $\mu\text{L L}^{-1}$ , o cravo-da-índia manteve sua eficiência elevada, inibindo completamente o crescimento micelial do fungo, seguido por palmarosa e açafraão, que apresentaram efeito inibitório, porém com menor eficiência quando comparado ao do cravo-da-índia. Os óleos de *tea tree* e zimbro mantiveram suas menores eficiências inibitórias, diferindo entre si e em relação aos demais tratamentos (Tabela 3).

**Tabela 3** – Crescimento micelial (mm) do fungo *Colletotrichum orbiculare* após 72 horas da repicagem em meio de cultura batata-dextrose-ágar acrescido de óleos essenciais em diferentes concentrações. Cassilândia, MS, 2017\*.

Concentração ( $\mu\text{L L}^{-1}$ )	<i>Tea tree</i>	Zimbro	Açafraão	Palmarosa	Cravo-da-índia
0	41,90 $\pm$ 1,86a	41,90 $\pm$ 1,86a	41,90 $\pm$ 1,86a	41,90 $\pm$ 1,86a	41,90 $\pm$ 1,86a
100	42,04 $\pm$ 0,35c	41,22 $\pm$ 0,45c	31,55 $\pm$ 0,48b	34,72 $\pm$ 2,74b	27,23 $\pm$ 0,78a
200	38,11 $\pm$ 0,93d	34,73 $\pm$ 1,36d	23,36 $\pm$ 1,45c	17,01 $\pm$ 1,30b	5,63 $\pm$ 0,38a
400	33,97 $\pm$ 1,02c	31,78 $\pm$ 1,23c	13,30 $\pm$ 0,74b	0,00 $\pm$ 0,00a	0,00 $\pm$ 0,00a
800	26,86 $\pm$ 4,42c	32,57 $\pm$ 0,72d	6,42 $\pm$ 0,80b	3,97 $\pm$ 3,97b	0,00 $\pm$ 0,00a
<b>F (tratamento)</b>		**			
<b>F (concentração)</b>		**			
<b>F (tratamento <math>\times</math> concentração)</b>		**			
<b>CV (%)</b>		14,34			

\*Dados originais. Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; \*\* $p < 0,01$ ; CV: coeficiente de variação.

Fonte: primária.

As propriedades fungicidas dos óleos essenciais de cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata*), palmarosa (*Cymbopogon martinii*) e *tea tree* (*Melaleuca alternifolia*) já foram relatadas para o controle do patógeno *Colletotrichum musae*, causador da antracnose em bananeira (BARBOSA *et al.*, 2015).

Estudos com cromatografia gasosa identificaram como substância majoritária no óleo essencial de *E. caryophyllata* o eugenol, sendo a ele atribuídas as propriedades fungicidas observadas (CASTRO *et al.*, 2017).

Para *C. martinii*, o principal composto é o geraniol, que corresponde a mais de 70% da composição do óleo essencial, estando nas formas transgeraniol, cisgeraniol e acetato de geranil, responsável pelas propriedades fungicidas desse óleo (WANG *et al.*, 2018).

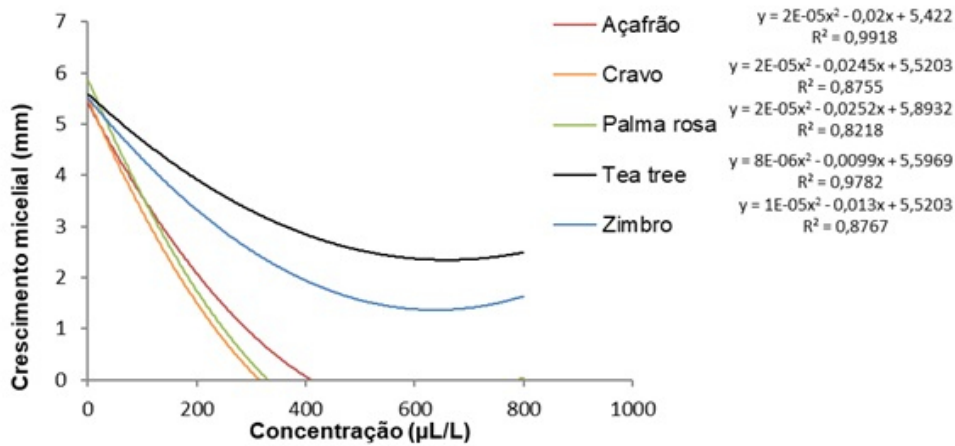
No caso da *M. alternifolia*, a principal substância encontrada é o terpeno, que está em cerca de 50% da composição desse óleo essencial (ANDRADE *et al.*, 2015).

O uso de óleos essenciais de plantas da família do *Cymbopogon* (Poaceae) apresenta grande potencial fungicida, pois, além da palmarosa (*C. martinii*), aqui empregada, o óleo essencial de citronela (*Cymbopogon winterianus*) tem controle sobre o patógeno *Fusarium solani*, causador da podridão radicular em tomates (CRUZ *et al.*, 2015). Ademais, o óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) também demonstra potencial fungicida no controle do patógeno *Colletotrichum gloeosporioides* desde a concentração de 10  $\mu\text{L L}^{-1}$ , porém, para a inibição de desenvolvimento de conídios, seu efeito foi pouco observado (ANDRADE & VIEIRA, 2016).

Quando se compara o efeito das concentrações sobre o fungo para cada substância estudada, observa-se que, para o primeiro período de avaliação, os óleos de cravo-da-índia e palmarosa, na concentração de 200  $\mu\text{L L}^{-1}$  em diante, inibiram completamente o fungo, sendo as melhores respostas



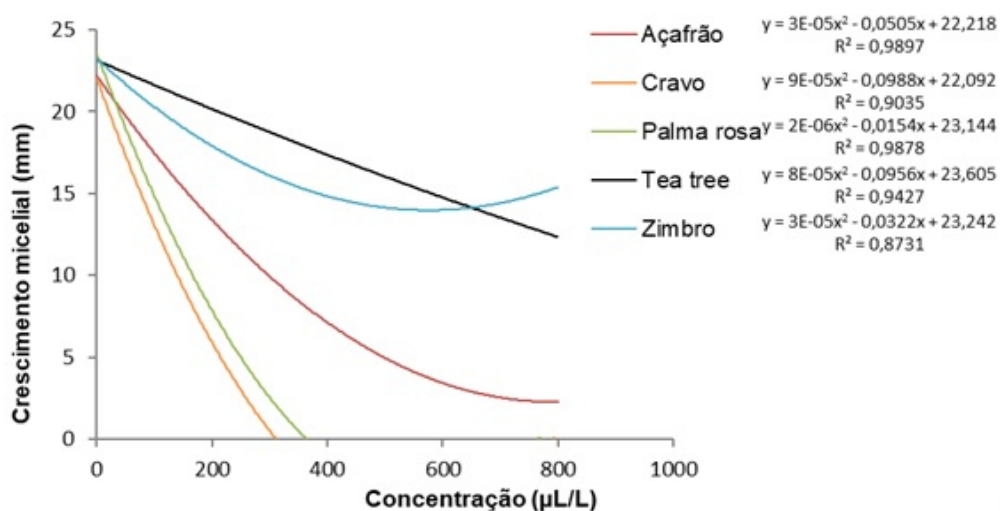
inibitórias entre as substâncias testadas. Ainda nesse período, o açafração apresentou relação dose-dependente no que tange ao crescimento micelial do fungo. Para esse período de avaliação, as menores eficiências ficaram entre os óleos de tea tree e zimbro (Figura 1).



**Figura 1** – Variação do crescimento micelial do fungo *Colletotrichum orbiculare* para cada substância, em relação às concentrações estudadas, verificado após 24 horas da repicagem.

Fonte: primária.

Para o segundo período de avaliação, o óleo de cravo-da-índia apresentou relação dose-dependente no tocante ao crescimento micelial do fungo e às concentrações estudadas, chegando à completa inibição do patógeno em 400 µL L<sup>-1</sup>. Os outros óleos que demonstraram essa relação dose-dependente foram tea tree e açafração, embora com baixa eficiência em comparação ao primeiro. O óleo de palmarosa chegou a inibir completamente o fungo na concentração de 400 µL L<sup>-1</sup>, embora essa eficiência não tenha sido mantida para 800 µL L<sup>-1</sup>. Zimbro foi, entre os óleos testados, o menor em eficiência (Figura 2).



**Figura 2** – Variação do crescimento micelial do fungo *Colletotrichum orbiculare* obtido para cada substância em relação às concentrações estudadas, após 48 horas da repicagem.

Fonte: primária.

Para o último período de avaliação, a relação dose-dependente foi mantida para os óleos de cravo-da-índia, açafração e tea tree, havendo completa inibição do fungo apenas para o óleo essencial de cravo-da-índia, da concentração de 400 µL L<sup>-1</sup> em diante. O óleo de palmarosa, embora tenha

alcançado eficiência inibitória, apresentou crescimento micelial do fungo na maior concentração testada, assim como o zimbro, que foi, entre os óleos estudados, o que teve menor efeito fungicida (Figura 3).

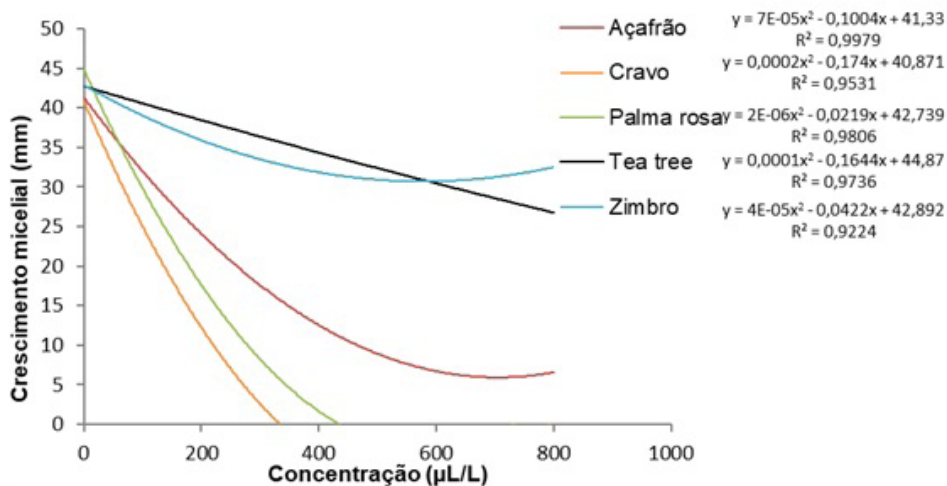
Quanto ao índice de velocidade de crescimento, para o óleo essencial de zimbro não foi observada diferença significativa entre as concentrações. Já para o óleo essencial de tea tree, apenas na concentração de 800  $\mu\text{L L}^{-1}$  houve menor índice de velocidade de crescimento. Os óleos essenciais de cravo-da-índia e de palmarosa apresentaram menor índice de velocidade de crescimento da concentração de 200  $\mu\text{L L}^{-1}$  em diante. Para o óleo de açafraão, os menores índices de crescimento micelial foram em 400  $\mu\text{L L}^{-1}$  e concentração posterior. Para os óleos essenciais de cravo-da-índia, palmarosa e açafraão, os maiores índices de crescimento micelial ocorreram na concentração de 0  $\mu\text{L L}^{-1}$  (Tabela 4).

Para o óleo de *Curcuma longa* L. (açafraão), as propriedades fungicidas verificadas no presente estudo são atribuídas à presença de curcumina, substância cujos principais componentes pertencem à classe terpênica. Os terpenos apresentam mais de 70% da composição desse óleo essencial, sendo a eles atribuídos as atividades antimicrobiana e antifúngica (AVANÇO et al., 2017).

Os resultados obtidos para o zimbro (*J. communis*) no presente estudo se contrapõem aos obtidos por Cavaleiro et al. (2006), que atribuíram propriedades fungicidas a essa substância. Para o óleo essencial de *J. communis* L., alguns autores apontaram a presença de componentes tais como  $\beta$ -pineno, sabineno, canfeno,  $\beta$ -pineno, limoneno, terpinen-4-ol, borneol e myrtenol (DAHMANE et al., 2016).

Um dos fatores que poderiam explicar os resultados antifúngicos insatisfatórios constatados para os óleos essenciais de zimbro e de *tea tree* no presente trabalho seria a baixa concentração dessas substâncias no controle de *C. orbiculare*.

O IVCM para a concentração de 0  $\mu\text{L L}^{-1}$  não apresentou diferença. Para a concentração de 100  $\mu\text{L L}^{-1}$ , os menores índices foram para os óleos essenciais de cravo-da-índia, açafraão e palmarosa. Já na concentração de 200  $\mu\text{L L}^{-1}$ , o óleo essencial de cravo-da-índia indicou menor IVCM (Tabela 4).



**Figura 3** – Variação do crescimento micelial do fungo *Colletotrichum orbiculare* obtido para cada substância em relação às concentrações estudadas, após 72 horas da repicagem.

Fonte: primária.

**Tabela 4** – Índice de velocidade de crescimento micelial do fungo *Colletotrichum orbiculare* na presença de cinco substâncias alternativas em diferentes concentrações. Cassilândia, MS, 2017.

Concentração (µL L <sup>-1</sup> )	Tea tree	Zimbro	Açafrão	Palmarosa	Cravo-da-índia
0	14,10 ± 0,44aB	14,10 ± 0,44aA	14,10 ± 0,44aD	14,10 ± 0,44aC	14,10 ± 0,44aC
100	13,84 ± 0,49bcB	14,72 ± 0,10cA	11,23 ± 0,08aC	12,03 ± 0,67abB	10,08 ± 0,14aB
200	13,45 ± 0,17cB	13,36 ± 0,38cA	8,68 ± 0,44bB	8,48 ± 0,44bA	1,42 ± 0,10aA
400	12,70 ± 0,30cB	12,89 ± 0,27cA	5,44 ± 0,26bA	0,00 ± 0,00aA	0,00 ± 0,00aA
800	10,08 ± 1,22cA	12,66 ± 0,42dA	3,27 ± 0,30bA	1,91 ± 1,91abA	0,00 ± 0,00aA
<b>F (tratamento)</b>	**				
<b>F (concentração)</b>	**				
<b>F (tratamento × concentração)</b>	**				
<b>CV (%)</b>	13,26				

\*Dados originais. Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; \*\*p < 0,01; CV: coeficiente de variação.

Fonte: primária.

Nas concentrações de 400 e 800 µL L<sup>-1</sup>, os menores IVCM foram observados para os óleos essenciais de cravo-da-índia e palmarosa, demonstrando a eficiência de ambos os óleos no controle do patógeno, como já descrito nos resultados (Tabela 4).

Como verificado no presente trabalho, o óleo essencial de palmarosa apresentou total inibição do crescimento do patógeno na concentração de 400 µL mL<sup>-1</sup>, porém na maior concentração, de 800 µL mL<sup>-1</sup>, houve pequeno crescimento do patógeno, o que sugere a relação dose-dependente. Segundo Avanço *et al.* (2017), dependendo da dose, pode haver maior ou menor crescimento do halo micelial.

## CONCLUSÃO

Os óleos essenciais de cravo-da-índia e palmarosa possuem ação fungicida sobre *C. orbiculare*, podendo ser usados em programas de manejo sustentável desse patógeno.

## REFERÊNCIAS

- Andrade, B. F. M. T., Barbosa, L. M., Alves, F. C. B., Albono, M., Rall, V. L. M., Sforcin, J. M., Fernandes, A. A. H. & Fernandes Júnior, A. The antibacterial effects of *Melaleuca alternifolia*, *Pelargonium graveolens* and *Cymbopogon martinii* essential oils and major compounds on liquid and vapor phase. *Journal of Essential Oil Research*. 2015; 28(3): 227-233.  
doi: <https://doi.org/10.1080/10412905.2015.1099571>
- Andrade, W. P. & Vieira, G. H. C. V. Efeito dos óleos essenciais sobre a antracnose *in vitro* e em frutos de mamoeiro. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*. 2016; 18(1): 367-372.  
doi: [https://doi.org/10.1590/1983-084X/15\\_089](https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_089)
- Avanço, G. B., Ferreira, F. D., Bonfim, N. S., Santos, P. A. D. S. R., Peralta, R. M., Brugnari, T., Mallmann, C. A., Abreu Filho, B. A., Mikcha, J. M. G. & Machinski Junior, M. *Curcuma longa* L. essential oil composition, antioxidant effect, and effect on *Fusarium verticillioides* and fumonisin production. *Food Control*. 2017; 73: 806-813.  
doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.09.032>
- Barbosa, M. S., Vieira, G. H. C. & Teixeira, A. V. Atividade biológica *in vitro* de própolis e óleos essenciais sobre o fungo *Colletotrichum musae* isolado de bananeira (*Musa* spp.). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*. 2015; 17(2): 254-261.  
doi: [https://doi.org/10.1590/1983-084X/13\\_063](https://doi.org/10.1590/1983-084X/13_063)



- Bonaldo, S. M., Schwan-Estrada, K. R. F., Stangarlin, J. R., Tessmann, D. J. & Capim, C. A. Fungitoxicidade, atividade elicitora de fitoalexinas e proteção de pepino contra *Colletotrichum lagenarium*, pelo extrato aquoso de *Eucalyptus citriodora*. Fitopatologia Brasileira. 2004; 29(2): 128-134.
- Carvalho, A. D. F., Amaro, G. B., Lopes, J. F., Vilela, N. J., Michereff Filho, M. & Andrade, R. A cultura do pepino. Brasília: Embrapa Hortaliças; 2013. 18 p. (Circular Técnica, 113).
- Castro, J. C., Endo, E. H., Souza, M. R., Zanqueta, E. B., Polonio, J. C., Pamphile, J. A. & Abreu Filho, B. A. Bioactivity of essential oils in the control of *Alternaria alternata* in dragon fruit (*Hylocereus undatus* Haw.). Industrial Crops and Products. 2017; 97: 101-109.  
doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.12.007>
- Cavaleiro, C., Pinto, E., Onçalves, M. J. & Salgueiro, L. Antifungal activity of *Juniperus* essential oils against dermatophyte, *Aspergillus* and *Candida* strains. Journal of Applied Microbiology. 2006; 100(6): 1333-1338.  
doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2006.02862.x>
- Cruz, T. P., Alves, F. R., Mendonça, R. F., Costa, A. V., Jesus Junior, W. C., Pinheiro, P. F. & Marins, A. K. Atividade fungicida do óleo essencial de *Cymbopogon winterianus* jowit (citronela) contra *Fusarium solani*. Bioscience Journal. 2015; 31(1): 1-8.  
doi: <https://doi.org/10.14393/BJ-v31n1a2015-22346>
- Dahmane, D., Dob, T. & Chelghoum, C. Essential oil composition and enantiomeric distribution of some monoterpenoid components of *Juniperus communis* L. from Algeria. Journal of Essential Oil Research. 2016; 28(4): 348-356.  
doi: <https://doi.org/10.1080/10412905.2015.1133458>
- Di Piero, R. M., Wulff, N. A. & Pascholati, S. F. Partial purification of elicitors from *Lentinula edodes* basidiocarps protecting cucumber seedlings against *Colletotrichum lagenarium*. Brazilian Journal of Microbiology. 2006; 37(2): 175-180.  
doi: <https://doi.org/10.1590/S1517-83822006000200015>
- Franzener, G., Schwan-Estrada, K. R. F., Moura, G. S., Kuhn, O. J. & Stangarlin, J. R. Induction of defense enzymes and control of anthracnose in cucumber by *Corymbia citriodora* aqueous extract. Summa Phytopathology. 2018; 44(1): 10-16.  
doi: <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2218>
- Knaak, N. & Fiuza, L. M. Potencial dos óleos essenciais de plantas no controle de insetos e microrganismos. Neotropical Biology and Conservation. 2010; 5(2): 120-132.  
doi: <https://doi.org/10.4013/nbc.2010.52.08>
- Koch, R. Untersuchungen über Bakterien: V. Die Ätiologie der Milzbrand-Krankheit, begründet auf die Entwicklungsgeschichte des *Bacillus anthracis*. Cohns Beiträge zur Biologie der Pflanzen. 1876; 2 (2): 277-310.
- Kurozawa, C. & Pavan, M. A. Doenças das cucurbitáceas. In: Kimati, H., Amorim, L., Bergamin Filho, A., Camargo, L. E. A. & Rezende, J. A. M. Manual de fitopatologia. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres; 1997. p. 310-321.
- Oliveira, J. A. Efeito do tratamento fungicida em sementes no controle de tombamento de plântulas de pepino (*Cucumis sativas* L.) e pimentão (*Capsicum annanum* L.). [Dissertação de Mestrado]. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras; 1991.
- Silva, K. J. P Alterações morfofisiológicas em plantas de melão e pepino, qualidade de frutos de melão e proteção de pepino contra *Colletotrichum lagenarium*, ocasionadas pelo paclobutrazol [Dissertação de Mestrado]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2011.
- Silva, V. N. da, Guzzo, S. D., Lucon, C. M. M. & Harakav, R. Promoção de crescimento e indução de resistência à antracnose por *Trichoderma* spp. em pepineiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 2011; 6(12): 1609-1618.  
doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001200005>
- Vieira Neto, J. & Gonçalves, P. A. Resíduos de agrotóxicos em pepinos para conserva *in natura* e industrializados. Horticultura Brasileira. 2016; 34(1): 126-129.  
doi: <https://doi.org/10.1590/hb.v34i1.546>
- Wang, H., Yang, Z., Ying, G., Yang, M., Nian, Y., Wei, F. & Kong, W. Antifungal evaluation of plant essential oils and their major components against toxigenic fungi. Industrial Crops & Products. 2018; 120: 180-186.  
doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.04.053>