

UFRRJ

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM
AGROPECUÁRIA**

TESE

**Óleos Essenciais com Atividade Antimicrobiana a
Fitopatógenos de Interesse em *Passiflora edulis* Sims**

Ana Rosa de Figueiredo

2021



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E
INOVAÇÃO EM AGROPECUÁRIA**

**ÓLEOS ESSENCIAIS COM ATIVIDADE ANTIMICROBIANA A
FITOPATÓGENOS DE INTERESSE EM *PASSIFLORA EDULIS* SIMS**

ANA ROSA DE FIGUEIREDO

Sob a Orientação da Professora
Lilia Aparecida Salgado de Moraes

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutora**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária, Área de Concentração em Agrobiologia.

Seropédica, RJ
Agosto de 2021

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central/ Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pela autora

F 471? Figueiredo, Ana Rosa de, 1976-
Óleos essenciais com atividade antimicrobiana a
fitopatógenos de interesse em *Passiflora edulis* Sims /
Ana Rosa de Figueiredo. - Rio de Janeiro, 2021.
151 f.: il.

Orientadora: Lilia Aparecida Salgado de Moraes.
Tese(Doutorado). -- Universidade Federal Rural do Rio
de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ciência,
Tecnologia e Inovação em Agropecuária, 2021.

1. Maracujá. 2. Agricultura de base ecológica. 3.
Controle natural. 4. Fitopatógenos. 5. Óleos
essenciais. I. Moraes, Lilia Aparecida Salgado de,
1972-, orient. II Universidade Federal Rural do Rio
de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Ciência,
Tecnologia e Inovação em Agropecuária III. Título.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

É permitida a cópia parcial ou total desta Tese, desde que seja citada a fonte.



HOMOLOGAÇÃO DE TESE DE DOUTORADO Nº 18/2021 - PPGCTIA (12.28.01.84)

Nº do Protocolo: 23083.060236/2021-61

Seropédica-RJ, 23 de agosto de 2021.

ANA ROSA DE FIGUEIREDO

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutora** no Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária, área de concentração em Agrobiologia.

TESE APROVADA EM 23/08/2021

Conforme deliberação número 001/2020 da PROPPG, de 30/06/2020, tendo em vista a implementação de trabalho remoto e durante a vigência do período de suspensão das atividades acadêmicas presenciais, em virtude das medidas adotadas para reduzir a propagação da pandemia de Covid-19, nas versões finais das teses e dissertações as assinaturas originais dos membros da banca examinadora poderão ser substituídas por documento(s) com assinaturas eletrônicas. Estas devem ser feitas na própria folha de assinaturas, através do SIPAC, ou do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) e neste caso folha com a assinatura deve constar como anexo ao final da tese.

(Assinado digitalmente em 26/08/2021 00:03)

MARCO ANDRE ALVES DE SOUZA

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR

DBQ (11.39.00.24)

Matrícula: 2582213

(Assinado digitalmente em 25/08/2021 16:29)

MARGARIDA GORETE FERREIRA DO CARMO

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR

PPGF (12.28.01.00.00.26)

Matrícula: 1213072

(Assinado digitalmente em 23/08/2021 19:27)

RAUL CASTRO CARRIELLO ROSA

ASSINANTE EXTERNO

CPF: 026.339.867-65

(Assinado digitalmente em 25/08/2021 19:40)

LILIA APARECIDA SALGADO DE MORAIS

ASSINANTE EXTERNO

CPF: 025.802.007-54

(Assinado digitalmente em 23/08/2021 19:56)

WILLIAN KRAUSE

ASSINANTE EXTERNO

CPF: 053.217.937-43

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufrrj.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: **18**, ano: **2021**, tipo: **HOMOLOGAÇÃO DE TESE DE DOUTORADO**, data de emissão: **23/08/2021** e o código de verificação: **2c481838fb**

DEDICATÓRIA

À memória de meus pais, Jayme e Terezinha, esse trabalho é de vocês que sempre primaram
por minha educação.
Aos meus filhos Gustavo e Rafaela

AGRADECIMENTOS

Eis que é hora de agradecer a toda essa dinâmica de colaborações e incentivos que me foram oferecidos nesta jornada. Não parece tanto tempo assim, mas a trajetória foi longa, intensa e cheia de emoções. Digo isto, porque foram muitos os acontecimentos ao mesmo tempo da tese. Deu tempo para perder minha querida mãe para esse mal do Alzheimer e minha plena irmã, para o impiedoso câncer. Quando pensei que era muito, a pandemia chegou e levou minha irmã de coração. Agradeço *in memoriam* a essas pessoas que sempre me incentivaram em muitos momentos, por isso fizeram parte indiretamente da construção desse trabalho.

Agradeço aos meus filhos, Gustavo e Rafaela, que são meus combustíveis desde o princípio, para lutar, não paralisar diante de tantos embates. Adolescentes que me orgulham e me fazem enxergar o quanto eu já venci e imaginar o quanto de bom que ainda está por vir. Ao Cláudio, meu muito obrigada por todo o carinho e pela compreensão quanto à minha ausência. Aos meus irmãos Paulo, Jaime, Maria Teresa e Luíz da França. Eu imagino como é difícil conviver com uma pessoa que está ocupada o tempo todo.

À pesquisadora da Embrapa, Maria Elizabeth Fernandes Correia, agradeço, sobretudo, o seu aceite em me encaminhar dentro do PPGCTIA e depois, por me dar a oportunidade de trabalhar com um tema dentro da minha área de atuação.

À minha orientadora, Lilia Aparecida Salgado de Moraes, por ter assumido a orientação desta tese, sempre me incentivando e me apoiando, com sua firmeza e ao mesmo tempo sua amizade, com suas ricas observações quanto aos trabalhos desenvolvidos.

Gostaria de estender meus sinceros agradecimentos aos meus colegas de laboratório, de campo e parceiros de estudos, pelo convívio, incentivo e valiosas trocas.

Não posso deixar de agradecer aos funcionários e técnicos da EMBRAPA, da PESAGRO e da UFRRJ. Sempre prestativos com apoio técnico ou pessoal. Da mesma forma, toda minha gratidão quanto aos espaços cedidos nos laboratórios e ao apoio à pesquisa desenvolvida.

Aos professores da UFRRJ, da UNRC e aos pesquisadores da EMBRAPA que se fizeram mestres, toda minha gratidão, pelo privilégio que tive por seus ensinamentos, dedicação, seriedade e suas valiosas contribuições na minha formação.

Gostaria de agradecer ao PPGCTIA, desde os administrativos até o coordenador Professor Mauro Antônio Homem Antunes, que de alguma forma contribuíram na construção deste trabalho e especialmente, à técnica Renata Gomes de Souza, pela dedicação, prontidão em colaborar, sempre solícita às demandas e por sua sincera amizade.

Encontrei e reencontrei pessoas brilhantes e, claro, muito inteligentes. Eu me sinto grata por ter encontrado tantas pessoas especiais, seja para um simples café descontraído para relaxar o estresse ou para trocas riquíssimas com suas expertises e discussões. Alguns desses tão especiais que ficarão para sempre também como amigos e sem citar nomes, sou muito grata por vocês, que colaboraram e trocaram comigo durante esse período.

Agradeço aos momentos ruins que me tornaram fortes a caminho da minha superação.

Finalmente, a Deus agradeço por tudo que conquistei até aqui, pelos dias ruins, pelos dias bons e por um novo dia.

**“A sabedoria da natureza é tal que não produz nada de supérfluo ou inútil”
Nicolau Copérnico**

RESUMO

FIGUEIREDO, Ana Rosa de. **Óleos essenciais com atividade antimicrobiana a fitopatógenos de interesse em *Passiflora edulis* Sims.** 2021. 151 f. Tese (Doutorado em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária). Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2021.

Para o manejo sustentável de patógenos em sistemas agroecológicos e orgânicos é imprescindível o uso de substâncias naturais, não prejudiciais ao equilíbrio dos ecossistemas, que não deixem resíduos no alimento e no ambiente e permitam a plasticidade do sistema. O uso indiscriminado de pesticidas em sistemas agrícolas levou a uma pressão no sistema e desequilíbrio nas cadeias, com a seleção de microrganismos resistentes aos produtos disponíveis no mercado, diminuindo a vida útil destes. Neste cenário, a conscientização sobre o risco desses produtos e busca por estratégias de produção com o uso produtos ecológicos para o manejo de pragas e doenças torna-se fundamental. À vista disso, se destacam pesquisas de novos agentes antimicrobianos de origem vegetal. O uso amplo de óleos essenciais (OEs) em práticas cotidianas não é recente e estes têm demonstrado ótimos resultados com uma infinidade de atividades biológicas significativas, tais como nematicidas, fungicidas, bactericidas, inseticidas ou antioxidantes, levando pesquisadores a investigarem sua atividade antimicrobiana. Nesta pesquisa objetivou-se diagnosticar as principais doenças fitopatogênicas associadas à *Passiflora edulis* a partir de cultivos comerciais no município de Paty do Alferes-RJ; testar a atividade antimicrobiana dos OEs das espécies medicinais *Ocimum basilicum*, *Origanum vulgare*, *Zingiber officinale*, *Citrus sinensis*, *Eugenia caryophyllus*, *Cinnamomum cassia*, *Melaleuca alternifolia*, *Cymbopogon winterianus*, *Mentha arvensis*, *Thymus vulgaris* e *Lavandula dentata* sobre os fitopatógenos selecionados na diagnose. Para os testes laboratoriais inicialmente foi realizado *screening* por meio do método de difusão em ágar; determinou-se *in vitro* a concentração inibitória mínima (CIM) e a concentração fungicida mínima (CFM) para os microrganismos *Cladosporium herbarum* e *Colletotrichum gloeosporioides* pelo método da microdiluição seriada. Para o fungo *Rhizoctonia solani* foram mensuradas a taxa de inibição do crescimento micelial (ICM) e taxa de crescimento micelial (T_x CM). Os testes *in vivo* foram realizados em mudas e frutos de maracujá. Os resultados das diagnoses obtidos indicaram a ocorrência de patologias no maracujá, tais como a virose do endurecimento dos frutos do maracujá, doenças fúngicas como mancha parda do maracujazeiro, verrugose e cancrese, fusariose, mela e antracnose, podridão do colo causada por oomiceto, doenças causadas por nematoide das galhas, por nematoide reniforme e a mancha-bacteriana do maracujazeiro. Os fitopatógenos *C. herbarum*, *C. gloeosporioides* e *R. solani* associados à cultura do maracujá foram selecionados para os testes com OEs. Todos os OEs testados apresentaram atividade antimicrobiana, sendo maiores destaques os OEs de cravo e canela para os microrganismos *C. herbarum* a CFM de 160 e 80 $\mu\text{.mL}^{-1}$, respectivamente e para *C. gloeosporioides* a CFM de 40 e 20 $\mu\text{L.mL}^{-1}$, respectivamente. Da mesma forma, os OEs de basilicão, orégano, cravo, canela, melaleuca, citronela, menta e tomilho demonstraram eficácia na inibição de *R. solani*, com taxas de ICM superiores a 80 até 100%.

Palavras-chave: Maracujá. Agricultura de base ecológica. Controle natural.

ABSTRACT

FIGUEIREDO, Ana Rosa de. **Essential oils with antimicrobial activity against phytopathogens of interest in *Passiflora edulis* Sims.** 2021. 151 p. Thesis (Doctorate in Science, Technology and Innovation in Agriculture). Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2021.

For a sustainable management of pathogens in agroecological and organic systems it is essential to use natural substances, not detrimental to the balance of ecosystems that do not leave residues in food and the environment and allow the plasticity of the system. The indiscriminate pesticide uses in agricultural systems generated pressure on the system and imbalance in the chains, with the emergence of new pathogens and selection of microorganisms resistant to products available for use, reducing their shelf life. In this scenario, awareness about risks of these products and search for production strategies with eco-friendly products for the management of pests and diseases is essential. In view of this, the research on new antimicrobials of plant origin stands out. Widespread use of essential oils (EOs) in everyday practice is not recent and they have shown great results with a infinity of significant biological activities such as nematicides, fungicides, bactericides, insecticides or antioxidants, leading researchers to investigate their antimicrobial activity. This research aimed to diagnose the main phytopathogenic diseases associated with *Passiflora edulis* in commercial crops in the municipality of Paty do Alferes-RJ; test the antimicrobial activity of EOs from medicinal species *Ocimum basilicum*, *Origanum vulgare*, *Zingiber officinale*, *Citrus sinensis*, *Eugenia caryophyllus*, *Cinnamomum cassia*, *Melaleuca alternifolia*, *Cymbopogon winterianus*, *Mentha arvensis*, *Thymus vulgaris* e *Lavandula dentata* against the phytopathogens selected at diagnosis. For laboratory tests, screening was initially performed using the agar diffusion method; was determined in vitro, the minimum inhibitory concentration (MIC) and the minimum fungicidal concentration (MFC) for the microorganisms *Cladosporium herbarum* and *Colletotrichum gloeosporioides* by the serial microdilution method. For the fungus *Rhizoctonia solani* measurement methods of mycelial growth inhibition rate (ICM) and mycelial growth rate (T_x CM) were performed. In vivo tests were performed on seedlings and passion fruit. Results of the obtained diagnoses indicated occurrence of pathologies in the passion fruit, such as passion fruit woodiness virus, fungal diseases as passion fruit spot, scab and canker, fusariosis, stem rot and aerial, anthracnose, collar rot caused by oomycete, diseases caused by the root knot nematode and the reniform nematode and water-soaked leaf lesion bacterial of passion fruit. The phytopathogens *C. herbarum*, *C. gloeosporioides* and *R. solani* associated with the passion fruit crop were selected for tests with EOs. All EOs tested showed antimicrobial activity, with greater emphasis on clove and cinnamon cassia for the microorganisms *C. herbarum* with CFM of 160 and 80 $\mu\text{.mL}^{-1}$, respectively, and for *C. gloeosporioides* with CFM of 40 and 20 $\mu\text{L.mL.mL}^{-1}$, respectively. Likewise, the EOs of basil, oregano, clove, cinnamon, tea tree, citronella, mint and thyme demonstrated efficacy in inhibiting *R. solani*, with ICM rates above 80 to 100%.

Keywords: Passion fruit. Ecological basis agriculture. Natural control.

RESUMEN EXTENDIDO

FIGUEIREDO, Ana Rosa de. **Aceites esenciales con actividad antimicrobiana frente a fitopatógenos de interés en *Passiflora edulis* Sims.** 151 p. Tesis (Doctorado en Ciencia, Tecnología e Innovación en Agricultura). Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2021.

1. Introducción

El manejo sostenible de patógenos en sistemas agroecológicos y orgánicos es fundamental para utilizar sustancias naturales, no perjudiciales para el equilibrio de los ecosistemas, que no dejen residuos en los alimentos y el medio ambiente. El uso indiscriminado de plaguicidas en los sistemas agrícolas generó presión sobre el sistema y desequilibrio en las cadenas, con la aparición de nuevos patógenos y selección de microorganismos resistentes a los productos disponibles en el mercado, reduciendo su vida útil.

En este escenario, la conciencia del riesgo de estos productos y la búsqueda de estrategias de producción con el uso de productos ecológicos para el manejo de plagas y enfermedades se vuelve fundamental.

Por ello, destaca la investigación sobre nuevos agentes antimicrobianos de origen vegetal. El amplio uso de los aceites esenciales (AEs) en las prácticas cotidianas no es reciente y han mostrado grandes resultados con multitud de actividades biológicas significativas, como nematicidas, fungicidas, bactericidas, insecticidas o antioxidantes, lo que lleva a los investigadores a investigar su actividad antimicrobiana.

Esta investigación tuvo como objetivo diagnosticar las principales enfermedades fitopatógenas asociadas a *Passiflora edulis* de cultivos comerciales; probar la actividad antimicrobiana de los AEs de las especies medicinales contra los fitopatógenos seleccionados en el diagnóstico.

2. Material y Métodos

Esta tesis se realizó en los laboratorios de Embrapa Agrobiología y en el campus de la UFRRJ, de mayo de 2018 a enero de 2020. Se realizaron recolecciones de campo de plantas sintomáticas y suelo para los estudios de diagnóstico en campos con maracuyá, en el municipio de Paty do Alferes-RJ.

En el diagnóstico de las enfermedades vegetales, los patógenos fueron aislados de tejido vegetal en medios de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA) y King B. La identificación de fitopatógenos se realizó mediante la caracterización morfológica de hongos y bacterias, con base en descripciones sistemáticas y claves (BARNETT; HUNTER, 1972; HANLIN, 1990). Para la identificación morfológica de especímenes de nematodos a partir de muestras de suelo y raíces, se realizó el método de tamizado combinado con flotación en centrifuga y embudo Baermann modificado (COOLEN; D'HERDE, 1972). Se realizaron pruebas biológicas con inoculación mecánica en una variedad de huéspedes estándar para la detección del virus. Las muestras positivas en las pruebas biológicas fueron sometidas a caracterización serológica mediante la técnica PTA-ELISA ("Plate Trapped Antigen" - "Enzyme Linked Immunosorbent Assay"), para confirmar el agente infeccioso (MOWAT; DAWSON, 1987; ZERBINI et al., 2006).

Se verificó la actividad antimicrobiana de los AEs de las especies medicinales *Ocimum basilicum*, *Origanum vulgare*, *Zingiber officinale*, *Citrus sinensis*, *Eugenia caryophyllus*, *Cinnamomum cassia*, *Melaleuca alternifolia*, *Cymbopogon winterianus*, *Mentha arvensis*, *Thymus vulgaris* y *Lavandula dentata* contra los fitopatógenos seleccionados en el diagnóstico.

Para las pruebas de laboratorio, el cribado se realizó inicialmente mediante el método de difusión en agar; in vitro la concentración mínima inhibitoria (CIM) y la concentración mínima de fungicida (MFC) para los microorganismos *Cladosporium herbarum* y *Colletotrichum gloeosporioides* se determinaron mediante el método de microdilución seriada. Para el hongo *Rhizoctonia solani*, se realizaron métodos de medición de la tasa de inhibición del crecimiento micelial (ICM) y la tasa de crecimiento micelial (T_xCM).

Inhibición del crecimiento micelial (ICM): Se calculó el ICM (Ecuación 1) para cada tratamiento, basado en los diámetros de crecimiento de hongos, medidos en el tercer y sexto día de incubación.

$$ICM = \frac{(C_t - C_{trat})}{C_t} \times 100 \quad (1)$$

ICM = Tasa de inhibición del crecimiento micelial

C_t = Diámetro de crecimiento del microorganismo de control

C_{trat} = Diámetro de crecimiento de microorganismos en el tratamiento

Tasa de crecimiento micelial (T_xCM): El T_xCM (Ecuación 2) se midió a partir de las mediciones de los diámetros de crecimiento de los hongos en el tercer y sexto día de incubación.

$$T_x \text{ CM} = \left(\frac{D_f}{D_t} \right) \quad (2)$$

T_xCM = Tasa de crecimiento micelial

D_f = Diámetro final de la colonia (mm)

D_t = Testigo de diámetro (mm)

Se realizaron pruebas in vivo en plántulas y maracuyá. Las plántulas y maracuyá se inocularon con AEs a diferentes diluciones y luego se inocularon mediante pulverización con una suspensión fúngica de conidios que contenía 5 x 10⁶ conidios.mL⁻¹ en los lados abacial y adaxial de las hojas medianas y maracuyá.

Para verificar la sensibilidad del fitopatógeno al AEs, se siguió una escala de puntajes para la severidad de la enfermedad, con base en el porcentaje de área lesionada en las plantas de maracuyá.

3. Resultados y Discusión

En las plantas analizadas, los patógenos encontrados en el maracuyá se recogieron en la Cuadro 1. Los huertos presentaron alta incidencia de virus, hongos y con menor incidencia se detectó mancha bacteriana.

Cuadro 1. Fitopatógenos encontrados en muestras de material vegetal (brotes, raíces) y suelo.

Agente etiológico	Aislado	Enfermedades
<i>A. alternata</i>	hoja	mancha marrón
<i>C. herbarum</i>	capullo de flor y fruto	cancro/ verrugas
<i>Fusarium</i> sp.	raíz	fusariosis
<i>R. solani</i>	hoja y tallo	mela
<i>C. gloeosporioides</i>	parte vegetativa, fruto y raíz	antracnosis
<i>Phytophthora</i> sp.	tallo	podredumbre de tallo
CABMV	hoja	endurecimiento de los frutos
<i>Meloidogyne</i> sp.	raíz	nematodo agallador
<i>R. reniformis</i>	raíz	nematode reniformis
<i>X. axonopodis</i>	hoja	mancha bacteriana

Tabla 1. Concentración mínima inhibitoria y concentración mínima de fungicida.

OE	<i>Cladosporium herbarum</i>		<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>		Fungicida	Control (-)	Control (+)
	CIM ($\mu\text{L.mL}^{-1}$)	CFM ($\mu\text{L.mL}^{-1}$)	CIM ($\mu\text{L.mL}^{-1}$)	CFM ($\mu\text{L.mL}^{-1}$)			
Basilica	20	ND*	2,5	80	-	-	+
Orégano	20	160	20	80	-	-	+
Jengibre	20	ND*	10	80	-	-	+
Naranja dulce	10	160	10	80	-	-	+
Clavo	10	160	5	40	-	-	+
Canela	5	80	5	20	-	-	+
Melaleuca	40	ND*	10	ND*	-	-	+
Citronela	40	ND*	40	ND*	-	-	+
Menta	20	ND*	40	ND*	-	-	+
Tomilho	80	160	80	ND*	-	-	+
Lavanda	40	ND*	2,5	ND*	-	-	+

Tabla 2. Tasa de inhibición del crecimiento micelial

OE	Concentración de aceites esenciales y tasa de inhibición del crecimiento micelial de <i>Rhizoctonia solani</i> sp.				Control -	Control +
	12,8	6,4	3,2	1,6	Tween	Fungicida
Basilica	100	6,44	0	0	0	100
Orégano	100	100	100	20	0	100
Jengibre	33,33	27,11	0	0	0	100
Naranja	2,44	0	0	0	0	100
Clavo	100	93	86,11	0	0	100
Canela	100	100	100	0	0	100
Melaleuca	100	83,82	62,22	0	0	100
Citronela	100	8,89	0	0	0	100
Menta	100	22,67	22,22	0	0	100
Tomilho	100	100	100	0	0	100
Lavanda	62,22	13,11	0	0	0	100

Tabla 3. Sensibilidad del *Colletotrichum gloeosporioides* a los aceites esenciales

OE	Sensibilidad del <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>			
	Nota	Plántulas	Nota	Frutos
Basilica	3	Insensible	3	Insensible
Orégano	3	Insensible	3	Insensible
Jengibre	4	Casi insensible	4	Insensible
Naranja dulce	5	Insensible	5	Insensible
Clavo	1	Muy sensible	1	insensible
Canela	3	Insensible	3	casi insensible
Melaleuca	5	Insensible	5	Insensible
Citronela	5	Insensible	5	Insensible
Menta	5	Insensible	5	Insensible
Tomilho	5	Insensible	5	Insensible
Lavanda	2	Sensitivo	2	casi insensible

De hecho, los AEs utilizados en esta investigación demostraron diferentes grados de inhibición para los microorganismos *C. herbarum*, *C. gloeosporioides* y *R. solani* en ensayos realizados in vitro e in vivo.

Los resultados de esta tesis también corroboran otras publicaciones citadas en la literatura, en relación al efecto inhibitorio y fungicida. Del mismo modo, los investigadores han informado del potencial de estos AEs como fungicida o inhibidor de diferentes microorganismos (SETHI et al., 2013; ALI et al., 2016; PALFI et al., 2019; REZENDE et al., 2020; GONÇALVES et al., 2021). Se necesitan estudios adicionales para dilucidar qué compuestos químicos presentes en cada AEs serían responsables de un efecto bioactivo particular. Asimismo, las pruebas in vivo son necesarias para diseñar dosis seguras y efectivas de los AEs, en las que el productor tenga calidad y seguridad en la aplicación del producto.

4. Conclusiones

A partir del diagnóstico se pudo afirmar que los árboles de maracuyá son susceptibles al ataque de fitopatógenos incidentes en los huertos de Paty do Alferes - RJ. Entre las principales enfermedades que se presentan en el maracuyá, el endurecimiento viral del fruto, provocado por CABMV, en alta incidencia se considera la más grave para el cultivo en todas las áreas de cultivo provocando síntomas como endurecimiento del fruto, clorosis, mosaico y reducción del pericarpio. Con respecto a las enfermedades fúngicas, se detectaron mancha marrón, sarna y cancro, fusariosis, mela y antracnosis, así como un oomiceto causante de podredumbre cervical. También se evidenciaron enfermedades causadas por nematodos agalladores y reniformes. De manera similar se verificó la mancha bacteriana, causada por la bacteria *X. axonopodis*, en una menor incidencia.

Los resultados de esta investigación reafirman el uso potencial de los AEs estudiados en el manejo de enfermedades fitopatógenas, tanto para inhibir el crecimiento de microorganismos como también por acción fungicida, sin embargo, se destacaron algunos AEs con resultados más expresivos. En resumen, los AEs de clavo y canela presentaron las MIC y CFM más bajas, tanto para *C. herbarum* como para *C. gloeosporioides*. En cuanto a las pruebas con *R. solani*, los tratamientos con AEs de jengibre, naranja dulce y lavanda mostraron un ICM muy bajo, oscilando entre el 2 y el 62% para *R. solani*. Por otro lado, las otras AEs de especies medicinales presentaron excelentes rendimientos y tasas de ICM por encima de 80 a 100% en el perfil de crecimiento micelial.

Palabras clave: Maracuyá. Agricultura de base ecológica. Control natural.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. A. Espaçamento entre estacas; B. Maracujazeiro a campo sob cultivo em espaladeira vertical em Paty do Alferes-RJ; C. Irrigação por gotejamento. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2018.	8
Figura 2. Injúria em maracujazeiro causada pelo vento. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2018.	9
Figura 3. A. Área plantada ou destinada à colheita de maracujá nos estados brasileiros (hectares); B. Quantidade produzida de maracujá nos estados brasileiros (toneladas). Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, elaborado a partir da plataforma Bing; IBGE, 2020.	10
Figura 4. A. Rendimento médio da produção de maracujá por região brasileira (t.ha ⁻¹); B. Rendimento médio da produção de maracujá por estados brasileiros (t.ha ⁻¹). Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, elaborado a partir da plataforma Bing; IBGE, 2020.	10
Figura 5. Maracujazeiro sob sistema orgânico de produção na Chapada Diamantina - Ba. Fonte: Raul Castro/ EMBRAPA, 2019.	11
Figura 6. Maracujá-azedo e maracujá-roxo de Santa Catarina. Fonte: Epagri, 2020.	11
Figura 7. Representação esquemática da interação planta-patógeno. Fonte: Agrios, 2005.	30
Figura 8. Esquema de um tricoma glandular epidérmico. a. Cavidade extracelular subcuticular; b. Cutícula; c. Células secretoras; d. Célula basal; e. Epiderme; f. Mesófilo. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2021.	37
Figura 9. Plantas medicinais. A. <i>Ocimum basilicum</i> ; B. <i>Origanum vulgare</i> (Fonte: The Free Dictionary, 2012); C. <i>Zingiber officinale</i> (Autor: The free Dictionary, 2012); D. <i>Citrus sinensis</i> (Autor: Wikimedia Commons, 1872); E. <i>Eugenia caryophyllus</i> (Autor: Erowid Center, sem data); F. <i>Cinnamomum cassia</i> (Autor: Franz Eugen Köhler, 1887. Wikipédia); G. <i>Melaleuca alternifolia</i> (Autor: Geoff Derrin, 2017. Wikipedia); H. <i>Cymbopogon winterianus</i> (Autor: Camila Stefanie Fonseca de Oliveira, 2010); I. <i>Mentha arvensis</i> (Autor: Janet Novak, 2002); J. <i>Thymus vulgaris</i> (Autor: Reddy <i>et al.</i> , 2014); K. <i>Lavandula dentata</i> (Autor: Ana Rosa de Figueiredo, 2019).	38
Figura 10. Resumo geral das análises.	54
Figura 11. A. Paty do Alferes-RJ; B-C. Mapas apresentam a localização do Município de Paty do Alferes. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, elaborado a partir do Google Earth, 2021.	55
Figura 12. Cultivo de maracujá. A. Lavoura de maracujá; B. Rama com frutos; C-D. Condução em treliça vertical tipo cerca. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2019.	56
Figura 13. <i>Lavandula dentata</i> . A. Cultura a campo; B. Ramos colhidos de lavanda; C, D. Detalhe no momento da coleta. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2019.	56
Figura 14. EMBRAPA Agrobiologia: Instituto Johanna Döbereiner. A. Laboratório de Fauna microbiana; B. Sala de microscopia; C e D. Laboratório de Ecologia Microbiana. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2018.	57
Figura 15. Destilação por arraste a vapor. A. Caldeira com ramas de <i>Lavandula dentata</i> ; B. Hidrolato e óleo essencial no momento da extração. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2019.	60

- Figura 16.** Mensurações macroscópicas e microscópicas de *Lavandula dentata*. A. Paquímetro digital marca Jomarca; B. Mensuração de folha com paquímetro; C. Amostras vegetais mensuradas; D. Sala de microscopia; E. Mensurações microscópicas; F. Folha com borda dentada. Barra de escala 10 mm. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2020.61
- Figura 17.** Preparo de material para bioensaios. A. Óleos essenciais comerciais; B. Óleos essenciais armazenados para trabalho; C. Preparo do microrganismo; D. Esquema de placa de Petri para método de difusão em ágar com discos de papel filtro; E. Antibiograma após a incubação sobre câmara de leitura. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2019.62
- Figura 18.** Técnica da avaliação antimicrobiana por microdiluição em placas: Placa fundo em U com os tratamentos e controles. ¹Basilicão, ²orégano, ³gengibre, ⁴laranja-doce, ⁵cravo, ⁶canela, ⁷melaleuca, ⁸citronela, ⁹menta, ¹⁰tomilho, ¹¹lavanda. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2019.63
- Figura 19.** Paquímetro digital para as mensurações e placas com crescimento fúngico. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2019.65
- Figura 20.** Preparo de mudas para inoculação. A. Galpão de autoclavagem; B. Bandejas de semeadura em casa de vegetação; C. Mudas inoculadas e mantidas em sistema *float* na sala de germinação; D. Mudas lavadas. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2020.66
- Figura 21.** Diagnose de doenças em maracujá. A. Maracujazeiro em espaldeira a campo; B, C e D. Sintoma foliar de mosaico, mosaico bolhoso e clorose causados por virose; E. Ovo de nematoide em estágio inicial do desenvolvimento embrionário; F. Nematoide juvenil macho; G. Mancha foliar; H. Micélio de *Rhizoctonia solani*; I. Sintomas de cancrose em botão floral; J. Isca de maçã para detecção de *Phytophthora* sp.; K. Sinais de hifas do fungo *Cladosporium* sp. em tecido floral; L e M. Sinais de *Colletotrichum* sp. com setas, conídios e hifas; N. Conídios de *Fusarium* sp.; O. Hifas e conídios de *Alternaria* sp. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2018.69
- Figura 22.** Ocorrência de fitopatógenos em maracujazeiros em Paty do Alferes-RJ. A. Percentual de incidência média de fitopatógenos; B. Distribuição da incidência de fitopatógenos nas localidades; ¹*Alternaria alternata*; ²*Cladosporium herbarum*; ³*Fusarium* sp.; ⁴*Rhizoctonia solani*; ⁵*Colletotrichum gloeosporioides*; ⁶*Phytophthora* sp.; ⁷*Meloidogyne* sp.; ⁸*Rotylenchulus reniformis*; ⁹*Xanthomonas axonopodis*. Barra indica desvio padrão da amostra. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2021.70
- Figura 23.** Sintomas e sinais de cancrose em botão floral de maracujazeiro. A. Botão floral com sintomas de cancrose; B. Sinais da presença do fungo nas lesões. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2018.73
- Figura 24.** Nematoides recuperados de maracujazeiro. A. *Rotylenchulus reniformis*; B. Juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne* sp.; C. Corte perineal de *Meloidogyne javanica* (fêmea); AD. Arco dorsal; AV. Arco ventral; ca. Região final caudal; su. Sulco lateral; an. Ânus; vu. Vulva. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2019.76
- Figura 25.** Cromatograma do óleo essencial de *Lavandula dentata*.77
- Figura 26.** *Lavandula dentata*. A. Inflorescência; B. Aspecto geral da espécie em plena floração; C. Detalhe das flores; D. Folhas revolutas, opostas e lanceoladas, com ápice agudo. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2020.79

- Figura 27.** Tipos morfológicos distinguíveis de tricomas de *Lavandula dentata*. A. Corte transversal de uma bráctea apical mostrando epiderme unisseriada coberta por cutícula e presença de tricoma tector ramificado (TTR); B. Tricomas tectores bifurcados¹ (TTB), Tricomas glandulares capitados² (TGC) em estágio avançado; C. tricomas glandulares peltados (TGP); D. Pequenos tricomas tectores (TTpeq) em pétalas, com células epidérmicas mamilares; E. Vista superior da célula secretora do tricoma glandular peltado (TGP); F. Tricoma glandular capitado (TGC) em estágio avançado de maturação; G. Tricoma glandular capitado (TGC) em estágio após a degenerescência celular; H. Tricoma glandular peltado (TGP) com aparência dourada brilhante. Barra indica escala de 25 µm. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2020. 81
- Figura 28.** Microrganismos testados para detecção de atividade antimicrobiana aos óleos essenciais. A. *Cladosporium herbarum*; B. *Colletotrichum gloeosporioides*; C. *Rhizoctonia solani*. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2020. 83
- Figura 29.** Concentração inibitória mínima (CIM) (µLOE.mL⁻¹). A. *Cladosporium herbarum*; B. *Colletotrichum gloeosporioides*. Ensaio foi realizado de 160 a 1,75 µLOE.mL⁻¹ e na escala está exposto até 100 µLOE.mL⁻¹. *O. basilicum* (Bas), *O. vulgare* (Ore), *Z. officinale* (Gen), *C. sinensis* (Lar), *E. caryophyllus* (Cra), *C. cassia* (Can), *M. alternifolia* (Mel), *C. winterianus* (Cit), *M. arvensis* (Men), *T. vulgaris* (Tom) e *L. dentata* (Lav). Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2021. 84
- Figura 30.** Concentração fungicida mínima (CFM) (µLOE.mL⁻¹) de óleos essenciais sobre *Cladosporium herbarum* e *Colletotrichum gloeosporioides*. Barra indica desvio padrão da amostra. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2021. 85
- Figura 31.** Percentual de germinação de esporos fúngicos em relação à concentração de óleo essencial. A. *Cladosporium herbarum*; B. *Colletotrichum gloeosporioides*. *O. basilicum* (Bas), *O. vulgare* (Ore), *Z. officinale* (Gen), *C. sinensis* (Lar), *E. caryophyllus* (Cra), *C. cassia* (Can), *M. alternifolia* (Mel), *C. winterianus* (Cit), *M. arvensis* (Men), *T. vulgaris* (Tom) e *L. dentata* (Lav). Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2021. 86
- Figura 32.** Germinação de conídios sob efeito dos óleos essenciais da 1^a até a 7^a diluição. A. *Cladosporium herbarum*; B. *Colletotrichum gloeosporioides*. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2021. 87
- Figura 33.** Germinação de conídios sob efeito de diferentes óleos essenciais de espécies medicinais. A. *Cladosporium herbarum* sob o efeito dos óleos essenciais a 160 µLOE.mL⁻¹; B. *C. herbarum* sob o efeito dos óleos essenciais a 2,5 µLOE.mL⁻¹; C. *Colletotrichum gloeosporioides* sob o efeito dos óleos essenciais a 160 µL.mL⁻¹; D. *C. gloeosporioides* sob o efeito dos óleos essenciais a 2,5 µLOE.mL⁻¹. *O. basilicum* (Bas), *O. vulgare* (Ore), *Z. officinale* (Gen), *C. sinensis* (Lar), *E. caryophyllus* (Cra), *C. cassia* (Can), *M. alternifolia* (Mel), *C. winterianus* (Cit), *M. arvensis* (Men), *T. vulgaris* (Tom) e *L. dentata* (Lav). Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2021. 88
- Figura 34.** Taxa de inibição do crescimento micelial (ICM) de *Rhizoctonia solani* frente a óleos essenciais em diferentes concentrações (µL.SMC⁻¹). *O. basilicum* (Bas), *O. vulgare* (Ore), *Z. officinale* (Gen), *C. sinensis* (Lar), *E. caryophyllus* (Cra), *C. cassia* (Can), *M. alternifolia* (Mel), *C. winterianus* (Cit), *M. arvensis* (Men), *T. vulgaris* (Tom) e *L. dentata* (Lav). Barra indica desvio padrão da amostra. 90

- Figura 35.** Perfil do crescimento de *Rhizoctonia solani* em meio BDA sob diferentes OEs (A-L) no tratamento 6,4 µL por disco de papel filtro, analisadas ao 3º e 6º dias. Óleos essenciais: A. Basilicão; B. Orégano; C. Gengibre; D. Laranja-doce; E. Cravo; F. Canela; G. Melaleuca; H. Citronela; I. Menta; J. Tomilho; K. Lavanda; L. Controle não tratado com óleo essencial. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2020. 90
- Figura 36.** Taxa de crescimento micelial de *Rhizoctonia solani* aos 3 e 6 dias após as inoculações frente a diferentes concentrações dos óleos essenciais: A. Basilicão; B. Orégano; C. Gengibre. Barra indica desvio padrão da amostra. 91
- Figura 37.** Taxa de crescimento micelial de *Rhizoctonia solani* aos 3 e 6 dias após as inoculações frente a diferentes concentrações dos óleos essenciais: A. Laranja-doce; B. Cravo; C. Canela. Barra indica desvio padrão da amostra..... 92
- Figura 38.** Taxa de crescimento micelial de *Rhizoctonia solani* aos 3 e 6 dias após as inoculações frente a diferentes concentrações dos óleos essenciais: A. Melaleuca; B. Citronela; C. Menta. Barra indica desvio padrão da amostra. 93
- Figura 39.** Taxa de crescimento micelial de *Rhizoctonia solani* aos 3 e 6 dias após as inoculações frente a diferentes concentrações dos óleos essenciais: A. Tomilho; B. Lavanda. Barra indica desvio padrão da amostra. 94
- Figura 40.** Sensibilidade do *Colletotrichum gloeosporioides* em maracujá nos diferentes tratamentos com óleos essenciais. A. Em mudas tratadas; B. Em frutos tratados. *O. basilicum* (Bas), *O. vulgare* (Ore), *Z. officinale* (Gen), *C. sinensis* (Lar), *E. caryophyllus* (Cra), *C. cassia* (Can), *M. alternifolia* (Mel), *C. winterianus* (Cit), *M. arvensis* (Men), *T. vulgaris* (Tom) e *L. dentata* (Lav). Barra indica desvio padrão da amostra. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2021..... 95
- Figura 41.** A. Mudas de maracujá tratadas com óleos essenciais; B. Sintomas e sinais de *Colletotrichum gloeosporioides* em mudas tratadas; C. Conídios; D-F. Acérvulos. Barra de escala 50 µm. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2020..... 96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química do óleo essencial de <i>Lavandula dentata</i>	78
Tabela 2. Características morfométricas de <i>Lavandula dentata</i>	80
Tabela 3. Identificação e quantificação de constituintes químicos nos óleos essenciais	82
Tabela 4. Halo de inibição (mm) para microrganismos frente a diferentes óleos essenciais na concentração de 3,2 µL	83
Tabela 5. Ação antifúngica dos óleos essenciais. Concentração inibitória mínima (CIM) e Concentração fungicida mínima (CFM) dos óleos essenciais sobre <i>Cladosporium herbarum</i> e <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	85
Tabela 6. Taxa de inibição do crescimento micelial (ICM) de <i>Rhizoctonia solani</i> frente a óleos essenciais em diferentes concentrações (µL.SMC ⁻¹).....	89
Tabela 7. Sensibilidade de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> aos OEs em mudas e frutos de maracujá	95

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Principais cultivares de maracujá no Brasil (MeletTi, 2001; Melo <i>et al.</i> , 2001; Faleiro, 2017).....	6
Quadro 2. Principais componentes nutricionais de <i>Passiflora edulis</i> em 100 g de polpa fresca (Fonte: Faleiro <i>et al.</i> , 2016; <i>United States Department of Agriculture (USDA), Food Composition Databases</i> , 2019)	12
Quadro 3. Grupos químicos dos produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para controle de patógenos no maracujá (BRASIL, 2020)	16
Quadro 4. Óleos essenciais utilizados na pesquisa e seus constituintes químicos majoritários	59
Quadro 5. Diluições seriadas dos óleos essenciais para a técnica de avaliação antimicrobiana por microdiluição ($\mu\text{L.mL}^{-1}$).....	63
Quadro 6. Concentração de óleo essencial (OE) das diluições em série e quantidade depositada na superfície do meio de cultura (SMC).....	65
Quadro 7. Sensibilidade ao óleo essencial baseado na severidade da doença. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2019	67
Quadro 8. Fitopatógenos incidentes nas amostras de material vegetal (parte aérea, raízes) e solo.....	68
Quadro 9. Resultados dos testes biológicos em hospedeiras-padrão para <i>Cowpea aphid borne mosaic virus</i> (CABMV).....	71

ABREVIACOES E SÍMBOLOS

%	Percentual
*ND	Não detectado nas concentrações testadas
C	Grau Celsius
μ g	Micrograma
μ L	Microlitro
A2	Quarentenária presente
ANOVA	Análise de variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ATP	Adenosina trifosfato
avrD	Avirulence gene D
B.O.D.	Biochemical Oxygen Demand
Bas	Basilicão
BDA	Batata-dextrose-gar
Bion	Acibenzolar-S-methyl
BPA	Boas práticas agrícolas
C8 a C32	solução padrão de 24 hidrocarbonetos (n-alcanos) do C8 até C32
CABMV	<i>Cowpea aphid borne mosaic virus</i>
Can	Canela
CAT	Catalase
CEAGESP	Companhia de Entrepstos e Armazéns Gerais de São Paulo
Cfa	Clima subtropical, com verão quente
CFM	Concentração fungicida mínima
CG	Cromatógrafo gasoso
CG-EM	Cromatógrafo gasoso acoplado  espectrmetro de massas
CHCl ₃	Triclorometano
CIM	Concentração inibitória mínima
CIM's	Concentrações inibitórias mínimas
CIM ₅₀	Concentração Inibitória Mínima capazes de inibir 50%
Cit	Citronela
CL ₅₀	Concentração letal media
cm	Centímetro
cm ²	Centímetro quadrado
CMV	<i>Cucumber mosaic virus</i>
COV	Compostos orgânicos voláteis

COVID-19	Coronavirus disease - 2019 (doença do Coronavírus - 2019)
Cra	Cravo
C_t	Diâmetro de crescimento do microrganismo testemunha
C_{trat}	Diâmetro de crescimento do microrganismo no tratamento
cv.	Cultivar
Cwa	Clima subtropical de inverno seco e verão quente.
D_f	Diâmetro final da colônia
DIC ou FID	Detector por ionização de chama
DMSO	Dimetilsulfóxido
DPPH	2,2-difenil-1-picril-hidrazil-hidrato
D_t	Diâmetro da testemunha
EC	Concentrado Emulsionável
ELISA	Plate Trapped Antigen - Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
EM	Espectrômetro de massas
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Epagri	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
eV	Elétron-volt
f.	Abreviatura de forma
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura
FIDA	Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola
g	Gramas
Gen	Gengibre
h	Hora
ha	Hectare
HCl	Ácido clorídrico
HCN	Cianeto de hidrogênio
IAPAR	Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICM	Taxa de inibição do crescimento micelial
IR	Índice de retenção
IRL	Índice de retenção linear
ISO	International Organization for Standardization
J2	Juvenil de segundo estágio
kDa	Quilodalton
Kg	Kilograma
Km ²	Quilômetro quadrado

kPa	Kilopascal
L	Litro
Lar	Laranja-doce
LOX	Lipoxigenase
M	Molar
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MarMV	<i>Maracuja mosaic virus</i>
Mel	Melaleuca
Men	Menta
MeOH	Metanol
MERCOSUL	Mercado Comum do Sul
mg	Miligrama
min	Minuto
mL	Mililitro
mm	Milímetro
MSp	Metabólitos secundários das plantas
n	Número de carbonos do hidrocarboneto
NIST	National Institute of Standards and Technology
nm	Nanômetro
NO	Óxido nítrico
O ₂	Oxigênio
O ₂ ^{•-}	Superóxido
°C	Graus Celsius
OE	Óleo essencial
OEs	Óleos essenciais
OH	Hidroxila
OMS	Organização Mundial da Saúde
Ore	Orégano
PAL	Fenilalanina amônia-liase
PARA	Programa de Avaliação de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos
PaVY	<i>Passiflora virus Y</i>
PE	Pernambuco
PESAGRO-RIO	Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro
PFGSV	<i>Passion fruit green spot virus</i>
PFYMV	<i>Passion fruit yellow mosaic virus</i>
PGMV	<i>Purple granadilla mosaic virus</i>

pH	Potencial hidrogeniônico
PLLMV	<i>Passion flower little leaf mosaic virus</i>
PLV	<i>Passiflora latent virus</i>
PNPMF	Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos no SUS
ppm	Partes por milhão
PSLDV	<i>Passionfruit severe leaf distortion virus</i>
pv.	Patovar
PVCV	<i>Passion fruit vein clearing virus</i>
PWV	<i>Passion fruit woodiness virus</i>
RDC	Resolução de Diretoria Colegiada
RENASEM	Registro Nacional de Sementes e Mudanças
RJ	Rio de Janeiro
rpm	Rotações por minuto
SAR	Resistência sistêmica adquirida
SARS-CoV-2	Síndrome respiratória aguda grave – coronavírus – 2
Sebrae	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SMC	Superfície do meio de cultura
sp.	Espécie
spp.	Espécies
SUS	Sistema Único de Saúde
t	Tonelada
T(n + 1)	Tempo de retenção do hidrocarboneto posterior a substância analisada
T _c	Tempo de retenção do composto a ser analisado
TeMV	<i>Telosma mosaic virus</i>
TGC _b	Tricoma glandular capitado com cabeça bicelular
TGC _u	Tricoma glandular capitado com cabeça unicelular
TGP	Tricoma glandular peltato
TIC	Total Ion Chromatogram
T _n	Tempo de retenção do hidrocarboneto que anterior a substância analisada
Tom	Lavanda
ToRSV	<i>Tomato ringspot virus</i>
TR	Tempo de retenção
TTB	Tricoma tector bifurcado
TTP	Tricoma tector com protuberância
TTpeq	Pequeno tricoma tector
TTR	Tricoma tector ramificado

Tween 20	Polysorbate 20
T _x CM	Taxa de crescimento micelial
UFC	Unidade Formadora de Colônia
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UNOPS	United Nations Office for Project Services
USDA	United States Department of Agriculture
v	Volume
v/v	Volume-volume

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1	Uso de Produtos Naturais: Plantas como Substâncias Bioativas	3
2.2	A Cultura do Maracujá.....	5
2.3	Doenças Fitopatogênicas e Manejo	14
2.4	Doenças do Maracujazeiro.....	16
2.5	Mecanismos de Defesa Vegetal a Fitopatógenos.....	29
2.6	Resistência Induzida ou Adquirida por Produtos Químicos Naturais.....	32
2.7	Metabolismo Secundário de Plantas	33
2.8	Óleos Essenciais.....	35
2.9	Características de Células e Tecidos Secretores em Plantas - Tricomas	36
2.10	Propriedades Bioativas dos Óleos Essenciais	37
2.11	Espécies Medicinais.....	39
2.11.1	Basilicão (<i>Ocimum basilicum</i> L.)	39
2.11.2	Orégano (<i>Origanum vulgare</i> L.).....	40
2.11.3	Gengibre (<i>Zingiber officinale</i> Roscoe)	41
2.11.4	Laranja-doce (<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck).....	42
2.11.5	Cravo (<i>Eugenia caryophyllus</i> Thunberg.)	43
2.11.6	Canela (<i>Cinnamomum cassia</i> L.).....	45
2.11.7	Melaleuca (<i>Melaleuca alternifolia</i> (Maiden & Betch) Cheel).....	45
2.11.8	Citronela (<i>Cymbopogon winterianus</i> Jowitt).....	47
2.11.9	Menta (<i>Mentha arvensis</i> L.).....	48
2.11.10	Tomilho (<i>Thymus vulgaris</i> L.).....	49
2.11.11	Lavanda (<i>Lavandula dentata</i> L.)	50
2.12	Possíveis Mecanismos de Ação de Óleos Essenciais Contra Microrganismos	51
3	METODOLOGIA	54
3.1	Delimitação da Área de Estudo.....	55
3.2	Coletas de Amostras	55
3.3	Diagnóstico de Doenças e Obtenção dos Potenciais Fitopatógenos nas Amostras de Plantas e Solo	56
3.4	Guarda e Estoque de Microrganismos	59
3.5	Preparo dos Inóculos Fúngicos	59

3.6	Óleos Essenciais Avaliados Quanto a Sua Atividade Antimicrobiana.....	59
3.7	Extração de Óleos Essenciais.....	60
3.8	Caracterização Química dos Óleos Essenciais Extraídos	60
3.9	Morfologia e Anatomia de <i>Lavandula dentata</i>	61
3.10	Bioensaios para Detecção de Atividade Antimicrobiana dos Óleos Essenciais <i>in vitro</i> Sobre Microrganismos	62
3.10.1	Antibiograma - método de difusão em ágar com discos de papel filtro	62
3.10.2	Determinação da concentração inibitória mínima (CIM)	63
3.10.3	Determinação da concentração fungicida mínima (CFM).....	64
3.10.4	Efeito de óleos essenciais na germinação de conídios de <i>C. gloeosporioides in vitro</i>	64
3.10.5	Efeito de óleos essenciais no crescimento micelial	64
3.11	Efeito dos Óleos Essenciais sobre Fitopatógenos em Maracujá <i>in vivo</i>	66
3.12	Delineamento Estatístico	67
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
4.1	Diagnóstico de Doenças no Maracujá.....	68
4.1.1	Doença causada por vírus	71
4.1.2	Doenças causadas por fungos	73
4.1.3	Doenças causadas por oomiceto	75
4.1.4	Doenças causadas por nematoides.....	75
4.1.5	Doenças causadas por bactéria	76
4.2	Destilação por Arraste a Vapor de <i>Lavandula dentata</i> e Composição Química do Óleo Essencial por Cromatografia Gasosa e Espectrometria de Massas	77
4.3	Morfologia e Anatomia de <i>Lavandula dentata</i>	79
4.4	Composição Química dos Óleos Essenciais Comerciais das Espécies Medicinais .	81
4.5	Efeito de Óleos Essenciais Sobre os Microrganismos Testados - Métodos de Detecção de Atividade Antimicrobiana	83
4.5.1	Atividade antimicrobiana pelo método de difusão em ágar com discos de papel filtro.....	83
4.5.2	Determinação da concentração inibitória mínima (CIM)	83
4.5.3	Determinação da concentração fungicida mínima (CFM).....	84
4.5.4	Percentual de esporos germinados	86
4.5.5	Taxa de inibição do crescimento micelial (ICM)	89
4.6	Efeito de Óleos Essenciais sobre Microrganismos em Maracujá (<i>in vivo</i>).....	94
4.7	Avaliação dos Testes com <i>C. herbarum</i> , <i>C. gloeosporioides</i> e <i>R. solani</i>	96
5	CONCLUSÕES	104
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	105

7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
8	ANEXOS	151

1 INTRODUÇÃO

A cultura do maracujá (*Passiflora edulis* Sims) vem se destacando na fruticultura tropical brasileira, na qual o país é atualmente o maior produtor e consumidor mundial da fruta, que pode ser cultivada em praticamente todas as regiões e estados no país. Apresenta grande importância econômica e social, com geração de empregos no campo, bem como a constituição de renda ao longo do ano, sobretudo para micro e pequenos fruticultores, especialmente aqueles ligados à agricultura familiar. Quanto à sua cadeia produtiva engloba alimentos funcionais e medicinais, devido às características sensoriais e bioativas de seus produtos e coprodutos (FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016).

No que concerne ao manejo de doenças fitopatogênicas no maracujá há precário conhecimento técnico, bem como acerca do manejo com o uso de produtos químicos existem poucos produtos disponíveis, principalmente produtos de baixo impacto. Diante disso, à medida que problemas com doenças de plantas e fitopatógenos surgem, com pouco sucesso no seu controle, se torna urgente a diversificação de produtos para o manejo de doenças.

Um dos principais desafios da agricultura sustentável é o manejo de doenças de pós-colheita, especialmente em cultivos agroecológicos, orgânicos e medicinais, nos quais deve ser assegurado seu valor terapêutico e livre de resíduos de pesticidas. No tocante à segurança alimentar, tendo em vista que as partes comercializadas não devem ser lavadas, no cultivo destas plantas há necessidade do uso de boas práticas agrícolas (BPA), com métodos de manejo e produtos naturais sustentáveis, de eficiência comprovada. Sistemas agrícolas livres de agrotóxicos têm surgido mundialmente, seja em atendimento à legislação ou uma demanda tanto social como também dos produtores e trabalhadores rurais, que estão mais conscientes dos danos ocasionados por práticas de uso de agrotóxicos (BATISTA *et al.*, 2021). Seu uso abusivo anos após anos favorece a seleção de fitopatógenos e pragas de plantas, juntamente com um aumento de resistência dos microrganismos às drogas disponíveis (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018). Pesquisas comprovam seus impactos sobre a biodiversidade e sua letalidade sobre insetos essenciais como as abelhas (BRASIL, 2018; SILVA *et al.*, 2021).

É nesse contexto que se insere a necessidade crescente no sentido de preservar o ambiente expandindo as buscas por produtos mais ecológicos, que não perturbem as interações entre os seres e serviços ecossistêmicos. Isto não ocorre quando se usa agrotóxicos, ao contrário há uma simplificação do sistema e dependência desta prática. São crescentes as demandas por produtos naturais de qualidade, mais específicos em que haja segurança alimentar e eficácia para o uso, menos agressivas ao homem e ao ambiente, bem como deve ser de menor custo e mais acessível.

Atualmente têm avançado estudos que priorizam uma agricultura de base agroecológica no controle de doenças e novas medidas de proteção de plantas. Por exemplo a indução de resistência com o uso de plantas medicinais dotadas de compostos secundários, que tanto podem ter ação antimicrobiana direta ou como elicitora, ativando mecanismos de defesa nas plantas (ação indireta) e os medicamentos homeopáticos, que têm demonstrado capacidade para induzir a expressão gênica para a produção de proteínas relacionadas à patogênese, minimizando os efeitos indesejados pelo uso de agroquímicos convencionais (MELO *et al.*, 2017; MORENO, 2017). Acerca do uso de produtos naturais há grande potencial no desenvolvimento de novos biocidas e fármacos a partir do uso de óleos essenciais (OEs), que possuem atividade antimicrobiana com grande potencial de uso no manejo de fitopatógenos e se destacam em função de sua composição química (GAHUKAR, 2018; MOUTASSEM, *et al.*, 2019).

Esta tese vem a colaborar para as demandas ambientais com a busca por OEs como potenciais substitutos dos agrotóxicos convencionais para o controle de fitopatógenos e ainda, na diagnose dos principais fitopatógenos presentes em maracujá no município de Paty do Alferes-RJ. Compreender a biologia do patossistema que ocorre no local será importante para o correto manejo das doenças incidentes.

O município de Paty do Alferes-RJ procura se estabelecer como referência na cultura do maracujazeiro já que a planta apresentou ótimo desempenho em 2017, quando foi introduzida e despertou interesse de um grande número de produtores que estão migrando do tomate para a cultura do maracujá. Os municípios vizinhos também plantam o maracujá, com uma produtividade média de 14,9 t.ha⁻¹ no Estado do RJ em 2020, com tendência de alta. Contudo, com esta expansão das áreas plantadas sem manejo adequado, um avanço de enfermidades diversas sucedeu nesses pomares, como patógenos de origem virótica, fungos, bactérias, nematoides e doenças ocasionadas por fatores abióticos, tal como a incidência de pragas, o que implica na produção e qualidade do produto.

A presente pesquisa apresenta como hipóteses que os pomares de maracujá são suscetíveis ao ataque de potenciais fitopatógenos encontrados nas áreas cultivadas. Outrossim, que o uso de OEs no controle de fitopatógenos é eficaz.

Os objetivos do estudo são diagnosticar doenças fitopatogênicas incidentes em maracujá e analisar OEs com potencial de uso para a produção de fitodefensivo agrícola, como controle natural para o fitopatógeno pré-selecionado na diagnose.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Uso de Produtos Naturais: Plantas como Substâncias Bioativas

A importância de produtos naturais na terapêutica é reconhecida desde antigas civilizações. O conhecimento de plantas alucinógenas pelos ameríndios, que as empregavam em seus ritos pagãos, bem como as propriedades afrodisíacas de diversas poções preparadas a partir de distintas espécies vegetais acompanha o homem desde milênios, tendo seus registros mais antigos na China (2.700 aC.) e no Egito (1.500 aC.), assim como na Bíblia escrita pelos Hebreus. Hipócrates, pai da medicina moderna, catalogou e utilizou centenas de drogas de origem vegetal. Valiosas obras dos autores Teofrasto (225 aC.) e Dioscórides (20 dC.) influenciaram o uso de plantas medicinais para a cura de doenças por mais de 1.500 anos. A busca pelo prazer e bem-estar sempre estimulou o homem a se aproximar da natureza, habilitando-o a se utilizar das plantas e de suas substâncias (PINTO *et al.*, 2002; CARVALHO, 2004; BARREIRO; FRAGA, 2008). Seja como inicialmente, de forma instintiva, o homem e outros animais buscaram por produtos naturais para alimentação, cura ou tratamento de enfermidades ou nos dias atuais, o uso é cada vez mais frequente e muitas vezes reconhecido cientificamente, como forma de não agredir ao ambiente, inclusive a indústria tem se interessado nessas propriedades farmacológicas.

Produtos naturais encontraram uso na antiguidade como remédios populares, sabonetes e essências. Eles incluem drogas e outros medicamentos, corantes, matérias-primas para indústrias químicas e uma variedade de substâncias usadas para dar sabor aos alimentos. Nos últimos anos, porém, tornou-se cada vez mais evidente que muitos produtos naturais têm funções ecológicas significativas, como antimicrobiano ou inseticida (HOPKINS; HÜNER, 2008). A história das plantas medicinais e aromáticas caminha junto à evolução das civilizações. Mundialmente, a história dos povos mostra que essas plantas sempre ocuparam um lugar importante na medicina, na composição de perfumes, em preparações culinárias e na terapêutica como parte integrante das tradições de todas as culturas (GOUDJIL *et al.*, 2019). Recentemente, há grande interesse em aplicar matéria prima vegetal na indústria de alimentos, para evitar a deterioração, contaminação, destruição e oxidação dos alimentos e minimizar os efeitos prejudiciais dos conservantes sintéticos. Isto porque as plantas possuem atividades antifúngicas, antimicotoxigênicas e antioxidantes, pois contêm vários compostos bioativos. Assim, OEs e extratos vegetais são considerados agentes naturais, seguros e eficazes para preservar alimentos (RIBEIRO-SANTOS, 2017; TAHMASEBI; KARAMI, 2020).

Embora, o Brasil detenha um dos maiores bancos de germoplasma *in situ*, constata-se por parte daqueles que habitam os diferentes biomas uma elevada demanda de conhecimentos sobre o aproveitamento sustentável da biodiversidade. Nesses biomas, a falta de domesticação dos recursos naturais tem levado à subutilização e extinção de inúmeras espécies vegetais, impondo limitações socioeconômicas e ambientais. Além disso, a produção agrícola de alimentos saudáveis tem se confrontado com sérios problemas de contaminações por toxinas e pela dependência do uso de agrotóxicos (GUIMARÃES *et al.*, 2005; GONÇALVES, 2006).

Para a agricultura familiar, como forma de melhorar a qualidade de vida, incentivos e programas que estimulem o plantio de plantas medicinais são de grande importância. O Programa Regional de Apoio a uma Rede de Desenvolvimento de Plantas Medicinais no Mercado Comum do Sul (MERCOSUL) (Brasil, Uruguai, Paraguai e Argentina) tem como objetivo o ingresso de pequenos produtores mediante a diversificação de sua produção e sua inserção com cultivo de ervas e plantas medicinais (FIDA/ UNOPS, 2006). Desse modo, o risco de extinção dessas espécies tende a diminuir. Um relatório divulgado pelo Jardim Botânico Real do Reino Unido (*Royal Botanic Gardens*, Kew), fruto de estudos entre pesquisadores de

42 países, estima que duas em cada cinco espécies de plantas estão ameaçadas de extinção, entre estas são 723 plantas medicinais em risco (RBG KEW, 2020).

A maioria das plantas medicinais e aromáticas comercializadas correspondem a material silvestre coletado a partir de extrativismo e não cultivadas, mesmo assim, o consumo destas é tradicional e difundido. A maior parte do material silvestre provém de países em desenvolvimento e uma quantidade alta também se coleta em países desenvolvidos. Por outro lado, alguns países que cultivam plantas medicinais em grande escala são: Hungria, Polônia, Índia, China, Espanha e Argentina. No Brasil, seu uso é generalizado, apoiado por políticas públicas e tem como objetivo fornecer à população medicamentos fitoterápicos seguros, eficazes e de qualidade adequada (USAID, 2010; SILVA *et al.*, 2014).

Essa expansão do mercado de plantas medicinais implica na sobrevivência de determinadas espécies vegetais (FIDA/ UNOPS, 2006). De acordo com Russomano e Kruppa (2010), as plantas medicinais, condimentares e aromáticas tiveram, recentemente, um aumento no seu cultivo e comercialização, tanto pelas inúmeras pesquisas que demonstram seus efeitos fitoterápicos, como pelo emprego de algumas delas na culinária, proporcionando aroma e sabor agradáveis aos alimentos. Assim como, os antioxidantes naturais, especialmente os de origem vegetal, têm o potencial efeito protetor no corpo humano contra doenças associadas ao estresse oxidativo (ÖZEN *et al.*, 2011). A necessidade de fontes renováveis de produtos industriais, bem como a necessidade de proteger a biodiversidade vegetal cria uma oportunidade para os agricultores produzirem tais culturas (LUBBE; VERPOORTE, 2011). Há uma demanda por plantas medicinais em atendimento às indústrias nutraceuticas, bio-farmacêuticas, alimentícias (XIN *et al.*, 2012; BRAITHWAITE *et al.*, 2014).

Dentre os objetivos da Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, o Brasil busca promover pesquisas, desenvolvimento de tecnologias e inovações em plantas medicinais e fitoterápicos, nas diversas fases da cadeia produtiva. Propõe como princípios orientadores dessa política o uso sustentável da biodiversidade brasileira, a valorização e preservação do conhecimento tradicional das comunidades e povos tradicionais, melhorias na qualidade de vida, o fortalecimento da agricultura familiar, crescimento e medidas que deverão ser adotadas na produção das plantas como a garantia de boas práticas de cultivo orgânico (BRASIL, 2009; 2012).

As plantas medicinais são usadas em todo o mundo e os regulamentos que definem seu uso, como identificação das espécies corretas e verificação da presença, pureza e concentração dos compostos químicos necessários, são amplamente reconhecidos. Medicamentos à base de plantas medicinais são feitos a partir de drogas vegetais, produtos processados de espécies medicinais. Estes materiais processados apresentam uma série de desafios em termos de identificação botânica, e segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o uso de espécies incorretas é uma ameaça à segurança do consumidor (PALHARES *et al.*, 2015). Para o uso seguro de derivados vegetais, alguns cuidados devem ser observados como a identificação correta da planta, possibilidade de adulteração, interações e ainda, reações alérgicas ou tóxicas (VEIGA JUNIOR *et al.*, 2005).

O Brasil é um país rico mundialmente em termos de biodiversidade. São milhares de publicações acadêmicas sobre plantas em revistas científicas internacionais revisadas por pares, contudo, poucas patentes e medicamentos foram derivados desses estudos. Grandes esforços devem ser feitos para melhorar o desenvolvimento do mercado de medicamentos derivados de plantas no Brasil, especialmente envolvendo a parceria entre academia e empresas farmacêuticas (DUTRA *et al.*, 2016).

A indústria de fitoterápicos é uma indústria em franco desenvolvimento no mundo e pode representar uma oportunidade de desenvolvimento para o setor farmacêutico no Brasil. Esta oportunidade é relevante não só pela riqueza de nossa dotação natural em biodiversidade, mas pelo conhecimento tradicional e científico acumulado sobre a atividade biológica dessas

plantas pela sociedade civil e pelas instituições de ciência e tecnologia. E a ciência contemporânea confirmou para o tratamento de diversas patologias a eficácia de terapias menos agressivas ao homem, de menor custo e que preservam o ambiente. Apesar da expansão de mercado, a delonga na implantação das políticas públicas voltadas para a indústria exhibe um retrocesso tanto das atividades produtivas com fitoterápicos, quanto das atividades de pesquisa com plantas medicinais no período de 2009 a 2015 (ŠANTIĆ *et al.*, 2017; HASENCLEVER *et al.*, 2017).

A segurança ambiental é uma grande preocupação em muitos países, e a aplicação de agroquímicos sintéticos aumenta o risco de causar prejuízos ambientais inaceitáveis, como danos à saúde humana, toxicidade para animais úteis e poluição ambiental. O uso de produtos naturais seria uma maneira útil de reduzir esse risco, situação que exige a busca de novas substâncias antimicrobianas. A triagem dos compostos ativos das plantas também levou à descoberta de novos medicamentos que mostram papéis eficientes de proteção e tratamento contra várias doenças, incluindo câncer (KUMAR *et al.*, 2004; SHEEJA; KUTTAM, 2007).

Biopesticidas bioquímicos ou microbianos são de ocorrência natural, geralmente de ação lenta e mais seguros para os seres humanos, com efeitos residuais mínimos para o ambiente em comparação aos pesticidas convencionais. O potencial de uso de material vegetal no manejo de pragas nas lavouras e durante o período de pós-colheita atualmente vem ganhando aceitação como resultado do uso indiscriminado de pesticidas químicos convencionais, que deram origem a muitos problemas conhecidos incluindo a resistência genética de espécies de pragas, resíduos tóxicos nos produtos armazenados, aumento dos custos de aplicação, riscos de manuseio e poluição ambiental (ADEYEMI, 2010). Portanto, os bio defensivos foram revelados como uma alternativa aos pesticidas sintéticos convencionais nos setores agrícola e de saúde pública. Pesquisadores enfatizam a importância do uso de defensivos naturais como os OEs para evitar potenciais efeitos adversos em organismos não-alvo, saúde humana, desenvolvimento de resistência a pragas e contaminações ambientais. Seus constituintes ao serem absorvidos na corrente sanguínea de humanos ou animais são metabolizados e eliminados (MOSSA, 2016; WERRIE *et al.*, 2021).

2.2 A Cultura do Maracujá

a) Origem e principais cultivares

O gênero *Passiflora* tem seu centro de diversidade localizado na região neotropical, sendo 95% das espécies na América do Sul. As regiões subtropicais e temperadas também suportam algumas espécies, assim como, outras 24 espécies são nativas do Sudeste Asiático, Austrália e das Ilhas do Pacífico. Seus habitats naturais incluem altitudes de 3000 metros (JOY, 2010; YOCKTENG *et al.*, 2011).

A espécie *Passiflora edulis* Sims possui duas formas muito cultivadas no Brasil, devido às características de seus frutos: o maracujá-roxo e o maracujá-azedo ou amarelo. Esta última é conhecida também como maracujá-ácido, maracujá-comum ou maracujá-de-suco, originária do Brasil, mas amplamente distribuída nos trópicos e, o principal representante do gênero *Passiflora*. Este, é maior e mais representativo da família Passifloraceae, na qual estão reunidas mais de 450 espécies de maracujá, sendo 90 % originárias das Américas e muitas delas nativas do Brasil (YOCKTENG *et al.*, 2011).

O gênero *Passiflora* é citado por alguns autores como um dos mais utilizados para fitoterápicos pela população brasileira. Outra espécie de maracujá de interesse no Brasil é *Passiflora alata* Curtis, maracujá-doce, espécie oficial da Farmacopeia Brasileira para a elaboração de medicamentos fitoterápicos. Já a espécie oficial europeia é a *Passiflora incarnata* (FONSECA *et al.*, 2020). As espécies silvestres também têm elevada aptidão de uso nas

indústrias farmacêuticas, na medicina e no melhoramento de plantas (BERNARDES *et al.*, 2016). O Quadro 1 expõe as principais cultivares de maracujá melhoradas do Brasil. O melhoramento genético dessas espécies silvestres com potencial econômico e o desenvolvimento de produtos e mercado fazem parte do processo de transformação de uma espécie silvestre numa espécie cultivada.

Quadro 1. Principais cultivares de maracujá no Brasil (MELETTI, 2001; MELO *et al.*, 2001; FALEIRO, 2017)

Maracujá-azedo	Maracujá-silvestres e ornamentais
BRS Gigante-Amarelo (BRS GA1)	BRS Pérola-do-Cerrado (BRS PC)
BRS Sol-do-Cerrado (BRS SC1)	BRS Sertão-Forte
BRS Ouro-vermelho (BRS OV1)	BRS Rubiflora
BRS Rubi-do-Cerrado (BRS RC)	BRS Roseflora
FB 200 Yellow Master (Flora Brasil)	BRS Estrela-do-Cerrado
FB 100 (Flora Brasil) - Industria	BRS Rosea-púrpura
FB 300 Araguari	BRS Céu-do-Cerrado
Híbridos Série IAC 270	Maracujazeiro-doce
IAC-275-Maravilha	BRS Mel-do-Cerrado (BRS MC)
IAC-277-Joia	CSB Marília
Maracujá-Maçã	CSB Marília x NJ3 Vermelho
IAC-273-Monte alegre	Roxo Australiano
	Seleção DF

b) Morfologia e botânica

As espécies de maracujá podem ser herbáceas ou lenhosas e chegam a uma altura de 5 a 10 m de comprimento. Apresentam como principais características botânicas um longo caule, com hábito de crescimento contínuo tipo trepadeira e crescem sobre suporte ou tutor. Já seu sistema radicular é superficial. Exibem um período de produção extenso, com florescimento e frutificação durante vários meses do ano. Quanto aos frutos, geralmente são bagas indeiscentes, com sementes envolvidas por um arilo de onde se extrai a polpa, que pode ser aproveitada de várias maneiras e apresentar diferentes valores comerciais (FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016).

Acerca da identificação do maracujá na Farmacopeia Brasileira, há descrição das folhas como simples, glabras, subcoriáceas, de coloração verde clara, hipostomáticas com simetria dorsiventral. A epiderme é uniestratificada, provida de células de formato poliédrico e paredes anticlinais levemente ondeadas, com o mesofilo constituído por uma a três camadas de parênquima paliádico e várias camadas de parênquima esponjoso. Os estômatos são paracíticos, anisocíticos e anomocíticos. A cutícula é lisa e em secção transversal, espessa e nos parênquimas há presença de drusas de oxalato de cálcio (BRASIL, 2019).

Com relação a *P. edulis*, as lâminas foliares são divididas em três lobos, muito raramente bilobadas ou sem lobos, base reentrante, ápice acuminado e margem serrilhada. A face adaxial da nervura principal, em secção transversal apresenta uma protuberância com tricomas tectores unicelulares e a face abaxial é convexa. Apresenta nervação palmatinérvea, pecíolo canaliculado na parte superior, com um par de nectários extraflorais e gavinhas. Em secção transversal, este apresenta na face adaxial dois lobos pouco proeminentes. Já a espécie *P. alata* apresenta folha inteira, margem lisa, nervação peninérvea, desprovida de tricomas

tectores na região da nervura principal. Esta apresenta pouca convexidade e a face abaxial possui uma convexidade bastante angulosa. O pecíolo, em secção transversal, apresenta face adaxial côncava com duas projeções laterais (BRASIL, 2019).

c) Flor

O período de polinização, ocorre no período da tarde, horário em que as flores se abrem. A polinização é feita por abelhas do gênero *Xylocopa*, de forma natural ou artificialmente, por polinização manual, prática que permite ao fruticultor planejar melhor a época de produção (COSTA *et al.*, 2008). Efetivamente, dependendo da espécie, a abertura da flor pode ocorrer no período matutino, vespertino ou noturno, sendo que algumas espécies são sensíveis ao fotoperíodo e deste modo, necessitam de dias mais longos para induzir o florescimento. É uma planta muito exigente em luminosidade, produz mais em regiões com no mínimo 2.200 horas de luz por ano. O maracujazeiro-azedo floresce com muito mais intensidade se cultivado em regiões ou em épocas do ano com no mínimo onze horas de luz por dia (FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016). A polinização é cruzada, realizada manual ou naturalmente a partir da antese. Quando esta ocorre precocemente e a senescência é tardia, a flor fica um maior tempo disponível para a polinização, tanto realizada pelo produtor como por polinizadores, naturalmente. Após a polinização, a flor fecha o perianto e o fruto se desenvolve (BRITANNICA, 2021).

d) Cultivo

De acordo com Cavichioli (2019) o maracujazeiro pode ser propagado por sementes, estaquia e enxertia, sendo a qualidade da muda um fator primordial para a obtenção de altas produtividades. No Brasil, as mudas são produzidas na maioria por sementes, utilizando sacolas plásticas ou tubetes na produção. As mudas devem ser obtidas de viveiristas registrados no MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) e inscritas no Registro Nacional de Sementes e Mudanças (Renasem). Para contornar problemas fitossanitários são utilizadas mudas altas e o uso de enxertia. O produtor pode optar por produzir suas mudas na propriedade, com a obtenção de sementes junto aos órgãos produtores como IAC, Embrapa, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Viveiro Flora Brasil.

A muda de alta qualidade, vigor e equilíbrio entre parte aérea e radicular, consequentemente alcança um melhor pegamento e sobrevivência no local definitivo de plantio (LIMA *et al.*, 2016). Segundo Valle *et al.* (2018), o substrato utilizado na produção de mudas vai contribuir para o desenvolvimento inicial das plantas. Almeida *et al.* (2014) enfatiza a necessidade de misturar diferentes componentes para a obtenção de um substrato adequado, que não onere os custos. Lima *et al.* (2016) em seus experimentos chegaram à conclusão de que as melhores mudas de maracujazeiro foram formadas em substratos com maiores quantidades de esterco e/ ou vermiculita, com menores quantidades de areia e Bioplant®. Silva *et al.* (2018) obtiveram mudas de maracujazeiro amarelo de alta qualidade com o uso de substratos contendo como condicionador casca de arroz carbonizada ou caule decomposto de sumaúma (*Ceiba pentandra*). O substrato deve ser fértil, livre de patógenos e ser poroso. Para produzir mudas de maracujá livres de viroses, o viveiro deve possuir tela antiafídeos e cobertura com plástico transparente. Além disso, deve ser limpo e arejado, bem drenado, sombreado e ter o piso impermeabilizado (FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016).

O cultivo comercial do maracujazeiro tem sido em temperaturas de 18 a 35 °C. O desenvolvimento da planta, produção e qualidade dos frutos, são limitados, principalmente pela temperatura e luminosidade. Quanto à umidade, pode ser controlada por práticas de manejo, como o uso de irrigação por gotejamento. O maracujazeiro possui boa tolerância à seca, no

entanto, nos primeiros meses após o plantio, deve ter bom fornecimento de água. Em condições de sequeiro, o maracujazeiro pode ser cultivado em regiões com precipitação anual, que pode variar de 800 a 1.700 mm, bem distribuída durante a emissão de flores e formação de frutos. Já o excesso de chuva por ocasião do florescimento prejudica a polinização e fertilização das flores, por reduzir a atividade dos insetos polinizadores e causar o rompimento dos grãos de pólen, além de favorecer a incidência de doenças (COSTA *et al.*, 2008; SIQUEIRA *et al.*, 2009). A condução da lavoura de maracujazeiro (Figura 1) vem ocorrendo em espaldeira vertical com fio de arame liso tratado contra ferrugem, no espaçamento tradicional 4,5 metros entre plantas e 2,5 a 3 metros entre fileiras. Na prática, o espaçamento varia bastante, com tendência ao adensamento entre plantas (GONTIJO *et al.*, 2017) e até mesmo com duas plantas por cova, o que pode proporcionar rendimento elevado, no caso de ciclos de um ano. Espaçamentos adequados garantem uma boa luminosidade, bastante exigida por ser uma planta tipicamente tropical (FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016).



Figura 1. A. Espaçamento entre estacas; B. Maracujazeiro a campo sob cultivo em espaldeira vertical em Paty do Alferes-RJ; C. Irrigação por gotejamento. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2018.

A muda deve ser tutorada até que atinja o arame de sustentação e as gavinhas auxiliem a planta. O plantio sob condições irrigadas pode ocorrer em qualquer época do ano, contudo, onde há ocorrência do vírus do endurecimento dos frutos recomenda-se o ciclo da cultura para sistema de cultivo anual e tratos culturais adequados, como redução de espaçamento e polinização contínua (COSTA *et al.*, 2008). Produtores mais tecnicizados adensam o cultivo, o que garante elevada produtividade no primeiro ano. Antes, o maracujazeiro permanecia por mais tempo no campo. Após o primeiro ano de produção há um declínio considerável na cultura do maracujazeiro e maior incidência de patógenos. Com o passar dos anos, os pomares foram sendo cada vez mais afetados por doenças. Por isso, tornou-se necessária a obtenção de cultivares com resistência a moléstias, seja incorporando genes de resistência nas atuais cultivares-elite, seja no desenvolvimento de novas cultivares (MELETTI, 2011; GONTIJO *et al.*, 2016).

De acordo com Gontijo *et al.* (2017) os fruticultores no Distrito Federal têm conseguido uma elevada produtividade devido à adoção de técnicas de cultivo que utilizam espaçamento adensado, uso de irrigação localizada (gotejamento), novos híbridos desenvolvidos pela EMBRAPA e polinização manual. Quando o plantio é feito em casas de vegetação (estufa), a produtividade pode chegar a sete vezes a média nacional. Os solos para o cultivo do maracujazeiro devem ser profundos, bem drenados, ricos em matéria orgânica, de textura arenosa ou levemente argilosa e o pH do solo ajustado na faixa entre 5,5 a 6,5 (COSTA *et al.*, 2008).

O controle cultural com o uso de barreira física sempre que possível deve ser adotado. Este visa reduzir o acesso de vetores de patógenos às plantas, assim como reduzir a intensidade

do vento no interior da cultura e injúrias às mesmas (Figura 2). Consequentemente reduz a incidência e severidade de doenças. O maracujazeiro é bastante prejudicado pela ação do vento, portanto o uso de quebra-vento deve ser instalado de forma perpendicular aos ventos predominantes. Gontijo *et al.* (2017) ressaltaram a importância do uso de quebra-vento que pode ser natural ou implantado, com capim elefante, bananeira ou cana de açúcar.



Figura 2. Injúria em maracujazeiro causada pelo vento. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2018.

e) Colheita

Os frutos de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo, colhidos em diferentes estádios de maturação, apresentam aumento nos índices de cor, no teor de sólidos solúveis totais e ratio (ou índice de maturidade), e redução da acidez total titulável conforme ocorre o amadurecimento dos frutos. Para aumentar o tempo de conservação ou armazenamento dos frutos é recomendado a prática de lavagem e higienização destes em pós-colheita, descartando-se frutos muito atacados por doenças e além disso, para dificultar o desenvolvimento dos fitopatógenos, o uso de câmaras frias para armazenamento ou transporte refrigerado para deslocamentos a longas distâncias. Esse método de controle físico de doenças é o mais utilizado. O mesmo retarda a senescência da fruta e infecções latentes por patógenos não se desenvolvem (FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016; AMORIN *et al.*, 2018; BOTELHO *et al.*, 2019).

f) Economia e expansão da cultura

O maracujazeiro é explorado comercialmente em diversos países, como Equador, Colômbia, Peru, Bolívia, Venezuela, África do Sul e Austrália. O Equador é o maior exportador de suco concentrado (50 °Brix) do maracujazeiro-azedo. Já o Brasil e a Colômbia são os países mais tradicionais no cultivo de maracujá e que detêm a maior diversidade de espécies comerciais e silvestres do gênero *Passiflora*. O Brasil é também considerado o centro de diversidade genética do gênero *Passiflora*, sendo o cultivo do maracujá de grande importância para o setor agrícola no país e aceito no mercado mundial (MELETTI *et al.*, 2010; FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016).

A espécie de maracujá mais consumida na forma de sucos, foi considerada uma fruta de pomar doméstico até a década de 60, em razão de suas propriedades medicinais. A partir das instalações dos primeiros pomares paulistas, seu valor comercial foi descoberto. Desde então, várias agroindústrias de sucos foram surgindo em diversos estados, estimulando ainda mais a expansão da atividade. O maracujá transformou-se numa oportunidade de capitalização, em

curto prazo e o Brasil se consolidou como o maior produtor mundial de maracujá-amarelo, em menos de três décadas após sua implantação comercial (MELETTI, 2011). Atualmente, o Brasil é o maior consumidor e produtor da fruta com 70% da produção mundial do maracujá, que pode ser cultivado em todas as regiões e estados no país, o que implica em geração de emprego e renda no campo. As Figuras 3 A-B e 4 A-B ilustram a área total plantada de maracujá no Brasil, a quantidade produzida e o rendimento médio da produção da fruta.

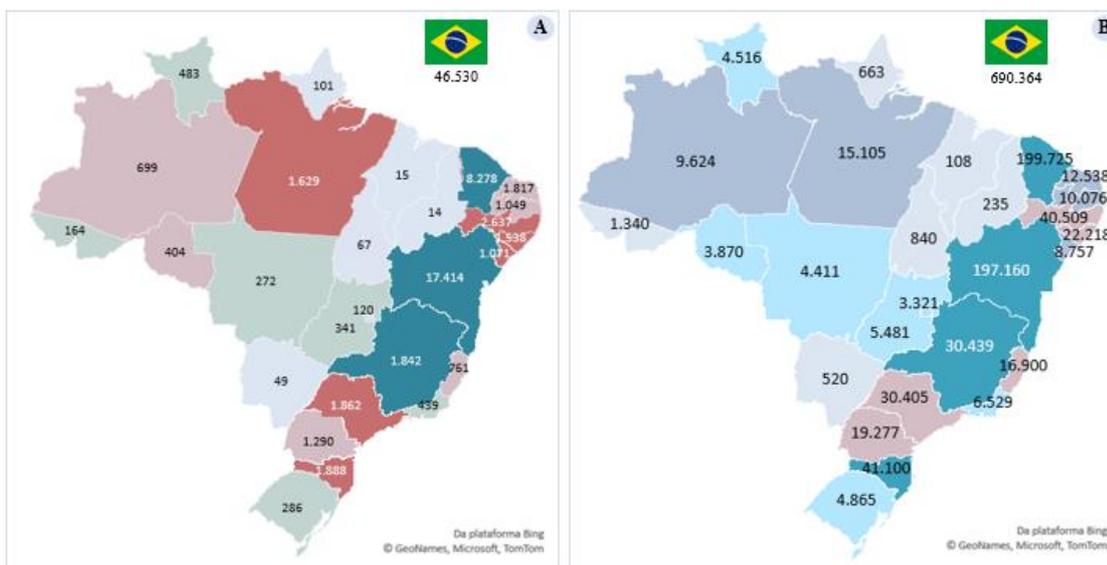


Figura 3. A. Área plantada ou destinada à colheita de maracujá nos estados brasileiros (hectares); B. Quantidade produzida de maracujá nos estados brasileiros (toneladas). Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, elaborado a partir da plataforma Bing; IBGE, 2020.

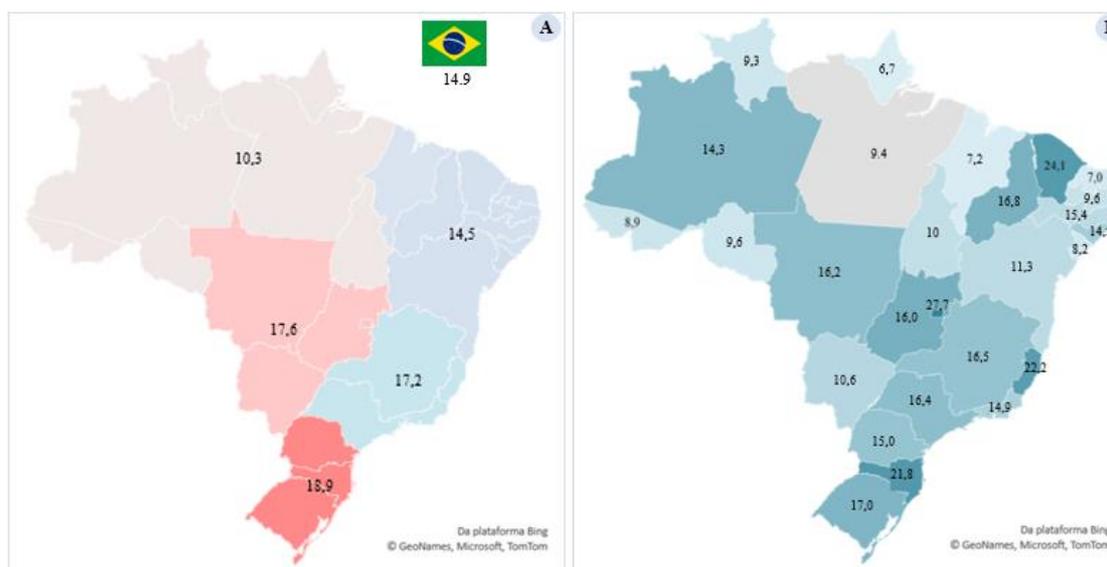


Figura 4. A. Rendimento médio da produção de maracujá por região brasileira ($t.ha^{-1}$); B. Rendimento médio da produção de maracujá por estados brasileiros ($t.ha^{-1}$). Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, elaborado a partir da plataforma Bing; IBGE, 2020.

A Bahia é um dos maiores produtores de maracujá com 197,2 toneladas (t) e a maior área plantada, contudo, sua produtividade é baixa. A produtividade média da fruta no Brasil em 2020 ficou em média 14,9 toneladas por hectare ($t.ha^{-1}$) de área plantada por ano. Santa Catarina

tem, ao todo, pouco mais de mil e oitocentos hectares de plantações de maracujá, sua colheita anual foi 41.100 t e o Distrito Federal 3.321 t, sendo as maiores produtividades por hectare do Brasil (21,8 e 27,7 t.ha⁻¹ respectivamente) (IBGE, 2020).

De acordo com a EMBRAPA (2019) o primeiro sistema de manejo orgânico (Figura 5) para produção do maracujazeiro foi desenvolvido com sucesso em Lençóis, na Chapada Diamantina (BA), no qual exibiram índices de produtividade de 28 t.ha⁻¹, superiores aos registrados no sistema convencional no estado e também a média nacional. Os pesquisadores já intencionaram estender o pacote tecnológico a outros polos produtores no Brasil.



Figura 5. Maracujazeiro sob sistema orgânico de produção na Chapada Diamantina - Ba. Fonte: Raul Castro/ EMBRAPA, 2019.

Entre os estados brasileiros, Santa Catarina se destaca com sua alta produtividade e qualidade em frutos (Figura 6 A-B). No Estado, a cadeia produtiva do maracujá-azedo é uma das mais importantes na geração de renda e trabalho para agricultura familiar (EPAGRI, 2020).



Figura 6. Maracujá-azedo e maracujá-roxo de Santa Catarina. Fonte: Epagri, 2020.

Diante à elevação dos custos de produção e da especialização dos grandes centros consumidores, o incremento em produtividade e a melhoria da qualidade dos frutos tornaram-se vitais para a permanência dos produtores na atividade. A expansão dos pomares e das opções de comercialização exigiu uma tecnologia de produção mais adequada, na qual se inserem cultivares mais produtivos, capazes de atender aos mercados mais exigentes. Com o uso de material não selecionado, a produtividade é baixa e o preço médio anual nem sempre permite cobrir os custos de produção (MELETTI, 2001).

Oscilações nas vendas do maracujá podem ocasionar diferentes destinos ao produto *in natura*. Mais recentemente o avanço do novo vírus da síndrome respiratória aguda grave coronavírus - 2 (SARS-CoV-2), com o início da quarentena no Brasil em março de 2020, resultou em oscilações nas vendas do maracujá *in natura*, com redução de 80%. O preço de venda reduziu 40% do valor e apesar disso, a produção apresentou excedente de 36%. Para

minimizar prejuízos econômicos foram implementadas novas recomendações técnicas. Nesse caso, a EPAGRI e o Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) indicaram a adoção de protocolos de higiene, encaminhamento do maracujá de forma direta aos mercados locais e classificação mais rigorosa dos frutos. Ainda, o excedente produzido pode abastecer a agroindústria de processamento de suco e polpa, já que há demanda (MELETTI, 2011; EPAGRI, 2020; FURLANETO *et al.*, 2020).

g) Propriedades físico-químicas, nutricionais e usos

O maracujazeiro apresenta importância econômica devido principalmente às características físico-químicas e farmacoterapêuticas de seus produtos e subprodutos do processamento dos frutos, sementes, folhas e raízes. O frutos do maracujá são utilizados, sobretudo, para consumo *in natura* e na fabricação de sucos, que dispõe de alto valor nutritivo e excelentes características organolépticas e valor medicinal, sendo fonte de compostos antioxidantes, devido à presença de polifenóis, principalmente flavonoides. Conforme o *United States Department of Agriculture (USDA) e Food Composition Databases (2019)*, os componentes nutricionais da polpa de maracujá incluem vitaminas e minerais (Quadro 2), nas quais, o maracujá é rico, especialmente as A e C (PEREIRA *et al.*, 2006; FALEIRO *et al.*, 2016; SEBRAE, 2016).

Quadro 2. Principais componentes nutricionais de *Passiflora edulis* em 100 g de polpa fresca (Fonte: FALEIRO *et al.*, 2016; *United States Department of Agriculture (USDA), Food Composition Databases, 2019*)

Informações nutricionais			
Umidade	82,9%	Riboflavina	0,101 mg
Kcal	68	Niacina	2024 mg
Carboidrato	12,3 g	Magnésio	28 mg
Proteínas	2 g	Fósforo	51 mg
Lipídios	2,1 g	Ferro	0,6 mg
Açúcares	14,25 g	Sódio	2 mg
Fibras	0,2 g	Potássio	338 mg
Cinzas	0,49 a 0,8 g	Cobre	0,19 mg
Betacaroteno	525 µg	Zinco	0,4 mg
Alfa-caroteno	35 µg	Ácidos graxos saturados	0,015 g
Beta-criptoxantina	47 µg	Ácidos graxos monoinsaturados	0,022 g
Cálcio	5 mg	Ácidos graxos poli-insaturados	0,106 g
Vitamina A	943 UI	Ácidos graxos trans	0 g
Vitamina E (alfa-tocoferol)	0,01 mg	Colesterol	0 g
Vitamina K (filoquinona)	0,4 µg	Colina	4 mg
Vitamina B-6	0,06 mg	Sódio	6 mg
Vitamina C (ácido ascórbico)	18,2 mg	Selênio	0,1 µg
Folato	8 µg		

Em termos de rendimentos das partes constituintes do fruto de maracujá, Silva *et al.* (2020) compararam a constituição percentual dos frutos de maracujá-roxo sob os sistemas de

manejo convencional e orgânico. Cascas e sementes representaram juntas 60 e 64% do peso da fruta, respectivamente, com equivalência nos dois sistemas de manejo. Dentre os subprodutos do processamento do fruto, cascas e sementes podem ser utilizadas na alimentação, tanto humana, como para ração animal e na indústria de cosméticos. O albedo das cascas é rico em fibras solúveis (pectina), que são benéficas aos seres humanos, além de serem ricas em niacina (vitamina B3), ferro, cálcio e fósforo. Estudos buscam o aproveitamento de suas características e propriedades funcionais. As sementes de maracujá representam cerca de 6 a 12% do fruto e podem ser fontes de carboidratos, proteínas e minerais. O percentual de óleo na semente alcança 25,7% do peso do farelo seco. O óleo obtido é altamente atraente para indústrias cosméticas, devido ao seu teor de ácidos graxos insaturados. O farelo desengordurado obtido após moagem das sementes e extração com solvente possui alto teor proteico e fibras (ESPIRITO-SANTO *et al.*, 2013; SPOLADORE *et al.*, 2014; SEBRAE, 2016). Conforme Martin *et al.* (2006) o ácido linoleico (ω -6) é um dos principais ácidos graxos do óleo da semente de maracujá (cerca de 55-66%), seguido pelo ácido oleico (18-20%) e do ácido palmítico (10-14%). Já o ácido linolênico (ω -3) é encontrado em menor quantidade (0,8-1%) (LEONEL *et al.*, 2000).

Jinkings *et al.* (2020) elaboraram a farinha do maracujá-amarelo a partir do exocarpo e analisaram seus teores de umidade, cinzas, lipídeos, proteínas, carboidratos e valor calórico total. Com exceção da umidade, onde foi maior na polpa, todas as demais análises encontraram valores superiores para a farinha a partir do exocarpo, demonstrando ser uma fonte alternativa para o aproveitamento de resíduos orgânicos, por possuir um aporte nutricional valioso.

Quanto ao potencial de uso, na Farmacopeia Brasileira (ANVISA, 2019), informa que a droga vegetal consiste de folhas secas de maracujá contendo no mínimo 1,0% de flavonoides totais, expressos em apigenina (4',5,7-triidroxiflavona), cuja fórmula química é $C_{15}H_{10}O_5$ e massa molar 270,24 g.mol⁻¹. Estudos relataram a presença de vários componentes funcionais no maracujá, como, principalmente, alcaloides, flavonoides e carotenoides. Assim, além da valorização pelos aspectos sensoriais, recentemente o maracujá tem sido valorizado por suas propriedades funcionais, (SUNTORNUSUK *et al.*, 2002; COSTA; TUPINAMBÁ, 2005).

O maracujá também tem sido estudado para o tratamento contra a dependência a canabinoides (termo genérico usado para descrever substâncias naturais ou artificiais, que ativam os receptores canabinoides) (DHAWAN; SHARMA, 2003), diminuição da resistência à insulina em pacientes com diabetes tipo 2 (QUEIROZ *et al.*, 2012) e alcoolismo crônico (CARLINI *et al.*, 2006). Outros usos, como por exemplo, macerados de folhas de agrião e de maracujá emitiram atividade nematocida contra *M. incognita*, o que pode ser útil para a indústria produtora de nematocidas. A planta do maracujá possui ainda potencial para uso ornamental, devido às suas belas flores, atrativas pelo seu tamanho, exuberante variedade de cores e originalidade de formas (PEIXOTO, 2005; SILVA *et al.*, 2019).

h) Toxicologia

O uso seguro de maracujá vem sendo apoiado por pesquisas, o que impulsionou seu emprego em estudos farmacológicos. Medeiros *et al.* (2009) analisaram resultados de exames laboratoriais a partir de ensaios toxicológicos clínicos da casca do maracujá como alimento em ensaio com voluntários: homens e mulheres, entre 20 e 60 anos. Os autores verificaram que a administração da farinha do albedo de maracujá mostrou-se segura como alimento, com propriedades promotoras de saúde e sem sinais de toxidez nos órgãos e sistemas avaliados. Apesar disso, a presença de glicosídeos cianogênicos no maracujá foram relatados (CLARO *et al.*, 2018).

Devaki *et al.* (2012) avaliaram a toxicidade de extrato de maracujá no sistema de ratos Wistar albinos. A dose de administração oral do extrato considerada segura foi de 2.000 mg

Kg⁻¹. No estudo não foi observada morte, sinais de neurologia ou mudanças comportamentais. Assim como, o quadro hematológico e o peso do órgão não foram alterados.

2.3 Doenças Fitopatogênicas e Manejo

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) estima que se perde ou desperdiça-se 1,3 bilhão de toneladas de alimentos todos os anos no mundo. Com parte desses alimentos seria possível satisfazer as necessidades nutricionais das 815 milhões de pessoas que, em 2016, se encontravam em estado de insegurança alimentar. No Brasil, estima-se que aproximadamente 10% dos alimentos produzidos são perdidos ou desperdiçados. Do ponto de vista econômico, representam investimentos desperdiçados que podem reduzir a renda dos agricultores e aumentar as despesas dos consumidores. Para o ambiente, as perdas ocasionam uma série de impactos, como emissão de gases de efeito estufa desnecessários e uso ineficiente de solo e água da produção agrícola, que, por sua vez, podem levar à redução de ecossistemas naturais e de serviços ambientais. As perdas e o desperdício nas cadeias de frutas e hortaliças são relativamente maiores em razão, principalmente, da maior perecibilidade, quando comparadas a outros alimentos (LIPINSKI *et al.*, 2013; MELO *et al.*, 2018).

A partir da intensificação dos cultivos com precário manejo há um favorecimento ao surgimento de fitopatógenos, com a manifestação de problemas fitossanitários que podem ocasionar perdas na produção agrícola ou alterar compostos químicos da planta (RUSSOMANO; KRUPPA, 2010). A doença nas plantas, segundo Agrios (2005), pode ser definida como a série de respostas invisíveis e visíveis das células vegetais e tecidos a um organismo patogênico ou fator ambiental que resulta em mudanças adversas na forma, função ou integridade da planta e pode levar a comprometimento ou morte de partes da planta ou de toda a planta. Estima-se que, doenças, insetos, e as ervas invasoras juntas anualmente interferem na produção ou causam destruição de 31 a 42% de todas as culturas produzidas mundialmente. As perdas são geralmente mais baixas nos países mais desenvolvidos e mais elevadas nos países em desenvolvimento, ou seja, países que mais carecem de alimentos, a maioria. Estima-se que, em média, de 36,5% das perdas totais, 14,1% são por doenças, 10,2% por insetos e 12,2% por plantas daninhas. Considerando que 14,1% das culturas são perdidas por doenças, a perda anual total por doenças é de cerca de US \$ 220 bilhões. Para estes deve-se acrescentar 6 a 12% de perdas de culturas após a colheita, particularmente altas nos países tropicais em desenvolvimento, onde treinamentos e recursos como refrigeração geralmente estão faltando. Além disso, essas perdas não incluem as causadas por fatores ambientais.

A necessidade de medidas para controlar doenças de plantas limita a quantidade de terra disponível para cultivo a cada ano, limita os tipos de culturas que podem ser cultivadas em campos já contaminados com certos microrganismos e requer anualmente, o uso de milhões de quilogramas de pesticidas para o tratamento de sementes, fumigação de solos, instalações para pulverização ou tratamento pós-colheita de frutas. Tais medidas de controle não apenas aumentam o custo da produção de alimentos, alguns deles, por exemplo, rotação de culturas, necessariamente limita a quantidade de alimento que pode ser produzido, enquanto outros adicionam produtos químicos tóxicos ao ambiente (AGRIOS, 2005).

Entre os métodos de manejo tem-se os controles: cultural, físico, biológico, genético e químico de doenças de plantas. O controle cultural vai atuar de forma a favorecer o hospedeiro com o objetivo de criar condições desfavoráveis aos patógenos e reduzir o inóculo, atuando na sobrevivência, produção e disseminação de inóculo. Por exemplo, a prática do *roguing*, a eliminação de restos de cultura, o preparo do solo, a densidade de plantio etc. Já o controle físico de doenças de plantas vai trabalhar basicamente com temperaturas e radiações, por exemplo a refrigeração de produtos armazenados, o tratamento térmico de frutas, legumes, órgãos de propagação, do solo, solarização do solo, eliminação de determinados comprimentos

de onda, radiação UV, radiação ionizante e armazenamento em atmosfera controlada. Da mesma forma, o controle biológico que atualmente vem crescendo bastante. Segundo Cook e Baker (1983), o controle biológico é a redução de inóculo ou das atividades determinantes da doença, realizada por ou através de um ou mais organismos que não o homem. Um dos avanços tecnológicos mais significativos é o controle genético. É barato e de fácil utilização. Para tal, fontes de resistência devem ser identificadas, os genes de resistência incorporados em cultivares comerciais e traçadas as melhores estratégias para o cultivar resistente (AMORIM *et al.*, 2011).

No que diz respeito ao manejo de doenças com o uso de produtos químicos, os desafios são enormes, já que existem poucos produtos registrados para o uso e principalmente, em relação aos produtos químicos de baixa toxidez ou produtos de base biológica. Apesar disso, em 2020, de acordo com o MAPA (2020), a liberação e registro destes defensivos agrícolas biológicos e microbiológicos superou o número de anos anteriores. No total em 2020 foram 95 produtos de baixo impacto registrados. Isto contribui imensamente para a sustentabilidade na agricultura. Os produtos foram analisados e aprovados pelo Ministério da Agricultura, pelo Ibama e pela Anvisa, de acordo com critérios científicos e alinhados às melhores práticas internacionais.

O manejo de pragas na agricultura está enfrentando desafios no desenvolvimento de agentes adequados para o controle de insetos-praga e, ao mesmo tempo, garantir a sustentabilidade econômica e ecológica, já que a maioria dos produtos químicos pesticidas são conhecidos por causar riscos humanos e ambientais (RATTAN, 2010). Uzêda *et al.* (2016) verificaram a eutrofização de solos sob práticas conservacionistas, o que aponta uma preocupação: deriva como fonte de contaminação, dificultando o controle em áreas que não praticam agricultura convencional. Ahmed *et al.* (2001) relataram níveis altos de agrotóxicos em cumina (*Cuminum cyminum*), uma planta medicinal.

A contaminação por agrotóxicos pode ocorrer por exposição direta ou por meio do consumo de alimentos contaminados (D'AMATO, 2002). No tocante ao aumento da qualidade e segurança alimentar relativa ao consumo de frutas, a Anvisa (2020) implementou o monitoramento do Programa de Avaliação de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), de ocorrência anual. Ainda assim, tem sido detectado não conformidades em amostras de frutas, resíduos de ingredientes ativos altamente prejudiciais à saúde. Foram consideradas insatisfatórias 23% das amostras analisadas, destacando-se o ingrediente ativo carbofurano, proibido no país por meio da Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 185/2017. Outros compostos acima do limite mínimo de resíduo ou agrotóxicos não autorizados também foram detectados, o que traz indícios de que os ingredientes aprovados ainda não atendem às necessidades das culturas (BRASIL, 2017).

O controle de doenças fúngicas da parte aérea em plantas medicinais, condimentares e aromáticas deve ser feito, preferencialmente, pelo emprego de variedades resistentes e pelo uso de sementes, mudas e material propagativo livres de fungos, em locais sem ocorrência de doenças. A utilização de técnicas culturais de controle pode elaborar na redução de danos causados por doenças (RUSSOMANO; KRUPPA, 2010).

Recentemente no Brasil, a RDC N° 235/ 2018 tornou obrigatória a partir de 1º de janeiro de 2018 analisar resíduos de agrotóxicos para os fitoterápicos registrados. Um laudo de controle de qualidade deve ser apresentado em todas as petições de registro e pós-registro para plantas medicinais cultivadas ou coletadas no Brasil que não comprovarem o sistema orgânico. Deverá ser apresentado o laudo da análise qualitativa e quantitativa dos resíduos, conforme previsto em Farmacopeia oficial, além dos constantes da 'Lista de agrotóxicos selecionados para análise'. Os agrotóxicos a serem pesquisados em cada fitoterápico foram definidos pela Anvisa por meio da RDC nº 105/2016. O último prazo foi até 25 de junho de 2019, antes, este já havia sido adiado por diversas vezes, por meio das RDCs nº 77/2016, 93/2016, 105/2016 e 196/2017.

Mundialmente, a presença de resíduos de agrotóxicos em plantas medicinais e fitoterápicos tem sido comum, alerta a WHO (2007).

2.4 Doenças do Maracujazeiro

Inúmeras doenças causadas por fatores bióticos e abióticos acometem a cultura do maracujá e contribuem para baixa qualidade e produtividade, onerando custos, e causando desistência e abandono de áreas. Os agentes etiológicos são: fungos, oomicetos, bactérias, fitoplasma, nematoides e vírus.

Quanto ao manejo destas doenças com o uso de produtos químicos, dentre os agrotóxicos e afins aprovados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Quadro 3) encontram-se produtos com classificação toxicológica 4 (produto pouco tóxico) e classificação ambiental IV (produto pouco perigoso ao ambiente), como o Timorex Gold cujo ingrediente ativo é extrato de folhas de *Melaleuca alternifolia* (grupo químico terpenos). Este é registrado para *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* no maracujá. Há também produtos com classificação toxicológica I (extremamente tóxico) e classificação ambiental II (produto muito perigoso ao ambiente), como o Orbis, cujo ingrediente ativo é o tebuconazol (grupo químico triazol), registrado para *Cladosporium herbarum* em maracujá (BRASIL, 2020).

Quadro 3. Grupos químicos dos produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para controle de patógenos no maracujá (BRASIL, 2020)

Patógeno	Grupo químico	Classificação toxicológica	Classificação ambiental
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Benzimidazol Carboxamida Ditiocarbamato Estrobilurina Inorgânico Triazol	1, 2, 3, 4 e 5	I, II, III e IV
<i>Cladosporium herbarum</i>	Estrobilurina Inorgânico Triazol	1, 2, 3, 4 e 5	II e III
<i>Alternaria alternata</i>	Anilida	3	v
<i>Alternaria passiflorae</i>	Anilida	2	IV
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Anilida	3	V
<i>Phytophthora nicotianae</i> var. <i>nicotianae</i>	Morfolina	3	V
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>passiflorae</i>	Terpeno Antibiótico	4 e 5	IV e III

Para o controle de algumas doenças, tais pelos agentes *Septoria passiflorae*, *Pectobacterium* subs. *carotovorum* e nematoides não há produtos registrados no MAPA até o momento. Deste modo, práticas culturais como a utilização de mudas e sementes sadias, limpeza de máquinas e ferramentas agrícolas, adubação verde, eliminação de restos vegetais contaminados no campo e controle da água de irrigação, são recomendadas (BRASIL, 2020).

Problemas fitossanitários têm sido frequentes nas áreas cultivadas de maracujá no Brasil, em consequência do manejo inadequado. Segundo os autores Santos Filho e Junqueira

(2003), o ciclo do maracujá vem ficando mais curto e muitas vezes inviabiliza o cultivo em determinadas regiões. De acordo com Pio-Ribeiro e Mariano (2016), vários problemas fitossanitários ocorrem em maracujazeiro e chegam a causar sérios prejuízos ou inviabilizar economicamente a cultura em algumas áreas. As doenças de maior ocorrência incluem o endurecimento dos frutos causado por virose, o superbrotamento por fitoplasmas, as murchas bacterianas ou fúngicas e fungos pós-colheita, que prejudicam diretamente o produto comercial tornando-o impróprio a comercialização. Dentre os problemas fitossanitários que ocorrem na cultura, o endurecimento dos frutos do maracujazeiro causado pelo *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV), gênero *Potyvirus*, família *Potyviridae* é considerada a doença de maior importância para o maracujá no Brasil, pois limita seu cultivo com rápida disseminação da infecção viral nos pomares, devido principalmente ao manejo inadequado (FIGUEIREDO *et al.*, 2020).

a) Doenças causadas por vírus

As fitoviroses são causadas por parasitas obrigatórios, intracelulares, que podem ocasionar doenças letais em plantas. Os vírus afetam a produção de alimentos principalmente nos trópicos, sendo responsáveis por perdas no rendimento e na qualidade das colheitas. Perdas severas nas plantações e fome generalizada em países tropicais foram reportadas, sendo responsáveis os gêneros *Begomovirus*, *Potyvirus*, *Tospovirus* e *Cucumovirus* (SASTRY, 2013).

Entre as doenças, as de origem viral têm sido relatadas como responsáveis por importantes perdas agrônomicas em maracujazeiros mundialmente. As infecções virais podem afetar severamente a cultura, com perdas de 100% na produção e limitar sua expansão comercial nas regiões tropicais e subtropicais (ROBINAH *et al.*, 2018). Alguns desses vírus estão incluídos entre membros dos gêneros *Cucumovirus*, *Potyvirus*, *Begomovirus* (NASCIMENTO *et al.*, 2006; FONTENELE *et al.*, 2018).

Passion fruit woodiness virus (PWV)

Passion fruit woodiness virus (PWV) pertence ao gênero *Potyvirus*, família *Potyviridae*. Apesar de PWV ter sido identificado como causa do endurecimento dos frutos em maracujá, pela primeira vez na Austrália (MCKNIGH, 1953), a real causa da doença foi investigada em sete estados brasileiros e no Distrito Federal. Os sintomas de endurecimento foram reproduzidos em maracujá-amarelo e os sintomas de mosaico foram induzidos em feijoeiro. Todos os isolados infectados foram relatados como não hospedeiros do vírus do endurecimento do maracujá (PWV). O teste ELISA indireto demonstrou que estes estavam sorologicamente relacionados entre si e também com o vírus do mosaico transmitido por pulgão (CABMV). Um grupo de isolados do Brasil previamente caracterizados que haviam sido designados como PWV deveria ser reclassificado como CABMV, pois a presença de PWV no maracujá ainda não foi confirmada no país (NASCIMENTO *et al.*, 2006).

Cowpea aphid borne mosaic virus (CABMV)

A virose do endurecimento dos frutos é uma das mais importantes doenças do maracujazeiro, incitada pelo CABMV, vírus do mosaico do caupi, que causa os maiores danos econômicos. A doença vem inviabilizando a produção de maracujá, tornando a cultura itinerante. CABMV, membro do gênero *Potyvirus* incita uma grave moléstia desde a sua introdução, em 1978, no estado da Bahia (CHAGAS *et al.*, 1981) e hoje, estima-se que já ocorra endemicamente em todo o Brasil. Uma vez instalado na cultura, o vírus se dissemina com muita rapidez, podendo chegar a 100% de plantas infectadas na lavoura (NARITA *et al.*, 2012).

O vírus apresenta partículas filamentosas e flexuosas, com cerca de 690 a 760 nm de dimensões. Seu genoma é RNA de fita simples (ssRNA), senso positivo (+) e um único tipo de proteína capsidial (aproximadamente 38 kDa). Pertence à família Potyviridae e ao gênero *Potyvirus*, que constitui o grupo taxonômico com o maior número de espécies virais incitantes de doenças em plantas, portanto é o grupo de máxima importância (SASTRY, 2013).

A transmissão do CABMV pode ocorrer a campo de forma natural e rápida por dezenas de espécies de afídeos, embora o maracujazeiro não seja hospedeira de nenhuma espécie. Outrossim, como esse vírus é transmitido de forma não persistente e sim estiletar, o inseto-vetor não deve ser controlado por meio de aplicações com inseticidas no maracujazeiro, contudo, excesso de pulverizações são comuns na cultura, o que ocasiona grandes perdas e abandono de áreas (PERUCH *et al.*, 2018). Ao lançar mão de inseticidas, a situação se agrava, além de não ter registros para a cultura do maracujá, estes estariam colaborando para aumentar o desequilíbrio do sistema. Em Paty do Alferes, o vírus do endurecimento dos frutos do maracujá foi registrado pela primeira vez por Figueiredo *et al.* (2020) em ocorrência generalizada nos pomares e os principais sintomas relatados foram: crescimento retardado da planta com o encurtamento dos entrenós, sintomas foliares de mosaico comum, mosaico bolhoso, clareamento de nervuras e deformações, frutos com endurecimento do pericarpo, deformações e diminuição de tamanho e da polpa.

No Brasil, a incidência do CABMV é elevada e não existe controle, mas sim manejo adequado para mitigar o problema. Não há variedades comerciais de maracujazeiros resistentes ao vírus, para seu manejo devem ser observadas algumas técnicas: formação de pomares a partir de mudas sadias; erradicação de pomares antigos e plantas doentes; cuidados nos tratamentos culturais para prevenir a transmissão mecânica do vírus; controle de espécies reservatórios naturais (FISCHER *et al.*, 2008). Em alguns estados, como no Paraná, de acordo com IAPAR, os produtores estão adotando o chamado ‘modelo de um ciclo’ (CARVALHO, 2015). Na cultura do maracujazeiro geralmente preconizavam-se ciclos de cultivo de até três anos, mas em regiões com o problema da virose, a renovação anual é necessária (PERUCH *et al.*, 2018).

Spadotti *et al.* (2019) demonstraram que o *rouging* sistemático de plantas doentes foi significativamente eficiente para o manejo da doença no maracujá. A fim de facilitar a identificação e subsequente remoção de plantas infectadas. Essa prática cultural pode ser recomendada para gerenciar o CABMV, desde que aplicada em escala regional por todos os produtores de maracujá. Para facilitar a identificação e subsequente remoção de plantas infectadas, estas devem ser cultivadas separadamente em treliças de arame ou em mandris. É necessário que os técnicos responsáveis por identificar e erradicar plantas infectadas, recebam treinamento adequado para reconhecer prontamente os sintomas iniciais da doença. A redução de fontes externas do inóculo também é uma medida indispensável que deve ser adotada pelos produtores, para que a gestão do endurecimento dos frutos por meio do descarte de plantas doentes atinja a eficiência desejada.

Algumas regiões utilizam o vazio sanitário para driblar o problema. O vazio sanitário é uma das principais medidas de convivência com a virose do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, devido à redução drástica do inóculo inicial do vírus na região, diminuindo a progressão da doença, a exemplo de pomares catarinenses. A portaria estabelece o vazio sanitário para o cultivo do maracujazeiro no período de 01 de julho à 31 de julho de cada ano, no qual é proibido cultivar ou implantar pomar de maracujá, bem como manter ou permitir a presença de plantas vivas de maracujazeiro em qualquer fase de desenvolvimento, exceto mudas em cultivo protegido com tela antiafídeos. Os infratores das disposições desta Portaria ficam sujeitos às medidas fitossanitárias e às penalidades previstas na Lei nº 17.825/ 2019. Além do vazio sanitário, tratamentos culturais como podas, desbrotas e uso de mudas sadias podem prevenir a doença, ainda, suprimir a presença de variedades selvagens de maracujá em áreas circunjacentes ao pomar, que também podem servir como repositórios do vírus.

Cucumber mosaic virus (CMV)

O vírus do mosaico do pepino (CMV) é um membro do gênero *Cucumovirus*, família *Bromoviridae*, que infecta uma ampla gama de hospedeiras. É mais evidente a manifestação de sintomas de mosaico em folhas. Desde que a infecção pelo CMV foi relatada, o progresso sobre o vírus foi feito sobre a organização e expressão do genoma, ou vírus replicação e movimento, disseminação na natureza e resposta do hospedeiro. O CMV infectou plantas de maracujá em Taiwan em 1981, posteriormente no Brasil em 1986 (JACQUEMOND, 2012).

Lan *et al.* (2020) ao estudarem a interação entre o vírus CMV e a hospedeira *P. edulis*, confirmaram que a infecção prejudicou o conteúdo de fitoquímicos e, em seguida, o desenvolvimento de maracujá e inversamente, a espécie modulou sua resistência ao estresse por CMV aumentando os níveis de metabólitos secundários e as atividades dos componentes das enzimas antioxidantes. No Brasil, o CMV tem sido raro em maracujá, principalmente devido ao limitado movimento sistêmico na planta (GIORIA *et al.*, 2002).

Passiflora latent virus (PLV)

Um *Carlavirus* (gênero), pertencente à família *Betaflexiviridae*, vírus latente de *Passiflora* (PLV) infecta naturalmente espécies cultivadas e selvagens na Austrália, Alemanha, Israel e Estados Unidos. A descoberta de PLV em algumas espécies do gênero *Passiflora* foi possível por meio da inoculação do extrato de folhas sintomáticas em diferentes espécies indicadoras. Em *Chenopodium amaranticolor* e *Chenopodium quinoa* desenvolveram sintomas como manchas locais cloróticas, seguidas de clorose e necrose sistêmica das folhas. Por outro lado, não foram observados sintomas nas espécies indicadoras *Nicotiana benthamiana*, *Nicotiana clevelandii*, *Nicotiana occidentalis*, *Nicotiana tabacum* ou *Phaseolus vulgaris*, quando inoculadas com o mesmo vírus. Espécies economicamente importantes, como *P. edulis* e *Passiflora ligularis*, são potencialmente suscetíveis ao vírus (TANG *et al.*, 2008).

Passion fruit yellow mosaic virus (PFYMV)

PFYMV pertence ao gênero *Tymovirus*, família *Tymoviridae*. A presença de PFYMV em maracujá-roxo foi relatada na Antioquia pelo trabalho de Mesa *et al.* (2019), no qual sequenciaram completamente o genoma do PFYMV. O sintoma mais característico é o clareamento das nervuras, que ficam translúcidas e bem visíveis quando observadas contra a luz. Em plantas muito afetadas ocorre o encurtamento de entrenós, os ramos se quebram com facilidade, as folhas tornam-se coriáceas e os frutos ficam deformados, com casca espessa e, algumas vezes, ocorre à redução do número de sementes (KITAJIMA *et al.*, 1986). O vírus também foi confirmado por Crestani *et al.* (1986) em plantas de maracujá com sintomas de mosaico dourado, clareamento de nervuras e dobras foliares, em baixa incidência em Papucaia, Cachoeiras de Macacu, Estado do Rio de Janeiro. Esses sintomas podem ser reproduzidos em cerca de duas semanas por enxerto ou transmissão mecânica.

Passion fruit vein clearing virus (PVCV)

É conhecido no Brasil como vírus do clareamento das nervuras do maracujazeiro, devido ao seu sintoma característico de clareamento em nervuras foliares. Outros sintomas, como folhas e frutos também com tamanho reduzido e baixa produtividade foram relatados em vários pomares brasileiros (KITAJIMA *et al.*, 1986). PVCV pertence à família *Rhabdoviridae* e ocorre nas principais áreas de cultivo do maracujá no Brasil. Foi citado pela primeira vez no

Estado de São Paulo, onde é aparentemente inofensivo. Sua transmissão em maracujá foi realizada por enxertia, mas não por inoculação de extrato foliar (CHAGAS *et al.*, 1987).

Telosma mosaic virus (TeMV)

Em Chiang Mai, província da Tailândia, foi identificado o vírus causador de uma doença grave do mosaico em maracujá-roxo. Plantas com sintomas de mosaico coletadas no viveiro da estação de pesquisa Royal Pangda foram usadas para isolamento do vírus por transferência de lesão única em *C. amaranticolor*, seguido de propagação do vírus para purificação em *N. benthamiana* e inoculação reversa em maracujá-roxo. Microscopia eletrônica de folhas com sintomas típicos revelaram partículas flexíveis semelhantes a *Potyvirus*, corpos de inclusão longos e giratórios no citoplasma das células infectadas também foram evidenciados. O vírus isolado era uma cepa do TeMV, família *Potyviridae*, que compartilhava 84% de identidade (CHIEMSOMBAT *et al.*, 2014).

Passion fruit green spot virus (PfGSV)

O vírus PfGSV, gênero *Cilevirus*, família *Kitaviridae* foi identificado na década de 90 em pomares de maracujá no Brasil ocorrendo intermitentemente (KITAJIMA *et al.*, 2003; RAMOS-GONZÁLEZ *et al.*, 2020). Os sintomas de PfGSV em plantas de maracujá doentes incluem manchas de aproximadamente 5 mm de bordas verdes brilhantes com ou sem necrose central que se desenvolvem na casca de frutos maduros, e lesões cloróticas ou necróticas surgem nos caules, folhas e frutos. Essas feridas no caule às vezes exibem fendas profundas, que podem coalescer e circundar o ramo culminando na morte da extremidade distal. Nas folhas, manchas distribuídas aleatoriamente se intercalam com manchas irregulares comumente observadas ao longo das veias. Geralmente, lesões foliares amareladas surgem durante os estágios iniciais da infecção e gradualmente tornam-se manchas verdes em forma de ilha nas folhas senescentes. A transmissão ocorre por ácaros do gênero *Brevipalpus*, família *Tenuipalpidae* (KITAJIMA *et al.*, 2003; LUIZON *et al.*, 2009).

Maracuja mosaic virus (MarMV)

Maracuja mosaic virus (MarMV) é um *Tobamovirus* da família *Virgaviridae*, infectante de *Passifloraceae*. O vírus foi identificado na Flórida, a partir de extratos de folhas de *P. incarnata* infectadas. Esse isolado induziu sintomas sistêmicos de mosaico em plantas inoculadas manualmente de *N. benthamiana*, *P. edulis*, *Passiflora foetida*, *P. incarnata* e *P. quadrangularis* (HILL *et al.*, 1992; SONG *et al.*, 2006).

Tomato ringspot virus (ToRSV)

Infecções de maracujá com ToRSV tem sido reportada no Peru, em associação com *Tomato ringspot virus* (MarMV), gênero *Nepovirus*, família *Secoviridae*. É um vírus RNA bipartido de fita simples de sentido positivo. A virose atinge um amplo círculo de hospedeiras, perenes e anuais, lenhosas e herbáceas, as quais podem apresentar sintomas de anelamento, clorose, redução na qualidade de frutos e manchas necróticas. Sua transmissão pode ser por meio de material de propagação, como mudas ou sementes de espécies hospedeiras, bem como vetores, entre eles o nematoide *Xiphinema americanum*, o qual pode transmitir o ToRSV em seus estádios larvais ou forma adulta. Do mesmo modo, plantas invasoras podem assegurar a sobrevivência do vírus por longo período (LIMA; INOUE-NAGATA, 2018).

Purple granadilla mosaic virus (PGMV)

Infecção natural de maracujá com PGMV foi encontrada apenas para *P. edulis* no Brasil. As plantas infectadas exibem um mosaico suave ou em linha nas folhas, que se tornam mais evidentes durante a estação fria e quase desaparecem durante o verão. Os frutos das plantas infectadas são menores, deformados e lenhosos (FISCHER; RESENDE, 2008; COLARICCIO *et al.*, 2018).

Passion flower little leaf mosaic virus (PLLMV)

O *Passion flower little leaf mosaic virus* (PLLMV) em maracujá causa sintomas de mosaico amarelo nas folhas, redução acentuada do limbo foliar e do desenvolvimento das plantas. PLLMV foi detectado causando danos severos em plantios de maracujazeiro em dois municípios do Estado da Bahia no ano de 2001 e no Rio de Janeiro em 2008. Nesses locais foi constatada que a incidência deste *Begomovirus* estava relacionada à colonização das plantas por *Bemisia tabaci*. Alves (2009) enfatiza que até o momento este vírus não representa uma ameaça grave a cultura do maracujazeiro, possivelmente devido ao fato da planta não ser preferida para a alimentação desse aleyrodídeo (ALVES, 2009).

Passionfruit severe leaf distortion virus (PSLDV)

Plantas infectadas por *Passionfruit severe leaf distortion virus* (PSLDV), gênero *Begomovirus*, família *Geminiviridae* exibem sintomas severos de mosaico, acompanhados de manchas amarelas, folhas muito pequenas, malformação e rachaduras dos frutos, crescimento reduzido das plantas e altos níveis de infestação de mosca branca em pomares de maracujá no sudoeste da Bahia, Brasil. As epidemias têm sido intermitentes e estão principalmente associadas à presença de moscas-brancas que colonizam plantas de maracujá. Como surtos de doenças do *Begomovirus* em maracujá ocorreram apenas no sudoeste da Bahia, esse patógeno aparentemente ainda está localizado (praga de quarentena A2 brasileira), e recomenda-se que o Ministério da Agricultura no Brasil estabeleça medidas de contenção para impedir a propagação do vírus para outras áreas produtoras de maracujá no país (RODRIGUES *et al.*, 2019).

Sida mottle Alagoas virus (SiMAV)

Sida mottle Alagoas virus (SiMAV), pertencente ao gênero *Begomovirus*, família *Geminiviridae*, em maracujá exibe sintomas como mosaico severo e bolhoso, manchas amarelas e deformação foliar. Em 2017, amostras de videira de maracujá (cultivar Flora Brasil-200) tiveram diagnóstico confirmado, sendo o primeiro registro de SiMAV em maracujá no Brasil. As plantas amostradas apresentavam alta infestação por mosca-branca (MITUTI *et al.*, 2018).

b) Doenças causadas por fitoplasma

Fitoplasmas são procariotos patogênicos a plantas, habitantes de floema, não cultiváveis em meio de cultura e naturalmente transmitidos por insetos vetores de maneira propagativa persistente. Os fitoplasmas ao colonizarem o floema bloqueiam a passagem de fotossintatos e interferem na translocação descendente de nutrientes. Mais de 200 fitopatologias distintas que infectam vários tipos de plantas foram determinadas como causadas por fitoplasmas. No Brasil, os fitoplasmas estão distribuídos em diferentes espécies de plantas. Em alguns casos, as

fitoplasmoses associadas apresentam impacto econômico; em outros, são observadas em plantas da vegetação espontânea e podem representar um componente importante ao conhecimento epidemiológico das doenças (MONTANO *et al.*, 2011; MONTANO, 2013; KOINUMA *et al.*, 2020).

A doença conhecida como superbrotamento, causada por fitoplasma, foi registrada pela primeira vez em plantios de maracujá realizados no município de Araruama/ RJ e na região metropolitana de Recife/ PE (KITAJIMA, 1981), posteriormente foi registrada em mais 5 estados no Brasil: Bahia, Paraná, Rio de Janeiro, Sergipe e São Paulo (RIBEIRO *et al.*, 2008). A doença do superbrotamento é facilmente visualizada a campo, principalmente devido aos sintomas de enfezamento da planta e proliferação de pequenos ramos na região dos nós (superbrotamento dos ramos), que se tornam eretos e sofrem encurtamento dos entrenós. As folhas apresentam-se com limbo reduzido, nervuras engrossadas, com clorose foliar generalizada ou marginal, cor bronzeada e aspecto quebradiço, algumas vezes acanoada. Os ramos afetados apresentam ainda flores anômalas, com cálice aumentado e queda anormal de flores e frutos, quando há formação destes. Neste caso, pode ocorrer fendilhamento e queda ou apenas redução de tamanho. Outros sintomas bastante característicos de fitoplasmas incluem a virescência, evidenciada pela formação de clorofila em órgãos florais que se tornam verdes e a filodía, que consiste no desenvolvimento de folhas no lugar de estruturas florais. Estas alterações culminam na redução acelerada da produção e da vida da planta (KITAJIMA; COSTA, 1970, 1971; PIO RIBEIRO; MARIANO, 1997).

Davis *et al.* (2012) identificaram um novo táxon, infectando plantas de maracujá. Foram observados sintomas de proliferação anormal de brotações, resultando em formação de vassouras de bruxa em plantas doentes de maracujá em Bonito (Mesorregião do Agreste de Pernambuco) e Viçosa (Minas Gerais) no Brasil. Esses sintomas estavam associados a infecções por dois fitoplasmas mutuamente distintos. *Candidatus Phytoplasma pruni* e *Candidatus Phytoplasma sudamericanum*. Este segundo representa um subgrupo anteriormente não descrito no grupo 16SrVI. Para a disseminação dessa doença, vetores e enxerto de mudas são citados em diferentes pesquisas. A inspeção periódica deve ser realizada para verificar a presença de plantas infectadas e removê-las (BRADEL *et al.*, 2008; FISCHER *et al.*, 2008).

c) Doenças causadas por bactérias

Mancha bacteriana oleosa

Xanthomonas axonopodis pv. *passiflorae* é uma bactéria que causa a mancha bacteriana, uma das mais importantes doenças do maracujazeiro e pode limitar a produção dessa frutífera em algumas regiões do Brasil (NAKATANI *et al.*, 2009), como Bahia, Ceará, Distrito Federal, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro e São Paulo (BRASIL, 2020). Seu controle é difícil, principalmente condições de clima quente e úmido favorecem grandes perdas comerciais, como temperaturas entre 27 e 35 °C e umidade relativa acima de 90% (PERUCH *et al.*, 2011; PIO-RIBEIRO e MARIANO, 2016). No ano 2000, a denominação da bactéria foi alterada de *X. campestris* pv. *passiflorae* (Pereira) Dye para *X. axonopodis* pv. *passiflorae* (GOLÇALVES e ROSATO, 2000).

São bactérias com a forma de bastonetes, gram-negativas, móveis por um flagelo polar, não produzem esporos ou cápsulas. Como sintomas foliares, inicialmente se observa lesões pequenas, encharcadas, oleosas, translúcidas e na maioria, localizadas próximas às nervuras, com halos visíveis. Pode ainda ocorrer enegrecimento vascular a partir dos bordos. Posteriormente, as lesões tornam-se marrons, deprimidas, sobretudo na face dorsal da folha, com tamanho médio de 3 a 4 mm de formato variado, mas raramente circulares. A coalescência

de grandes áreas necrosadas pode surgir e causar seca total da folha. Em relação aos frutos, as lesões surgem pardas ou esverdeadas, oleosas, circulares ou irregulares, com margens bem definidas, que também podem coalescer. Frequentemente, as lesões permanecem superficialmente, mas podem penetrar até as sementes, inutilizando o fruto para consumo (PIO-RIBEIRO; MARIANO, 2016). Os exsudatos bacterianos secam e formam uma crosta dura sobre as lesões e manchas que penetram na polpa fazendo com que os frutos caiam antes da maturação ou tornando-os não comercializáveis (FISCHER; REZENDE, 2008).

A disseminação a longas distâncias ocorre por mudas e sementes contaminadas na lavoura. Já a curtas distâncias, por meio de respingos de água da chuva e/ ou da irrigação e durante os tratos culturais. Aberturas naturais ou ferimentos facilitam a infecção e disseminação da bactéria nos espaços intercelulares e tecidos vasculares. Condições ambientais com altas temperaturas e umidade aumentam as infecções, contudo, essa bactéria é resistente à dessecação, calor seco e radiação solar. Desse modo, a melhor forma de prevenção é o controle cultural de doenças de plantas, com o uso de sementes e mudas saudáveis, maquinaria limpa, rotação de cultura com espécies não hospedeiras por no mínimo 3 anos para reduzir o potencial de inóculo. Para o tratamento dessa bacteriose, no MAPA tem o registro para o produto comercial Timorex Gold (*M. altemifolia*). O tratamento preventivo com uso de antibióticos é outra possibilidade de controle, como também a aplicação de fungicidas cúpricos (JOY; SHERIN, 2012; BRASIL, 2020).

Queima da folha (*Pseudomonas syringae* pv. *passiflorae*)

A bactéria *Pseudomonas syringae* pv. *passiflorae* infecta o maracujá ocasionando sintomas de anasarca e queima foliar, doença conhecida como queima das folhas do maracujazeiro. A sua ocorrência é de forma esporádica e altamente influenciada pelas condições ambientais. É comum a ocorrência da doença em diferentes plantas daninhas. No Brasil, a doença é mais comum na região Sul, devido às condições climáticas mais favoráveis. Pesquisadores estão testando estratégias de biocontrole da *P. syringae* com inibição de motilidade, biofilme e fatores de virulência por espécies de *Bacillus* e *Variovorax*, bactérias agentes de biocontrole que podem interferir no quorum sensing e virulência do patógeno (JOSE *et al.*, 2019).

e) causadas por fungos e oomicetos

O maracujazeiro geralmente é propagado por meio de sementes em virtude da facilidade e do menor custo na produção de mudas. No entanto, esta é a forma mais eficiente de disseminação de patógenos, principalmente a longas distâncias, sendo que os danos decorrentes das doenças transmitidas ocorrem especialmente durante os estágios de germinação ou na formação de mudas nos viveiros. Dessa forma, infere-se que a obtenção de material de propagação (sementes, mudas de maracujá) sadio é imprescindível para a produção de mudas saudáveis, assim evitando-se a disseminação desses patógenos (*Alternaria* sp., *Fusarium* spp. e *Lasiodiplodia theobromae*) em áreas isentas (PARISI *et al.*, 2018).

As plântulas de viveiros estão sujeitas ao apodrecimento de sementes (pré-emergente), rizoctoniose ou mela e podridão-do-colo e raízes em plântulas, com subsequente tombamento (*damping-off*) de pré e pós-emergência. Recomenda-se a desinfestação de substratos e recipientes, bem como evitar o excesso de umidade pelo manejo correto da irrigação. Além das doenças que ocorrem em mudas, o maracujazeiro pode ser infectado em todas as fases de desenvolvimento no campo, e também na pós-colheita, o que ocasionará danos e/ ou perdas diretamente ao produto comercial (FISCHER; REZENDE, 2008).

Antracnose

O gênero *Colletotrichum* representa um dos mais importantes grupos de patógenos de plantas em todo o mundo, os quais são responsáveis pela ocorrência de doenças em uma grande variedade de espécies de plantas, tanto lenhosas quanto herbáceas, especialmente as frutíferas em pós-colheita (CANNON *et al.*, 2012).

A principal preocupação na produção de frutas está relacionada com a manifestação de doenças na fase de pós-colheita, entre elas, a antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. (anamorfo) cuja forma perfeita é o teleomorfo *Glomerella cingulata*. É a doença de maior ocorrência nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, a qual pode atingir frutas como o mamão (*Carica papaya* L.), a manga (*Mangifera indica* L.), a banana (*Musa* spp.), o caju (*Anacardium occidentale* L.), o maracujá e a goiaba (*Psidium guajava* L.), entre outras (SILVA *et al.*, 2006). Em pós-colheita no maracujá, esta é considerada a doença mais importante, principalmente em frutos desenvolvidos e sob condições de alta umidade relativa do ar e temperaturas elevadas (26 a 28 °C), o que acarreta uma redução no período de conservação dos frutos. Outras partes da planta (folhas, botões florais, gavinhas e ramos) também podem ser afetadas (LIMA FILHO *et al.*, 2003; FISCHER *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2009).

No maracujazeiro infectado, sintomas de manchas foliares aquosas evoluem de tamanho e adquirem uma cor parda de bordos pardo-escuros. A partir da coalescência de lesões, formam-se grandes áreas de tecidos necrosados. Com o passar do tempo, as lesões causam necroses no limbo foliar, rachaduras e desfolha. Nos ramos, manchas inicialmente com aspecto oleoso evoluem a cancrios que expõem os tecidos do lenho. Quando as lesões circundam os ramos, partes acima da área afetada morrem, ainda. Nos frutos jovens, as manchas passam da aparência oleosa para a pardacenta, com a formação de tecido corticoso, deprimido e murcho. Nos frutos maduros, verificam-se manchas deprimidas de coloração escura que afetam a polpa, muitas vezes apresentam-se como podridão mole e provocam queda dos frutos. Em condições favoráveis ao desenvolvimento da doença, sinais do patógeno são facilmente visíveis sobre áreas afetadas, na forma de pontuações, mais ou menos concêntricas, constituídas pelas frutificações do fungo (VIANA *et al.*, 2003; PIO-RIBEIRO; MARIANO, 2016).

O fungo sobrevive em restos culturais e frutos secos ou remanescentes no pomar. Respingos de água, insetos, sementes, implementos agrícolas e mudas contaminadas são meios propícios para sua disseminação. Seus danos são mais expressivos em plantios adultos, geralmente após o primeiro pico de safra, no qual chega a provocar secas em ramos e morte de plantas. O fungo também infecta tecidos novos e brotações, podendo permanecer em estado latente ou quiescente sem formar sintomas até que as condições climáticas se tornem favoráveis ou ocorra algum estresse (JUNQUEIRA; GUIMARÃES, 2007).

Dentre as medidas recomendadas para o controle dessa doença, além do uso de fungicidas químicos, a realização de podas de limpeza e a remoção de restos culturais, como folhas e frutos; o uso de mudas sadias; manejo da irrigação e adubação equilibrada. Contudo, as recomendações para manejo da doença a campo não têm proporcionado controle eficaz e cultivares comerciais do maracujá não têm demonstrado níveis de resistência satisfatórios. Em pós-colheita, o manuseio adequado dos frutos é fundamental para evitar a ocorrência de ferimentos e, conseqüentemente, a incidência da doença (JUNQUEIRA *et al.*, 2003; FISCHER *et al.*, 2007).

Verrugose, cladosporiose, cancrose

Os fungos pertencentes ao gênero *Cladosporium* são denominados fungos demácios, mielinizados ou pretos, por apresentarem coloração naturalmente acastanhada devido à

presença de pigmento melânico (dihidroxi-naftalenomelanina) em sua parede celular. Este pigmento, além de constituir um elemento fotoprotetor é considerado um fator de virulência do fungo, uma vez que o protege contra estresse ambiental, antagonismo de outros organismos, limitação de nutrientes, choque de pH, radiação ionizante e UV (ZAITZ *et al.*, 2012; SIDRIM; ROCHA, 2012).

O gênero *Cladosporium* compreende algumas espécies patogênicas e toxigênicas para os seres humanos, associados a infecções superficiais a graves do aparelho respiratório, lesões intrabrônquicas, alergias, intoxicações e sepse com elevada mortalidade. Entre as principais espécies de interesse médico associadas à doenças em humanos que requerem terapia está incluído *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link, fungo considerado cosmopolita em sua distribuição, que infecta seres humanos, animais e vegetais, causando diversos espectros de doenças (PANDEY *et al.*, 2016; MENEZES *et al.*, 2017).

Nos vegetais, ocorre a verrugose, doença que afeta a parte aérea das plantas, principalmente partes jovens, ocasiona desfolha e morte de mudas em viveiros, reflete negativamente no desenvolvimento e na produção. A cladosporiose, verrugose ou cancrose é comum no nordeste brasileiro e mais importante economicamente na Região Sudeste. O agente da doença é *C. herbarum*, fungo da família Davidiellaceae que, além do maracujazeiro infecta a ervilha (*Pisum sativum* L.), o milho (*Zea mays* L.) e outras culturas. Os sintomas surgem como pequenas manchas circulares (até 5 mm), translúcidas, que se tornam opacas, ásperas e pardacentas. As folhas têm o limbo deformado e frequentemente, o tecido necrosado da lesão se rompe. Nos ramos, nas gavinhas e nos pecíolos, as lesões têm aspecto deprimido e alongado. A área afetada pode cicatrizar, todavia com tecido corticoso frágil e quebradiço. Os frutos afetados têm sua polpa preservada, porém são rejeitados por seu aspecto desagradável. Regiões de elevada umidade e temperaturas amenas são favoráveis à ocorrência da doença, bem como plantas desnutridas ou estressadas. Quanto à disseminação, ainda não está confirmado se o fungo é transmitido por sementes, porém sabe-se que a muda infectada é a forma mais comum de disseminação (VIANA *et al.*, 2003; MENEZES *et al.*, 2017).

O controle da verrugose deve ser no sentido de eliminar a quantidade do inóculo inicial. Os restos culturais devem ser destruídos pela aplicação de medidas que acelerem a sua decomposição. Atualmente, o controle de doenças de parte aérea tem sido realizado por fungicidas, com um elevado número de pulverizações (média de 16 a 36 aplicações por ciclo) (PERUCH *et al.*, 2018). No Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, dentre os grupos químicos autorizados (Quadro 3) há 15 produtos comerciais registrados para o controle dessa doença, que incluem as classes toxicológicas de 1 a 5 e classes ambientais de II a III (BRASIL, 2020).

Rizoctoniose, mela, requeima

É causada por um fungo habitante do solo, necrotrófico, que promove uma diversidade de doenças em plantas de diferentes espécies. Acerca de mudas recém emergidas, *R. solani* (fase sexual - teleomorfo: *Thanatephorus cucumeris*) causa o *damping-off* ou tombamento de mudas, que ocorre principalmente em condições de excesso de umidade em estufas e viveiros. As mudas infectadas ficam impróprias ao cultivo, apresentam o hipocótilo de aspecto encharcado e ocorre a mela ou tombamento.

Rhizoctonia solani é um dos agentes causais de doenças associadas a raízes e tubérculos em diferentes culturas, tais como arroz, feijão, caupi, soja, batata, milho, beterraba, batata, sacarina, repolho, tomate, capim braquiária e alfaca. Nos hospedeiros fabáceos (feijão-caupi e soja) e poáceos (arroz e capim-braquiária) causa doenças foliares conhecidas como ferrugem das folhas, da bainha e da teia. Além de infectar raízes, colo e caule ocasionando podridões, pode estar relacionado às manchas de parte aérea. O fungo atinge culturas hortaliças de grande

importância econômica e causa perdas significativas de rendimento (YANG e LI, 2012; WOICIECKOSKI; COSTA, 2016; CHAVARRO-MESA *et al.*, 2020; TÜRKKAN *et al.*, 2020; ZRENNER *et al.*, 2020). A incidência desse patógeno aumenta o custo de mercadorias pelo emprego de agroquímicos (fungicidas) necessários para seu controle (LEROUX, 2003; HERNÁNDEZ *et al.*, 2008).

Murcha, podridão fusariana ou fusariose

A doença tem inviabilizado o cultivo nas áreas produtoras de maracujá, com prejuízos aos produtores mundialmente. Geralmente a ocorrência é maior em áreas onde há altas temperaturas e umidade relativa do ar, solos ácidos, argilosos, mal drenados e infestados com nematoides. O fungo *Fusarium oxysporum* produz macroconídios hialinos, microconídios unicelulares e clamidósporos. O micélio aéreo do fungo apresenta fiálides curtas, já *F. solani*, fiálides longas (GRUPO CULTIVAR, 2020).

Fusarium oxysporum f. sp. *passiflorae* sobrevive no solo por muitos anos, na forma de esporos de resistência, estruturas de sobrevivência, os clamidósporos. A penetração do patógeno nas raízes está associada a ferimentos, causados principalmente por nematoides ou por implementos agrícolas (LIBERATO; COSTA, 2001). Os sintomas são caracterizados por murcha repentina dos ramos ponteiros, colapso e morte, verificados em qualquer fase do desenvolvimento vegetal. É comum alguns produtores perderem suas áreas ainda no primeiro ano, o que desestimula e dificulta a continuidade da lavoura na mesma área de ocorrência da doença. Os sintomas também são evidenciados em plantas na fase reprodutiva (florescimento e frutificação), geralmente ocorrendo em reboleiras, com pequenos ou grandes focos da doença distribuídos ao acaso nos pomares. Os frutos verdes murcham, enquanto os já coloridos podem amadurecer normalmente. As folhas perdem a cor verde-brilhante para verde-pálido. Já o caule pode apresentar rachaduras no colo e coloração castanha ou ferruginosa nos feixes vasculares e necrose em direção à medula (GRUPO CULTIVAR, 2020).

Fusarium solani (teleomorfo: *Haematonectria haematococca* = *Nectria haematococca*) causa uma doença conhecida por podridão-do-colo, infecta a raiz principal e a região do colo da planta, não agindo de forma sistêmica, o que difere de *F. oxysporum* f. sp. *passiflorae* que atinge a planta sistemicamente. A produção de estruturas de resistência (clamidósporos) acompanhada da elevada gama de hospedeiros que o patógeno pode infectar dificulta seu manejo. O fungo pode sobreviver em resíduos orgânicos em decomposição, restos vegetais e no solo ao longo de muitos anos. Os sintomas incluem folhas de cor verde pálido, murchas, desfolhamento e, finalmente, a morte das plantas ocorre como resultado da necrose completa na região do hipocótilo. O fungo sobrevive por anos como clamidósporos no solo e se dissemina por qualquer prática que resulte no movimento de solo infestado, assim como mudas infectadas são também responsáveis pela disseminação. Solos mal drenados devem ser evitados e uma irrigação cuidadosa deve ser conduzida para evitar o excesso de água, estresse hídrico e lesões no colo e nas raízes das plantas. Sob condições favoráveis ao patógeno, o uso de fungicidas é ineficaz. A boa resistência da raiz é eficaz para lidar com o problema em áreas contaminadas (NELSON *et al.*, 1983; PORTO *et al.*, 2016).

Requeima, podridão-do-colo, podridão-do-pé, murcha de *Phytophthora*

Inicialmente, *Phytophthora* sp. foi classificado como fungo, mas sabe-se hoje que não estão proximamente relacionados entre si, pertence ao Reino Cromista (=Straminipila), no qual estão organismos que podem ser unicelulares, multicelulares, filamentosos ou coloniais. Ainda que haja semelhanças morfológicas aos fungos, suas paredes celulares não contêm quitina e sim glucana, e pequenas quantidades de celulose e hidroxiprolina (AGRIOS, 2005).

Phytophthora é um oomiceto de grande importância, além do maracujazeiro, atinge plantas nativas, culturas agrícola e florestais ocasionando danos econômicos. As espécies hospedeiras desse patógeno incluem: acácia-negra (*Acacia mearnsii*), palmito juçara ou palmito (*Euterpe edulis*), antúrio (*Anthurium andraeanum*) (ERWIN; RIBEIRO, 1996; SANTOS *et al.*, 2004; PAIM *et al.*, 2006; HANSEN *et al.*, 2012; MARTIN *et al.*, 2012; LOPES *et al.*, 2019), fumo (*N. tabacum*), citros (*Citrus* spp.), abacaxizeiro (*Ananas comosus*), algodoeiro (*Gossypium hirsutum*), tomateiro (*Lycopersicon esculentum*), macadamia (*Macadamia integrifolia*), gergelim (*Sesamum indicum*), mamão (*C. papaya*), nêspira (*Eriobotrya japonica*), lucerna (*Medicago sativa*) e morango (*Fragaria* spp.). Os sintomas primários são caracterizados pelo desenvolvimento de inchaço do caule ao nível do solo, que se torna macio e depois seca. Uma vez que esses sintomas se desenvolvem, a planta murcha e eventualmente morre (VAN DEN BOOM; HULLER, 1970; VIANA *et al.*, 2003).

Phytophthora nicotianae var. *parasitica* e *Phytophthora drechsleri* em maracujá na Colômbia, foram identificadas pela primeira vez em nível global como causadoras de lesões no maracujá roxo. No maracujá, a doença causa destruição dos tecidos da coroa, caule inferior e zona radicular proximal. Folhas e frutos também são afetados em todos os estágios de desenvolvimento no campo e podem apresentar sintomas, como lesões de tamanho variado que podem coalescer, recobrando toda a superfície vegetal. Para evitar o problema é recomendável desviar os plantios de locais mal drenados. Os agentes dessas doenças são muito relacionados ao excesso de água, pois na presença deste formam estruturas de reprodução móveis, os zoósporos (GIL *et al.*, 2017).

Mofo-cinza

Os sintomas de mofo-cinza foram relatados pela primeira vez com ocorrência em flores de maracujá, que se apresentaram marrons e depois morreram. Nos tecidos infectados foi possível visualizar massas de esporos cinza ou acastanhados produzidos e exteriorizados. Na Coréia do Sul a incidência foi de aproximadamente 50% de infecções das amostras de plantas, destas foi possível recuperar cinco isolados de *Botrytis* sp., que tiveram sua identificação confirmada por meio de testes morfológicos e moleculares (KWON *et al.*, 2016). Parisi *et al.* (2018) detectaram o gênero *Botrytis* sp. em 12% de amostras de sementes de maracujá-doce. Daí a importância, já que as sementes se tornam um eficiente meio de propagação de patógenos, principalmente com danos devido às doenças nos estágios de germinação ou na formação de mudas.

Podridão-preta-do-fruto

A doença também foi chamada de podridão-de-lasiodiplodia, cujo agente causal é o fungo *L. theobromae* (Pat.) Griff. & Maubl. (= *Botryodiplodia theobromae* Pat.). Sua forma perfeita, *Botryosphaeria rhodina* (Cooke) Arx., ainda não foi encontrada naturalmente no maracujá. Esse fitopatógeno é um dos fungos mais bem distribuídos na região Nordeste e tem um elevado número de hospedeiras, principalmente entre as fruteiras tropicais, onde se incluem as famílias Anacardiaceae e Anonaceae, além do cacauzeiro (*Theobromae cacao*), coqueiro (*Cocos nucifera*), cupuaçuzeiro (*Theobroma gradiflorum*), mamoeiro (*C. papaya*), bananeira (*Musa* spp.), abacateiro (*Persea americana*) (VIANA *et al.*, 2003).

Alternariose

A doença também é conhecida como mancha-de-alternaria ou mancha-parda-do-maracujazeiro e sua ocorrência é generalizada em áreas produtoras mundialmente, porém de

forma esporádica e pode afetar folhas, hastes, flores e frutos. As altas temperaturas e umidade relativa do ar podem aumentar a severidade da doença e até mesmo favorecer a sua disseminação para todo o pomar. No Brasil, apenas duas espécies são encontradas: o fungo *Alternaria passiflorae* J.H. Simmonds, que só infecta plantas de Passifloraceae e *Alternaria alternata* (Fr.:Fr.) Keissl, fungo que infecta hospedeiras de outras famílias, como o caqui (*Diospyros kaki*), o feijoeiro (*P. vulgaris*), o fumo (*N. tabacum*), o girassol (*Helianthus annuus*), o mamoeiro (*C. papaya*) e pomáceas em geral. *Alternaria passiflorae* e *A. Alternata* são fungos cuja forma perfeita não ocorre no Brasil (VIANA *et al.*, 2003).

Podridão-floral

Rhizopus stolonifer, patógeno fúngico causador da podridão floral do maracujazeiro, se desenvolve com maior intensidade após períodos chuvosos, o que contribui para a queda de flores. O fungo ataca flores recém abertas e frutos novos. Inicialmente, as partes internas dos botões florais são atingidas, onde ocorrem lesões encharcadas e posteriormente a queda destes, apenas as sépalas permanecem. Sobre as lesões, frequentemente observa-se a presença de micélio escuro e frutificação do fungo, principalmente em condições de elevada umidade (BOMFIM *et al.*, 2010).

Outros fungos de menor importância na cultura

São citados fungos de menor importância na cultura do maracujá, porém estes podem interferir na qualidade do produto, como *Aspergillus* sp., *Curvularia* sp., *Geotrichum* sp., *Helminthosporium* sp., *Phytomyces* sp., *Phoma* sp. (queima-das-folhas), *Streptomyces* sp., *Penicillium* sp., *S. passiflorae*, *S. passifloricola* e *S. fructigena* e ainda, doenças de viveiro, como a podridão-do-caulículo, cujo agente é o fungo *Vermicularia* sp.; podridão-de-raízes, causada por *Thielaviopsis basicola*, por *Fusarium sambucinum*, por *Sclerotinia sclerotiorum* e ferrugem causada por *Puccinia scleriae* (TRUJILLO *et al.*, 1994; MANICOM *et al.*, 2003; VIANA *et al.*, 2003; SALAZAR-YEPES; CARVALHO JR., 2010; SANTANA *et al.*, 2018).

f) Doenças causadas por nematoides

Fitonematoides são parasitas que afetam seriamente as culturas mundialmente comprometendo a produção agrícola e, por vezes inviabiliza a utilização de numerosas áreas de cultivo (MARTINS; SANTOS, 2016). Dentre os problemas fitossanitários apresentados por frutíferas ao longo do seu desenvolvimento e produção, tem-se o parasitismo por nematoides. Esses importantes parasitos de plantas encontram-se disseminados por todas as áreas nas quais a agricultura é explorada e praticamente todas as espécies cultivadas são suscetíveis a esses patógenos, incluindo as frutíferas. A fauna nematológica na rizosfera e no rizoplano dessas plantas é bastante diferenciada e complexa, com espécies de nematoides de alta capacidade reprodutiva, o que pode ao longo do tempo causar declínio e redução na vida útil do pomar (DIAS-ARIEIRA *et al.*, 2008).

Entre eles, o nematoide reniforme, *Rotylenchulus reniformis* e os das espécies causadoras de galhas (*Meloidogyne* spp.) são consideradas as mais importantes, com potencial de causar dano econômico em maracujá, devido a menor produção dos frutos e redução na longevidade da planta (SHARMA *et al.*, 2004; EL-BORAI; DUNCAN, 2005). Há descrição de outros fitonematoides com menor importância: *Scutellonema* sp., *Helicotylenchus* sp. e *Pratylenchus* sp. (PIO-RIBEIRO; MARIANO, 2016).

No Brasil, *R. reniformis* foi relatado pela primeira vez em *Passiflora* sp. no município de Votuporanga, SP. Juvenis femininos de *R. reniformis* ao infectar raízes promove a formação

de células de alimentação. A parte posterior do seu corpo fica fora da raiz e adquire grande volume lembrando o formato de um ‘rim’, daí a denominação do nematoide *R. reniformis*. Outros sintomas relatados são: redução da altura da planta, peso fresco e seco reduzidos, amarelecimento foliar (SUÁREZ-H; ROSALES, 2003; GARCIA *et al.*, 2007). De acordo com Inomoto e Fonseca (2020), *R. reniformis* é uma das principais pragas do maracujá no Brasil, e poucos métodos de manejo estão disponíveis atualmente, principalmente devido à falta de resistência da planta hospedeira. O manejo de nematoides reniformes em maracujá deve ser baseado em uma combinação de mudas e campos livres de nematoides.

As espécies pertencentes ao gênero *Meloidogyne* têm sido associadas a prejuízos em diversas culturas. Essas espécies apresentam dimorfismo sexual acentuado, no qual as fêmeas adultas são sedentárias e apresentam um corpo globoso, periforme ou em forma de saco. Os machos têm o corpo vermiforme e habitam o solo. O juvenil de segundo estágio é a forma infectante. O principal sintoma destes nematoides é a presença de galhas nas raízes das plantas hospedeiras, em decorrência da hipertrofia e hiperplasia das células do parênquima vascular da raiz no sítio de alimentação do nematoide (DIAS-ARIEIRA *et al.*, 2008). Nos estudos de El-Moor *et al.* (2009), os nematoides *M. incognita* e *M. javanica* são citados como responsáveis pela redução do desenvolvimento vegetativo de plantas do gênero *Passiflora*.

2.5 Mecanismos de Defesa Vegetal a Fitopatógenos

As plantas respondem a estresses de diferentes formas e estes podem ser divididos em duas categorias principais. O estresse abiótico é físico, por exemplo, luz, temperatura, déficit hídrico, agressão química que o ambiente possa impor a uma planta. O estresse biótico é resultado de um agente biológico quando interage com a planta, por exemplo insetos, doenças às quais uma planta pode ser exposta durante sua vida útil. Algumas plantas podem ser feridas por um estresse, o que significa que eles exibem uma ou mais disfunções metabólicas. Se o estresse é moderado e a curto prazo, a lesão pode ser temporária e a planta pode se recuperar quando o estresse é removido. Se o estresse for grave o suficiente pode impedir a floração, formação de sementes e induzir senescência, culminando na morte de plantas (HOPKINS; HÜNER, 2008).

A planta vai responder aos estresses sofridos de diferentes formas. Plantas têm sua capacidade intrínseca de resistir a microrganismos patogênicos. Algumas são naturalmente resistentes a danos causados por patógenos, produzem compostos secundários que são tóxicos ou que rompem o ciclo de vida desses organismos (ALMEIDA, 2009). De acordo com Pascholati e Leite (1995) a resistência é uma regra, enquanto a suscetibilidade aos agentes fitopatogênicos mostra-se como exceção. Isso levou os pesquisadores a investigarem seus mecanismos de ação e isolamento de compostos ativos. Em razão disso, há a exploração de plantas medicinais para o tratamento de infecções microbianas de plantas e seres humanos, por meio do desenvolvimento de novos agentes antimicrobianos (DAS *et al.*, 2010).

A resistência de um hospedeiro segundo Agrios (2005) é um sistema multicomponente que resulta de um número de mecanismos operando de maneira integrada e coordenada. Os mecanismos de defesa devem ocorrer em uma sequência específica após o contato do patógeno com o hospedeiro. Para que a planta inicie defesas estruturais e químicas contra patógenos é importante que ela o reconheça brevemente. Assim que o patógeno estabelece contato físico com a planta, ela recebe sinais moleculares que indicam a sua presença (Figura 7). Esses eliciadores não específicos incluem toxinas, glicoproteínas, carboidratos, ácidos graxos, peptídeos e enzimas microbianas extracelulares, como proteases e enzimas pécticas. Seguindo tal reconhecimento, uma série de reações bioquímicas e mudanças estruturais dão início na célula vegetal no sentido de afastar o patógeno, suas enzimas e toxinas (PASCHOLATI; LEITE, 1995).

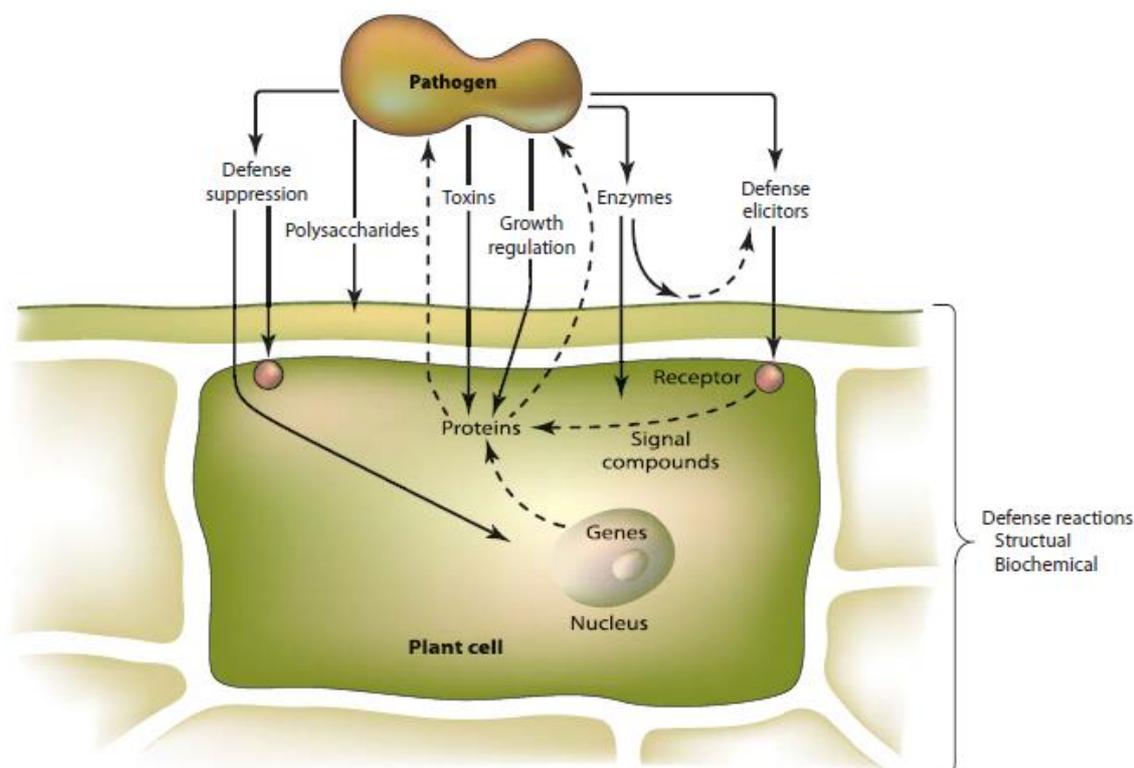


Figura 7. Representação esquemática da interação planta-patógeno. Fonte: AGRIOS, 2005.

As plantas possuem estruturas especializadas, substâncias químicas e mecanismos sofisticados de autodefesa contra patógenos. Geralmente, as plantas se defendem destes pela combinação de armas de dois arsenais: primeiro, as características estruturais que atuam como barreira física e inibem o patógeno de entrar e se espalhar na planta e segundo, as reações bioquímicas que acontecem nos tecidos e células e produzem substâncias tóxicas ao patógeno (AGRIOS, 2005; VINOD; SABAH, 2018).

De acordo com Pascholati e Leite (1995) os mecanismos de defesa de uma planta podem ser estruturais e bioquímicos, pré e/ou pós-formados em relação à tentativa de penetração do patógeno no hospedeiro. Os mecanismos estruturais pré-formados são as cutículas, tricomas, estômatos, fibras, pilosidade, vasos condutores e quanto aos pós-formados são: papilas, halos, lignificação, glicoproteínas ricas nos aminoácidos hidroxiprolina (HRGP) e glicina (GRP), camadas de cortiça, camadas de abscisão, tiloses. Ambos se constituem em barreiras físicas à penetração e/ou colonização do patógeno e estão agrupados em estruturas de defesa celular, as quais geralmente envolvem células individuais sob ataque do patógeno, e estruturas de defesa histológica, que envolvem tecidos da planta à distância do sítio de penetração do patógeno. Os mecanismos bioquímicos pré-formados são fenóis, alcaloides, lactonas insaturadas, glicosídeos fenólicos e cianogênicos, fitotoxinas, inibidores proteicos e os pós-formados são fitoalexinas, quitinases, β -1,3 glucanases, proteínas relacionadas à patogênese, inibidores proteicos e espécies ativas de oxigênio, substâncias capazes de inibir o desenvolvimento do patógeno ou gerar condições adversas para a sobrevivência nos tecidos do hospedeiro.

Os mecanismos bioquímicos pós-formados se diferenciam dos pré-formados quanto ao nível da substância tóxica presente nos tecidos. Nos mecanismos pós-formados, as substâncias encontram-se ausentes ou presentes apenas em baixos níveis antes da infecção e ativadas em resposta à presença do patógeno ou produzidas a partir de um precursor remoto. Em confrontação a estes, nos mecanismos bioquímicos pré-formados, as substâncias como

compostos fenólicos, taninos e ácidos graxos estão presentes nos tecidos em elevadas concentrações, antes da presença do patógeno (AGRIOS, 2005; SHARIFI-RAD *et al.*, 2017).

a) Mecanismos de resistência estruturais pré-formados

O primeiro contato entre o patógeno e a planta geralmente ocorre ao nível de cutícula e é em função principalmente da composição dessa camada lipídica, que a superfície hidrofóbica impedirá a formação de filme d'água.

Pascholati e Leite (1995) ilustram como a morfologia dos estômatos contribui ou não para a resistência dos hospedeiros. A exemplo da resistência das folhas de algumas espécies de citrus contra a bactéria *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*, agente causal do cancro cítrico. *Citrus nobilis* mostra-se resistente, enquanto o *Citrus grandis* mostra-se suscetível à bactéria devido à estrutura da crista cuticular que favorece uma fenda nos estômatos com maior abertura. Outro exemplo, a presença de paredes celulares espessas, xilema e as fibras esclerenquimáticas, ricas em lignina como ocorrem em folhas de pepino interrompem o avanço da bactéria *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* originando o sintoma conhecido por mancha angular.

b) Mecanismos de resistência estruturais pós-formados de defesa celular e de defesa histológica

As estruturas de defesa da parede celular envolvem mudanças morfológicas da mesma. Em resposta à tentativa de penetração do patógeno em células vegetais normalmente de gramíneas pode ocorrer a deposição de material heterogêneo entre a membrana plasmática e a parede celular no sítio de infecção, com a formação de papila. Acerca da defesa histológica, quando ocorre precocemente e próximas ao sítio de infecção pode contribuir para a resistência da planta ao patógeno. A título de exemplo, células do parênquima quando emitem projeções do protoplasma para o interior dos elementos condutores formando as tiloses, o que leva a obstrução do xilema ou também a formação de camada de cortiça em tubérculos de batata infectados por *Rhizoctonia* e impede o espalhamento do patógeno (AGRIOS, 2005).

c) Mecanismos de resistência bioquímicos pré-formados

Plantas resistem a algumas doenças causadas por determinados patógenos devido à presença de um ou mais compostos antimicrobianos em suas células, antes da infecção. Alguns destes compostos são potentes inibidores de enzimas de fitopatógenos, tais como compostos fenólicos (catecol, arbutina), saponinas (tomatina, avenacina) e proteínas antimicrobianas, que podem atuar bloqueando a formação de hifas (AGRIOS, 2005). Os mecanismos bioquímicos promovem condições adversas para a sobrevivência do patógeno e inibição do crescimento. Por exemplo, os extratos fungitóxicos de alho, capim citronela, gengibre e nim sobre o desenvolvimento do fungo *Curvularia eragrostidis*. Os extratos inibiram o crescimento micelial, germinação e esporulação (BRITO; NASCIMENTO, 2015).

As plantas cianogênicas mantêm o ácido cianogênico compartimentalizado em vacúolos das células de raízes, ramos, folhas, flores e frutos, assim isolado dos efeitos da enzima que catalisa a liberação do gás cianeto de hidrogênio (HCN). Há a produção de HCN quando ocorre interação entre sorgo e o fitopatógeno *Gloeocercospora sorghi*, com consequente detoxicação do HCN para evitar efeitos tóxicos (CASTRO, 2017).

As 'Proteínas Relacionadas à Patogênese ou PR proteínas' são distribuídas em 17 famílias (PR-1 a PR-17) conforme a estrutura molecular e atividade enzimática (VAN LOON *et al.*, 2006). Pascholati e Leite (1995) citaram as quitinases (PR-3) e β -1,3-glucanases (PR-2)

agrupadas dentre as ‘PR proteínas’. Em milho, há a expressão da resistência dos tecidos a *Exserohilum turcicum* em função do aumento na atividade total da β -1,3-glicanase.

d) Mecanismos de resistência bioquímicos pós-formados

As fitoalexinas são compostos com atividade antimicrobiana de baixa massa molecular sintetizados pelas plantas, que se acumulam em células vegetais em resposta à infecção microbiana. Geralmente, as fitoalexinas estão ausentes ou presentes em concentrações muito baixas, mas rapidamente sintetizadas após a invasão por patógenos. Os detalhes do metabolismo da fitoalexina ainda não estão claros. Aparentemente, uma variedade de pequenos polissacarídeos, glicoproteínas e proteínas de origem fúngica ou bacteriana podem servir como elicitores que estimulam a planta para iniciar a síntese de fitoalexinas. Estudos com células de soja infectadas com o fungo *Phytophthora* indicam que os elicitores fúngicos desencadeiam a transcrição do RNAm para enzimas envolvidas na síntese de isoflavonas. A produção de fitoalexinas parece ser um mecanismo de defesa comum. Algumas espécies de solanáceas também são capazes de sintetizar fitoalexinas como os sesquiterpenos risitina e capsidiol quando na presença de agente elicitador (HOPKINS; HÜNER, 2008; TAIZ; ZEIGER, 2013).

A reação de hipersensibilidade é uma resposta induzida onde há produção de fitoalexinas e várias proteínas de defesa codificadas por genes da planta. A resposta característica ocorre em interações patógeno versus hospedeiro, onde estes são incompatíveis. No ponto da tentativa de ingresso do patógeno ocorre uma área de morte celular, o que limita a colonização do hospedeiro pelo patógeno, em que esse permanece mais ou menos confinado ao sítio de infecção, sendo inibido ou morto nos tecidos. Como exemplo, tem-se as bactérias *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea* e *P. syringae* pv. *tomato* que são capazes de incitar a resposta de hipersensibilidade em variedades de plantas que possuem o gene D complementar ao gene de avirulência D (*avrD*) da bactéria. A avirulência gerada limita a gama de plantas que o patógeno consegue infectar com sucesso e é bastante significativo nas interações microrganismos versus plantas (SHEN; KEEN, 1993; MUR *et al.*, 2008).

2.6 Resistência Induzida ou Adquirida por Produtos Químicos Naturais

A indução de resistência é definida como um aumento da capacidade de defesa da planta contra um amplo espectro de organismos fitopatogênicos, estes incluem fungos, bactérias e vírus. A indução de resistência envolve a ativação de mecanismos de defesa vegetal latentes existentes nas plantas em resposta ao tratamento com agentes bióticos ou abióticos. Os agentes indutores capazes de ativar ou induzir resposta de resistência nas plantas são chamados de elicitores. A síntese de fitoalexinas pode ser induzida tanto por eliciadores bióticos quanto abióticos e o grau de expressão dessas moléculas nas plantas está fortemente relacionado com o agente indutor utilizado. Esses compostos agem sobre os microrganismos induzindo a granulação citoplasmática, desorganização dos conteúdos celulares, ruptura da membrana plasmática e inibição de enzimas extracelulares microbianas (MAZARO *et al.*, 2008; CAICEDO-LÓPEZ *et al.*, 2021).

A exemplo de elicitador tem-se o peptidogalactomanana isolado de *C. herbarum* que teve seu papel nas interações planta-fungo avaliado. O peptidogalactomanana é composto por carboidratos (76%) e contém manose, galactose e glicose como seus principais monossacarídeos (razão molar 52:36:12). O contato de células de tabaco com peptidogalactomanana induz fortemente a expressão de genes relacionados à defesa de plantas, como a fenilalanina amônia-liase (PAL) e a lipoxigenase (LOX), o que sugere ativação de respostas de defesa nas células de tabaco (MATTOS *et al.*, 2018).

Nos últimos anos, a busca por alternativas mais sustentáveis na produção agrícola motivou estudos de proteção de plantas a avaliar o potencial de derivados de plantas medicinais no controle de doenças, tanto pelo efeito direto em potenciais fitopatógenos quanto por induzir mecanismos de defesa nas plantas (OOTANI *et al.*, 2013; MELO *et al.*, 2017).

Alguns metabólitos secundários, associados à reação de hipersensibilidade parecem constituir transdução de sinal, vias de preparação que preparam células e tecidos para resistirem a infecções secundárias. A reação é limitada a poucas células no momento da invasão durante um período de tempo que varia de horas a dias e a capacidade de resistir a patógenos se torna gradualmente distribuídos por toda a planta. Com efeito, a planta reage à infecção inicial desenvolvendo uma capacidade imunológica geral. Esse fenômeno é conhecido como resistência sistêmica adquirida (SAR). O desenvolvimento da SAR ainda não está completamente entendido, mas um componente do caminho de sinalização parece ser o ácido salicílico (HOPKINS; HÜNER, 2008).

De acordo com a revisão de Vinod e Sabah (2018) a defesa das plantas envolve um número de compostos que regulam a produção de defesa química. Estão intimamente conectados com o ácido salicílico, etileno, ácido jasmônico e ácido abscísico. O ácido salicílico como agente indutor de resistência em *Arabidopsis* contra *Peronospora parasitica* é um exemplo. Do mesmo modo, o Bion (Acibenzolar-S-methyl) é um ativador químico da resistência de plantas em pepino, que produz resistência induzida contra *Colletotrichum* sp. Outro exemplo é a proteção de plantas de sorgo em condições de campo contra *Exserohilum turcicum* por *Saccharomyces cerevisiae*.

Melo *et al.* (2017) comprovaram que produtos naturais disponíveis comercialmente induzem o acúmulo de fitoalexinas, como o extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum*. O aumento progressivo das doses da alga resultou em aumentos também progressivos de fitoalexinas em soja e em sorgo, desse modo demonstraram alta correlação do fator dose com a quantidade de fitoalexina produzida. Werrie *et al.* (2021) em seus estudos destacaram o potencial de indução de resistência sistêmica adquirida por árvores de macieira, quando trataram com injeções de nanoemulsões de OEs de canela e hortelã em seus sistemas condutores. Neste estudo, os autores provaram que há um movimento sistêmico dos OEs injetados no tronco ao detectarem os componentes dos OEs injetados nas folhas das árvores. Silva *et al.* (2017) utilizaram os OEs de citronela e capim limão na ativação de respostas bioquímicas de defesa em tomateiro contra a redução da pinta bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*), bem como promoveram aumento na quantidade de fenol total e lignificação da parede celular da planta.

Quanto à fisiologia do parasitismo, a combinação de características estruturais e reações bioquímicas empregadas nas respostas de resistência da planta são variáveis de acordo com o patossistema patógeno versus hospedeiro verificado, bem como a idade da planta hospedeira, do órgão e/ou tecido afetado, do estado nutricional e das condições ambientais (AGRIOS, 2005). Constantemente as plantas enfrentam ameaças impostas pelo ambiente, como ataques de patógenos e condições físicas adversas (seca, salinidade, temperatura, exposição à radiação UV). Por meio de receptores e sensores, as plantas reconhecem os sinais de ameaça e ativam respostas de defesa contra estresses. As respostas incluem o acúmulo de Metabólitos secundários das plantas (MSp), tais como OEs, flavonoides, alcaloides, glicosídeos, taninos, resinas. A síntese de MSp após a elicitação garante a sobrevivência, persistência e competitividade da planta (THAKUR *et al.*, 2019).

2.7 Metabolismo Secundário de Plantas

A soma de todas as reações químicas que ocorrem em um organismo é chamada metabolismo, na maior parte comuns e necessárias para o bom funcionamento das células e

organismos. No entanto, muitas plantas desviam uma proporção significativa de carbono orgânico (substâncias orgânicas) e energia para a síntese de compostos, moléculas que podem não ter papel óbvio no funcionamento celular. Essas moléculas são conhecidas como metabólitos secundários e podem ser divididas em três grandes grupos quimicamente distintos: os terpenos (incluindo hormônios, pigmentos, OEs, esteroides e borracha); os compostos fenólicos (incluindo cumarinas, flavonoides, lignina e taninos); os compostos nitrogenados (incluindo saponinas, glicosídeos, glicosídeos cianogênicos e glucosinolatos e alcaloides). No entanto, MSp não fazem parte da estrutura molecular essencial ou função da célula, mas sim possuem atividades bioativas que atuam na sobrevivência e adaptação vegetal e sua produção pode ser generalizada ou restrita (famílias, gêneros ou mesmo espécies em particular). Também conhecido como produtos naturais, esses novos fitoquímicos foram inicialmente de pouco interesse para pesquisadores por causa de sua aparente falta de significado biológico. Contudo, esses compostos conhecidos por terem significativas vantagens econômicas e valor medicinal, hoje ganham reconhecimento e investimentos cada vez maiores para implantação de pesquisas (MONTEIRO *et al.*, 2005; HOPKINS; HÜNER, 2008).

Metabolismo secundário de plantas são parte importante do sistema de defesa das plantas contra ataques patogênicos e estresses ambientais. O acúmulo de MSp pode ser influenciado por vários fatores genéticos, ontogenéticos, morfológicos e ambientais. No grupo dos alcaloides, a maioria destes compostos aumentam sua produção em condições adversas, porém, em deficiência de elementos como o nitrogênio e potássio ocorre a redução na produção destes (YANG *et al.*, 2018). Os compostos orgânicos voláteis (COV) produzidos pelas plantas representam 1% dos metabólitos secundários conhecidos até o momento e são principalmente terpenos, fenilpropanoides/ benzenoides e derivados de aminoácidos e ácidos graxos. Estes COV geralmente são lipofílicos e possuem alta pressão de vapor, facilmente podem atravessar membranas celulares e serem liberados na atmosfera ou no solo (DUDAREVA *et al.*, 2006).

Do mesmo modo, a importância dos MSp relacionada à prevenção de doenças é grande. A exemplo da lignana, polifenol presente na linhaça, a qual desempenha ações anticarcinogênicas, como ação antioxidante; diminuição dos fatores de proliferação e nutrição celular; efeito anti-inflamatório e ação antiestrogênica (GOMES *et al.*, 2012). Martins e Nicoletti (2016) evidenciaram as propriedades terapêuticas de polifenóis presentes no vinho, tais como a capacidade do resveratrol em evitar a arteriosclerose, doenças inflamatórias e alérgicas, problemas cardíacos, entre outros agravos à saúde. Hilton e Marcucci (2016) enfatizaram que embora o uso de alcaloides na terapêutica seja comum, seu uso indiscriminado pode levar a ações adversas no organismo, devido à sua toxicidade. A produção de MSp por meio da elicitação abriu uma nova área de pesquisa que pode ter benefícios econômicos significativos para a indústria farmacêutica e terapêutica (incluindo neutracêutica) (THAKUR *et al.*, 2019).

Moléculas como terpenoides, alcaloides e taninos são relatadas como potenciais compostos defensivos de plantas de grande interesse econômico e ecológico, cujas propriedades antimicrobianas são estudadas (MONTEIRO *et al.*, 2005). MSp podem estar presentes em diferentes partes das plantas e, a partir da dispersão desses compostos biossintéticos no ambiente, por lixiviação, exsudação, volatilização e decomposição de resíduos, efeitos alelopáticos sobre o metabolismo de espécies receptoras (TAIZ; ZEIGER, 2013). Tais aleloquímicos funcionam como compostos químicos de defesa e influenciam alvos moleculares em herbívoros ou micróbios. Estes são úteis para plantas contra a maioria dos vertebrados, uma vez que os elementos das vias de sinalização neuronal são bastante semelhantes em todo o reino animal (RATTAN, 2010). A alelopatia, interações planta-planta mediadas pela produção química é uma área relevante de pesquisa ecológica. Apesar desse interesse, informações sobre a prevalência dessa interação e em quais espécies de plantas ocorrem são escassas (MEINERS, 2014).

Plantas superiores são uma fonte rica de MSp de ampla variedade, como taninos, terpenoides, saponinas, alcaloides, flavonoides e outros compostos, sabidamente como tendo propriedades antifúngicas, o que representa uma potencial fonte para alcançar um controle sustentável de fungos fitopatogênicos e para reduzir a grande dependência de pesticidas sintéticos utilizados atualmente. Metabólitos antifúngicos de plantas podem ser inibidores pré-formados que estão presentes constitutivamente em plantas saudáveis (fitoanticipinas constitutivas) ou podem ser sintetizadas em resposta ao ataque de patógenos ou outras condições de estresse (fitoalexinas). Em condições de estresse ou ataque de patógenos, tanto plantas resistentes como as susceptíveis podem produzir fitoalexinas em resposta ao ataque de patógenos, no entanto, estes compostos geralmente se acumulam mais rapidamente em altos níveis em plantas resistentes. Essas moléculas podem ser usadas diretamente ou considerado um precursor para o desenvolvimento de moléculas biodefensivas (RIBERA; ZUÑIGA, 2012).

A síntese de MSp, seu conteúdo e também as proporções dos compostos dependerão da interferência de fatores ambientais. MSp sofrerão influência conforme os aspectos no qual a planta está submetida: sazonalidade, ritmo circadiano, estágio de desenvolvimento e idade, temperatura, disponibilidade de água, radiação UV, nutrientes do solo, altitude, composição atmosférica e dano aos tecidos. Alguns destes fatores apresentam correlações entre eles, neste caso podem atuar em conjunto, como desenvolvimento e sazonalidade; índice pluviométrico e sazonalidade; temperatura e altitude (GLOBBO-NETO; LOPES, 2007; MORAIS, 2009).

2.8 Óleos Essenciais

A Organização Internacional de Normatização (*International Organization for Standardization - ISO*) define OE como um produto obtido a partir de matéria-prima vegetal, seja por destilação com água ou vapor, ou ainda, do epicarpo de frutas cítricas por meio de processo mecânico ou por destilação a seco. Sua composição engloba uma grande diversidade de compostos, dentre estes, a maioria pertence à classe de compostos terpênicos (monoterpenos e sesquiterpenos) ou fenilpropanoides. Os constituintes terpênicos, também chamados isoprenoides, tais como os mono e sesquiterpenos são classificados por sua vez em hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, éteres, óxidos, peróxidos, furanos, ácidos orgânicos, lactonas, cumarinas e compostos de enxofre. Alguns exemplos de derivados terpênicos incluem mentol, fenchona, citrionelol, borneol e derivados do fenilpropano como o anetol, o eugenol e o aldeído cinâmico. No tocante aos fenilpropanoides, também conhecidos como ácidos cinâmicos são sintetizados por plantas derivados da via do ácido chiquímico, a partir dos aminoácidos fenilalanina e tirosina. Podem conter mais de sessenta componentes químicos diferentes, alta concentração ou apenas traços (BAKKALI *et al.*, 2008; KALEMBA; SYNOWIEC, 2019).

Como características gerais, OEs são lípidos, com elevada lipofilicidade e volatilidade, especialmente à temperatura ambiente, líquidos oleosos que se dissolvem bem em etanol, solventes orgânicos não polares e lipídios e são insolúveis na água. São também caracterizados por fragrância marcante, antimicrobianos e antioxidantes. Os metabólitos secundários dos OEs são originados das vias de fosfato de metileritritol e fenilalanina (MEIRELES, 2009; REHMAN *et al.*, 2016).

O papel ecológico dos OEs é bastante estudado. As interações mais conhecidas são planta-planta (agentes alelopáticos, inibidores de germinação) e planta-animal, para proteção como mecanismo de defesa, frequentemente repelente, deterrente ou tóxico e atrativo para polinizadores (insetos, herbívoros). Existem ainda, diferentes teorias sobre suas possibilidades como antioxidantes na medida em que doam hidrogênio em reações oxidativas, especialmente na presença de luz. Do mesmo modo, OEs são considerados produtos dotados de substâncias com propriedades bioativas, com capacidade de proteger plantas contra possíveis ataques

patogênicos (EVANS, 2009). Suas propriedades biológicas compreendem todas as atividades que exercem sobre humanos, animais e outras plantas, devido a seus compostos voláteis que atuam de forma sinérgica ou antagônica um com outro. Para compreender suas propriedades biológicas, a caracterização química do OE é muito importante (CASTRO *et al.*, 2017).

2.9 Características de Células e Tecidos Secretores em Plantas - Tricomas

Os tricomas epidérmicas vegetais que estão presentes na maioria dos tecidos aéreos das plantas são compostos de estruturas unicelulares ou multicelulares. Estas estruturas encontram-se em duas categorias gerais: glandulares ou não-glandulares. Os tricomas glandulares se distinguem das células vizinhas por serem mais volumosos e apresentarem citoplasma mais denso e núcleo hipertrofiado. Esta célula inicial dos tricomas aumenta gradualmente de volume, sofrendo ulteriormente uma divisão periclinal ou anticlinal. Os diferentes tipos de tricomas dependem de sua morfologia e capacidade de secreção (ASCENSÃO *et al.*, 1999; HUCHELMANN *et al.*, 2017).

Entre os tricomas glandulares, dois tipos morfológicos distintos diferem de acordo com o tamanho da cabeça e comprimento do caule. São destacados: o peltado, definido como tricoma de haste curta (unicelular ou bicelular) com uma cabeça secretora grande composta de quatro a dezoito células dispostas em um ou dois círculos concêntricos e o capitado, que normalmente possui uma haste cujo comprimento é superior a metade da altura da cabeça (GLAS *et al.*, 2012).

Tricomas não glandulares agem no sentido de proteção física das plantas, pela formação de barreira mecânica contra estresses bióticos e abióticos. São constituídos por células vivas. Pesquisadores também evidenciaram seu envolvimento na produção, armazenamento e liberação de substâncias biologicamente ativas. Os tricomas não glandulares participam da interação química das plantas com o meio ambiente, bem como os tricomas glandulares (TOZIN *et al.*, 2016).

As secreções vegetais possuem composição química variável e complexa. Algumas são soluções aquosas ricas em sais, aminoácidos e açúcares, outras são misturas mais ou menos complexas, constituídas essencialmente por metabolitos primários ou por metabolitos primários e secundários. Existem diferenças na prevalência dos componentes lipofílicos e hidrofílicos entre os morfotipos glandulares e entre as células de um mesmo tricoma (TOZIN; RODRIGUES, 2017).

A morfologia diversa dos apêndices epidérmicos implica em diferentes secreções sintetizadas e funções biológicas distintas. Em espécimes da família Lamiaceae, geralmente os tricomas glandulares peltados armazenam substâncias lipofílicas, enquanto os tricomas glandulares capitados contêm carboidratos e álcoois. Tricomas glandulares de plantas têm a capacidade de biossintetizar e secretar centenas de metabólitos especializados, muitos dos quais biologicamente ativos, que contribuem para adaptação das plantas ao ambiente e superação de estresses bióticos ou abióticos (BIASI; DESCHAMPS, 2009; FENG *et al.*, 2021). Além de seu papel na proteção de plantas, essas substâncias têm despertado interesse pela importância dos compostos como produtos farmacêuticos, ingredientes de aroma e fragrância ou pesticidas (SCHUURINK; TISSIER, 2020).

A Figura 8 apresenta o esquema de um tricoma glandular epidérmico em corte transversal demonstrando a célula secretora e a cavidade extracelular subcuticular de armazenamento de OEs. Estes são produzidos nas células secretoras e acumulados em uma cavidade extracelular que se forma entre as células secretoras e a cutícula subjacente (HOPKINS; HÜNER, 2008).

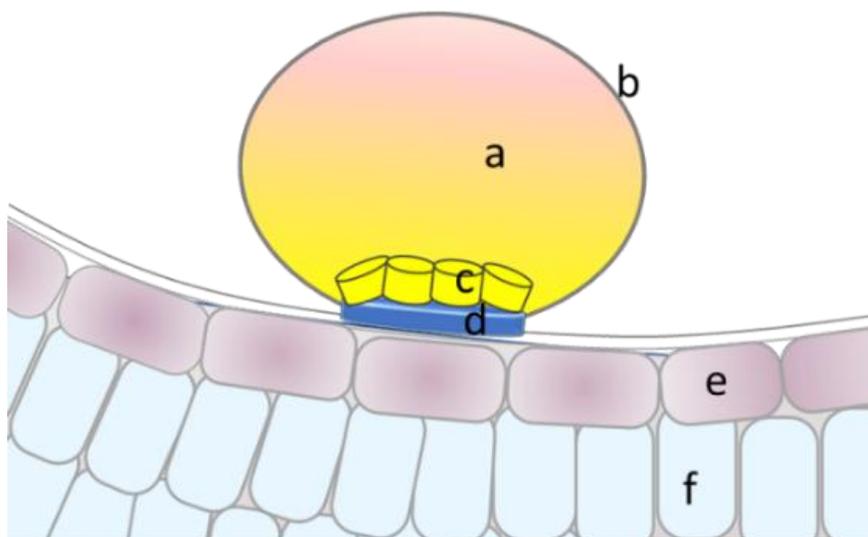


Figura 8. Esquema de um tricoma glandular epidérmico. a. Cavidade extracelular subcuticular; b. Cutícula; c. Células secretoras; d. Célula basal; e. Epiderme; f. Mesófilo. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2021.

2.10 Propriedades Bioativas dos Óleos Essenciais

De acordo com Schiedeck (2006) a denominação plantas bioativas se vincula a espécies vegetais que tem ação sobre outros seres vivos manifestando efeito pela sua presença naquele espaço ou pelo uso direto de substâncias delas extraídas, mediante uma intenção ou significado humano. A importância de estudos científicos na área é completamente justificável. Plantas com potencial fungicida, fungistático, bactericida ou bacteriostático em suas moléculas, como OEs, contribuem para o desenvolvimento de novos produtos naturais com propriedades medicinais, em substituição aos agrotóxicos convencionais, agressivos ao homem e ao ambiente (DE ARAÚJO *et al.*, 2011).

Entre os métodos naturais, os OEs vêm se destacando, por apresentarem grande potencial antimicrobiano, devido à existência de substância bioativas em seus constituintes (FILIPPIS, 2001). Pesquisadores elucidaram que fenóis (1,8-cineol (eucaliptol), carvacrol, octanol), álcoois (α -terpineol, terpinen-4-ol, linalol), aldeídos, cetonas (cânfora), α -pineno, β -pineno, p-cimeno são compostos químicos com amplo espectro de efeitos biológicos (HERMAN *et al.*, 2016; SHARMA *et al.*, 2017). O efeito antifúngico dos OEs é variável e intimamente associado à atividade dos principais componentes, que por sua vez são causados pelas diferentes interações entre os compostos químicos constituintes (HERMAN *et al.*, 2016).

Em geral, as atividades biológicas dos OEs são bem documentadas, principalmente no que diz respeito às atividades microbiológicas. Vários estudos têm sido realizados avaliando suas atividades frente a diversos tipos de microrganismos, como deterioradores de alimentos, patógenos e fitopatógenos, o que revela o potencial de determinados OEs no controle de tais microrganismos (BAKKALI *et al.*, 2008). Finalmente, praguicidas baseados em OEs são ecológicos, de baixa toxicidade, reduzida persistência ambiental e compatíveis com programas de controle biológico (MOSSA, 2016).

No presente estudo de tese foram investigados OEs com potenciais de atividade antifúngica. Os OEs das plantas medicinais estudadas nesta tese englobam as espécies medicinais *Ocimum basilicum*, *Origanum vulgare*, *Zingiber officinale*, *Citrus sinensis*, *Eugenia caryophyllus*, *Cinnamomum cassia*, *M. alternifolia*, *Cymbopogon winterianus*, *Mentha arvensis*, *Thymus vulgaris* e *Lavandula dentata* (Figura 9 A-K).



Figura 9. Plantas medicinais. A. *Ocimum basilicum*; B. *Origanum vulgare* (Fonte: The Free Dictionary, 2012); C. *Zingiber officinale* (Autor: The free Dictionary, 2012); D. *Citrus sinensis* (Autor: Wikimedia Commons, 1872); E. *Eugenia caryophyllus* (Autor: Erowid Center, sem data); F. *Cinnamomum cassia* (Autor: Franz Eugen Köhler, 1887. Wikipédia); G. *Melaleuca alternifolia* (Autor: Geoff Derrin, 2017. Wikipédia); H. *Cymbopogon winterianus* (Autor: Camila Stefanie Fonseca de Oliveira, 2010); I. *Mentha arvensis* (Autor: Janet Novak, 2002); J. *Thymus vulgaris* (Autor: Reddy *et al.*, 2014); K. *Lavandula dentata* (Autor: Ana Rosa de Figueiredo, 2019).

2.11 Espécies Medicinais

2.11.1 Basilicão (*Ocimum basilicum* L.)

Pertence à família Lamiaceae, subfamília Ocimoideae, e compreende mais de 30 espécies distribuídas em regiões da Ásia, África e das Américas. É uma das famílias mais utilizadas como fonte global de especiarias e extratos com fortes propriedades antimicrobianas e antioxidantes, tem grande importância econômica (HOSSEINZADEH *et al.*, 2015). Plantas da família Lamiaceae têm como característica a abrangência de espécies que são fortemente aromáticas. *Ocimum basilicum*, conhecido popularmente como basilicão, apresenta hastes quadradas em seção transversal e as folhas dispostas de forma que, o arranjo de um par de folhas cruza ao próximo par formando uma cruz. As flores são pequenas, de seis a dez, dispostas em espirais nos nós da inflorescência. Tanto o cálice como a corola têm a forma de um sino. O cálice é bilabiado, sendo que o lábio superior, geralmente é largo e o inferior, geralmente tem quatro dentes pontiagudos estreitos. O caulículo da flor é mais curto que o cálice. Existem dois pares de estames de estilo bifurcado. O fruto se encerra no cálice frutífero maduro, que mede 5 a 9 mm de comprimento (HUGH, 2005; NAHAK *et al.*, 2011).

Tradicionalmente, o gênero *Ocimum* é um dos mais importantes e amplamente utilizado para o tratamento de várias doenças, incluindo reumatismo, paralisia, epilepsia, febre alta, diarreia, insolação, influenza, gonorreia, doenças mentais, dores abdominais, resfriados, tosse, sarampo, bem como possui atividades antipiréticas, anti-helmínticas, com efeitos estomáticos, antieméticos e antimaláricos (EZEKWESILI *et al.*, 2004; THOMFORD *et al.*, 2018; ZAGOTO *et al.*, 2021).

No basilicão podem ser encontrados constituintes químicos, tais como linalol, geraniol, metil eugenol, metil chavicol, p-allanisol, 1,8-cineol, trans- α -bergamoteno e acetato de nerila, que integram um perfil fitoquímico potencial para atividades farmacológicas com propriedades medicinais e nutracêuticas (DHAMA *et al.*, 2021).

A utilização do basilicão pode ser bastante ampla, desde seu potencial de uso em sistemas agrícolas, como por exemplo, seus efeitos alelopáticos contra ervas invasoras de folha larga e gramíneas estudados por Mekky *et al.* (2019), para potencial uso como bioherbicida biodegradável. Os autores verificaram que os extratos de folhas de basilicão (em metanol, acetona e água) podem ser utilizados por agricultores para controlar ervas invasoras em pomares hortícolas, como também o potencial de uso de extratos e OE de basilicão contra fitopatógenos.

No tocante ao manejo de nematoides em sistemas agrícolas, a busca por medidas alternativas de controle em substituição aos nematicidas convencionais é uma preocupação mundial, o que justifica pesquisas com substâncias naturais por serem eficientes e ecológicas. Neste sentido, Martins e Santos (2016) avaliaram o efeito de extratos vegetais, entre eles o extrato de basilicão, na motilidade e mortalidade de juvenis de *Meloidogyne incognita* raça 2. Os extratos obtidos a partir de folhas secas sob infusão ou sob maceração em água foram diluídos e distribuídos em placas de Petri, às quais foram adicionados 50 juvenis de segundo estágio (J2). Após permanecerem 48 horas nos extratos e, em seguida, transferidos para água, a percentagem de J2 mortos foi determinada. Os J2 ainda ativos foram inoculados em mudas de tomateiro 'Santa Clara' para avaliar a sua infectividade. Os autores constataram alta atividade nematicida com mais de 70% de J2 mortos.

Da mesma forma, o OE de basilicão apresentou efeito antifúngico, conforme os estudos de Kocić-Tanackov *et al.* (2012), no qual o OE foi potente contra os fungos *Penicillium aurantiogriseum*, *Penicillium glabrum*, *Penicillium chrysogenum*, e *Penicillium brevicompactum*. A maior sensibilidade foi na inibição completa do crescimento de *P. chrysogenum* com extrato de basilicão a 1,5%. O OE a 0,6% exibiu 100% de taxa de inibição

do crescimento micelial (ICM) para os fungos patogênicos do arroz *Fusarium moniliforme* e *Pyricularia grisea* e 50% de ICM para *Fusarium proliferatum*, mas não foi eficaz contra *R. solani*. O OE a 0,8% inibiu a germinação de esporos de *F. moniliforme* (91%) e *Alternaria brassicicola* (100%) (PIYO *et al.*, 2009). O OE a 3000 ppm exibiu inibição completa contra os fungos toxigênicos *A. flavus*, *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus ochraceus* e *F. moniliforme* (SOLIMAN; BADEAA, 2002).

Similarmente, as atividades antifúngicas de constituintes químicos presentes no OE de basilicão foram citadas. O eugenol e o cineol exibiram atividade antifúngica forte contra *Absidia glauca*, *Aspergillus nidulans*, *A. niger*, *Colletotrichum capsici*, *F. moniliforme*, *Pestalotia psidii*, *Rhizopus nodosus* e *A. alternata* (SOKOVIĆ *et al.*, 2013). Costa (2009) também constatou atividade inibitória do OE. O autor cita uma inibição considerável do crescimento da bactéria fitopatogênica *P. carotovorum* e sua concentração inibitória mínima (CIM) eficaz a 2%.

Atividade antifúngica, antimicrobiana e antiviral também foram relatadas por outros autores. Castro e Lima (2011) demonstraram expressivo potencial antifúngico do OE de basilicão sobre cepas de *C. albicans* e *Candida tropicalis*. Rubab *et al.* (2020) investigaram o potencial fitoquímico, antibacteriano e antifúngico de extratos (CHCl₃ 100%; CHCl₃/MeOH 95:5 a 50:50) do basilicão como medicamentos e concluíram que os extratos metanólicos foram mais ativos e potentes contra bactérias gram-positivas (*Clostridium defficile*, *Bacillus subtilis* e *Staphylococcus aureus*), bactérias gram-negativas (*Escherichia coli*, *Salmonella typhi* e *Klebsiella pneumoniae*) e fungos (*A. flavus*, *A. niger* e *Candida albicans*). Estudos de Martins (2010) apontam atividade antimicrobiana do OE extraído do basilicão como fonte de compostos com potencial terapêutico, sendo os seus constituintes majoritários metil chavicol e linalol, os responsáveis por sua atividade biológica. Os autores Chiang *et al.* (2005) citam ainda, que os extratos etanólicos, extratos aquosos e constituintes purificados de basilicão, como apigenina, linalol e ácido ursólico, exibem um amplo espectro de atividade antiviral contra os vírus de DNA (herpes, adenovírus e hepatite B) e RNA (coxsackievirus e enterovirus).

2.11.2 Orégano (*Origanum vulgare* L.)

O gênero *Origanum*, amplamente encontrado na região do leste do Mediterrâneo, pertence à família Lamiaceae (ALIGIANNIS *et al.*, 2001). *Origanum vulgare* L., conhecido comumente como orégano é uma planta aromática, geralmente cultivada como um pequeno subarbusto perene em climas amenos. Suas folhas são ovais, compactas, dispostas de forma oposta e cobertas por tricomas glandulares. Os caules jovens são tipicamente quadrados e peludos e tornam-se amadeirados com a idade. As flores são pequenas, em cachos que variam em cor do branco ao rosa ou roxo pálido. Todas as variedades são dotadas de OE (BRITANNICA, 2021).

O orégano é um dos condimentos mais usados no Brasil no preparo de alimentos devido à sua alta capacidade de agregar sabor e aroma, mas também como aditivos em algumas bebidas. Seu OE também é bastante utilizado, devido às propriedades bioativas sobre fungos e bactérias e ainda, se situa entre os mais eficazes agentes antimicrobianos e antioxidantes (FERNÁNDEZ-PAN *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2021). Visto que, o orégano possui princípios ativos importantes como os OEs (carvacrol e/ ou timol, linalol e p-cimeno), polifenóis (flavonoides e ácidos fenólicos), triterpenoides e esteróis (HAWAS *et al.*, 2008; GUTIÉRREZ-GRIJALVA *et al.*, 2017; PEZZANI *et al.*, 2017).

O OE de orégano tem potencial de reduzir os danos ocasionados por patógenos em pós-colheita. De acordo com Lopez-Reyes *et al.* (2010), tratamentos de maçãs com OE de orégano (1 e 10%) mostraram eficácia significativa na redução do crescimento de *Botrytis cinerea* e *Penicillium expansum*. Pérez-Alfonso *et al.* (2012) relataram que os constituintes carvacrol e

timol (10, 25, 50, 100, 250 e 500 $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ de carvacrol, timol ou a mistura (1: 1) de carvacrol + timol) aplicados ao limão, resultou em baixa decomposição fúngica induzida por *Penicillium digitatum* e *Penicillium italicum*. A ação conservadora do OE de orégano tem sido relatada na literatura, geralmente atribuído aos compostos presentes majoritários: carvacrol e timol. Esper *et al.* (2014) ao tratarem grãos de soja e milho com OE de orégano inibiram a aflatoxina B1 e o crescimento fúngico de *A. flavus*, agente que infecta alimentos como milho, soja e outras *commodities* produzindo toxina altamente tóxica e cancerígena.

Pesquisadores (BEDOYA-SERNA *et al.*, 2018) relataram que nanoemulsões do OE de orégano encapsulado após aplicação em queijo minas padrão apresentou efeito inibitório sobre os três gêneros de fungos avaliados, *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp. e *Penicillium* sp. Dutra *et al.* (2019) indicaram o uso do OE de orégano como conservante natural. Os autores constataram atividade antioxidante do OE e atividade antimicrobiana eficaz contra *Alicyclobacillus acidoterrestris*, bactéria responsável por deterioração em bebidas cítricas. Neste OE, os autores verificaram que o composto majoritário foi o acetato de carvacrol (59,61%) e ainda, em microscopia eletrônica de varredura, os autores constataram danos às células tratadas. Além do seu efeito na conservação do alimento, o OE apresentou efeito repelente contra o mosquito *Aedes aegypti*, causador da dengue, chikungunya e zika, de acordo com Oliveira *et al.* (2021). O extrato foliar de orégano é um forte hipoglicemiante, conforme os trabalhos de Yu *et al.* (2021) no qual os autores apoiam o uso farmacológico de orégano como um fitoterápico antidiabético ou suplemento dietético.

2.11.3 Gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe)

Zingiber officinale Roscoe (gengibre) é uma planta da família Zingiberaceae originária do Sudeste Asiático, que após introdução de variedade de rizomas gigantes por agricultores japoneses nos estados de São Paulo e Paraná, tornou-se uma cultura comercial. A planta é herbácea, perene, cujo rizoma é amplamente comercializado em função de seu emprego alimentar como tempero e industrial, especialmente como matéria-prima para fabricação de bebidas, perfumes e produtos de confeitaria como pães, bolos, biscoitos e geleias, bem como na medicina popular (excitante, estomacal e carminativo) (SERPE; BONATO, 2004; NEGRELLE *et al.*, 2005; SOUSA; PROENÇA, 2021).

Seu uso é bem conhecido, os chineses já o utilizavam há muito tempo e é frequente no tratamento de disenteria, malária, reumatismo e resfriados (SABULAL *et al.*, 2006). Várias propriedades do gengibre foram comprovadas cientificamente. Mao *et al.* (2019) enfatizam que compostos constituintes de raiz de gengibre possuem múltiplas atividades biológicas incluindo antioxidante, anti-inflamatória, antimicrobiana, anticâncer, neuroprotetor, protetor cardiovascular, protetor respiratório, antiobesidade, antidiabético, antináusea, e atividades antieméticas. Também tem sido utilizado como antibacteriano, antifúngico e antiviral (NASSAN *et al.*, 2014; MOON *et al.*, 2018).

O consumo do gengibre vem crescendo ano a ano no país por causa da difusão das informações sobre os benefícios que o rizoma pode oferecer à saúde. O mercado internacional de raízes tropicais já apresenta hoje uma demanda definida e, ainda, com uma potencialidade muito grande de crescimento. O gengibre brasileiro é comercializado visando principalmente a exportação, tanto no estado fresco, como na forma de produtos derivados como OE e óleo-resina. Na média 70 a 80% da produção *in natura* se destina principalmente para Estados Unidos, Reino Unido, Holanda e Canadá. O OE contém componentes voláteis responsáveis pelo aroma, enquanto a óleo-resina contém, além dos constituintes aromáticos voláteis, os componentes não voláteis, responsáveis pela pungência característica do gengibre (MENDONÇA; GOUVEIA, 2020).

Compostos fenólicos como gingerol, shogaol, paradol, quercetina, zingerona, gengenona-A e 6-desidrogingerdiona, e terpenos, tais como β -bisaboleno, α -curcumeno, zingibereno, α -farneseno e β -sesquifelandrene estão presentes no OE de gengibre (YEH *et al.*, 2014; PRASSAD *et al.*, 2015; SCHADICH *et al.*, 2016; JI *et al.*, 2017). Estes compostos químicos vão variar bastante em função de uma série de fatores que incluem a origem geográfica, o tempo de secagem das raízes, a maturidade dos rizomas no momento da colheita, e o método do preparo do material. À vista disso, cada produto apresenta determinada característica físico-química e o mercado para cada um deles é bastante distinto. No Brasil, o OE de gengibre de Morretes (PR) apresentou os constituintes majoritários geranial (23,6 a 30,3%); neral (10 a 14,8%); geraniol (5,8 a 7,6%); acetato de geranila (3,5 a 4,5%); 1,8-cineol (3,6 a 5,9%); canfeno (2,8 a 5,8%), zingibereno (2,3 a 5%); β -felandreno (0,5 a 4%) e β -bisaboleno (2,8-3,4%) (DEBAGUE *et al.*, 2011). Em função dos compostos presentes no seu OE, o gengibre tem determinada ação antimicrobiana. Nos estudos de Garcia Yamamoto-Ribeiro *et al.* (2013), o OE de gengibre inibiu o crescimento de *Fusarium verticillioides* reduzindo a biossíntese de ergosterol e afetou a integridade da membrana nas doses 500 a 5000 $\mu\text{g.mL}^{-1}$. Também foi citado a ICM de *A. flavus* nas doses 5 a 150 $\mu\text{g.mL}^{-1}$, bem como a supressão da aflatoxina e ergosterol (NERILO *et al.*, 2015).

Ribeiro *et al.* (2018) evidenciaram um efeito antimicotoxigênico do OE de gengibre a partir da inibição na produção da micotoxina desoxinivalenol, produzida pelo fitopatógeno *Fusarium graminearum* em meio de cultura a partir da concentração 91 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ de OE. A exposição a níveis elevados de contaminação por desoxinivalenol (tricoteceno pertencente à família de sesquiterpenoides) pode desencadear anorexia, vômitos, diarreia, hemorragia na mucosa estomacal e intestinal.

Em estudos para avaliação do efeito de extratos de gengibre também foi possível evidenciar o efeito inibitório sobre o crescimento micelial de *Alternaria solani*. Mascarenhas *et al.* (2018) obtiveram atividade antifúngica no controle *in vitro* do *L. theobromae*, fungo causador de podridão da raiz em mandioca, com a aplicação de extratos hidroalcolico e aquoso de gengibre a partir de 15%. Pedroso *et al.* (2009) utilizaram extrato de gengibre a 30% para controle de *A. solani in vitro* com redução de 40% do crescimento micelial.

2.11.4 Laranja-doce (*Citrus sinensis* L. Osbeck)

Mattos Jr. e colaboradores (2014) do Centro de Citricultura salientaram que *Citrus sinensis* L. Osbeck (laranja-doce), considerada a principal espécie de citrus mundialmente em função de sua importância comercial e industrial, não é uma espécie pura, mas sim um híbrido entre outras espécies de citros. Hoje, pode ser encontrado distribuído mundialmente (SIMPSON; OGORZALY, 2001). A árvore possui folhas largas, brilhantes e perenes, de tamanho médio e ovais, os pecíolos têm asas estreitas. Suas flores são brancas, com cinco pétalas e muito perfumadas. Como características do fruto, seu desenvolvimento não é climático, apresenta casca oleosa, coriácea e polpa interna suculenta comestível, dividida em segmentos chamados carpelos. O fruto é uma baga modificada conhecida como hespéridio, seu formato usual é redondo e a cor da polpa laranja com variações (BRITANNICA, 2020).

Há milhares de anos, as frutas cítricas são uma cultura comercialmente importante. Conforme o relatório do USDA (2021), o Brasil continua sendo o maior produtor de laranja com média anual de produção de 17 milhões de toneladas em 2020/2021, seguido pela China, União Europeia, Estados Unidos e México com 7,5; 6,5; 4,1 e 4 milhões de toneladas, respectivamente.

Cascas de frutas geralmente são consideradas como resíduos de descarte formados durante o processamento industrial e representam um sério problema, pois exercem impacto prejudicial sobre o ambiente (DUDA-CHODAK; TARKO, 2007). O rendimento de suco de

frutas cítricas é menos da metade do peso do fruto e uma grande quantidade de resíduos de subprodutos tem sido produzida todos os anos. Os subprodutos cítricos, principalmente o OE, subproduto mais vital do processamento de citros, poderiam ser fontes de antioxidantes naturais e antimicrobianos (MANTHEY; GROHMANN, 2001; FERHAT *et al.*, 2006), de maneira que, o resíduo de citros é uma fonte valiosa de d-limoneno, flavonoides, carotenoides, fibras alimentares, açúcares solúveis, celulose, hemicelulose, pectina, polifenóis, ácido ascórbico, metano e OEs (SHARMA *et al.*, 2017; REZZARDORI *et al.*, 2012).

Óleos essenciais cítricos são amplamente utilizados como aditivos naturais em vários produtos alimentares e bebidas. Vários estudos demonstraram suas propriedades antimicrobianas e antioxidantes e relataram que há uma relação entre os compostos químicos presentes com suas propriedades expressas. O OE de laranja-doce é indicado como um inibidor eficaz de fungos contaminantes da biodegradação e do armazenamento de culturas agrícolas. Seu uso na conservação de alimentos tem sido eficaz na proteção contra fungos deteriorantes e de pós-colheita, como *A. flavus* e *Aspergillus parasiticus*. Em razão da presença de terpenos, flavonoides, carotenos e cumarinas, seu OE apresenta fortes atividades antioxidantes e antimicrobianas (SHARMA; TRIPATHI, 2008; VIUDA-MARTOS *et al.*, 2008; KOSTOVA *et al.*, 2011; VELÁZQUEZ-NUÑEZ *et al.*, 2013; ABDEL-FATTAH, 2015).

Gomes (2011) testou o OE de laranja-doce sobre os fitopatógenos *F. oxysporum*, *A. alternata* e *Colletotrichum musae* para investigar sua atividade antifúngica. Estudos no qual o autor obteve ótimos resultados para os fungos testados. A atividade antifúngica, antiaflatoxigênica e antioxidante do OE de laranja-doce, do mesmo modo, foram verificadas nos estudos de Singh *et al.* (2010), nos quais a produção de aflatoxina foi inibida completamente a 500 ppm de OE e 250 ppm de limoneno. Os autores citaram atividade antioxidante do OE como sequestrador de radicais livres DPPH de maneira dose-dependente com IC₅₀ para eficácia de eliminação de radicais de 9,45 microl.ml⁻¹.

Outras atividades biológicas também foram descritas na literatura. Khanikor *et al.* (2021) relataram que OEs cítricos e seus constituintes têm potencial atividade biocida contra diversos insetos-praga. O Limoneno, principal constituinte, assim como os compostos β-citronelal, linalol, pineno, β-cariofileno, β-mirceno, terpineno, citral, entre outros, são citados pelos autores como tendo efeitos inseticidas contra diversas espécies de insetos-praga. Isto indica que os OEs cítricos apresentam atributos para serem usados como defensivos verdes comerciais. Everton *et al.* (2021) também citaram características antimicrobianas do OE de laranja-doce contra as bactérias *E. coli* e *S. aureus*. Os autores caracterizaram quimicamente o OE e determinaram seu principal constituinte, limoneno em 81,5% da composição. Souza *et al.* (2021) verificaram forte atividade larvicida de emulsões do OE de laranja-doce sobre larvas da mariposa *Galleria mellonella*, *in vitro* e *in vivo*, caracterizada pela maior concentração de limoneno (90%) como agente bioativo.

2.11.5 Cravo (*Eugenia caryophyllus* Thunberg.)

Eugenia está entre os 75 gêneros pertencentes à família Myrtaceae (com aproximadamente 3000 espécies), nativa dos trópicos, particularmente na América tropical e na Austrália. *Eugenia caryophyllus* conhecida popularmente como cravo ou cravo-da-índia é uma pequena árvore aromática, perenifólia que pode atingir 15 m de altura, de formato cônico quando jovem a cilíndrico, quando adulta. As folhas são simples, opostas, glabras e aromáticas, lâmina lanceolada, inflorescência terminal racemosa tipo corimbo, flores bissexuais, frutas sem sementes e de coloração roxo avermelhada. As plantas dessa família são usadas como tempero na culinária mundialmente e são ricas em OE, relatado por sua importância medicinal devido às propriedades anti-inflamatórias, analgésicas, antipiréticas (JOY *et al.*, 2001; SILVEIRA *et al.*, 2021).

O cravo é utilizado no processamento de alimentos, farmácia, perfumaria e cosméticos. Tem sido usado para melhorar o peristaltismo, como anestésico, anti-helmíntico natural, dispepsia, gastrite e diarreia; como antipirético, afrodisíaco, aperitivo, expectorante, antiemético, ansiolítico, miorelaxante, antifúngico, descongestionante, anti-inflamatório e hipnótico; também é utilizado no tratamento da asma e vários distúrbios alérgicos, como vermífugo, agente antibacteriano, dores de cabeça, dor de garganta, distúrbios dentários e respiratórios, doenças do sistema digestivo, afrodisíaco e para tratamento de distúrbios sexuais no homem (TAJUDDIN *et al.*, 2003; JAIN; SHARMA, 2019).

O OE de cravo e o composto isolado, eugenol, derivado do OE amplamente utilizado nas áreas médica e alimentícia, apresentam atividade contra diversos microrganismos. Um ensaio *in vivo* realizado por CASTRO *et al.* (2017) avaliou a ação direta destes e também da associação entre estes contra o fungo *A. alternata* em frutos de pitáia (*Hylocereus undatus* Haw.). Os ensaios indicaram que o OE integral e o eugenol reduziram significativamente o crescimento fúngico e demonstrou inclusive uma interação sinérgica do cravo combinado ao eugenol, com destaque para o este último, que foi efetivo no controle da doença no fruto em pós-colheita. O potencial de uso do OE e seu composto no controle de *A. alternata* é de grande importância, visto que este fungo causa doenças em uma extensa gama de hospedeiras.

Kalupahana *et al.* (2020) alcançaram controle eficaz para antracnose, com a inibição do crescimento micelial de *Colletotrichum siamense* em 100% com o OE de cravo de 1 a 5 μL por placa de Petri. Por meio da mesma técnica de avaliação do crescimento micelial *in vitro*, o OE de cravo teve efeito antifúngico contra *C. herbarum*, com ICM e Taxa de crescimento micelial ($T_x\text{CM}$) calculadas e inibição completa do fungo a partir da dose 12,8 μL (FIGUEIREDO *et al.*, 2021).

Além desses efeitos biológicos do OE de cravo, efeitos antimicrobiano e praguicida também foram citados em outros estudos, tanto para fins agrícolas ou de saúde pública. Ensaio realizados por Lucas *et al.* (2012) demonstraram o efeito antibacteriano a partir de 0,1% contra *X. vesicatoria*. O OE agiu sobre a morfologia e ultraestrutura bacteriana, o que ocasionou perda de material eletro-denso e alterações no citoplasma, danos à parede celular e redução da severidade da mancha bacteriana do tomateiro em mudas. Os OE de cravo e de anis estrelado (*Illicium verum*) foram testados sobre o gorgulho do caupi (*Callosobruchus maculatus*), uma praga de armazenamento. Os dois OEs apresentaram potencial efeito fumigante sobre o gorgulho do caupi, com concentração letal (CL_{50}) relativamente baixa de 22,36 e 20,27 $\mu\text{L.L}^{-1}$ de ar para *I. verum* e *E. caryophyllus*, respectivamente, sendo uma alternativa aos inseticidas químicos sintéticos para o controle de pragas em grãos armazenados (MATOS, 2020).

Thirach *et al.* (2003) avaliaram a atividade antifúngica de extrato de cravo e o composto eugenol, em comparação com a anfotericina B contra isolados dos fungos *C. albicans* e *Cryptococcus neoformans*. Os resultados obtidos pelos autores indicam que o extrato de cravo apresentou atividade inibitória mais potente contra *C. albicans* do que o eugenol na CFM em $67,5 \pm 15,39$ e $15,4 \pm 6,47$ mg.ml^{-1} , respectivamente. Já para *C. neoformans*, as CFM foram $22,22 \pm 12,71$ e $10,06 \pm 4,9$ mg.ml^{-1} , respectivamente. A anfotericina B continuou sendo o fungicida mais eficaz com CFM para *C. albicans* de $0,47 \pm 0,21$ $\mu\text{g.ml}^{-1}$ e para *C. neoformans*, CFM de $0,51 \pm 0,25$ $\mu\text{g.ml}^{-1}$. O OE de cravo também foi comprovadamente eficaz para repelência aos mosquitos das espécies *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus* e *Anopheles dirus*. Da mesma forma foi relatada atividade inseticida em *Pediculus capitis* e atividade acaricida contra *Dermatophagoides farinae* e *Dermatophagoides pteronyssinus* (KIM *et al.*, 2003; YANG *et al.*, 2003). A eficácia do OE de cravo encapsulado e testado sobre as bactérias *Listeria monocytogenes*, *S. enterica* e *S. aureus* foi observada por Barbosa *et al.* (2021). Os autores sugerem que a incorporação de alimentos em filmes comestíveis ou finos poderia ser aplicada para estender a vida de prateleira de produtos.

2.11.6 Canela (*Cinnamomum cassia* L.)

O gênero *Cinnamomum* pertencente à família Laureaceae é composto por árvores e arbustos. Consiste em 250 espécies de plantas distribuídas em regiões tropicais e subtropicais da América do Norte, América Central, América do Sul, Ásia, Oceania e Austrália, na maioria aromáticas e muitas delas usadas como especiarias e medicamentos fitoterápicos (RANI *et al.*, 2017). *Cinnamomum cassia* L. é bastante popular e conhecida como canela. A árvore possui folhas grossas, coriáceas, verde escuro, estreitas, pontiagudas, de formato oval e caracterizadas por uma camada de cera tornando-as brilhantes na aparência (RAVINDRAN *et al.*, 2004).

A canela tem amplo uso na culinária, para temperos, molhos, confeitaria e bebidas. Produz OEs da casca e de folhas, que são economicamente importantes e utilizados para aromatizar alimentos e bebidas e também, em preparações farmacêuticas e perfumaria (ZACHARIAH; LEELA, 2006; XING *et al.*, 2010). É vasto o potencial do OE de canela devido às suas propriedades medicinais, antimicrobianas, afrodisíacas, anti-helmínticas, inseticidas, antiaflatoxicogênico, hiperuricêmicas, antitirozinase, antimelanogênese e antioxidantes (CHANG *et al.*, 2017; SINGH *et al.*, 2020; KAČÁNIOVÁ *et al.*, 2021).

Cinamaldeído (3-fenil-2-propenal) é o principal componente ativo do OE da canela (*Cinnamomum* sp.), tem amplo uso em atividades biológicas e farmacológicas, tendo sido relatado atividade antimicrobiana, antioxidante, antidiabética, anticâncer, dentre outras. Os compostos terpênicos que compõem o cinamaldeído têm poderosa atividade antimicrobiana contra fungos e bactérias, sendo seu mecanismo de ação dose dependente. Este inclui a indução de apoptose, inibição da proliferação celular nas respostas imunes mediadas por monócitos/macrófagos, diminuição da produção de óxido nítrico induzido por lipopolissacarídeos (CHANG *et al.*, 2017; FIGUEIREDO *et al.*, 2017). Lee *et al.* (2005) verificaram que o cinamaldeído em uma dosagem de 100 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ mostrou um efeito inibitório contra o patógeno de mudas *R. solani* de 85,7%, de 100,0% contra patógenos de raiz, *Ganoderma australe* e *F. solani* e de 85,8% contra o patógeno *C. gloeosporioides*. Semelhantemente, Cheng *et al.* (2006) obtiveram resultados que demonstraram o cinamaldeído proveniente de lugares distintos possuíam a atividade antifúngica mais forte por inibir completamente *Trametes versicolor*, *Lenzites betulina* e *Laetiporus sulphureus* (fungos que crescem em árvores) na concentração de 200 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

A utilização de pó e extratos de canela favorece a qualidade sanitária de sementes de amendoim por reduzir a incidência de fungos com eficiência no controle *A. niger*, *Penicillium* spp. e *Rhizopus* spp., sem afetar a qualidade fisiológica das sementes (SOARES, 2014).

Kačániová *et al.* (2021) avaliaram o OE de canela quanto à sua atividade antioxidante, antimicrobiana, bem como antibiofilme contra os microrganismos *Stenotrophomonas maltophilia*, *B. subtilis*, *Penicillium citrinum* e *Penicillium crustosum*. O OE avaliado pelos métodos de disco difusão em ágar e difusão em caldo foi fortemente eficaz contra todos os microrganismos testados. Já o método da fase de vapor foi eficaz e ativo contra todos os *Penicillium* spp.

Um estudo avaliou a atividade antibacteriana de OEs e seus principais compostos sobre *E. coli* e *S. aureus* e na atividade antibiofilme, avaliado pela quantificação do número de células viáveis (unidade formadora de colônia - UFC). A quantificação de biomassa (absorbância = OD570 nm) também foi realizada para avaliar a atividade antibiofilme. *Escherichia coli* foi reduzida em 100% com OE de canela (MILLEZI *et al.*, 2019).

2.11.7 Melaleuca (*Melaleuca alternifolia* (Maiden & Betch) Cheel)

O gênero *Melaleuca*, pertencente à família Myrtaceae subfamília Leptospermoideae e inclui aproximadamente 100 espécies nativas da Austrália e Ilhas do Oceano Índico (VIEIRA

et al., 2004). *Melaleuca alternifolia*, popularmente conhecida como árvore de chá, tea tree ou melaleuca, frequentemente apresenta-se como arbusto ou pequena árvore de 4 a 7 m de altura, folhas alternadas, lineares, com 1 a 3,5 cm de comprimento. Quanto à morfologia floral, as flores são solitárias, exibem uma coloração branca, pétalas arredondadas e ovais, com 2 mm de comprimento e largura e feixes estaminais de 11 mm de comprimento em número de 30 a 35 filamentos espalhados por toda a garra (ROYAL BOTANIC GARDENS, 2015).

O principal produto de melaleuca é o OE, visto que tem grande importância medicinal por possuir comprovada ação biológica contra diversos patógenos. A constituição química da melaleuca é bem conhecida, esta é rica em terpinen-4-ol, principal responsável por suas propriedades antifúngicas e antibacterianas. Demais compostos incluem α -pineno, α -terpineno, para-cimeno, limoneno, 1,8-cineol, gama-terpineno, α -terpineol (OLIVEIRA *et al.*, 2011; ROANA *et al.*, 2021).

A atividade do OE de melaleuca sobre diferentes agentes fitopatogênicos vem sendo descrita na literatura. De acordo com Terzi *et al.* (2007), o OE de melaleuca e seus componentes (terpinen-4-ol, γ -terpinen e 1,8-cineol) podem ser considerados fungicidas naturais em potencial contra fitopatógenos. Em seus estudos, todos os fungos tratados, tais como *F. graminearum*, *Fusarium culmorum*, *Pyrenophora graminea* e folhas de cevada infectadas com *Blumeria graminis* foram suscetíveis ao OE e seus componentes. Entre os componentes do OE, o terpinen-4-ol foi o mais eficaz.

Chidi *et al.* (2020) evidenciaram o potencial antifúngico do OE de melaleuca sobre o crescimento de cepas de *Penicillium griseofulvum* isolado de lentilha e *Penicillium verrucosum* isolado de uvas secas e ainda, na produção de micotoxinas. Os autores demonstraram que o OE de melaleuca em diferentes concentrações interrompeu completamente a produção de ácido terrestre e ocratoxina A por *P. griseofulvum* em meio de cultura, bem como seu crescimento micelial foi inibido. *Penicillium verrucosum* também teve seu crescimento micelial e produção de micotoxinas inibidos.

Nos estudos realizados por Medice *et al.* (2007) utilizando OE de melaleuca no controle da ferrugem asiática da soja, os autores verificaram redução significativa na severidade da doença, semelhante à conferida pelo fungicida padrão utilizado. Já Lucas (2009) demonstrou a eficiência do OE no controle da mancha bacteriana do tomateiro causada por *X. vesicatoria*.

Martins *et al.* (2010) verificaram que o OE de melaleuca em concentrações a partir de 0,2% incorporado ao meio de cultura reduziu o crescimento micelial dos fungos *Macrophomina phaseolina*, *S. sclerotiorum* e *A. alternata*.

O OE de melaleuca tem sido usado há anos como agente antimicrobiano, devido às suas propriedades antifúngicas e antibacterianas, sendo eficaz contra *E. coli*, *S. aureus*, *Candida* e *Trichophyton mentagrophytes*, bem como *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. Quanto ao seu modo de ação, o OE tem a capacidade de penetrar na parede celular e na membrana citoplasmática dos organismos, o que compromete a integridade e leva à morte celular de fungos e bactérias. Seus compostos atuam ocasionando vazamento do citoplasma, distorção de hifas e esporos. Além de matar o fungo, inibe a atividade das micotoxinas. A melaleuca é benéfica na inibição da zearalenona (micotoxina que imita o hormônio reprodutivo estrogênio). Esta micotoxina é produzida principalmente pelo fungo *F. graminearum* e do desoxinivalenol (mais conhecido como DON), micotoxina que pertence à família dos tricotecenos, e pode ser produzido por diferentes gêneros de bolores. O gênero mais comum são os bolores *Fusarium*, mas também são destacados os gêneros *Mirothecium*, *Cephalosporium*, *Verticillium* e *Stachybotrys* (BROWN, 2021). O OE de melaleuca promoveu também a vacuolização do citoplasma da bactéria *X. vesicatoria* e inibiu seu crescimento *in vitro* a 10% de concentração e na concentração 0,1% reduziu a severidade da mancha bacteriana do tomate (LUCAS *et al.*, 2012).

Ardiana (2021) afirma que o OE de melaleuca tem atividade antimicrobiana contra bactérias, vírus, fungos e parasitas. Com o objetivo de melhorar a eficácia terapêutica, Roana

et al. (2021) associaram o OE de melaleuca a antifúngicos convencionais (cetoconazol e itraconazol), estes, após exposição prolongada resultam em falhas terapêuticas e infecções crônicas. Essa associação demonstrou sinergismo e atividade fungicida contra *Trichophyton rubrum*, dermatófito constante em 70% das dermatofitoses. Hammer *et al.* (2004) relataram que o OE de *M. alternifolia* apresenta atividade fungistática e fungicida sobre dermatófitos e fungos filamentosos.

Correa *et al.* (2020) testaram a CIM do OE de melaleuca para os microrganismos: *E. coli*, *S. aureus* e *C. albicans*, com a finalidade de incorporá-lo em creme com atividade antimicrobiana e obtiveram resultados promissores para o desenvolvimento de fórmulas farmacêuticas como possível alternativa terapêutica frente aos microrganismos testados. A CIM₅₀ correspondeu a redução de 50% do halo de crescimento na menor concentração de emulsão do OE. Os resultados obtidos mostraram que as concentrações mínimas inibitórias para os microrganismos avaliados foram 9,0 mg.mL⁻¹ para *Staphylococcus aureus*, 4,5 mg.mL⁻¹ para *E. coli* e 4,5 mg.mL⁻¹ para *C. albicans*.

2.11.8 Citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt)

Cymbopogon winterianus (citronela) é uma planta medicinal aromática, originária do Ceilão e da Índia, semelhante ao capim-limão, pertence à família Poaceae, subfamília Panicoideae. Está amplamente distribuída nas regiões tropicais e subtropicais da África, Ásia e América. A planta é perene, herbácea, cespitosa e pode chegar a um metro ou mais de altura. As folhas são verdes, estreitas, amplexicaules, linear lanceoladas, de faces ásperas e bordo cortante. É bastante conhecida por conter em suas folhas alto teor de OE com propriedades antimicrobianas, repelentes e baixa atividade antioxidante, tendo como constituintes majoritários o limoneno (3,4%), b-citronelal (45%), β-citronelol (14,5%) e geraniol (20,7%) (COUTO, 2006; CASTRO *et al.*, 2007; SCHERER, 2009; AVOSEH *et al.*, 2015).

A eficiência do OE de citronela foi observada no controle de doenças fitopatogênicas, com atividade antimicrobiana sobre diversos fitopatógenos, tais como *Fusarium subglutinans* f. sp. *ananas* (SANTOS, 2001), *Ralstonia solanacearum* com controle de 100% do moko da bananeira em mudas inoculadas e tratadas com o OE a 3,75%, mas as folhas das plantas apresentaram fitotoxidez (AMORIM *et al.*, 2011), *C. coffeicola* e *H. vastatrix*. (PEREIRA, 2008), *X. vesicatoria* (LUCAS, 2012) e a bactéria *P. carotovorum* (COSTA, 2009). Danos à parede celular da bactéria *X. vesicatoria* também foram relatados por Lucas *et al.* (2012), bem como promoveu controle pós-colheita de *Colletotrichum* sp., em pêssego e *B. cinerea*, em morangos (FONTANA *et al.*, 2021). Para o controle de patógenos de solo, como *Fusarium* spp. e *S. sclerotiorum*, o OE apresentou alto potencial fungicida de acordo com Fontana *et al.* (2020). Os autores constataram ICM total dos fungos a 0,8 μL.mL⁻¹.

Silva (2007) verificou que o OE de citronela a 1,25% promoveu redução de 50% na incidência do mal-do-Panamá causado por *F. oxysporum* f. sp. *cubense*, bem como inibiram *in vitro* 100% a germinação de urediniósporos de *P. pachyrhizi* (MEDICE *et al.*, 2007). Perini (2011) utilizou o OE de citronela no controle da brusone do arroz causada por *P. grisea* e avaliou o seu efeito na forma curativa, bem como preventiva. O autor constatou que a aplicação do OE na concentração de 2% promoveu ausência dos sintomas da doença e agiu de forma preventiva em concentrações de 1,5 a 2% do OE em metade das repetições nos dois casos.

Pereira *et al.* (2012) pulverizaram plantas de café de doze meses de idade com tratamento de OE de citronela (1.000 μL L⁻¹) e inocularam *Hemileia vastatrix* e *Cercospora coffeicola* sete dias após, a fim de induzirem resposta de defesa do cafeeiro às doenças ferrugem e cercosporiose. O OE de citronela controlou a ferrugem e a cercosporiose com eficiências de 47,2 e 29,7%, respectivamente.

O OE teve ação bactericida sobre *E. coli* nos testes de microdiluição com 100% de eficiência bactericida até a concentração 1:1024 (COSTA *et al.*, 2020). A inibição bacteriana foi a CIM 250 a 1000 µg.mL⁻¹ e apresentou atividade anticandida com CIM na faixa 125 a 500 µg.mL⁻¹ (VERMA *et al.*, 2020). O mecanismo de ação do OE não foi estudado o suficiente, mas Oliveira *et al.* (2015) constataram alterações morfológicas, vazamento celular, lise celular, ligação do OE ao ergosterol, inibição da formação de pseudohifas e clamidoconídeos em *C. albicans*. Similarmente, Pereira *et al.* (2011) verificaram alterações morfológicas nas cepas fúngicas de *T. rubrum*, fungo comum em dermatofitoses. Os autores constataram ainda, a perda de conidiação, alterações na forma e pigmentação das hifas. A atividade antimicrobiana foi relatada contra cepas de *Staphylococcus* isoladas de otite externa canina pelo método de microdiluição em placa de 96 poços. O OE foi utilizado a uma concentração máxima de 10% e mínima de 0,04% (MARTINI *et al.*, 2021).

2.11.9 Menta (*Mentha arvensis* L.)

Menta é uma planta aromática da família Lamiaceae que inclui 42 espécies, 15 híbridos, e centenas de subespécies, variedades e cultivares, amplamente distribuída na Europa. A espécie *M. arvensis* é originária dos climas temperados da Europa e da Ásia Ocidental e Central. É cultivada em grande escala no Brasil, China, Paraguai, Japão, Tailândia, Angola e Índia. A planta possui flores tubulares, em grupos de 20 ao redor das axilas das folhas, que variam da cor rosa a lilás claro e branca com manchas escuras. O cálice é peludo, cerca de um terço do comprimento da flor. As folhas têm até 5 cm de comprimento e 2,5 cm de largura, de forma ovoide a elíptica, pontiaguda na ponta, bordas serrilhadas e caules curtos, são fortemente aromáticas quando esmagadas. Os caules são quadrados, ascendendo para eretos, verdes ou às vezes vermelhos e peludos (DORMAN *et al.*, 2003; MINNESOTA WILDFLOWERS, 2006; LAWRENCE, 2006; LORENZI; MATOS, 2008; SALEHI *et al.*, 2018).

Tem importância econômica mundial devido ao seu amplo uso em cosmética, culinária, aromatização de alimentos e bebidas. Também apresenta importantes atividades farmacológicas, como prevenção do desenvolvimento de câncer e efeitos antiobesidade, antimicrobianos, anti-inflamatórios, antidiabéticos e cardioprotetores, resultado de seu potencial antioxidante (ŠARIĆ-KUNDALIĆ *et al.*, 2009; SHAIKH *et al.*, 2014; TAFRIHI *et al.*, 2021).

Kumar *et al.* (2007) citam outras propriedades do OE de menta como antiaflatoxigênico e antioxidante. O OE exibiu potente atividade antioxidante no bioensaio de ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfúrico e inibiu completamente a produção de aflatoxina B1 pela cepa toxigênica de *A. flavus* a 0,05 mg.mL⁻¹. Os autores utilizaram o OE de menta contra as cepas *A. flavus*, *A. niger*, *A. fumigatus*, *B. theobromae*, *Cladosporium cladosporioides*, *F. oxysporum*, *Helminthosporium oryzae*, *M. phaseolina* e *Sclerotium rolfsii*, nas quais o OE demonstrou amplo espectro fungitóxico a 0,10 mg.mL⁻¹.

Nos estudos de Özdemir e Gozel (2018) foi avaliado a eficácia do OE de menta contra o nematoide *M. incognita* em tomateiro. Os autores concluíram que o OE tem o efeito tóxico com doses de aplicação de 3% e 5% para *M. incognita*. Pesquisadores sugerem que metabólitos secundários como compostos fenólicos e flavonoides na planta podem ser separados por vários métodos, e os componentes mais eficazes neles podem ser detectados e a pesquisa enriquecida (BEN EL HADJ ALI *et al.*, 2015).

Do mesmo modo atividade antibacteriana do OE de menta sobre o crescimento de *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. flexneri*, *K. pneumoniae*, *S. aureus* (SUGANDHI; BAI, 2011), *B. subtilis*, *Streptococcus aureus*, *P. aeruginosa* (TAFRIHI *et al.*, 2021) e *Aeromonas* spp. foi demonstrada. A constituição química do OE contém principalmente monoterpenos oxigenados (97,1%) e mentol (86,1%), geralmente como componente majoritário (CHAGAS *et al.*, 2020).

O componente químico mentol foi citado por Gadelha *et al.* (2003) como responsável pela ação curativa e preventiva da fusariose que afeta o pedúnculo do mamão (COUNCIL OF EUROPE, 2005; KALEMBRA; SYNOWIEC, 2019).

2.11.10 Tomilho (*Thymus vulgaris* L.)

Thymus vulgaris, planta medicinal popularmente conhecida como tomilho é nativa do sul da Europa e encontra-se distribuída mundialmente. Pertence à Lamiaceae, família na qual o gênero *Thymus* reúne várias espécies amplamente distribuídas na região do Mediterrâneo e usadas como antibacterianas e anti-inflamatórias na farmacopeia tradicional (HOSSEINZADEH *et al.*, 2015). O tomilho é um pequeno arbusto perene que raramente atinge 40 cm de altura e os caules ficam lenhosos com a idade. As folhas são de formato ovais à retangulares e a parte aérea é usada para a produção de OE, principalmente por destilação a vapor (PRASANTH REDDY *et al.*, 2014). Seus constituintes ativos são reconhecidos cientificamente, como o timol e o carvacrol, os quais têm características similares às de bactericidas e fungicidas (PINTO, 2001).

O tomilho é amplamente utilizado nas indústrias alimentícia e farmacêutica. Diversos países o cultivam, especialmente em áreas rurais, dependentes de medicamentos fitoterápicos para tratar patologias, incluindo doenças relacionadas à inflamação como reumatismo, inchaço muscular, picadas de insetos e dores. É empregado em práticas médicas tradicionais e modernas. O OE de tomilho tem demonstrado que seus compostos apresentam propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes, antibacterianas, vermífugas e antifúngicas. Além disso, o tomilho é considerado adstringente, anti-helmíntico, carminativo, desinfetante, tônico e é largamente utilizado na culinária, na indústria farmacêutica e de cosméticos (PRASANTH REDDY *et al.*, 2014; HOSSEINZADEH *et al.*, 2015; GOLDJIL *et al.*, 2020).

De acordo com Segvić Klarić *et al.* (2006), timol e o OE de tomilho, cujos principais componentes são p-cimeno (36,5%) e timol (33%), apresentaram forte atividade fungicida e/ou fungistática contra os gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Mucor* e *Rhizopus*. O OE de tomilho e timol também exibiram forte atividade antifúngica contra *Rhizopus oryzae* com CIM de 128 a 512 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ para ambos. Kim *et al.* (2008) obtiveram a atividade antifúngica do OE na concentração de $28\cdot 10^{-3}$ $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ sobre *Phytophthora cactorum* e *Cryphonectria parasitica*, com taxas de inibição de 100%.

Almada *et al.* (1998) observaram efeito fungitóxico do OE em plantas de pepino inoculadas com *Pseudoperonospora cubensis* em casa de vegetação. Medice *et al.* (2007) observaram redução de 34,6 a 62,3% na severidade da ferrugem da soja em diferentes cultivares tratadas com o OE a 0,3%, além de um efeito direto sobre a formação de urédias e urediniósporos do fungo *Phakopsora pachyrhizi*. Sob microscopia eletrônica de varredura foi verificada murcha dos urediniósporos quando tratados com o OE de tomilho, o que também foi observado por Pereira (2008) em plantas de cafeeiro tratadas com OE de tomilho e inoculadas com *C. coffeicola*.

O estudo de Moutassem *et al.* (2019) avaliou a atividade antifúngica do OE de tomilho contra *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* e seus efeitos na indução de resistência sistêmica em grão-de-bico em testes *in vivo*, nos quais o OE foi eficaz na redução da severidade do grão-de-bico com uma taxa de inibição de 99,3. Com o OE de tomilho, Kumar *et al.* (2008) inibiu completamente o crescimento micelial de *A. flavus* a 0,7 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$ e exibiu um amplo espectro tóxico contra diferentes fungos, como *F. oxysporum*, *C. herbarum*, *Curvularia lunata*, *A. terreus*, *A. niger*, *A. fumigatus*, *A. alternata* e *Botryodiplodia theobromae*. Riccioni e Orzali (2011) relataram uma CIM muito baixa (<0,05%) do OE de tomilho contra patógenos fúngicos transmitidos por sementes, tais como *Ascochyta rabiei*, *Colletotrichum lindemuthianum*, *F. graminearum*, *F. culmorum*, *Drechslera avenae*, *Alternaria radicina* e *Alternaria dauci*. Os

autores concluíram que o OE pode ser usado na agricultura de forma segura e ecológica no tratamentos de sementes, para prevenir e controlar doenças transmitidas por estas.

O OE de tomilho mostrou boa atividade inibitória contra *P. syringae*, com valores de CIM de 1,43 a 11,5 mg.ml⁻¹ na formação de biofilme, e a produção de coronatina, siringomicina e tabtoxina foram inibidas na maioria das cepas (CAREZZANO *et al.*, 2017).

Além do seu potencial uso agrícola, o OE de tomilho é estudado para outros fins. Os estudos de Boukhatem *et al.* (2020) sugerem o uso do OE de tomilho em aromaterapia e/ ou como ingrediente ativo na prevenção e tratamento de infecções fúngicas e inflamação tópica. Os autores determinaram *in vitro* a atividade antifúngica contra as cepas de *C. albicans* e *C. parapsilosis*, a CIM variou de 0,3 a 0,15 µL.ml⁻¹.

2.11.11 Lavanda (*Lavandula dentata* L.)

Lavandula dentata L., conhecida popularmente como lavanda pertence à família Lamiaceae e é nativa do leste e sul da Espanha. Apesar disso, a planta é bem adaptada a climas tropicais e se encontra distribuída globalmente (BIASI; DESCHAMPS, 2009). No Brasil, o cultivo da lavanda vem crescendo devido ao seu grande potencial para uso em fitoterápicos, aromaterapia, cosméticos, culinária e turismo (ADAMUCHIO *et al.*, 2017). A espécie *L. dentata* está bastante adaptada às condições brasileiras e também vem sendo chamada de lavanda Brasil, devido aos trabalhos desenvolvidos com OE da lavanda de modo pioneiro (AMARAL, 2015).

A lavanda tem grande potencial econômico e é considerada uma espécie medicinal com grande potencial de uso. É uma planta aromática, lenhosa, de porte subarborescente, caule quadrado e muito ramificado. As folhas são do tipo revolutas, verdes acinzentadas e apresentam superfície peluda, oposta, lanceolada, com ápice agudo e bordas dentadas (FIGUEIREDO *et al.*, 2021).

O OE de lavanda possui propriedades ativas, tais como sedativas, antioxidantes, antibacterianas, antifúngicas, carminativas, antidepressivas e citotóxicas (JUSTUS *et al.*, 2019). Seus constituintes majoritários são o 1,8 cineol e cânfora (MARTINS *et al.*, 2019; FIGUEIREDO *et al.*, 2021).

A riqueza em compostos químicos com propriedades bioativas da lavanda contra potenciais fitopatógenos tem sido objeto de pesquisas diversas. Devido a seus compostos químicos, o OE de lavanda tem sido citado como efetivo na inibição do crescimento micelial e esporulação de fungos fitopatogênicos (LÓPEZ-MENESES, 2015; MOUMNI *et al.*, 2021).

Özcan *et al.* (2018) examinaram o OE de *Lavandula stoechas*, cujos principais constituintes identificados foram Linalol (49,9%), acetato de linalil (14,4%), acetato de lavandulil (5,7%), α -terpineol (5,6%), terpineno-4-ol (5,1%), lavandulol (3,7%), (E)- β -ocimeno (2,6%) e (Z)- β -ocimeno (2,4%), quanto à sua atividade antifúngica contra fitopatógenos. Os autores obtiveram efeitos inibitórios sobre o crescimento micelial dos fungos testados, com efeito pronunciado em *B. cinerea*, seguido por *A. alternata* e *F. oxysporum*. Similarmente, Angioni *et al.* (2006) analisaram o OE de *L. stoechas* quanto à sua atividade antifúngica pelo método de difusão em disco de papel. Contudo, o constituinte majoritário em folhas e flores foi fenchona (52,6 e 66,20%, respectivamente), seguido por cânfora (13,13 e 27,08%, respectivamente). O OE foi eficaz na inativação de *R. solani* e *F. oxysporum* e menos eficaz contra *A. flavus*.

As propriedades da lavanda incluem atividades larvicida e inseticida. Os compostos principais do OE de lavanda, tais como 1,8-cineol, cânfora, α -pineno, trans-pinocarveol, linalol e borneol têm apresentado efeito tóxico contra larvas de *Culex pipiens*, sendo as concentrações letais LC₅₀ e LC₉₀ de 2.670 e 7.400 µg.ml⁻¹, respectivamente (EL-AKHAL *et al.*, 2021). Silva

et al. (2020) constataram que a lavanda apresenta atividade repelente para *Nauphoeta cinerea* na forma de OE, extrato aquoso ou alcóolico.

A atividade antibacteriana do OE de lavanda também foi citada para cepas: Gram-negativas, as bactérias *E. coli* e *P. aeruginosa* com CIM de 10 e 20 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ e bactérias Gram-positivas, *S. aureus* e *Streptococcus fasciens* com CIM de 5 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ para ambas. Os autores citaram um teor de cânfora elevado no OE, 50,3% na espécie (BOUAZAMA *et al.*, 2017).

2.12 Possíveis Mecanismos de Ação de Óleos Essenciais Contra Microrganismos

Em geral, o mecanismo de ação pode ser devido a uma alteração física, química ou bioquímica nos microrganismos causada pela exposição a um agente antimicrobiano. O mecanismo de ação de um OE depende principalmente da concentração e do tipo de constituinte químico presente. Diferentes constituintes podem operar por mecanismos distintos e atingir diversos microrganismos, como bactérias gram-positivas ou gram-negativas, leveduras ou bolores, porque diferem na composição de suas membranas celulares. A atividade antimicrobiana dos OEs pode ser regulada por mais de um mecanismo de ação, pois diferentes constituintes podem ter alvos celulares distintos (HYLDGAARD *et al.*, 2012; GUO *et al.*, 2021).

O mecanismo de ação dos OEs não foi completamente descrito, porém diferentes pesquisas sugerem que sua atividade antimicrobiana se deve à interação deste e de seus fitoconstituintes com as membranas celulares, o que pode levar à alteração da permeabilidade celular, ao desequilíbrio hidroeletrolítico e à lise de membrana, devido ao acúmulo na bicamada lipídica, graças ao seu caráter lipofílico (HAMMER *et al.*, 2004; CAVALCANTI *et al.*, 2011). Embora o modo de ação inibitória dos OEs contra a germinação ainda permaneça incerto, possíveis mecanismos de ação, como por exemplo porquê a germinação de conídios pode ser reduzida ou totalmente inibida foram propostos. Além disso, os impactos dos OEs na germinação de esporos podem ser atribuídos à desnaturação do sistema enzimático, responsável pela germinação de conídios ou interferência com o aminoácido e / ou inibição da transdução da atividade dos sinais envolvidos no processo de germinação (TIAN, 2012).

Óleos essenciais podem afetar a integridade de um microrganismo por diversas vias, com potencial para impactar qualquer sistema danificando a estrutura, bem como funções celulares e conseqüentemente causando a morte da célula, como por danos à membrana celular, vazamento de íons de potássio, alterações na morfologia celular, alterações nas propriedades da membrana, interrupção da homeostase intracelular do pH, interrupção da homeostase intracelular de Ca^{2+} , inibição de enzimas, inibição da divisão celular, alterações na produção de toxinas ou inibição da respiração celular (LAMBERT *et al.*, 2001; BURT; REINDERS, 2003; KWON *et al.*, 2003; BENNIS *et al.*, 2004; BOUHDID *et al.*, 2009; RAO *et al.*, 2010; HEMAISWARYA *et al.*, 2011; GUO *et al.*, 2021).

Conforme observado por Cavalcanti *et al.* (2011) em seus estudos, nos quais realizaram uma análise em microscopia eletrônica de varredura dos efeitos provocados pelo OE de *Rosmarinus officinalis* (alecrim), evidenciou-se alterações morfológicas sobre cepas de *Candida albicans* causadas pelo OE confirmando a hipótese de que esses produtos alteram a permeabilidade celular.

Além das reconhecidas atividades citoprotetora e antioxidante de muitos desses compostos, atividades larvicidas, inseticidas e antiparasitárias têm sido associadas à indução de estresse oxidativo em parasitas, aumentando os níveis de óxido nítrico no hospedeiro infectado, reduzindo a resistência do parasita ao oxigênio reativo e aumentando a peroxidação lipídica, ocasionando danos graves às membranas celulares (LUNA *et al.*, 2019).

O constituinte químico cinamaldeído, presente no OE da canela e também em sementes da leguminosa *Senna obtusifolia*, inibe a síntese de quitina na parede das células de fungos,

deste modo age como um fungicida (BANG *et al.*, 2000). Quanto ao mecanismo de ação do carvacrol, composto ativo presente em alguns OEs como no orégano, tem sido sugerido que este interage com a membrana celular dos patógenos bacterianos. O mecanismo de ação dos OEs tem sido bastante discutido, mas devido à quantidade e variedade dos compostos químicos presentes torna-se difícil a atribuição de um mecanismo de ação específico para a atividade antimicrobiana (CARSON *et al.*, 2002; BONA *et al.*, 2012).

Pesquisadores (DE BILLERBECK, 2001; HELAL *et al.*, 2007) por meio de microscopia eletrônica observaram desaparecimento de regiões de parede celular de hifas de *Aspergillus niger* e *Aspergillus flavus* após o tratamento com OE de citronela. Medice *et al.* (2007) e Pereira (2011) verificaram a inibição total da germinação de uredinósporos de *P. pachyrhizi* e *C. coffeicola*. Lucas (2009) observou, em microscopia eletrônica de transmissão, que células de *Xanthomonas vesicatoria* expostas ao OE apresentaram degradação da parede celular e alteração na densidade citoplasmática. O OE de citronela, bem como seus extratos brutos etanólico e metanólico podem atuar como eliciadores na indução de fitoalexinas, como observado por Moreira (2008) em plantas de sorgo.

A eficácia dos OEs em condições *in vivo* pode resultar da combinação de atividade antifúngica direta e a elicitação de respostas de defesa na planta hospedeira. Bem El Hadj Ali *et al.* (2015) concluíram que o efeito protetor do OE de tomilho contra *Fusarium*, fungo que causa murcha em tomate, pode ser devido à indução de resistência por acumulação fenólica e peroxidase nas raízes e folhas três dias após o tratamento. Os autores sugerem que tratamentos com OE de tomilho poderiam contribuir para limitar a propagação do patógeno, suprimir o crescimento micelial e diminuir a concentração de esporos no solo.

Óleos essenciais afetam as células microbianas por vários mecanismos: atacando a membrana celular, destruindo enzimas, comprometendo o material genético, causando perturbação da força motriz do próton, fluxo de elétrons, transporte ativo e coagulação do conteúdo celular (OUSSALAH *et al.*, 2006). Por serem hidrofóbicos, estes podem entrar na bicamada fosfolipídica da parede celular e da mitocôndria distorcendo a estrutura e torná-las mais suscetíveis a vazamento celular (BADAWY; ABDELGALEIL, 2014).

Constituintes químicos presentes em OEs, como por exemplo o carvacrol, eugenol e linalol, constituintes do OE de orégano; o timol, presente nos OEs de orégano e tomilho; o 1,8-cineol, presente em OEs como basilicão, gengibre, melaleuca e lavanda, foram testados em avaliações antimicrobianas isoladamente ou em conjunto. Carvacrol e 1,8-cineol causaram modificação severa na constituição da parede celular, degradação da membrana plasmática, encolhimento das células, condensação do conteúdo citoplasmático, vazamento do material intracelular e colapso celular de *Aeromonas hydrophila* (SOUSA *et al.*, 2015). Já o timol foi revelado a causar alteração da membrana celular de *Pseudomonas putida*, inibição da atividade ATPásica e liberação de proteínas intracelulares ATP e outros constituintes (OUSSALAH *et al.*, 2006).

Os efeitos sinérgicos do carvacrol com linalol, eugenol e timol têm sido estabelecidos, e pode ser devido aos constituintes timol e carvacrol desintegrarem a membrana externa, tornando mais fácil para o eugenol entrar no citoplasma e combinar-se com proteínas (BASSOLÉ *et al.*, 2011). Do mesmo modo, KRISHNA KISHORE *et al.* (2007) enfatizaram que a atividade antifúngica de OEs pode não ser facilmente correlacionado com qualquer constituinte individual, mas com uma mistura de compostos presentes. Embora algumas substâncias químicas individuais de determinados compostos tenham potencial antimicrobiano de forma independente, os efeitos dos OEs são predominantemente devidos às interações dos componentes químicos que os compõem (HYLDGAARD *et al.*, 2012).

Os resultados obtidos por tratamento com OEs mostram importantes anormalidades morfológicas apresentadas pela perda visível do conteúdo do citoplasma, fragmentação, explosão, a inibição total ou parcial da germinação e lise dos tubos germinados. Estes resultados

também foram obtidos por Cordova-Albores *et al.* (2016). Os autores relataram que a aplicação do OE de *Jatropha curcas* causou danos morfológicos e celulares no micélio e conídios de *F. oxysporum*. Os OEs de louro e de tomilho inibiram o crescimento micelial, esporulação e germinação conidial do *Fusarium* sp. e reduziram a severidade de murcha do grão de bico. A resistência do grão-de-bico tratado com OEs de tomilho e louro sobre *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* verificada por Moutassem *et al.* (2019) é principalmente atribuída ao acúmulo de compostos fenólicos, sendo o maior teor de polifenóis obtido com tomilho (22,7 a 57,5 mg.g⁻¹). A redução do crescimento micelial *in vitro* de *Bipolaris oryzae* foi destaque mesmo em pequenas concentrações (3%) do OE de orégano (ZANANDREA *et al.*, 2004).

Dorman e Deans (2000) relataram que a maioria dos OEs deve exercer efeito antimicrobiano afetando a estrutura da parede celular bacteriana, desnaturando e coagulando proteínas. Além disso, segundo os mesmos autores, os OEs podem também alterar a permeabilidade da membrana plasmática, causando a interrupção de processos vitais da célula, como transporte de elétrons, translocação de proteínas, fosforilação e outras reações, o que resulta na perda do controle quimiosmótico e leva a morte celular.

3 METODOLOGIA

A título de ilustração, a Figura 10 apresenta um organograma com o resumo geral das análises realizadas na tese a fim de facilitar o entendimento da sua sequência.

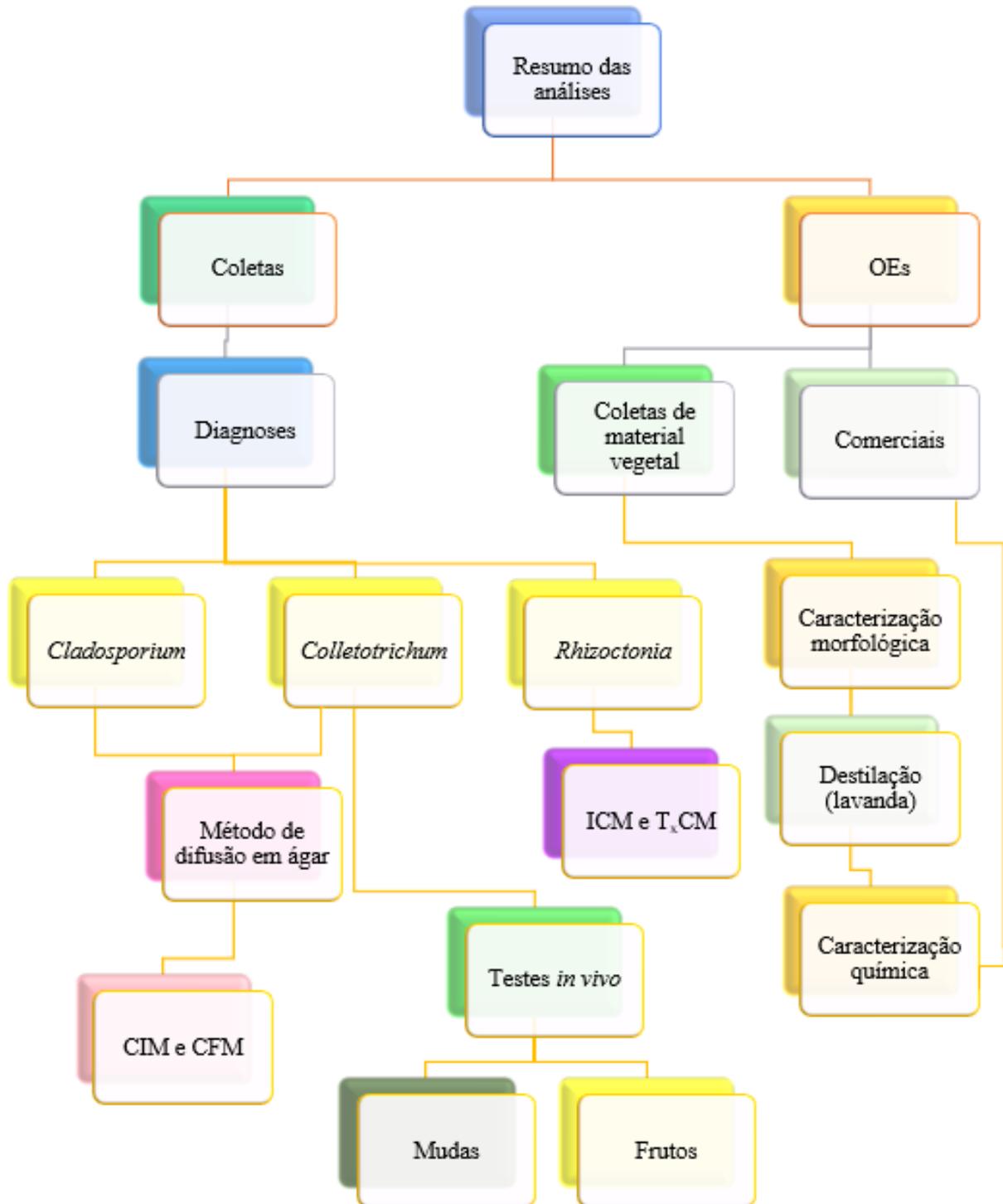


Figura 10. Resumo geral das análises.

3.1 Delimitação da Área de Estudo

O estudo foi realizado no município de Paty do Alferes (Figura 11 A-C), localizado na Região Centro-Sul do Estado do Rio de Janeiro a 43° 42' de longitude oeste e a 22° 42' de latitude sul, o qual abrange uma área de 314,34 km², a 610 metros de altitude, entre os municípios de Miguel Pereira, Vassouras, Paraíba do Sul e Petrópolis. O mapa da cidade de Paty do Alferes por perspectiva de satélite apresenta suas coordenadas, conforme a Figura 11 C. O clima é tropical úmido de altitude (Cfa), segundo a classificação Koppen, identificado como quente e muito úmido. Sua pluviosidade média anual é 1.637 mm. A economia local provém da agricultura, do comércio, da pecuária e do turismo. Foram obtidas amostras a partir de sítios e fazendas em sete localidades: Campo Verde, Caetés, Lameirão, Palmares, Boa Vista, Coqueiros e Maravilha.

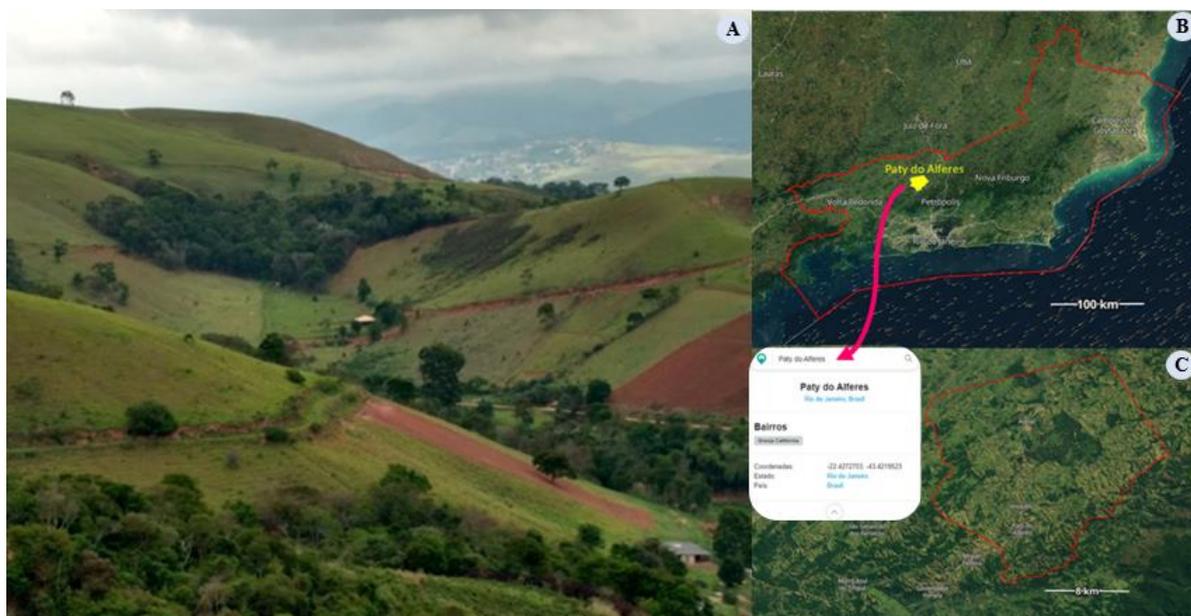


Figura 11. A. Paty do Alferes-RJ; B-C. Mapas apresentam a localização do Município de Paty do Alferes. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, elaborado a partir do Google Earth, 2021.

3.2 Coletas de Amostras

a) Coletas de material para diagnose

As coletas a campo de plantas sintomáticas e solo para os estudos de diagnose foram realizadas em lavouras com maracujazeiros (Figura 12 A-D), no município de Paty do Alferes-RJ. No período de maio de 2018 a maio de 2019, plantas sintomáticas e amostras de solo foram coletadas com o objetivo de verificar a ocorrência de doenças fitopatogênicas nos pomares. A partir de mudas ou pés selecionados, plantas inteiras ou partes destas infectadas (folhas, ramos, frutos, flores) foram coletadas por meio do método de amostragem sistemática e depositadas em sacos de papel kraft, devidamente identificadas e transportadas aos laboratórios Fauna do solo e Ecologia Microbiana, da Embrapa Agrobiologia, mantendo-as sob refrigeração até o momento da análise de diagnose. Do mesmo modo, o solo coletado foi mantido refrigerado, contudo, em sacos plásticos de 50 L de capacidade (FREIRE, 2000; AGRIOS, 2005).



Figura 12. Cultivo de maracujá. A. Lavourea de maracujá; B. Rama com frutos; C-D. Condução em treliça vertical tipo cerca. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2019.

b) Coleta de material vegetal para extração de OE de lavanda

Foram coletadas plantas de lavanda saudáveis, sem sintomas de patologias, deficiências ou outras anormalidades cultivadas em Sebollas, distrito de Paraíba do Sul - RJ, sob clima tropical de altitude (Cwa), localizado a 275 m de altitude. O material vegetal foi coletado com poda de um terço da parte aérea das plantas em plena floração, na primavera de 2019, horário da manhã. Todo o procedimento foi realizado com luvas para evitar contaminação das plantas e possível alteração dos constituintes químicos do OE (Figura 13 A-D).



Figura 13. *Lavandula dentata*. A. Cultura a campo; B. Ramos colhidos de lavanda; C, D. Detalhe no momento da coleta. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2019.

3.3 Diagnóstico de Doenças e Obtenção dos Potenciais Fitopatógenos nas Amostras de Plantas e Solo

Este trabalho foi conduzido nos laboratórios da Embrapa Agrobiologia (Figura 14 A-D) e Campus da UFRRJ, no período de maio de 2018 a janeiro de 2020.



Figura 14. EMBRAPA Agrobiologia: Instituto Johanna Döbereiner. A. Laboratório de Fauna microbiana; B. Sala de microscopia; C e D. Laboratório de Ecologia Microbiana. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2018.

As amostras de plantas coletadas a campo seguiram para a pesquisa e confirmação do agente causal. Inicialmente, a parte aérea, raízes e frutos foram observados com base em sintomas característicos de doenças bióticas causadas por vírus, bactérias, fungos e nematoides.

A detecção da ocorrência de doenças em maracujá seguiu conforme a presença ou ausência de enfermidades nas plantas. Foram calculados os níveis de incidência (quantificação binária, a doença ocorre ou não) por meio da contagem do percentual de ocorrência de amostras (plantas, folhas, caules, frutos) infectadas em relação ao total de unidades examinadas. Em alguns casos, ao mensurar a incidência de doenças pode-se relacionar diretamente à severidade da doença no campo, como murchas vasculares e podridões em frutos. O presente estudo não teve a intenção de realizar a patometria das doenças. A severidade dessas doenças nas plantas e o nível de perdas ocasionados possivelmente seria tema para outro estudo e demandaria um período maior de amostragem (três anos no mínimo) (AMORIM, 1995; AGRIOS, 2005).

a) Isolamento do agente causal - fungos e bactérias

A obtenção dos isolamentos dos fitopatógenos foi pelo método sistemático em meios de cultura e iscas biológicas conforme a Instrução Normativa N° 28 (BRASIL, 2009). O isolamento foi realizado pelos métodos direto e indireto, de acordo com a qualidade do material analisado, com posterior caracterização dos isolados. As placas foram incubadas de 26 a 27 °C \pm 2 °C por 15 dias para a recuperação dos patógenos (ROMEIRO, 2001; ALFENAS; MAFIA, 2007).

Na diagnose, a identificação dos microrganismos deu-se a partir dos tecidos infectados em meios de cultura e isolamento das colônias individualizadas. Os testes de patogenicidade, quando necessários, foram efetuados conforme os postulados de Koch (KOCH, 1876). Os fungos crescidos após incubação foram examinados em lupa e por microscopia e, de acordo com suas características morfológicas, identificados com base em descrições e chaves

sistemáticas (BARNETT; HUNTER, 1972; SUTTON, 1980; ROSSMAN *et al.*, 1987; HANLIN, 1990).

b) Nematoses

Para a identificação morfológica de espécimes de nematoide a partir de amostras de solo foi realizado o método do peneiramento combinado com flutuação em centrífuga e funil de Baermann modificado (BAERMANN, 1917; JENKINS, 1964; HOPPER, 1970; COOLEN; D'HERDE, 1972).

A análise direta a partir de raízes infectadas e lavadas para exame sob lupa foi realizada para a busca de nematoides endoparasitas, semi-endoparasitas e ectoparasitas. Com auxílio de estilete, os nematoides foram pescados e transferidos para uma lâmina temporária para observação da morfologia, anatomia e estrutura para o diagnóstico em microscopia. Foram verificados e mensurados o corpo, estilete, esôfago, estruturas reprodutivas (ovário, espermateca, espícula), vulva, cutícula, região cefálica, região labial, região caudal, região perineal e outras estruturas. Por essa metodologia foram identificados nematoides parasitas em seus diferentes estágios, fêmeas imaturas, machos, juvenis, cistos e ovos. O preparo de cutículas para análise perineal de *Meloidogyne* sp. foi realizado a partir de fêmeas sob a lupa. Com o auxílio de um estilete e bisturi, a região cefálica foi retirada e delicadamente foi espremida a massa de ovos do corpo da fêmea. O corpo foi cortado ao meio e a cutícula lavada em solução de ácido acético e organizada em lâmina de vidro lado a lado para exame em microscopia. No mínimo vinte cutículas por amostra foram organizadas em lâmina para as mensurações e identificações dos espécimes (SHURTLEFF; AVERRE, 2000).

c) Viroses

Foram realizados testes biológicos com a inoculação mecânica em gama de hospedeiras padrão para a detecção de viroses, assim como para a manutenção do inóculo viral. Amostras que se apresentaram positivas nos testes biológicos foram submetidas à caracterização sorológica empregando-se a técnica PTA-ELISA (“*Plate Trapped Antigen*” - “*Enzyme Linked Immunosorbent Assay*”), para a confirmação do agente infeccioso (MOWAT; DAWSON, 1987; ALMEIDA; LIMA, 2001; ZERBINI *et al.*, 2006).

d) Preparo de inóculo viral e transmissão mecânica de vírus via extrato vegetal tamponado

O inóculo viral foi preparado em almofariz previamente autoclavado, por meio de maceração do tecido vegetal infectado na proporção de 1 g de tecido foliar para 10 mL de solução fosfato de sódio 0,01 M, pH 7,0 na diluição 1:20 (peso:volume).

As mudas foram inoculadas mecanicamente aos 30 dias de idade utilizando-se extrato infectivo de vírus recém-preparado, a partir de plantas exibindo sintomas viróticos. A identidade do isolado foi previamente determinada mediante testes em plantas indicadoras. Em seguida adicionou-se pequena quantidade de abrasivo celite 0,1 g.g⁻¹ na folha, numa proporção de 1 g de tecido foliar para 9 mL da solução e o vírus foi inoculado por leve fricção das partes superiores das folhas com o pistilo previamente embebido no extrato. Cinco mudas de maracujazeiro com quatro folhas definitivas expandidas foram mecanicamente inoculadas (duas folhas jovens por planta). O mesmo número de plantas foi inoculado apenas com o tampão (controle). Após as inoculações, as plantas foram delicadamente lavadas com água em pissete e mantidas em telado para a verificação dos sintomas (NOGUEIRA, 2007).

e) Gama de hospedeiras padrão para testes de diagnose

Para os testes da gama de hospedeiras foram empregadas espécies indicadoras ou diferenciadoras das famílias: Chenopodiaceae (*C. amaranticolor* e *C. quinoa*), Cucurbitaceae (*Cucurbita pepo* cv. Caserta, *Cucumis sativus*), Leguminosae (*P. vulgaris* cv. Preto, *Vigna unguiculata* cv. Manteigão, *V. unguiculata* cv. Paulistinha), Solanaceae (*Nicotiana rustica*, *N. tabacum*, *N. benthamiana*) e Passifloraceae (*P. edulis*). As plantas foram inoculadas separadamente com o inóculo obtido a partir das amostras infectadas, de forma mecânica. Efetuou-se a análise visual dos sintomas decorridos 15 dias da inoculação.

3.4 Guarda e Estoque de Microrganismos

As bactérias e fungos isolados a partir das amostras coletadas foram estocadas em tubos de ensaio com água salina a 0,85% de NaCl, autoclavada e resfriada previamente.

3.5 Preparo dos Inóculos Fúngicos

Os inóculos fúngicos foram produzidos em arroz ou esporos em água, de acordo com o microrganismo. Para fungos que esporulam facilmente, uma suspensão de esporos foi preparada seguindo o método padrão 0,5 McFarland, a qual é equivalente a 10^8 UFC mL⁻¹ (JEHL *et al.*, 2020).

Para a produção de inóculo em arroz, um fragmento micelial com 15 dias de idade foi colocado assepticamente em frasco de vidro contendo 100 g de arroz e 50 mL de água previamente autoclavados. Os frascos foram agitados diariamente e, após a incubação por 7 dias em temperatura ambiente obteve-se o inóculo.

3.6 Óleos Essenciais Avaliados Quanto a Sua Atividade Antimicrobiana

Os OEs (Quadro 4) utilizados nos ensaios foram dez (10) comerciais da marca Ferquima e um (1) extraído a partir de plantas coletadas em uma lavoura de lavanda conforme descrito no item '3.2'. As espécies vegetais foram escolhidas devido ao amplo potencial de ação no controle de fitopatógenos citados na literatura.

Quadro 4. Óleos essenciais utilizados na pesquisa e sua forma de obtenção

Espécie	Família	Forma de obtenção	Nome comum
<i>Ocimum basilicum</i>	Lamiaceae	Destilação a vapor das folhas	Basilicão
<i>Origanum vulgare</i>	Lamiaceae	Destilação a vapor das folhas	Orégano
<i>Zingiber officinale</i>	Zingiberaceae	Destilação a vapor da raiz	Gengibre
<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae	Prensagem a frio da casca dos frutos	Laranja-doce
<i>Eugenia caryophyllus</i>	Myrtaceae	Destilação a vapor dos botões	Cravo
<i>Cinnamomum cassia</i>	Lauraceae	Destilação a vapor de folhas, talos e cascas	Canela
<i>Melaleuca alternifolia</i>	Myrtaceae	Destilação a vapor das folhas	Melaleuca
<i>Cymbopogon winterianus</i>	Poaceae	Destilação a vapor das folhas	Citronela
<i>Mentha arvensis</i>	Lamiaceae	Destilação a vapor das folhas	Menta
<i>Thymus vulgaris</i>	Lamiaceae	Destilação a vapor das folhas e flores	Tomilho
<i>Lavandula dentata</i>	Lamiaceae	Destilação a vapor das folhas e flores	Lavanda

3.7 Extração de Óleos Essenciais

O OE de lavanda foi obtido a extração por extrator de arraste a vapor (Figura 15 A-B), por um período de 1 hora e 45 minutos, realizada no Laboratório da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO-RIO), Seropédica-RJ. O tempo de extração foi considerado finalizado após a não alteração no volume extraído em intervalos a cada 15 minutos. Foi realizada a separação das fases e o OE acondicionado em frasco tipo âmbar em freezer, para a preservação dos seus compostos químicos. Utilizou-se 5 Kg de *L. dentata* (um terço da parte superior das ramas com inflorescência) com secagem de 24 horas a temperatura ambiente a aproximadamente 26 °C.



Figura 15. Destilação por arraste a vapor. A. Caldeira com ramas de *Lavandula dentata*; B. Hidrolato e óleo essencial no momento da extração. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2019.

3.8 Caracterização Química dos Óleos Essenciais Extraídos

O procedimento foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Química dos Produtos Naturais (LQPN), Instituto de Química (UFRRJ). A análise química dos componentes dos OEs foi obtida por meio de Cromatógrafo Gasoso (modelo HP 5890 - Series II) acoplado à Espectrômetro de Massas (QP2010 Plus - Shimadzu) (CG-EM) e um cromatógrafo gasoso com detector de ionização por chama (CG-DIC). A análise da composição química dos OEs (CG-EM) foi realizada por meio de coluna cromatográfica tipo capilar de sílica - DB-5 (comprimento: 30 m x diâmetro interno: 0,25 mm x espessura do filme: 0,25 µm) e gás hélio (56,9 KPa) como carreador de elevada pureza (99,999%), com fluxo constante de 12 psi (vazão: 1 mL.min⁻¹). Os parâmetros instrumentais das temperaturas do injetor (Split: 30) e da interface (detector) foram 220 e 250 °C, respectivamente. A amostra de OE foi submetida a diluição em solvente hexano (1 mL) e o volume 1 µL (proporção 1/100, v/v) foi injetado.

Na ionização por GC-MS foi utilizado o impacto de elétrons a 70 eV. A programação de aquecimento do forno cromatográfico estabelecida foi temperatura da coluna a 60 °C, subindo a um gradiente 2'-3' °C.min⁻¹ a 260 °C e mantido a essa temperatura por 10 min.

As quantificações dos componentes dos OEs foram por meio CG-DIC (HP-5890 série II), nas mesmas condições experimentais de CG-EM, porém a temperatura do detector foi fixada a 250 °C. O percentual de quantificação relativa de cada componente no OE foi estimado com base na percentagem da área do pico em relação à área total dos picos no extrato (DIC).

A identificação dos compostos foi realizada por meio de seus índices de retenção (IR), calculados para cada constituinte a partir da injeção de solução padrão de 24 hidrocarbonetos (n-alcenos) com série homóloga de n-alcenos (C8 a C20) nas mesmas condições da amostra. O Índice de Retenção (IR) foi calculado conforme a equação de Van Den Dool e Kratz (Equação 1 e 2) (VAN DEN DOOL; KRATS, 1963).

Série homóloga e índice de retenção:

$$\text{Série homóloga} = T_{(n+1)} - T_n \quad (1)$$

$$\text{IR} = \left(\frac{(T_c - T_n)}{(T_{(n+1)}) - T_n} + n \right) \times 100 \quad (2)$$

Onde:

T_c = tempo de retenção do composto a ser analisado;

T_n = tempo de retenção do hidrocarboneto anterior a substância analisada;

$T_{(n+1)}$ = tempo de retenção do hidrocarboneto posterior a substância analisada;

n = número de carbonos do hidrocarboneto.

No cromatograma, cada pico foi identificado pela comparação do espectro de massa obtido com os da biblioteca do banco de dados de espectro de massas eletrônico (NIST08) e pela consulta da literatura especializada (ADAMS, 2001).

3.9 Morfologia e Anatomia de *Lavandula dentata*

A morfologia e a função dos tricomas glandulares são caracteres de importância. Características morfológicas e anatômicas de *L. dentata* podem auxiliar na identificação de campo e diferenciá-la de outras espécies (FIGUEIREDO *et al.*, 2021).

A pesquisa foi realizada na EMBRAPA Agrobiologia, de setembro de 2019 a janeiro de 2020. No estudo, material vegetal adulto fresco (ramos com folhas e inflorescência) foram utilizados para analisar as variáveis: hábito de crescimento, tipo de ramo, classificação de tricomas e epiderme, morfologia e arranjo celular (FIGUEIREDO *et al.*, 2021). Para as mensurações (Figura 16 A-F) diretas da parte aérea da planta utilizou-se uma fita métrica e paquímetro digital Jomarca equipado com pinça digital (capacidade: 0-150 mm). Para as dimensões microscópicas foi operado um microscópio óptico (Zeiss - Axioplan), no qual foram feitos cortes finos com o auxílio de bisturi em folhas, brácteas, cálices, corola e caule das plantas. As seções foram colocadas em água na ausência de corantes e organizadas entre lâmina e lamínula, a seguir analisadas por microscopia óptica (incrementos: 40 a 400 x) e câmera.

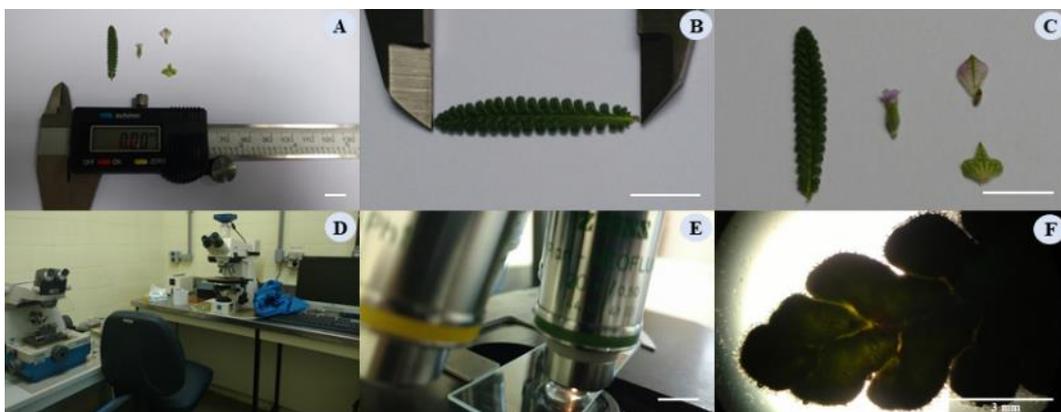


Figura 16. Mensurações macroscópicas e microscópicas de *Lavandula dentata*. A. Paquímetro digital marca Jomarca; B. Mensuração de folha com paquímetro; C. Amostras vegetais mensuradas; D. Sala de microscopia; E. Mensurações microscópicas; F. Folha com borda dentada. Barra de escala 10 mm. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2020.

3.10 Bioensaios para Detecção de Atividade Antimicrobiana dos Óleos Essenciais *in vitro* Sobre Microrganismos

3.10.1 Antibiograma - método de difusão em ágar com discos de papel filtro

A atividade antimicrobiana foi determinada pelo método de difusão em ágar em meio sólido (CLSI, 2015), com discos de papel filtro para os microrganismos *C. herbarum* e *C. gloeosporioides*. Em placas de Petri (diâmetro: 9 cm) com uma camada (5mm) de meio de cultura BDA foi inoculado o patógeno (10^8 UFC.mL⁻¹) a partir do centro da placa. Posteriormente, o microrganismo foi espalhado pela superfície do meio de cultura (SMC) com auxílio de alça de Drigalski. Decorridos 10 minutos, com o auxílio de uma pinça foram transferidos cinco discos de papel filtro previamente autoclavados, dispostos de forma equidistantes em cada placa de Petri. A seguir, com o auxílio de uma pipeta automática foi dispensado em cada disco de papel filtro 10 µL de cada tratamento e os controles. Para o controle positivo, o fungicida tiofanato metílico 1.000 ppm e como controle negativo (branco), o solvente dimetilsulfóxido (DMSO) 10% e Tween 20 a 0,8%.

As placas foram imediatamente embrulhadas em papel filme e papel alumínio, acondicionadas em câmara incubadora B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*) a 27 °C e examinadas a cada dia para verificar quanto à presença de halo de inibição a partir do disco de papel filtro. Na ausência deste, houve resistência ao OE testado e quando verificada a presença do halo, sensibilidade ao tratamento. Neste caso, as medidas dos halos de inibição foram efetuadas por meio de um paquímetro digital (Figura 17 A-E).

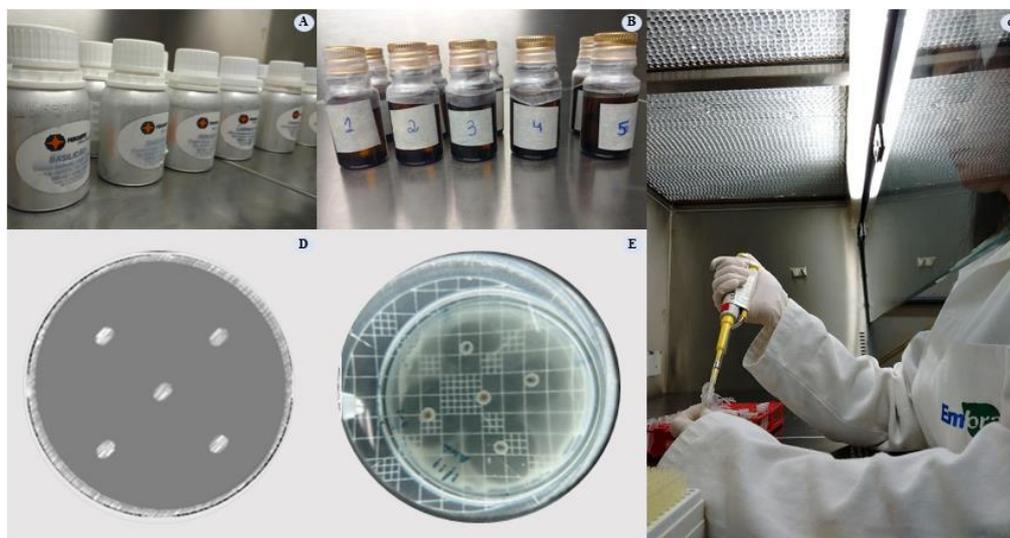


Figura 17. Preparo de material para bioensaios. A. Óleos essenciais comerciais; B. Óleos essenciais armazenados para trabalho; C. Preparo do microrganismo; D. Esquema de placa de Petri para método de difusão em ágar com discos de papel filtro; E. Antibiograma após a incubação sobre câmara de leitura. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2019.

No processo de solubilização/ diluição dos OEs, os bioensaios realizados ocorreram de forma qualitativa, no qual os OEs foram testados na concentração 320 µL.mL⁻¹, diluídos em 10% de DMSO e Tween 20 a 0,8%. Desta forma, foi possível realizar um *screening* dos OEs e determinar os que apresentaram potencial de causar sensibilidade ao microrganismo testado.

3.10.2 Determinação da concentração inibitória mínima (CIM)

A técnica de avaliação antimicrobiana por microdiluição em placa de 96 poços foi realizada seguindo os protocolos do *Clinical Laboratory Standard Institute* (VAN VUUREN, 2008; CLSI, 2015) com os microrganismos *C. herbarum* e *C. gloeosporioides* para a determinação da CIM. Foram utilizadas microplacas com 96 poços de fundo redondo. Em cada orifício da placa foram depositados 100 µL de meio de cultura caldo batata-dextrose contendo 10% da suspensão fúngica (conforme descrito em material e métodos, item 3.5 preparo dos inóculos fúngicos) e 100 µL de emulsão de OE de cada tratamento. A partir da linha 'A' foi feita diluição seriada até a linha 'H'. A cada poço seguinte foi transferido 100 µL do poço anterior e assim sucessivamente (Quadro 5 e Figura 18).

Quadro 5. Diluições seriadas dos óleos essenciais para a técnica de avaliação antimicrobiana por microdiluição ($\mu\text{L.mL}^{-1}$)

Poço	Concentração da emulsão	Concentração no poço	Dose no poço	Óleo essencial (%)
1A	320	160	32	16
2B	160	80	16	8
3C	80	40	8	4
4D	40	20	4	2
5E	20	10	2	1
6F	10	5	1	0,5
7G	5	2,5	0,5	0,25
8H	2,5	1,75	0,25	0,125

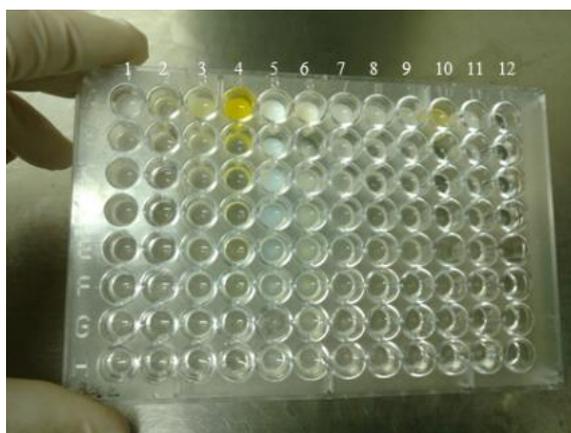


Figura 18. Técnica da avaliação antimicrobiana por microdiluição em placas: Placa fundo em U com os tratamentos e controles. ¹Basilicão, ²orégano, ³gengibre, ⁴laranja-doce, ⁵cravo, ⁶canela, ⁷melaleuca, ⁸citronela, ⁹menta, ¹⁰tomilho, ¹¹lavanda. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2019.

Controles positivo e negativo foram adicionados ao ensaio na coluna 12 de 'A' até 'D' e de 'E' até 'H', respectivamente. O controle de crescimento utilizado foi DMSO (10%) e Tween 20 na concentração 0,8% para confirmar a atividade restrita aos produtos. Para o controle positivo, foi utilizado o fungicida tiofanato metílico 1.000 ppm. As microplacas foram

seladas com parafilme para evitar perdas por evaporação quando no momento da incubação, em incubadora B.O.D. a temperatura de 27 °C por 48 horas.

A determinação da CIM foi observada mediante teste visual, observando-se a presença ou não de crescimento. A CIM foi estabelecida como a menor concentração capaz de inibir visualmente o desenvolvimento do microrganismo, pela presença ou ausência em cada poço comparado ao controle (CAVALCANTI *et al.*, 2011).

3.10.3 Determinação da concentração fungicida mínima (CFM)

A CFM foi determinada a partir de cada inóculo (*C. herbarum* e *C. gloeosporioides*) do teste anterior (CIM) que não apresentou crescimento 96 horas após a incubação. Uma alíquota de cada tratamento com base na CIM foi cultivada em BDA e incubada por 72 horas em câmara incubadora B.O.D. a 27 °C, seguido de leitura. Sendo considerada a CFM, a menor concentração do OE que não apresentou crescimento visível do subcultivo (ESPINEL-INGROFF *et al.*, 2002; PEREIRA *et al.*, 2011). Desta forma, o efeito fungicida ou fungistático dos OEs utilizados nos tratamentos onde resultaram ou não em inibição do microrganismo em teste foi avaliado. Os efeitos esperados foram de morte (fungicida) ou inibição (fungistático - inibição da germinação de esporos e do crescimento micelial e antiesporulante sem a morte imediata do patógeno - inibição da reprodução por esporulação) do microrganismo.

3.10.4 Efeito de óleos essenciais na germinação de conídios de *C. gloeosporioides* in vitro

Óleos essenciais foram testados para avaliar seus efeitos na germinação de conídios de *C. gloeosporioides*. Alíquotas de 500 µL de batata-dextrose e OE na concentração a partir dos resultados da CIM foram adicionadas a tubos estéreis com 500 µL de suspensão de conídios (conforme descrito em material e métodos, item 3.5 preparo dos inóculos fúngicos) e incubadas imediatamente a 27 °C. Por meio de coletas de amostras com 48 h da incubação, o número de conídios germinados em relação à testemunha sem OE foi avaliado (OGBEBOR *et al.*, 2007).

3.10.5 Efeito de óleos essenciais no crescimento micelial

O crescimento micelial de *R. solani* sob efeito de OEs foi verificado por meio das mensurações da ICM e T_xCM.

Foi dispensado na SMC BDA 40 µL de cada emulsão de OE dos tratamentos, seguido de espalhamento com o auxílio de alça de Drigalski. As placas de Petri foram alocadas em câmara de fluxo laminar por um período de 1 hora para a secagem das mesmas.

Foi utilizado o meio de cultura BDA para o desenvolvimento da colônia micelial (15 dias de crescimento) do fungo a ser testado. Com o auxílio de uma alça de metal flambada e em condições assépticas transferiu-se um disco de BDA com micélio de 5mm de diâmetro, obtido do bordo da colônia com furador de metal para o centro de cada placa de Petri. Em seguida, as placas foram transferidas para uma câmara incubadora B.O.D., no escuro, a uma temperatura de 25 °C ± 3 °C. Placas de Petri contendo apenas o meio de cultura BDA com DMSO e Tween 20 a 0,8% foram usadas como controle negativo. Para o controle positivo, foi utilizado o fungicida tiofanato metílico 1.000 ppm. As avaliações foram realizadas por medições do diâmetro micelial (média de duas medidas diametralmente opostas), por meio de um paquímetro digital (Figura 19), com verificações das colônias no 3º e 6º dias de incubação.

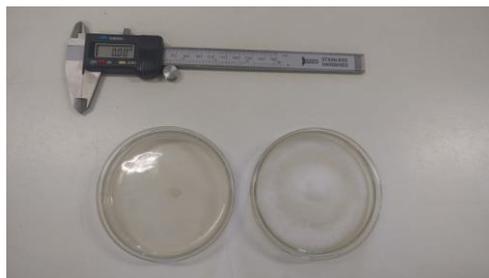


Figura 19. Paquímetro digital para as mensurações e placas com crescimento fúngico. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2019.

Os OEs foram diluídos em 10% DMSO e Tween 20 na concentração 0,8%. Realizou-se diluição seriada a partir da concentração de 32% de cada OE e testou-se a sensibilidade a um gradiente definido de concentrações (Quadro 6) (ROMEIRO, 2001).

Quadro 6. Concentração de óleo essencial (OE) das diluições em série e quantidade depositada na superfície do meio de cultura (SMC)

Diluição (%)	Concentração
32	$320 \mu\text{L}.\text{mL}^{-1} = 12,8 \mu\text{L OE.SMC}^{-1}$
16	$160 \mu\text{L}.\text{mL}^{-1} = 6,4 \mu\text{L OE.SMC}^{-1}$
8	$80 \mu\text{L}.\text{mL}^{-1} = 3,2 \mu\text{L OE.SMC}^{-1}$
4	$40 \mu\text{L}.\text{mL}^{-1} = 1,6 \mu\text{L OE.SMC}^{-1}$

a) Inibição do crescimento micelial (ICM)

A ICM (Equação 3) para cada tratamento foi calculada com base nos diâmetros de crescimento fúngico, medidos no 3º e 6º dias de incubação, sendo:

$$\text{ICM} = \frac{(C_c - C_{\text{trat}})}{C_c} \times 100 \quad (3)$$

ICM = taxa de inibição do crescimento micelial

C_c = diâmetro de crescimento do microrganismo controle

C_{trat} = diâmetro de crescimento do microrganismo testado no tratamento

b) Taxa de crescimento micelial ($T_x\text{CM}$)

A $T_x\text{CM}$ (Equação 4) foi calculada a partir de mensurações de diâmetros de crescimento fúngico no 3º e 6º dias de incubação, sendo:

$$T_x \text{ CM} = \left(\frac{D_f}{D_c} \right) \quad (4)$$

$T_x\text{CM}$ = taxa de crescimento micelial

D_f = Diâmetro final da colônia a ser testada (mm)

D_c = Diâmetro do controle (mm)

3.11 Efeito dos Óleos Essenciais sobre Fitopatógenos em Maracujá *in vivo*

a) Avaliação em mudas de maracujá

Sementes de maracujá foram semeadas em bandejas de isopor de 72 células com substrato autoclavado preparado a partir de areia e vermiculita. Após a germinação e emissão da 4ª folha, as mudas foram transplantadas para copos com o mesmo substrato. As mudas foram aspergidas com OE na diluição $160 \mu\text{LOE.mL}^{-1}$ (16%) e a seguir inoculadas por aspersão com a suspensão fúngica de conídios contendo 5×10^6 conídios. mL^{-1} sobre as faces abacial e adaxial das folhas medianas, previamente perfuradas com uma escova de cerdas de aço fino. Os conídios foram produzidos em meio líquido (batata-dextrose) e extraídos por centrifugação (10.000 rpm por 10 minutos), seguida de ressuspensão da parte sólida em água estéril. A concentração final foi ajustada com auxílio de câmara de Neubauer. As mudas inoculadas foram mantidas em câmara úmida até o final do experimento. As plantas permaneceram em sistema *float* para irrigação e mantidas a baixa temperatura (21 °C) na sala de germinação sob programa de fotoperíodo de 12h (Figura 20 A-D).



Figura 20. Preparo de mudas para inoculação. A. Galpão de autoclavagem; B. Bandejas de semeadura em casa de vegetação; C. Mudas inoculadas e mantidas em sistema *float* na sala de germinação; D. Mudas lavadas. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2020.

As verificações foram anotadas quanto à presença de sintomas ou morte das mudas a partir de 7 dias após a inoculação. Decorridos 40 dias da inoculação, as mudas tratadas e o controle tiveram suas raízes lavadas e foram examinadas sob microscopia óptica para verificar a incidência da antracnose, presença de sinais ou sintomas do agente etiológico, sua viabilidade ou possível controle.

Para verificação da sensibilidade do fitopatógeno ao OE seguiu-se a escala de notas para a severidade da doença com base na percentagem de área lesionada nas plantas de maracujá, conforme apresentado no Quadro 7.

Quadro 7. Sensibilidade ao óleo essencial baseado na severidade da doença. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2019

Severidade com base na área lesionada	Notas	Sensibilidade ao OE
0	0	Altamente sensível
1 a 24%	1	Muito sensível
25 a 49%	2	Sensível
50 a 74%	3	Pouco sensível
75 a 100 %	4	Quase insensível
>50% lesão ou morte	5	Insensível

b) Avaliação em frutos de maracujá

Frutos sadios foram higienizados por imersão em solução de hipoclorito de sódio a 1% por 10 minutos, em seguida lavados em água destilada. Com a ponta de uma agulha foram feitos dois orifícios na região de maior circunferência do fruto e a seguir, depositou-se a suspensão de 30 μL ajustada para 5×10^6 conídios. mL^{-1} sobre os orifícios. Os frutos foram colocados em câmara úmida à temperatura ambiente (± 21 °C). Após 12 horas, os tratamentos com os OEs diluídos ($160 \mu\text{LOE}.\text{mL}^{-1}$ correspondente a 16%) foram aspergidos sobre o fruto, na região da inoculação, mantendo-se a incubação por 10 dias. A partir do 3° dia os frutos foram examinados diariamente até a avaliação final ao 11° dia. Os frutos foram avaliados com medições dos diâmetros médios das lesões.

3.12 Delineamento Estatístico

Todos os ensaios foram realizados em triplicata visando maior precisão e os resultados expressos pela média aritmética obtidas nos três ensaios. Foram testados na presença de controles positivo e negativo ou de esterilidade. Os dados foram tratados por meio do programa estatístico BioEstat 5.0. Utilizou-se o teste de correlação de Spearman para avaliar o grau de associação entre as variáveis mensuradas. Os gráficos foram plotados por meio do programa estatístico BioEstat 5.0 e do aplicativo Microsoft Excel. As barras de erros com os valores estatísticos de desvio padrão da amostra também foram adicionadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Diagnóstico de Doenças no Maracujá

Por meio do diagnóstico foi possível verificar a ocorrência de doenças fitopatogênicas em maracujá. Os pomares de maracujá amostrados apresentaram uma série de doenças tanto abióticas, como por exemplo injúrias causadas pelo vento, como doenças causadas por fator biótico. As injúrias causadas pelo vento significam portas de entrada para possíveis patógenos e conseqüentemente, as plantas afetadas estão mais sujeitas às doenças causadas por fitopatógenos, assim como diminuição da área fotossintética das mesmas, redução na qualidade e produtividade. As doenças causadas por fitopatógenos ocasionam perdas severas na produção ou inviabilizam cultivos de maracujá na região e desestimulam os produtores. Isso devido a não atenderem às técnicas adequadas ao cultivo de maracujá, na maioria das vezes não investem na renovação dos pomares e utilizam o manejo de doenças já a partir do uso de controle químico. Ainda, os produtores carecem de assistência técnica e na tentativa de extinguir ou controlar o problema há vasta e extensa aplicação de fungicidas e inseticidas, bem como o uso de produtos não autorizados para a cultura, como carrapaticidas conforme relatado por alguns produtores locais. Essa dinâmica aumenta a probabilidade da ocorrência de desequilíbrios no sistema e organismos resistentes a produtos químicos. A ausência de técnicas adequadas de manejo, o uso não racional de métodos e práticas de controle de doenças de plantas foram verificados para tal cultura, que sofre problemas principalmente ocasionados por vírus e perdas devido às doenças ocasionadas por fungos em pós-colheita. Nas plantas analisadas, os patógenos incidentes nos maracujazeiros foram reunidos no Quadro 8 e Figura 21 A-O.

Quadro 8. Fitopatógenos incidentes nas amostras de material vegetal (parte aérea, raízes) e solo

Agente etiológico	Local isolado	Doença
<i>Alternaria alternata</i>	folha	mancha parda do maracujazeiro
<i>Cladosporium herbarum</i>	botão floral e fruto	cancrose/ verrugose
<i>Fusarium</i> sp.	raiz	fusariose
<i>Rhizoctonia solani</i>	folha e caule	mela
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	parte vegetativa, fruto e raiz	antracnose
<i>Phytophthora</i> sp.	caule	podridão do colo
<i>Cowpea aphid borne mosaic virus</i>	folha	endurecimento dos frutos
<i>Meloidogyne</i> sp.	raiz	nematoide das galhas
<i>Rotylenchulus reniformis</i>	raiz	nematoide reniforme
<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i>	folha	Mancha-bacteriana do maracujazeiro ou crestamento

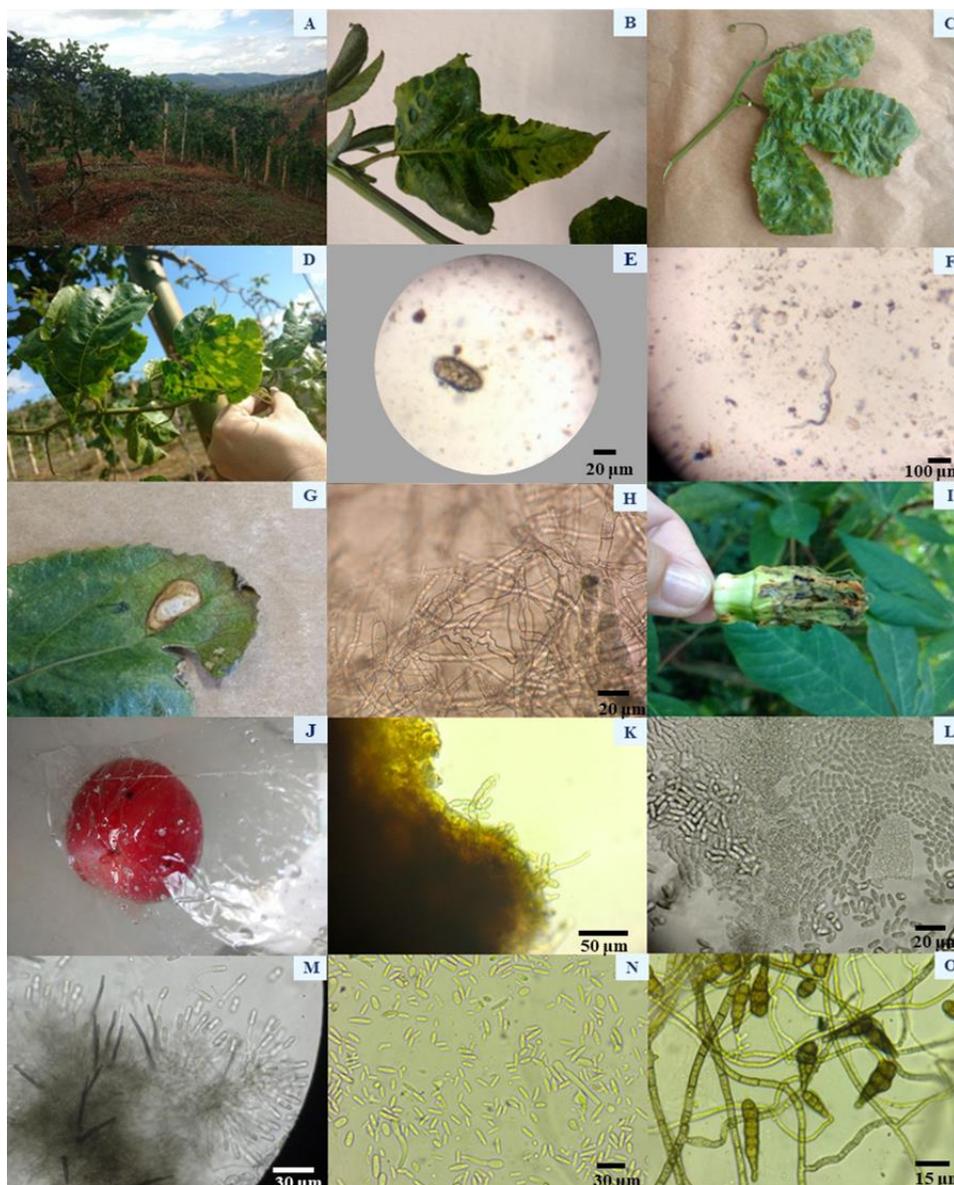


Figura 21. Diagnóstico de doenças em maracujá. A. Maracujazeiro em espaldeira a campo; B, C e D. Sintoma foliar de mosaico, mosaico bolhoso e clorose causados por virose; E. Ovo de nematoide em estágio inicial do desenvolvimento embrionário; F. Nematóide juvenil macho; G. Mancha foliar; H. Micélio de *Rhizoctonia solani*; I. Sintomas de cancrase em botão floral; J. Isca de maçã para detecção de *Phytophthora* sp.; K. Sinais de hifas do fungo *Cladosporium* sp. em tecido floral; L e M. Sinais de *Colletotrichum* sp. com setas, conídios e hifas; N. Conídios de *Fusarium* sp.; O. Hifas e conídios de *Alternaria* sp. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2018.

Os pomares apresentaram elevada incidência de virose, fungos e com menor frequência, a mancha bacteriana. O percentual de incidência média de fitopatógenos detectados e sua distribuição nos pomares das diferentes localidades estão reunidos na Figura 22 A e B. Conforme Amorim (2005), a avaliação da incidência pode ser usada de forma limitada quanto à quantificação de danos e severidade às plantas, sendo satisfatório para analisar doenças sistêmicas viroses sistêmicas por existir correlação entre incidência e severidade, bem como murchas e podridões em frutos, em que uma única lesão é suficiente para impedir a comercialização do produto.

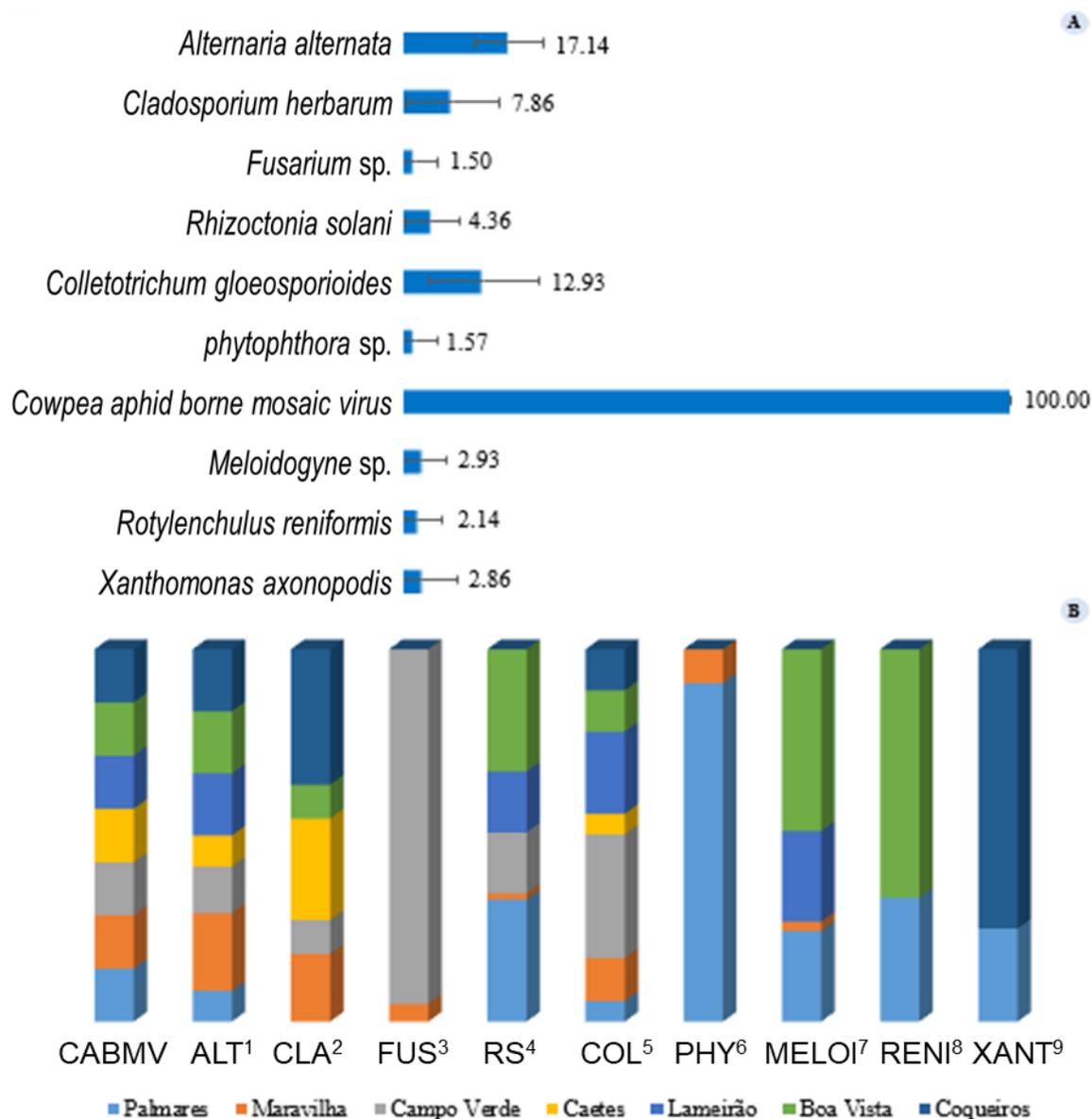


Figura 22. Ocorrência de fitopatógenos em maracujazeiros em Paty do Alferes-RJ. A. Percentual de incidência média de fitopatógenos; B. Distribuição da incidência de fitopatógenos nas localidades; ¹*Alternaria alternata*; ²*Cladosporium herbarum*; ³*Fusarium* sp.; ⁴*Rhizoctonia solani*; ⁵*Colletotrichum gloeosporioides*; ⁶*Phytophthora* sp.; ⁷*Meloidogyne* sp.; ⁸*Rotylenchulus reniformis*; ⁹*Xanthomonas axonopodis*. Barra indica desvio padrão da amostra. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2021.

Do mesmo modo como vem ocorrendo em Paty do Alferes, no que diz respeito ao cultivo de maracujá por pequenos produtores, Silva e Garcia (2012) relataram que o controle de pragas vem sendo feito com herbicidas, fungicidas e até carrapaticidas. Numa busca por ‘qualidade do produto’ imposta pelo mercado, produtores recorrem ao uso de agrotóxicos, abrindo mão de práticas naturais. Contudo a partir do conhecimento de técnicas adequadas e seguras, bem como experiências no cultivo da cultura, os produtores tendem a incorporar tais práticas visando tornar sustentável sua produção, tanto em relação ao seu provento econômico como também no tocante à sua saúde e do ambiente. Assim, estudos neste campo são de grande

importância no sentido de geração de informação técnica de maneira acessível por meio de publicações, livros, periódicos, teses, entre outras.

De acordo com Silva *et al.* (2004) as doenças no maracujá são controladas, principalmente, por meio de aplicações sistemáticas de agrotóxicos, cuja utilização indiscriminada acarreta uma série de problemas, tais como: a contaminação do solo, da água, dos alimentos e dos consumidores, a aquisição de resistência de fitopatógenos e a diminuição de populações de organismos benéficos ou não alvos.

Dentre os fungos isolados nesta tese, os microrganismos *C. herbarum*, *C. gloeosporioides* e *R. solani* foram selecionados para testes de sensibilidade junto a OEs. São fitopatógenos que incitam doenças com elevado potencial de causar perdas de mudas, do produto comercial ou ainda, diminuição da qualidade do produto no mercado. Principalmente os patógenos *C. herbarum* e *C. gloeosporioides*, que podem contaminar os frutos no campo e permanecerem quiescentes até a maturação, momento em que são capazes de ocasionar perdas na produção. Destes, *C. gloeosporioides* é considerado o fungo de maior importância em pós-colheita e chega a inviabilizar a produção.

De acordo com Martins (2006), as doenças causadas por esses patógenos são consideradas importantes no maracujazeiro por ocasionarem perdas e danos, especialmente após a colheita. Herman *et al.* (2007) também comprovam a gravidade principalmente de *C. gloeosporioides* em pós-colheita. Os autores identificaram e quantificaram doenças de pós-colheita e avaliaram características físicas e químicas de frutos de maracujá produzidos em dois sistemas de cultivo, o convencional e o orgânico. A ocorrência de podridões foi elevada, tanto no pomar orgânico como no convencional, sendo que a antracnose foi a principal doença, com 100% de incidência nos frutos de todos os pomares analisados.

4.1.1 Doença causada por vírus

Endurecimento-dos-frutos-do-maracujazeiro (*Cowpea aphid borne mosaic virus* - CABMV)

Nos testes biológicos (Quadro 9) o vírus expressou respostas características de CABMV nas inoculações mecânicas em gama de hospedeiras-padrão e foi detectado em todas as amostras testadas.

Quadro 9. Resultados dos testes biológicos em hospedeiras-padrão para *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV)

Hospedeiras-padrão	Resposta	Sintoma
<i>Nicotiana tabacum</i>	-	Não
<i>Nicotiana benthamiana</i>	+	Lesão sistêmica mosaico
<i>Nicotiana glutinosa</i>	-	Não
<i>Nicotiana rustica</i>	-	Não
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	+	Lesão local clorótica e necrótica
<i>Chenopodium quinoa</i>	+	Lesão local clorótica e necrótica
<i>Vigna unguiculata</i> cv. Manteigão	-	Não
<i>Vigna unguiculata</i> cv. Paulistinha	-	Não
<i>Cucumis sativus</i>	-	Não
<i>Phaseolus vulgaris</i> cv. Preto	+	Lesão sistêmica mosaico
<i>Cucumis pepo</i> cv 'Caserta'	+	Lesão sistêmica mosaico

+ Hospedeira-padrão exibiu sintomas; - Hospedeira-padrão assintomática.

Estas reações expressadas corroboram com outros estudos (NASCIMENTO *et al.*, 2004; LIMA *et al.*, 2018), nos quais os autores analisaram as propriedades biológicas de um isolado do CABMV obtido a partir de amostras de maracujá com sintomas de endurecimento dos frutos.

Na presente pesquisa, a pureza do vírus a partir de folhas infectadas de maracujá com o isolado purificado biologicamente também foi comprovada por meio de teste sorológico PTA-ELISA (“*Plate Trapped Antigen*”-“*Enzyme Linked Immunosorbent Assay*”). Os extratos das amostras sintomáticas avaliadas reagiram com antissoro específico para CABMV, o que confirmou a presença da virose. Também foi evidenciado a presença do vírus a partir de cortes ultra finos de tecidos infectados, em microscopia eletrônica, com a formação de inclusões do tipo cata-vento presentes no núcleo e citoplasma das células corroborando com outros estudos (EDWARDSON *et al.*, 1984; FIGUEIREDO *et al.*, 2000).

A virose foi detectada nos pomares analisados a partir do seu segundo ano de plantio, em 2018, nas plantas de rebrota que permaneceram no campo após a poda. Os produtores locais relataram grandes perdas devido principalmente a queda na produtividade e produção de frutos sem valor ou pouca qualidade comercial. As plantas naturalmente infectadas a campo exibiram sintomas que incluem frutos de pequeno tamanho, pericarpo reduzido, folhas cloróticas, mosaico bolhoso, clareamento de nervuras e parte vegetativa com encurtamento de entrenós, o que ocasiona baixa estatura das plantas. Verificou-se que as plantas de rebrota estavam 100% sintomáticas e as amostras testadas indicaram infecção por CABMV.

A alta incidência da virose nos pomares inspecionados é justificável, devido principalmente a falta de investimentos dos produtores na renovação dos pomares. Áreas antigas após a produção tiveram as plantas podadas, permaneceram nas lavouras e as plantas infectadas não foram erradicadas com práticas de *rouging*. Os pomares não foram renovados, as plantas infectadas rebrotaram dando continuidade a lavouras 100% sintomáticas apresentando mosaico e embolhamento foliar, principalmente.

Os vírus do gênero *Potyvirus* normalmente são transmitidos naturalmente de maneira não-persistente ou estiletar por várias espécies de afídeos (pulgões), principalmente o *Myzus persicae*, mas também são transmitidos mecanicamente por meio de ferramentas de poda das plantas e mudas contaminadas (SANTANA *et al.*, 2008; GARCÊZ *et al.*, 2015). É necessário a erradicação total das plantas sintomáticas infectadas para que novos plantios obtenham sucesso, além de manter o distanciamento de plantios antigos com a presença da virose (FIGUEIREDO *et al.*, 2020). Outro fator que intensificou as infecções nas áreas foi o uso indiscriminado de inseticidas na tentativa de barrar o pulgão. Nos pomares amostrados, na maioria com pouco acesso à assistência técnica, o manejo de doenças era precário. De modo que as plantas eram frequentemente pulverizadas com inseticidas não autorizados para a cultura e até carrapaticidas, de forma indevida e descontrolada. Com isso, o sistema foi bastante fragilizado e os pulgões, apesar de não terem o maracujá como sua hospedeira, infectaram um grande número de plantas rapidamente. Rezende (2006) enfatiza que o uso de inseticidas nas lavouras para tal patossistema é ineficiente, devido à sua forma de transmissão não-circulativa (não persistente) realizada durante as picadas de prova efetuadas por diversas espécies de afídeos (Aphididae). Desse modo, ao contrário de controlar a doença, a medida que o pulgão é atingido pelo inseticida mais rápido ele vai se alimentar e durante as picadas de prova transmitir a virose, antes mesmo de morrer.

Devido à doença endurecimento dos frutos no maracujá, a cultura hoje é considerada anual, pois economicamente só permanece no campo durante um ano e com isso, alguns produtores abandonaram o cultivo do maracujá. De acordo com Cerqueira-Silva *et al.* (2014), produtividade e longevidade reduzidas foram registradas para esta cultura devido à doença. Estes são considerados fatores limitantes para a manutenção e expansão da cultura, pois afetam

desde a semeadura até a fase adulta das plantas e são prejudiciais às raízes, caule, folhas, flores e frutos. Neste contexto vem sendo adotado com sucesso o ‘modelo de um ciclo’, no qual os produtores dimensionam para obtenção de maiores produtividades dentro de um ano de cultivo. Produtores no Paraná vem adotando este modelo com sucesso (STENZEL *et al.*, 2019), como uma das medidas preventivas. Outras medidas no manejo do CABMV de acordo com Spadotti *et al.* (2019) incluem o *rouging* sistemático de plantas doentes, desde que aplicada em escala regional pelos produtores. Assim como a necessidade de treinamento adequado para que os técnicos responsáveis por identificar e erradicar plantas infectadas, reconheçam prontamente os sintomas iniciais da doença e consigam atingir a eficiência desejada no descarte correto de plantas doentes e a redução de fontes externas do inóculo.

De acordo com Colariccio *et al.* (2020) é possível conviver com a virose sem grandes quedas na produção com a adoção de medidas preventivas de controle do CABMV. Um exemplo disso ocorre no litoral de Santa Catarina, em que tem sua cadeia produtiva do maracujá consolidada na região. Os produtores devem buscar formas de implementar o manejo adequado dessas áreas de cultivo de maracujá e empreender novas tecnologias no controle da virose, como a renovação dos pomares com uso de mudas saudáveis, o *rouging* sistemático de plantas infectadas, assim como, não é recomendado o uso de inseticidas para o controle do CABMV.

4.1.2 Doenças causadas por fungos

a) Cancrose, verrugose ou cladosporiose (*Cladosporium herbarum*)

O fungo *C. herbarum* foi isolado a partir de botões florais e frutos de maracujazeiro. Apesar da doença ser considerada de pós-colheita, o fungo foi detectado infectando o maracujá ainda no campo, com ocorrência de danos tanto em frutos como em botões florais, com maior frequência. Neste caso, quando a doença ocorre nos botões florais do maracujazeiro é conhecida por cancrose (Figura 23 A) e os sintomas mais ocorrentes são lesões de até 5 mm de diâmetro, marrom-claras com a parte central escura, onde, em caso de alta incidência, coalescem e apodrecem o botão floral por completo. Nas plantas onde verificou-se a cancrose, as manchas nos botões florais coalesciam, necrosavam e posteriormente, caía. A flor não chegava a se desenvolver e abrir. Sob microscopia óptica pôde ser observado a presença de estruturas do fungo *C. herbarum*: conídios e hifas no tecido do botão floral (Figura 23 B).

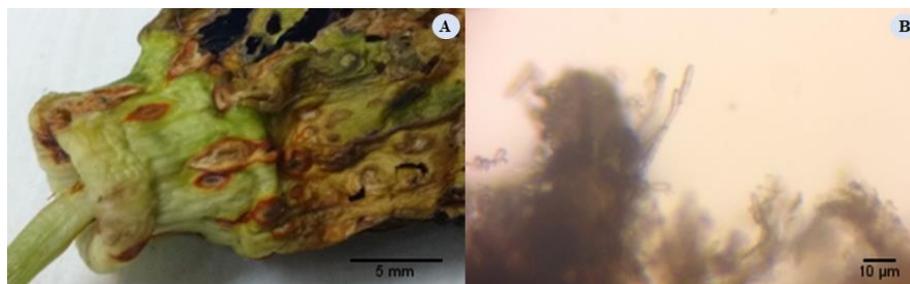


Figura 23. Sintomas e sinais de cancrose em botão floral de maracujazeiro. A. Botão floral com sintomas de cancrose; B. Sinais da presença do fungo nas lesões. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2018.

Os frutos atacados exibiam sintomas característicos de verrugose, sem qualidade para o mercado consumidor e a maioria, já estava separada para o descarte. Sua polpa não é atingida e mantém a sua qualidade interna inalterada, porém o fruto fica impróprio ao consumo *in natura* devido à exigência do mercado consumidor pela boa aparência do fruto. A

cladosporiose é uma doença grave de pós-colheita no maracujá, ocasiona grandes perdas aos fruticultores, principalmente por reduzir a qualidade dos frutos, que ficam impróprios à comercialização, devido às lesões semelhantes a verrugas. Neste caso, os produtores deveriam destinar os produtos a outros mercados visando um aproveitamento múltiplo do maracujá, não apenas o consumo *in natura*. A doença pode afetar ainda todos os órgãos aéreos da planta e causar necroses.

Perdas de 10 até 50 % foram relatadas por Teixeira *et al.* (1994) devido à aquisição de mudas infectadas. As medidas de controle que visam a eliminação e redução do inóculo inicial não foram seguidas nos pomares afetados. Nos pomares amostrados, as plantas afetadas não eram imediatamente eliminadas e tão pouco os restos culturais, estes, levavam um certo tempo para serem eliminados e não foram aplicadas medidas que acelerassem a sua decomposição como recomendado por Peruch *et al.* (2018). Deste modo, serviram de fonte de inóculo contínuo presente nos pomares, aumentando dessa forma a ocorrência das infecções e o prejuízo dos produtores.

b) Antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*)

O fungo foi isolado a partir de frutos sintomáticos de maracujá. A doença afetou a qualidade do fruto para o consumo *in natura*. Os frutos apresentaram manchas bastante deprimidas e profundas. Todos os pomares amostrados tiveram plantas afetadas pela antracnose. De fato, mostra-se como uma doença de ocorrência mundial devido à sua ampla gama de hospedeiras. Sussel (2010) relata que a doença infecta espécies das famílias Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Cucurbitaceae, Dioscoreaceae, Leguminosae, Malvaceae, Solanaceae, Rosaceae, entre outras.

c) Damping-off e lesão foliar (*Rhizoctonia solani*)

Lesões foliares causadas por *R. solani* foram detectadas nos maracujazeiros adultos e em condições de viveiro. As mudas doentes apresentaram o caule necrosado e lesionado pelo mesmo fungo. Os sintomas de cancos em mudas e *damping-off* foram mais severos e deixou-as impróprias para o plantio. As condições de umidade nos viveiros não foram monitoradas, mas pôde-se verificar que havia excesso de sombreamento e ambiente úmido não arejado. É importante o controle de umidade nessas áreas para evitar um ambiente com excesso de água na parte aérea e também nas raízes, o que favorece o apodrecimento de raízes e o desenvolvimento de fungos causadores de *damping-off*. Entre alguns dos desafios nos pomares de maracujá, os autores Maciel e Lopes (2014) citaram a rizoctoniose, mela ou *damping-off*, causados por fungos como *Rhizoctonia* sp., *Pythium* sp., *Phytophthora* sp., *Fusarium* sp. que ocorrem na fase de viveiro e culminam no tombamento e morte de mudas. Para o controle, relataram que é necessário uma boa drenagem, ventilação e a localização do viveiro seja em regiões afastadas de pomares adultos, além do uso de sementes de boa qualidade e procedência.

d) Mancha-parda-do-maracujazeiro (*Alternaria alternata*)

A mancha-parda-do-maracujazeiro detectava-se infectando os pomares em Paty do Alferes-RJ, principalmente afetando as folhas dos maracujazeiros. As plantas afetadas exibiram desfolha, o que impacta diretamente na área de aproveitamento fotossintetizante, que fica menor e as plantas, menos vigorosas. Quanto aos frutos, a exposição à radiação solar é maior e há elevado risco de injúrias causadas pelo sol, assim como a sua qualidade fica reduzida quando comparado aos frutos de uma planta sadia.

Em diversos países que cultivam o maracujá, tais como Austrália, Canadá, Estados Unidos, Indonésia, Quênia, Nova Zelândia, Nova Guiné, Tanzânia e Zâmbia, a alternariose é considerada uma doença importante (GOES, 1998). No Brasil, a doença tem importância secundária e há poucas citações sobre perdas provocadas (SCHROEDER *et al.*, 1996; TAKATSU *et al.*, 2000). Contudo, de acordo com Santos Filho e Santos (2003) até mesmo uma única lesão de antracnose ocasiona queda foliar e o enfraquecimento da planta, que desprotege o fruto dos raios solares. Os frutos quando mais expostos aos raios solares podem sofrer queimaduras superficiais e ficarem depreciados para o comércio. Em condições de ataque severo pode ocorrer o secamento e a morte dos ramos. Nos frutos, os sintomas são de lesões necróticas, deprimidas, com 1 a 5 cm de diâmetro, de formato circular e coloração pardo-avermelhada a pardacenta (PIZA JÚNIOR, 1994).

e) Fusariose (*Fusarium*)

A partir de amostras de raízes e colo de plantas de maracujá com sintomas de apodrecimento foi isolado *Fusarium* sp. Os focos ocorreram isoladamente e não foram percebidos prejuízos na produção ocasionados pelo fungo.

De acordo com a literatura, doenças causadas por *Fusarium* spp. podem inviabilizar o cultivo do maracujazeiro, pois causam morte prematura das plantas, reduzem a vida útil do pomar e medidas de controle são apenas preventivas e não curativas. Além disso, os patógenos causadores de fusariose são capazes ainda de sobreviver na forma de clamidósporos na ausência do maracujazeiro. A espécie *F. solani* pode ainda sobreviver, na ausência do hospedeiro, infectando outras culturas ou plantas daninhas, devido a sua ampla gama de hospedeiros (PERUCH; SCHROEDER, 2018).

4.1.3 Doenças causadas por oomiceto

Podridão-do-pé ou podridão-do-colo (*Phytophthora*)

Foi possível o isolamento do oomiceto *Phytophthora* sp. a partir de amostras de seções de caules e raízes de maracujá que apresentaram sintomas de podridão, inoculados em maçãs que serviram de iscas.

De acordo com Peruch e Schroeder (2018), o oomiceto *Phytophthora* é relatado em maracujá e quando este ocorre juntamente com *F. solani*, tem grande importância epidemiológica devido à intensificação dos danos em maracujazeiro, acarretando morte súbita de mudas e plantas adultas. O oomiceto *Phytophthora* sp. ataca espécies agrícolas e florestais (REESER *et al.*, 2017). Werres *et al.* (2001) relataram que a gama de hospedeiros desse organismo é ampla e inclui diversas culturas de importância econômica, tais como citros, sisal, fumo, tomateiro, abacaxizeiro, algodoeiro, acácia negra dentre outras (ERWIN; RIBEIRO, 1996; SANTOS *et al.*, 2005). Conforme Drenth e Guest (2004), *Phytophthora* é um dos mais destrutivos gêneros de fitopatógenos nas regiões temperadas e tropicais no mundo, causando danos anuais de bilhões de dólares.

4.1.4 Doenças causadas por nematoides

Nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) e nematoide das galhas (*Meloidogyne* sp.)

Nas avaliações nematológicas, os nematoides *R. reniformis* (Figura 24 A) e *Meloidogyne* sp. (Figura 24 B-C) foram recuperados com frequência de incidência de 12 e 6%,

respectivamente das amostras avaliadas nesta tese. Isto aponta a magnitude destes nematoides para o maracujá na região, já que todas as plantas de maracujá são suscetíveis.



Figura 24. Nematoides recuperados de maracujazeiro. A. *Rotylenchulus reniformis*; B. Juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne* sp.; C. Corte perineal de *Meloidogyne javanica* (fêmea); AD. Arco dorsal; AV. Arco ventral; ca. Região final caudal; su. Sulco lateral; an. Ânus; vu. Vulva. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2019.

Rotylenchulus reniformis é generalizado em pomares de maracujá no Brasil. De acordo com uma pesquisa dos anos 90, *R. reniformis* estava presente em 35% das amostras de maracujá em plantações brasileiras, no Distrito Federal, Minas Gerais e Goiás (SHARMA *et al.*, 1999). Em 2007-2009, Castro *et al.* (2012) ao pesquisarem pomares de maracujá nos Distrito Federal do Brasil mostrou sua ocorrência em nove de vinte amostras.

As perdas relatadas podem ser bastante expressivas. De acordo com Kirby (1978), o peso fresco do fruto de maracujá reduz em torno de 23% na presença do *R. reniformis*, principalmente quando o maracujá é cultivado por um longo período no pomar, com duração de 18 meses a alguns anos, por exemplo, as densidades populacionais do nematoide pode atingir valores muito elevados, ocasionando os maiores danos. No caso dos pomares cultivados em Paty do Alferes, isto pode ser um grave problema, já que os pomares não são renovados anualmente com o uso de mudas sadias e tão pouco o solo é manejado no sentido de controlar doenças neste período.

O Brasil não dispõe de legislação específica para a comercialização de mudas de maracujá por viveiros que obriguem a adoção de medidas específicas para a prevenção do nematoide reniformes. Mesmo assim, alguns viveiristas adotam o uso de substratos comerciais artificiais para a produção de mudas livres de nematoides em geral (BRAGA; JUNQUEIRA, 2003). De acordo com Inomoto e Fonseca (2020) as medidas de manejo de nematoides reniformes em maracujá devem ser baseadas em uma combinação de mudas e campo livres de nematoides, já que as plantas de maracujá são suscetíveis a esta praga.

Meloidogyne sp. foi isolado a partir da coleta de raízes de maracujá e solo dos plantios de maracujazeiros. Zucareli *et al.* (2020) demonstraram em seus ensaios que as espécies cultivadas e silvestres de maracujá *P. alata*, *P. edulis*, *P. cincinnata*, e *P. giberti* foram altamente suscetíveis ao a *M. incognita*. Sharma *et al.* (2004) além da espécie *M. incognita*, citaram ainda, as espécies *M. javanica* e *M. arenaria*.

4.1.5 Doenças causadas por bactéria

Mancha-oleosa (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*)

As amostras de plantas foram coletadas a partir de sintomas em folhas tenras de maracujá, localizado em duas propriedades no município de Paty do Alferes-RJ. Plantas sintomáticas exibiram lesões amarronzadas deprimidas e desfolha nos exemplares mais infectados. Folhas com sintomas sistêmicos apresentaram coalescência de lesões e necrose das

nervuras com grande presença de exsudado bacteriano. A maioria das lesões eram do tipo localizadas e não foi detectado sintomas em frutos. No laboratório, os isolamentos bacterianos foram realizados a partir do exsudado bacteriano presente em lesões das folhas pelo método direto em King B e recuperação após 10 dias de inoculação mecânica com seringa em plantas de maracujá. As colônias isoladas puras, apresentaram características de *Xanthomonas*, como coloração amarelo brilhante e forma circular-convexa. A bactéria teve sua patogenicidade confirmada a partir de 10 dias das inoculações, momento em que as mudas de aproximadamente 1 mês demonstraram sintomas característicos de infecção.

De acordo com outras pesquisas (MALAVOLTA JR., 1998), sintomas em frutos não são comuns para infecção por mancha-oleosa. Segundo Pio-Ribeiro e Mariano (2016), o patógeno pode ser caracterizado da seguinte maneira: formato de bastonete, gram-negativa, monotríquia, não produz esporos ou cápsulas e forma colônias com nuances amarelo-brilhantes.

A medida de controle mais eficiente é o uso de mudas e sementes idôneas, isentas do patógeno. O tratamentos das sementes com água quente a 50 °C por 30 a 60 minutos tem se mostrado eficiente (SANTOS; SANTOS FILHO, 2003). Outra medida de controle é a eliminação de restos de cultura (SCHUSTER; COYNE, 1977), plantas daninhas e outras hospedeiras, onde a bactéria pode sobreviver de forma epífita ou endofítica (BEATTIE; LINDOW, 1995).

4.2 Destilação por Arraste a Vapor de *Lavandula dentata* e Composição Química do Óleo Essencial por Cromatografia Gasosa e Espectrometria de Massas

Os resultados da análise cromatográfica do OE de lavanda estão representados no cromatograma (Figura 25). As substâncias identificadas a partir do cromatógrafo estão representadas por picos. No eixo das abcissas está o tempo em minutos que a substância ficou retida, já o eixo das ordenadas registra o impulso elétrico. No gráfico, os picos mais elevados estão representando as substâncias que estão em maior quantidade na amostra do OE de lavanda.

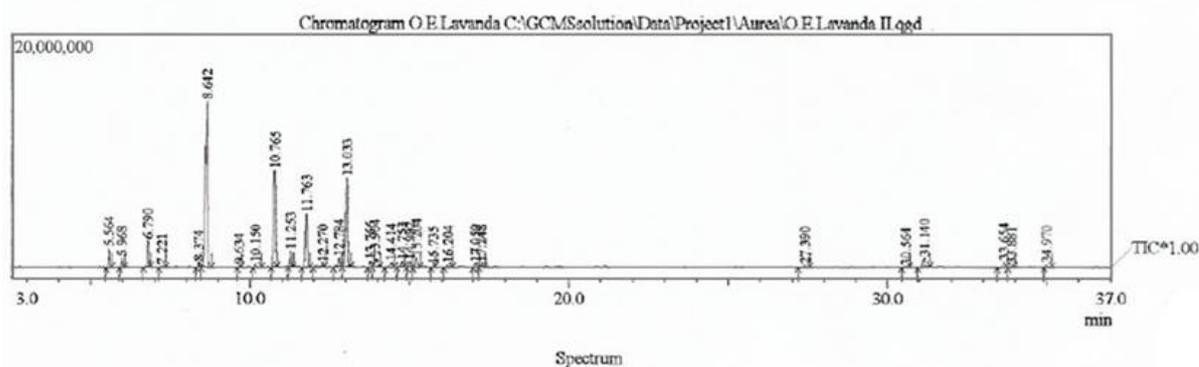


Figura 25. Cromatograma do óleo essencial de *Lavandula dentata*.

O teor de OE proveniente da destilação relacionado à matéria seca da amostra ficou em 0,75%. Foram encontrados 29 compostos químicos na análise do OE extraído da lavanda, 26 dos quais foram identificados (Tabela 1). Os principais constituintes foram monoterpenos oxigenados em alta porcentagem, seguidos por monoterpenos de hidrocarbonetos, sesquiterpenos oxigenados e sesquiterpenos de hidrocarbonetos. O principal composto foi o 1,8-cineol, seguido por fenchona, α -fenchol e cânfora.

Tabela 1. Composição química do óleo essencial de *Lavandula dentata*

Constituinte químico	TR ¹	IR ²	IRL ³	Área%
α -pineno	9.167	932	926	1.46
Canfeno	9.726	946	941	0.85
β -pineno	10.83	974	970	2.60
Desidro-1,8-cineol	11.35	988	984	0.12
<i>o</i> -cimeno	12.95	1022	1022	0.09
1,8-cineol	13.40	1026	1032	39.43
γ -terpineno	14.34	1054	1053	0.12
cis-óxido de linolol	15.01	1067	1067	0.41
Fenchona	16.00	1083	1089	18.40
Linalol	16.31	1095	1096	1.50
α -Fenchol	17.10	1113	1113	5.17
α -canfolenal	17.55	1122	1122	0.44
trans-Pinocarveol	18.25	1135	1136	0.18
Cânfora	18.74	1141	1147	20.11
Pinocarvona	19.35	1160	1159	0.83
Borneol	19.58	1165	1164	1.38
4-terpineol	20.04	1174	1174	0.53
δ -terpineol	20.73	1186	1188	0.56
Mirtenal	20.96	1195	1193	1.54
Carveol (trans)	22.02	1215	1215	0.31
Cuminal	23.01	1235	1236	0.42
Carvona	23.19	1239	1240	0.44
β -selineno	34.38	1489	1481	0.18
Óxido de cariofileno	38.54	1582	1584	1.07
β -eudesmol	41.26	1649	1652	0.76
Óxido de bisabolol	41.59	1656	1660	0.20

¹ Tempo de retenção; ² Índice de retenção tabelado e ³ Índice de retenção linear (calculado) determinados em coluna capilar HP-5 em comparação ao tempo de retenção de uma série de n-alcenos.

Os constituintes majoritários identificados no OE de lavanda são compatíveis com os relatados na literatura (MASETTO, 2011). Esses resultados possibilitaram distinguir *L. dentata* de outras espécies citando um caso análogo ao da *Lavandula angustifolia*, que possui valores diferentes, bem como, foi possível analisar qualitativamente o OE e corroborou com outros estudos em que os autores obtiveram a partir do OE, monoterpenos oxigenados sendo eles; 1,8-

cineol, cânfora, fenchona, fenchol e linalol, seguidos dos monoterpenos hidrocarbonados α -pineno, β -pineno e limoneno, os sesquiterpenos oxigenados e sesquiterpenos hidrocarbonados (DOB *et al.*, 2005; CHHETRI *et al.*, 2015). Os autores também descreveram a presença de monoterpenos em alta concentração na composição química do OE de lavanda. Da mesma forma, Mambri (2018) em seus estudos identificou uma porcentagem maior de monoterpenos oxigenados em relação aos sesquiterpenos no OE de lavanda em Santa Maria, RS. Os estudos também corroboram com Martins *et al.* (2019). Os autores encontraram proporções semelhantes às concentrações dos principais constituintes de lavanda, sendo a concentração de 1,8-cineol obtida neste estudo um pouco menor que a concentração alcançada (40,4 a 46,3%) descrita. O inverso foi observado para os constituintes cânfora (15 a 17%) e fenchona (13,4 a 15,8%), sendo os níveis observados neste estudo maiores.

Dammak *et al.* (2019) destacaram o principal constituinte do OE de lavanda sendo o monoterpeno 1,8-cineol (35%). Em seus testes para avaliar a atividade antifúngica e anti-ocrotogênica do OE de *L. dentata* obtiveram resultados efetivos e enfatizaram a importância desse constituinte. O presente estudo reforça a presença do 1,8-cineol (39,43%) como principal componente da espécie, além de demonstrar ser o material analisado de alto potencial, uma vez que foram alcançados resultados comparáveis com valores citados por outros autores.

Na comparação entre os valores retratados por outros autores com os valores alcançados no estudo, não foram consideradas as diferentes condições do material, quanto ao horário de coleta e estação do ano, por exemplo. As variações na composição química dos OEs são constantes, e recomenda-se a realização de análises para a caracterização química da espécie a fim de obter eficiência em sua aplicação. Segundo a literatura, fatores genéticos, técnicos, bióticos ou abióticos podem influenciar a qualidade química do OE e determinar variações dos principais compostos, o que estabelecerá atividade biológica específica (MORAIS, 2009). Essas variações são frequentemente encontradas em espécies nas diversas condições geográficas e demonstram que quimiotipos distintos de plantas crescem em locais diferentes (BHATT *et al.*, 2019; FIKRY *et al.*, 2019; HUSSAIN *et al.*, 2008; TANASESCU *et al.*, 2019).

4.3 Morfologia e Anatomia de *Lavandula dentata*

Os exemplares de plantas de lavanda mediram em média 75 mm de altura. O caule lenhoso suporta o arbusto ramificado com folhas e inflorescências bastante aromáticas, de coloração verde acinzentadas. Características que corroboram com outros autores em estudos de caracterização e identificação de espécies (Figura 26 A-D).



Figura 26. *Lavandula dentata*. A. Inflorescência; B. Aspecto geral da espécie em plena floração; C. Detalhe das flores; D. Folhas revolutas, opostas e lanceoladas, com ápice agudo. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2020.

O limbo foliar possui grande quantidade de apêndices e extremidades dentadas, diferindo de outras espécies (ADAMUCHIO *et al.*, 2017; FIGUEIREDO *et al.*, 2021).

Na avaliação morfológica e anatômica da parte aérea da planta (Tabela 2), foram encontrados quatro tipos morfológicos de tricomas morfológicamente distinguíveis não glandulares, denominados tectores e três tipos de tricomas glandulares, característicos de *L. dentata* (FIGUEIREDO *et al.*, 2021), em distribuição aleatória superficialmente na parte aérea das plantas de lavanda.

Tabela 2. Características morfométricas de *Lavandula dentata*

Características morfométricas	Medida média
Arbusto	75 mm
Tricoma tector ramificado (TTR)	250 µm
Tricoma tector bifurcado (TTB)	20 µm
Tricoma tector com protuberância (TTP)	18 µm
Pequeno tricoma tector (TTpeq)	11 µm
Tricoma glandular capitado com cabeça bicelular (TGCb)	19 µm
Tricoma glandular capitado com cabeça unicelular (TGCu)	16 µm
Tricoma glandular peltato (TGP)	16 µm
Folha adulta	30 x 5 mm
Inflorescência	14 x 40 mm
Bráctea superior/ inferior	10 x 6/ 9 x 8 mm
Cálice	6 x 2 mm
Corola	4 mm
Flor	9 x 4 mm
Pedúnculo	12 x 2 mm
Grão de pólen	1 x 0,5 mm

Os resultados corroboram com os estudos Liu *et al.* (2012) e Adamuchio *et al.* (2017), os autores em seus estudos morfológicos para lavanda encontraram tricomas glandulares capitados e peltados, bem como para outras espécies da família Lamiaceae.

A Figura 27 (A-H) destaca os tipos morfológicos distinguíveis de tricomas detectados nas análises da lavanda. Destaca ainda, tricomas glandulares em diferentes estágios de maturação até em estágio após a degenerescência celular, isto é, quando o conteúdo subcuticular já foi exteriorizado e é exibido colapso da cabeça glandular do tricoma, respectivamente. Neste caso, o produto foi secretado por poros cuticulares ou por ruptura da cutícula. As amostras analisadas exibiam com frequência estes dois estágios de maturação. Para alguns autores a ruptura da cutícula é um processo espontâneo, enquanto que para outros é provocado por fatores abióticos, diferenças drásticas de temperatura e umidade ou fatores

bióticos, por exemplo, presença de predadores. Terminada a fase de secreção, as células glandulares sofrem degenerescência celular, com colapso da cabeça glandular e perda de função (ASCENSÃO *et al.*, 1999).

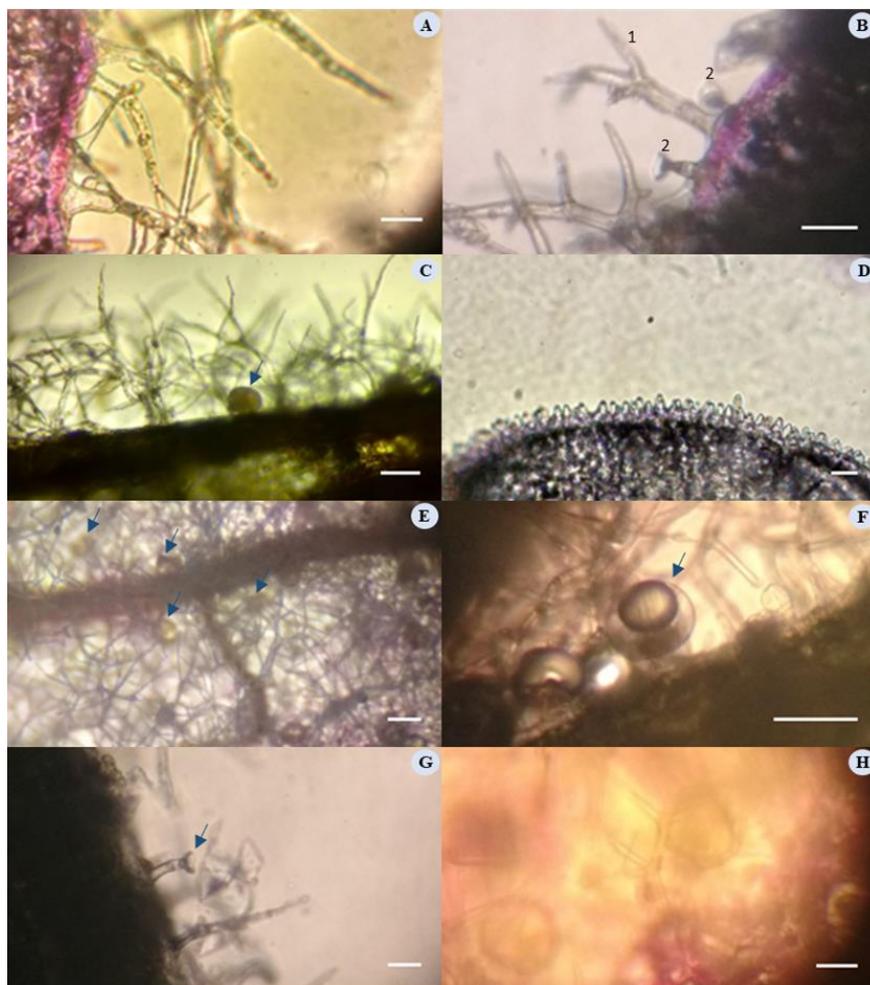


Figura 27. Tipos morfológicos distinguíveis de tricomas de *Lavandula dentata*. A. Corte transversal de uma bráctea apical mostrando epiderme unisseriada coberta por cutícula e presença de tricoma tector ramificado (TTR); B. Tricomas tectores bifurcados¹ (TTB), Tricomas glandulares capitados² (TGC) em estágio avançado; C. tricomas glandulares peltados (TGP); D. Pequenos tricomas tectores (TTpeq) em pétalas, com células epidérmicas mamilares; E. Vista superior da célula secretora do tricoma glandular peltado (TGP); F. Tricoma glandular capitado (TGC) em estágio avançado de maturação; G. Tricoma glandular capitado (TGC) em estágio após a degenerescência celular; H. Tricoma glandular peltado (TGP) com aparência dourada brilhante. Barra indica escala de 25 µm. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2020.

As características morfológicas analisadas permitiram diferenciar com segurança *L. dentata* de outras espécies e ainda, atestar a sua qualidade para uso.

4.4 Composição Química dos Óleos Essenciais Comerciais das Espécies Medicinais

Os principais constituintes químicos de cada OE selecionado para análise são apresentados na Tabela 3, juntamente com a confirmação do quimiotipo, conforme literatura.

Tabela 3. Identificação e quantificação de constituintes químicos nos óleos essenciais

Constituintes (%)	IR	Bas ¹	Ore ²	Gen ³	Lar ⁴	Cra ⁵	Can ⁶	Mel ⁷	Cit ⁸	Men ⁹	Tom ¹⁰
α -pineno	933	1,56	1,88	1,30	2,90	--	1,26	2,34	--	0,25	0,64
Canfeno	954	--	0,79	4,35	--	--	0,59	--	--	--	0,95
Benzaldeído	960	--	--	--	--	--	0,62	--	--	--	--
Sabineno	976	--	--	--	--	--	--	--	--	0,54	tr
β -pineno	980	0,75	0,82	0,40	0,68	--	0,95	--	--	0,95	0,89
Mirceno	991	--	--	1,35	1,80	--	--	--	--	0,53	0,54
α -terpineno	1018	--	--	--	--	--	--	8,53	--	0,84	5,68
para-cimeno	1026	--	2,25	--	--	--	--	4,17	--	--	21,9
Limoneno	1029	--	--	--	76,2	--	0,57	7,53	1,29	1,26	0,36
1.8-cineol	1031	15,6	0,95	10,85	--	--	1,26	6,39	--	0,68	0,53
γ -terpineno	1062	--	2,25	--	--	--	--	19,2	--	--	4,72
Linalol	1098	1,76	--	1,80	8,92	--	0,85	--	--	--	2,35
Citronelol	1125	--	--	1,52	--	--	--	--	5,18	--	--
Cânfora	1143	11,86	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Isopulegol	1149	--	--	--	--	--	--	--	0,96	--	--
Citronelal	1153	--	--	0,74	1,25	--	--	--	23,2	--	--
Mentol	1164	--	--	--	--	--	--	--	--	90,2	--
Borneol	1169	--	0,68	1,20	--	--	0,7	--	--	--	--
Terpinen-4-ol	1177	2,46	1,04	--	--	--	1,18	37,3	--	--	--
α -terpineol	1189	--	--	--	--	--	1,72	5,58	--	--	--
Neral	1238	4,35	--	14,0	0,84	--	--	--	--	--	--
Geraniol	1252	--	--	5,68	--	--	--	--	33,7	--	--
Geranial	1267	7,52	--	20,9	--	--	--	--	0,75	--	--
(Z)- Cinamaldeído	1219	--	--	--	--	--	0,57	--	--	--	--
(E)- Cinamaldeído	1270	--	--	--	--	--	93,80	--	--	--	--
Acetato de bornila	1288	--	--	--	--	--	1,11	--	--	--	0,36
Timol	1290	--	1,45	--	--	--	--	--	--	--	41,2
Carvacrol	1298	--	79,9	--	--	--	--	--	--	--	3,53
Eugenol	1359	11,31	--	--	--	61,42	--	--	0,69	--	0,51
β -elemeno	1390	--	0,42	--	--	--	--	--	0,81	--	--
Cariofileno	1404	--	1,16	--	--	19,95	--	--	--	--	--
α -humuleno	1454	--	0,54	--	--	--	--	--	--	--	--
Germacreno-D	1485	--	--	--	--	--	--	--	1,15	--	--
α -zingibereno	1493	--	--	2,97	--	--	--	--	--	--	--
γ -cadineno	1513	--	--	--	--	--	--	--	1,02	--	--
a-Humeleno	--	--	--	--	--	2,87	--	--	--	--	--
g-Muroleno	--	--	--	--	--	0,11	--	--	--	--	--
(E,E)-a-farneseno	--	--	--	--	--	0,10	--	--	--	--	--
d-Cadineno	--	--	--	--	--	0,15	--	--	--	--	--
Acetato de Eugenol	--	--	--	--	--	14,86	--	--	--	--	--
Óxido de cariofileno	--	--	--	--	--	0,54	--	--	--	--	--

¹*Ocimum basilicum*, ²*Origanum vulgare*, ³*Zingiber officinale*, ⁴*Citrus sinensis*, ⁵*Eugenia caryophyllus*, ⁶*Cinnamomum cassia*, ⁷*Melaleuca alternifolia*, ⁸*Cymbopogon winterianus*, ⁹*Mentha arvensis*, ¹⁰*Thymus vulgaris*, ¹¹Traços.

Os constituintes químicos monoterpenos foram os majoritários dentre as moléculas voláteis analisadas. Knaak e Fiuza (2010) relataram que OEs se apresentaram como moléculas voláteis, tendo como principais constituintes os monoterpenos, seguidos pelos sesquiterpenos.

A análise química dos OEs utilizados neste estudo determinou a pureza e quimiotipo específico do OE utilizado no presente estudo. Valiosos compostos com potencial de uso em estudos de atividade antimicrobiana foram revelados neste estudo.

4.5 Efeito de Óleos Essenciais Sobre os Microrganismos Testados - Métodos de Detecção de Atividade Antimicrobiana

Os testes a seguir demonstram os resultados do uso de OEs de *O. basilicum* (Bas), *O. vulgare* (Ore), *Z. officinale* (Gen), *C. sinensis* (Lar), *E. caryophyllus* (Cra), *C. cassia* (Can), *M. alternifolia* (Mel), *C. winterianus* (Cit), *M. arvensis* (Men), *T. vulgaris* (Tom) e *L. dentata* (Lav) contra os fitopatógenos *C. gloeosporioides*, *C. herbarum* e *R. solani* (Figura 28 A-C). Os microrganismos *C. herbarum* e *C. gloeosporioides* por terem facilidade em esporulação seguiram para os ensaios antibiograma, após foram determinadas a CIM e CFM. *Rhizoctonia solani* teve seu crescimento micelial mensurado e determinadas a ICM e T_xCM. Os ensaios *in vivo* foram realizados apenas para *C. gloeosporioides*.

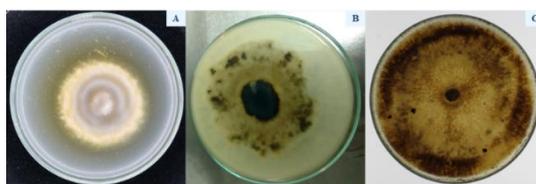


Figura 28. Microrganismos testados para detecção de atividade antimicrobiana aos óleos essenciais. A. *Cladosporium herbarum*; B. *Colletotrichum gloeosporioides*; C. *Rhizoctonia solani*. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2020.

4.5.1 Atividade antimicrobiana pelo método de difusão em ágar com discos de papel filtro

Atividades antimicrobianas *in vitro* dos OEs das espécies medicinais Bas, Ore, Gen, Lar, Cra, Can, Mel, Cit, Men, Tom e Lav sobre os microrganismos *C. herbarum* e *C. gloeosporioides* foram avaliadas pela presença ou ausência de zonas de inibição e aferição dos diâmetros das zonas de inibição. Os resultados estão apresentados conforme a Tabela 4. Todos os OE avaliados, apresentaram alguma atividade antimicrobiana para os microrganismos testados. Contudo, alguns OE testados tiveram um desempenho superior. Os OE de cravo e canela apresentaram um grande potencial de atividade antimicrobiana contra os dois fungos testados, com diâmetros de inibição que variaram de 6 a 9,9 mm, se comportando muito próximo ao controle com 10 mm. Já o OE de basilicão e lavanda apresentaram um maior halo (8,1 e 9,6 mm, respectivamente) de inibição para *C. gloeosporioides*.

Tabela 4. Halo de inibição (mm) para microrganismos frente a diferentes óleos essenciais na concentração de 3,2 µL

Microrganismos	Bas	Ore	Gen	Lar	Cra	Can	Mel	Cit	Men	Tom	Lav	C	
												+	-
<i>C. herbarum</i>	3	1,9	4	3,8	6	9	1,5	3,2	2,8	2	2,9	10	0
<i>C. gloeosporioides</i>	8,1	5,2	5	4,9	9,7	9,9	2,4	1,6	1,1	1	9,6	10	0

O. basilicum (Bas), *O. vulgare* (Ore), *Z. officinale* (Gen), *C. sinensis* (Lar), *E. caryophyllus* (Cra), *C. cassia* (Can), *M. alternifolia* (Mel), *C. winterianus* (Cit), *M. arvensis* (Men), *T. vulgaris* (Tom), *L. dentata* (Lav), controles (C).

4.5.2 Determinação da concentração inibitória mínima (CIM)

A CIM foi determinada para todos os OEs que mostraram potencial de inibição nos testes de antibiograma para os fungos *C. herbarum* e *C. gloeosporioides*, conforme apresentado nos gráficos (Figura 29 A e B).

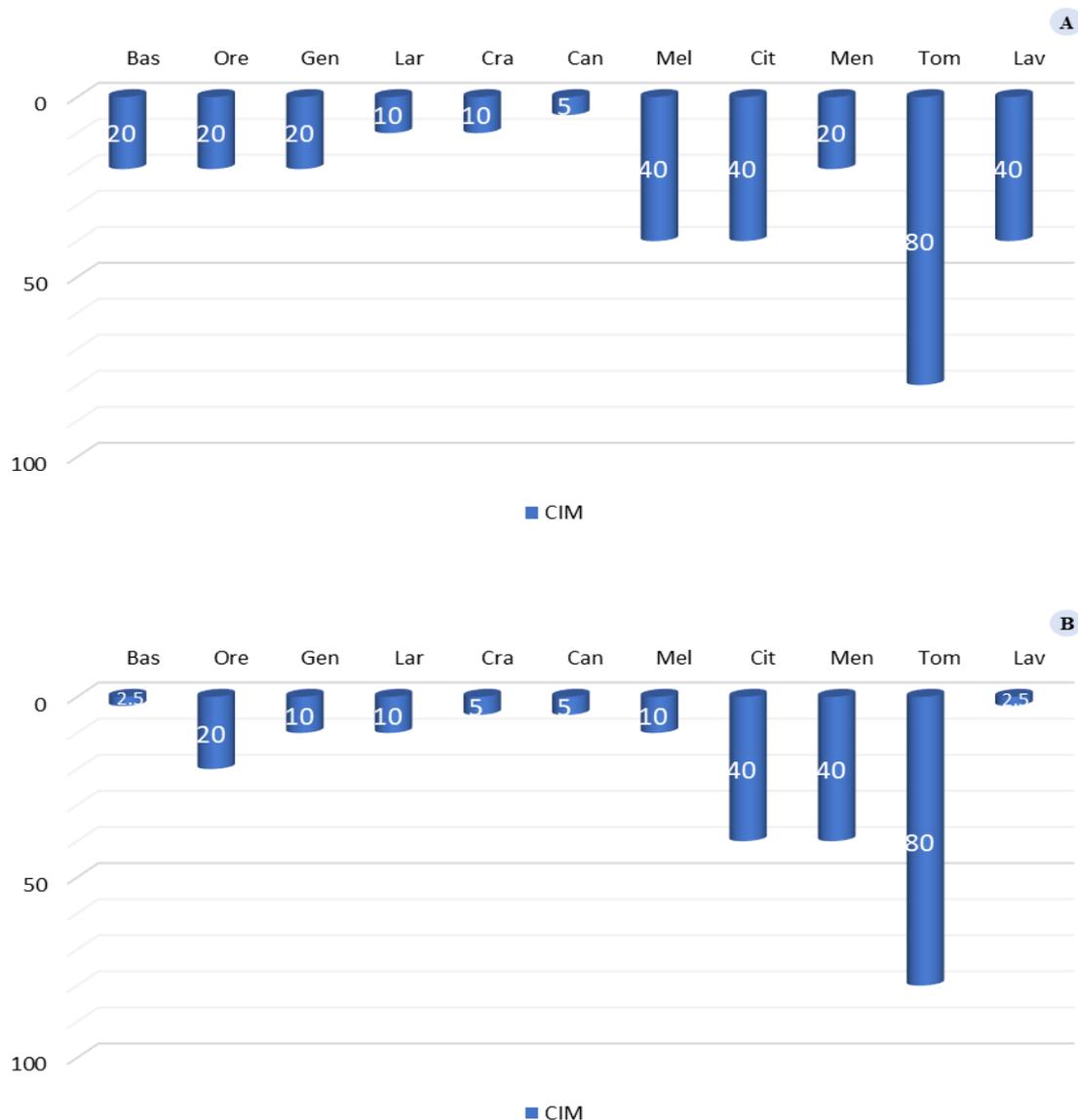


Figura 29. Concentração inibitória mínima (CIM) ($\mu\text{LOE.mL}^{-1}$). A. *Cladosporium herbarum*; B. *Colletotrichum gloeosporioides*. Ensaio foi realizado de 160 a 1,75 $\mu\text{LOE.mL}^{-1}$ e na escala está exposto até 100 $\mu\text{LOE.mL}^{-1}$. *O. basilicum* (Bas), *O. vulgare* (Ore), *Z. officinale* (Gen), *C. sinensis* (Lar), *E. caryophyllus* (Cra), *C. cassia* (Can), *M. alternifolia* (Mel), *C. winterianus* (Cit), *M. arvensis* (Men), *T. vulgaris* (Tom) e *L. dentata* (Lav). Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2021.

4.5.3 Determinação da concentração fungicida mínima (CFM)

A ação fungicida dos OEs de orégano, laranja-doce, cravo, canela e tomilho foi detectada para o microrganismo *C. herbarum*. Já os demais OEs não apresentaram efeito fungicida até a mais alta concentração testada (160 $\mu\text{LOE.mL}^{-1}$). Para o microrganismo *C. gloeosporioides*, os OEs que apresentaram efeito fungicida foram: basilicão, orégano, gengibre, laranja-doce, cravo e canela, conforme a Tabela 5.

Tabela 5. Ação antifúngica dos óleos essenciais. Concentração inibitória mínima (CIM) e Concentração fungicida mínima (CFM) dos óleos essenciais sobre *Cladosporium herbarum* e *Colletotrichum gloeosporioides*

OE	<i>Cladosporium herbarum</i>		<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>		Controles		
	CIM ($\mu\text{L.mL}^{-1}$)	CFM ($\mu\text{L.mL}^{-1}$)	CIM ($\mu\text{L.mL}^{-1}$)	CFM ($\mu\text{L.mL}^{-1}$)	F ¹	E ²	C ³
Basilicão	20	ND*	2,5	80	-	-	+
Orégano	20	160	20	80	-	-	+
Gengibre	20	ND*	10	80	-	-	+
Laranja-doce	10	160	10	80	-	-	+
Cravo	10	160	5	40	-	-	+
Canela	5	80	5	20	-	-	+
Melaleuca	40	ND*	10	ND*	-	-	+
Citronela	40	ND*	40	ND*	-	-	+
Menta	20	ND*	40	ND*	-	-	+
Tomilho	80	160	80	ND*	-	-	+
Lavanda	40	ND*	2,5	ND*	-	-	+

*ND = não detectado nas concentrações testadas. ¹Fungicida; ²Esterilidade; ³Crescimento.

O gráfico (Figura 30) foi elaborado apenas para os OEs que demonstraram ação fungicida.

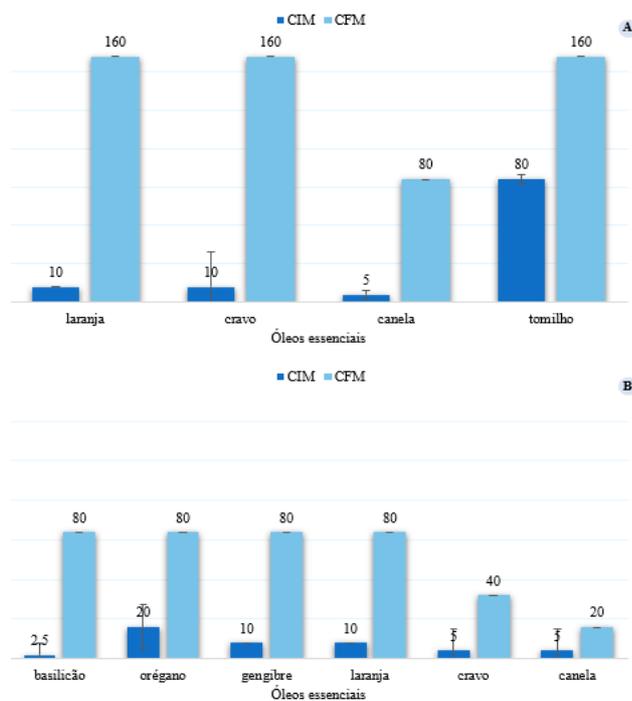


Figura 30. Concentração fungicida mínima (CFM) ($\mu\text{LOE.mL}^{-1}$) de óleos essenciais sobre *Cladosporium herbarum* e *Colletotrichum gloeosporioides*. Barra indica desvio padrão da amostra. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2021.

O OE que promoveu ação fungicida sobre *C. herbarum* na mais baixa dosagem foi o de canela ($80 \mu\text{L.mL}^{-1}$). Os OEs de cravo e canela ocasionaram a mais baixa ação fungicida sobre *C. gloeosporioides*, estes atingiram CFM a 40 e $20 \mu\text{L.mL}^{-1}$, respectivamente.

4.5.4 Percentual de esporos germinados

Verificou-se ausência ou baixa germinação de esporos tanto de *C. herbarum* (Figura 31 A), como para *C. gloeosporioides* (Figura 31 B) com os OEs mais concentrados e à medida que aumentou a diluição das emulsões, o percentual de esporos germinados foi maior.

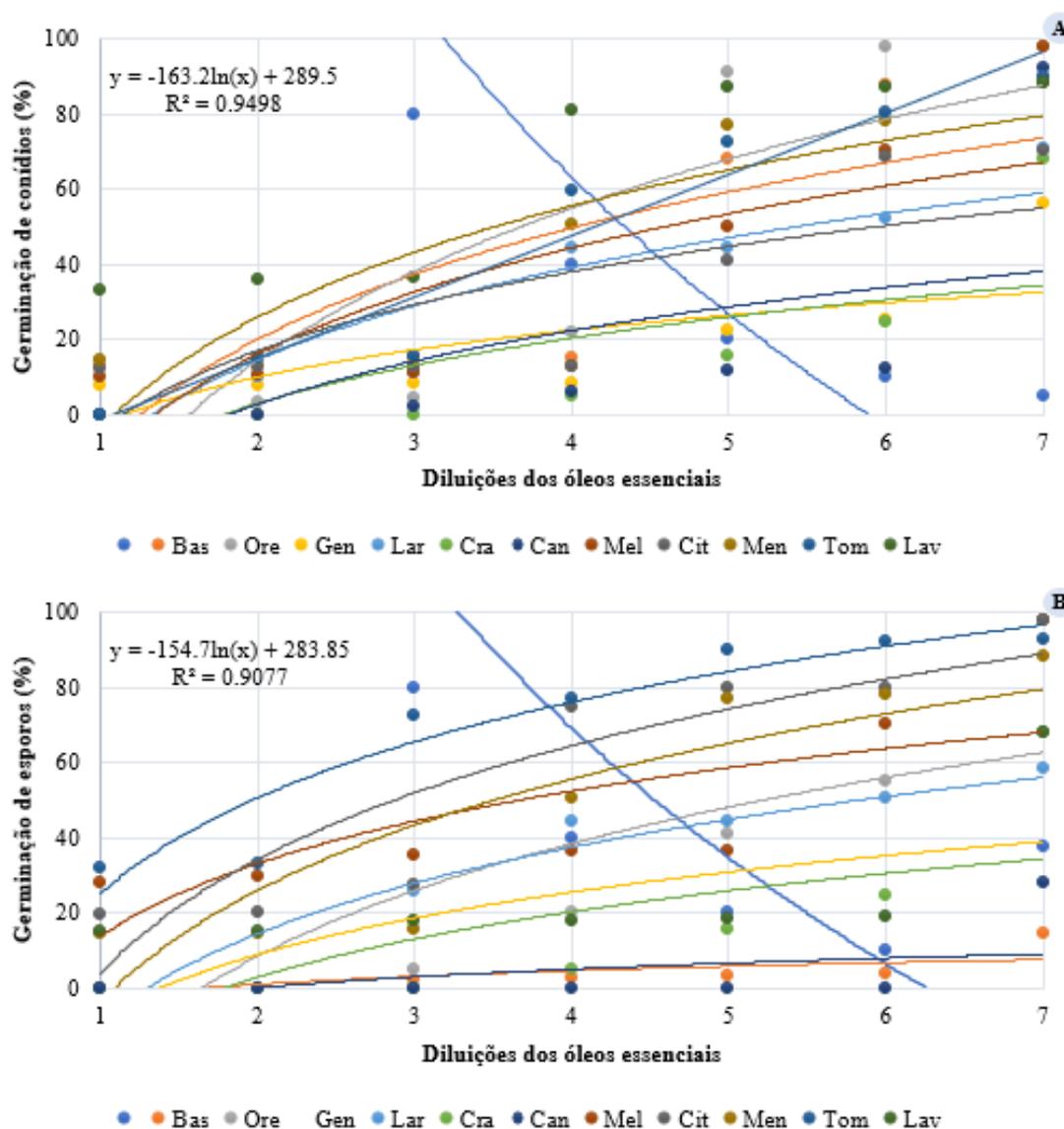


Figura 31. Percentual de germinação de esporos fúngicos em relação à concentração de óleo essencial. A. *Cladosporium herbarum*; B. *Colletotrichum gloeosporioides*. *O. basilicum* (Bas), *O. vulgare* (Ore), *Z. officinale* (Gen), *C. sinensis* (Lar), *E. caryophyllus* (Cra), *C. cassia* (Can), *M. alternifolia* (Mel), *C. winterianus* (Cit), *M. arvensis* (Men), *T. vulgaris* (Tom) e *L. dentata* (Lav). Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2021.

Na primeira diluição (Diluição 1), isto é, na concentração maior de OE, a germinação média de conídios foi menor. Na 7ª diluição, a germinação média foi maior devido à baixa concentração dos OEs testados (Figura 32 A e B). O grau de correlação foi fortemente proporcional negativa, pois valores crescentes das variáveis em 'X' estão associados a valores decrescentes das variáveis em 'Y'. Os coeficientes de correlação de Spearman obtidos por meio do programa Bioestat 5.0 foram $r: -0.729$ ($p < 0,001$) para *C. herbarum* e $r: -0.771$ ($p < 0,001$) para *C. gloeosporioides*.

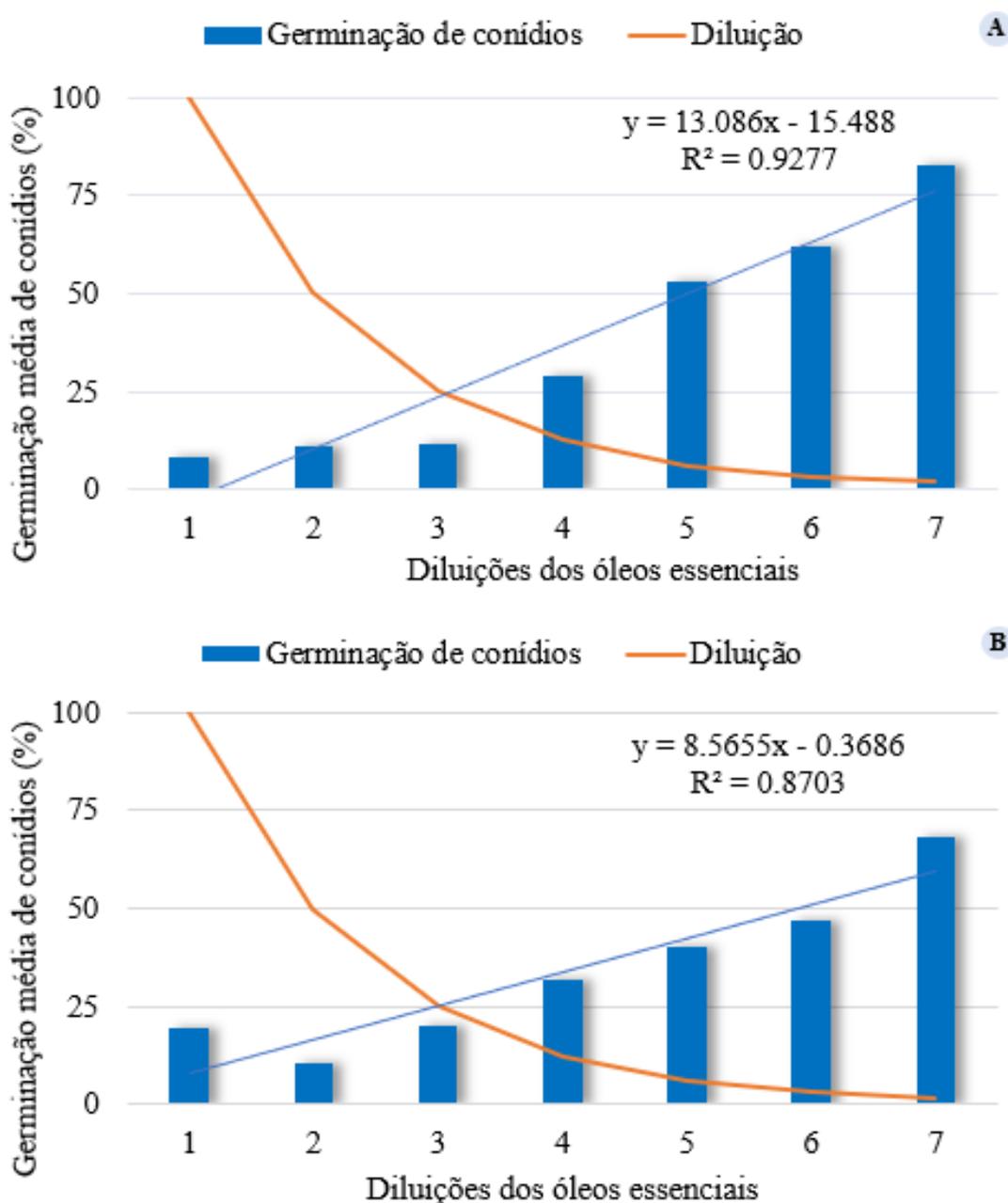


Figura 32. Germinação de conídios sob efeito dos óleos essenciais da 1ª até a 7ª diluição. A. *Cladosporium herbarum*; B. *Colletotrichum gloeosporioides*. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2021.

Para os dois microrganismos testados, com exceção dos OEs de citronela, melaleuca e menta que não apresentaram ação fungicida nos ensaios, os demais OEs que apresentaram ação

fungicida no teste CFM não apresentaram esporos germinados, o que comprovou ação biofungicida do OE. Já os OEs nas concentrações que demonstraram uma CIM germinaram proporcionalmente à medida que a concentração do OE diminuiu. Na Figura 33 A-D pode-se conferir as diferenças no percentual de germinação de conídios quando estes foram submetidos aos diferentes OEs da concentração mais elevada ($160 \mu\text{LOE.mL}^{-1}$) a concentração mais diluída ($2,5 \mu\text{LOE.mL}^{-1}$). Na concentração mais elevada, o percentual de germinação dos conídios ficou sempre abaixo de 33% para os dois microrganismos e para todos os OEs das espécies medicinais testadas.



Figura 33. Germinação de conídios sob efeito de diferentes óleos essenciais de espécies medicinais. A. *Cladosporium herbarum* sob o efeito dos óleos essenciais a $160 \mu\text{LOE.mL}^{-1}$; B. *C. herbarum* sob o efeito dos óleos essenciais a $2,5 \mu\text{LOE.mL}^{-1}$; C. *Colletotrichum gloeosporioides* sob efeito dos óleos essenciais a $160 \mu\text{LOE.mL}^{-1}$; D. *C. gloeosporioides* sob o efeito dos óleos essenciais a $2,5 \mu\text{LOE.mL}^{-1}$. *O. basilicum* (Bas), *O. vulgare* (Ore), *Z. officinale* (Gen), *C. sinensis* (Lar), *E. caryophyllus* (Cra), *C. cassia* (Can), *M. alternifolia* (Mel), *C. winterianus* (Cit), *M. arvensis* (Men), *T. vulgaris* (Tom) e *L. dentata* (Lav). Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2021.

Quando os OEs foram testados na mais baixa concentração para conídios de *C. herbarum* (Figura 33 B), o percentual de germinação variou de 56% para o OE de gengibre, sendo a germinação mais reduzida, até o percentual mais elevado de 98% para o OE de orégano, onde praticamente não prejudicou a germinação. Em relação à germinação de conídios de *C.*

gloeosporioides nesta mesma concentração (Figura 33 D), o menor percentual de conídios germinados foi de 28% no tratamento com o OE de canela e o maior percentual de germinação também chegou a 98% para o OE de orégano e além deste, os OEs de melaleuca e citronela obtiveram o mesmo percentual de germinação. Contudo, quando os OEs foram testados na máxima diluição (Figura 33 A e C), a germinação foi de no mínimo zero para esporos de *C. herbarum* tratados com OE de orégano, laranja-doce, cravo e canela, da mesma forma que para esporos de *C. gloeosporioides* tratados com OEs de basilicão, orégano, gengibre, laranja-doce, cravo e canela. Já a máxima germinação ficou em 33% para esporos de *C. herbarum* quando tratado com OE de lavanda e de 32% para esporos de *C. gloeosporioides* tratados com OE de tomilho.

4.5.5 Taxa de inibição do crescimento micelial (ICM)

Rhizoctonia solani foi avaliada sob o efeito de tratamento com os OEs das espécies medicinais Bas, Ore, Gen, Lar, Cra, Can, Mel, Cit, Men, Tom e Lav e sua ICM foi verificada. O fungo apresentou um perfil de crescimento diverso, que variou sobretudo devido à concentração do OE no tratamento. A ICM de *R. solani* (Tabela 6) demonstra-se crescente conforme a concentração do OE aumenta e na concentração mais diluída, apenas o OE de orégano conseguiu inibir o crescimento fúngico. Os tratamentos com OEs de gengibre e laranja-doce demonstraram na concentração maior uma ICM máxima de 33 e 2% respectivamente, quase não se observando interferência no perfil de crescimento do fungo. Já o OE de lavanda apresentou inibição máxima de 62% na sua maior concentração testada. Em contrapartida, os demais OEs apresentaram ótimos resultados na ICM com taxas acima de 80%.

Tabela 6. Taxa de inibição do crescimento micelial (ICM) de *Rhizoctonia solani* frente a óleos essenciais em diferentes concentrações ($\mu\text{L.SMC}^{-1}$)

OE	Concentração dos óleos essenciais e taxa de inibição do crescimento micelial de <i>Rhizoctonia solani</i> sp.				Controle -	Controle +
	12,8	6,4	3,2	1,6	Tween	Fungicida
Basilicão	100	6,44	0	0	0	100
Orégano	100	100	100	20	0	100
Gengibre	33,33	27,11	0	0	0	100
Laranja-doce	2,44	0	0	0	0	100
Cravo	100	93	86,11	0	0	100
Canela	100	100	100	0	0	100
Melaleuca	100	83,82	62,22	0	0	100
Citronela	100	8,89	0	0	0	100
Menta	100	22,67	22,22	0	0	100
Tomilho	100	100	100	0	0	100
Lavanda	62,22	13,11	0	0	0	100

O OE de orégano foi o único que alterou o perfil de crescimento de *R. solani* já na diluição de $1,6 \mu\text{L.SMC}^{-1}$ e inibiu 100% o crescimento micelial a partir da diluição $3,2 \mu\text{L.SMC}^{-1}$, sendo comparado ao tratamento controle com fungicida (Figura 34). Nesta diluição, os OEs de canela e tomilho também obtiveram uma ICM de 100%. Os OEs de basilicão e citronela somente obtiveram uma boa ICM a $12,8 \mu\text{L.SMC}^{-1}$ com a ICM de 100%.

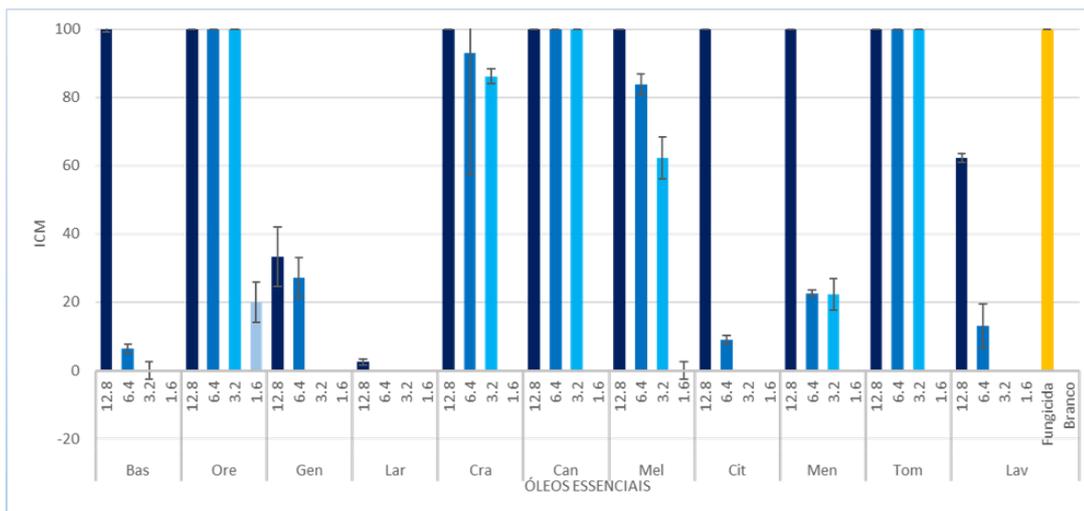


Figura 34. Taxa de inibição do crescimento micelial (ICM) de *Rhizoctonia solani* frente a óleos essenciais em diferentes concentrações ($\mu\text{L.SMC}^{-1}$). *O. basilicum* (Bas), *O. vulgare* (Ore), *Z. officinale* (Gen), *C. sinensis* (Lar), *E. caryophyllus* (Cra), *C. cassia* (Can), *M. alternifolia* (Mel), *C. winterianus* (Cit), *M. arvensis* (Men), *T. vulgaris* (Tom) e *L. dentata* (Lav). Barra indica desvio padrão da amostra.

A Figura 35 A-L apresenta o mesmo grupo de placas analisadas no 3º e 6º dias de incubação. O perfil do crescimento de *R. solani* mensurado ao 3º dia, para praticamente todos os tratamentos com os OEs, se mostrou retardado inicialmente quando comparado ao controle. Posteriormente, no 6º dia de incubação alguns tratamentos tiveram seu crescimento recuperado. Neste caso, o fungo sob o efeito dos OEs teve seu crescimento micelial inicialmente reduzido ou até nulo, mas posteriormente o micélio se desenvolveu ocupando a superfície do meio e sua $T_x\text{CM}$ se aproximou ao controle não tratado com OE.

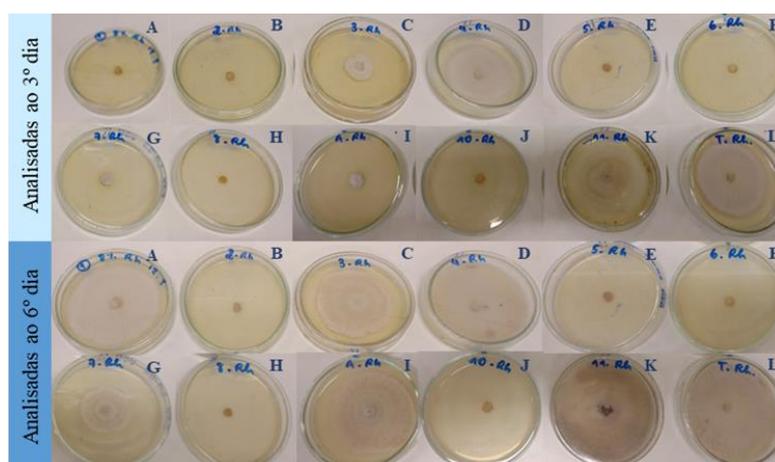


Figura 35. Perfil do crescimento de *Rhizoctonia solani* em meio BDA sob diferentes OEs (A-L) no tratamento 6,4 μL por disco de papel filtro, analisadas ao 3º e 6º dias. Óleos essenciais: A. Basilicão; B. Orégano; C. Gengibre; D. Laranja-doce; E. Cravo; F. Canela; G. Melaleuca; H. Citronela; I. Menta; J. Tomilho; K. Lavanda; L. Controle não tratado com óleo essencial. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2020.

A exemplo disso, a Figura 36 A apresenta a $T_x\text{CM}$ de *R. solani* sob o efeito do OE de basilicão a 6,4 $\mu\text{L.SMC}^{-1}$. Nula inicialmente com as mensurações no 3º dia e após, o

crescimento foi restabelecido, assim, no 6º dia de incubação, seu crescimento micelial foi recuperado e inclusive ficou bem próximo ao controle. Os demais tratamentos observados nas Figuras 36 a 39, os quais não inibiram o crescimento micelial de *R. solani* ou inibiram com baixo percentual, também apresentaram esse perfil de crescimento. No tocante ao tratamento com OE de basilicão, apenas na diluição 12,8 µL.SMC⁻¹ o fungo não cresceu. As demais diluições do OE exibiram uma T_xCM excelente e próxima ao controle não tratado.

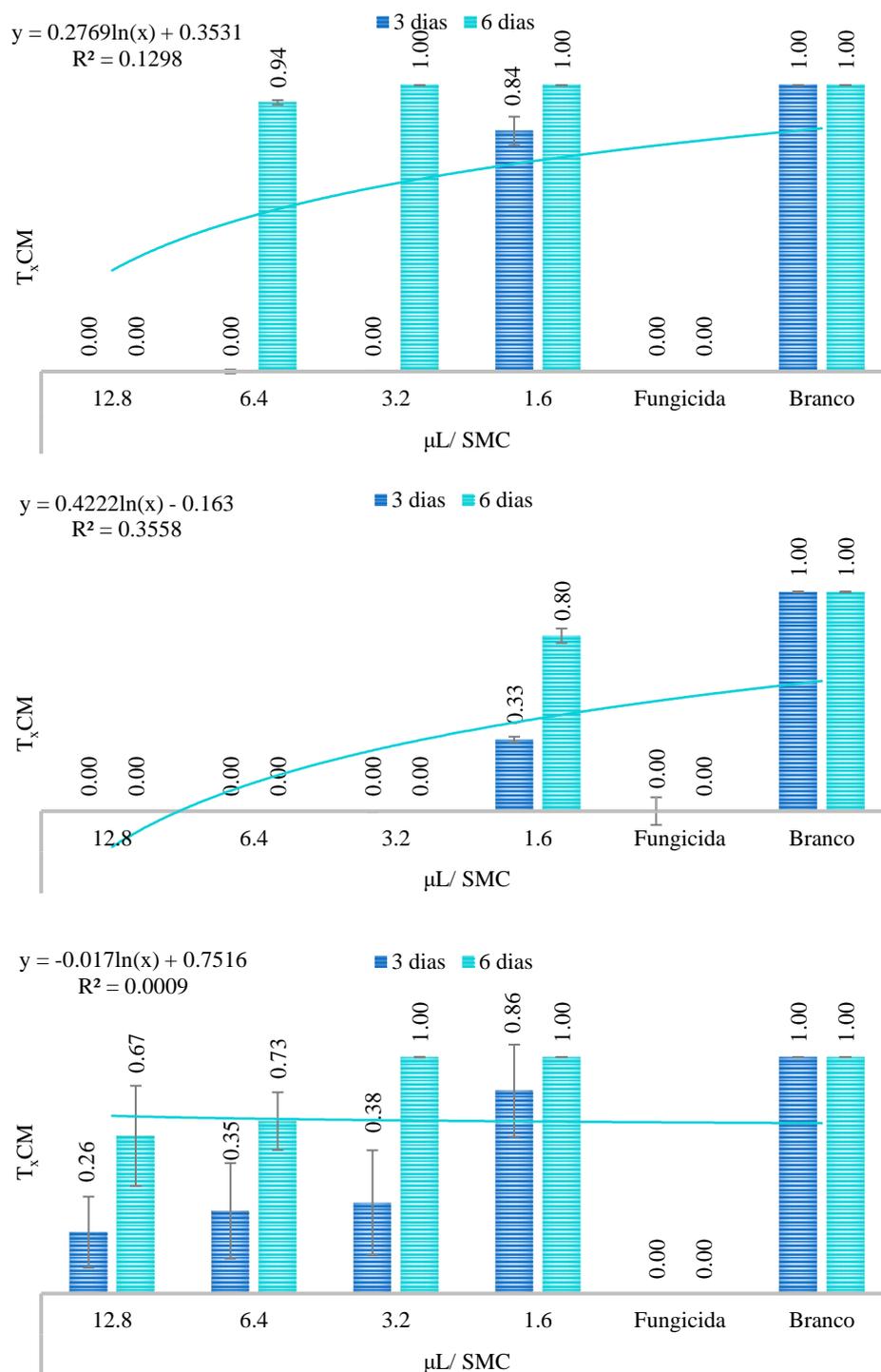


Figura 36. Taxa de crescimento micelial de *Rhizoctonia solani* aos 3 e 6 dias após as inoculações frente a diferentes concentrações dos óleos essenciais: A. Basilicão; B. Orégano; C. Gengibre. Barra indica desvio padrão da amostra.

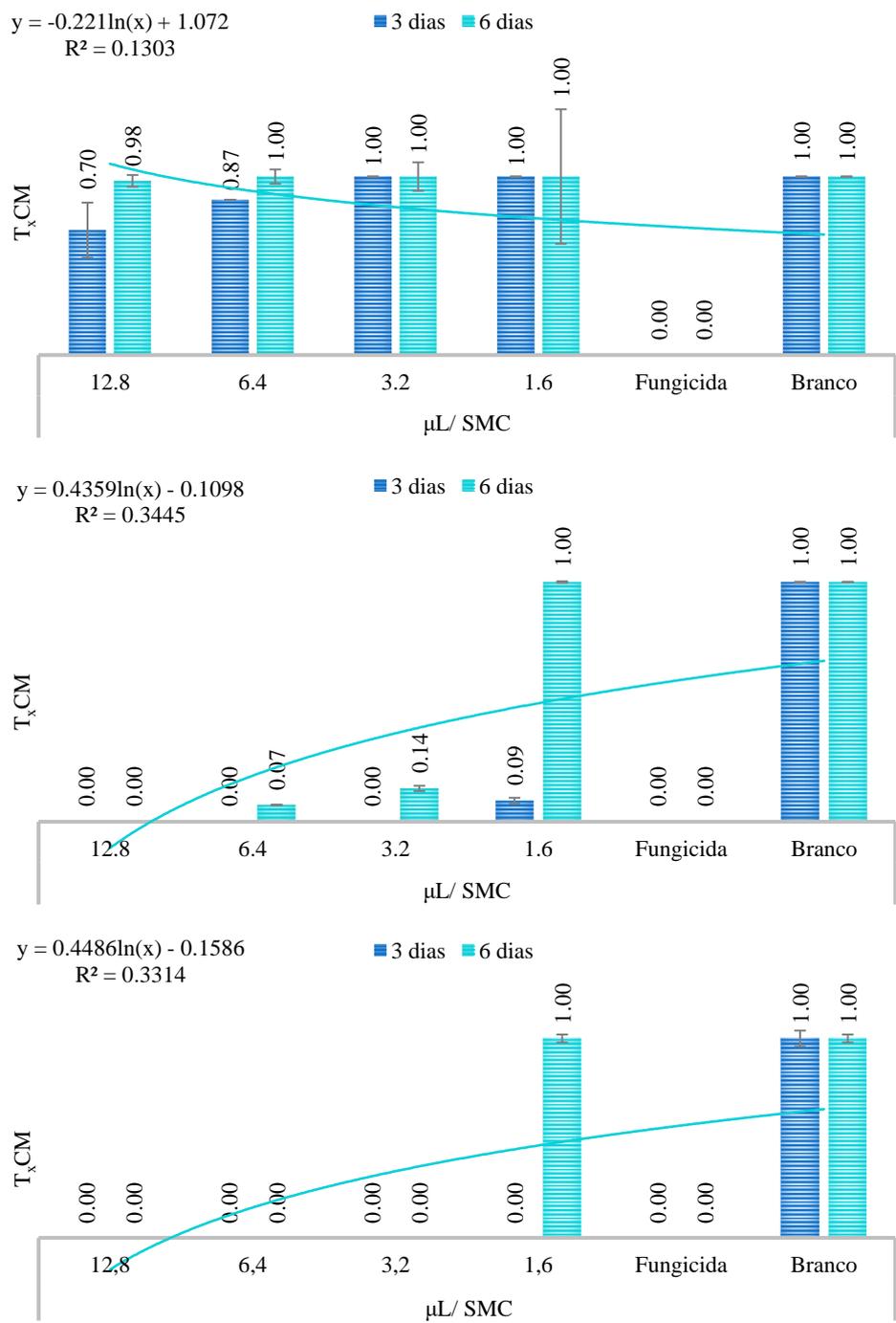


Figura 37. Taxa de crescimento micelial de *Rhizoctonia solani* aos 3 e 6 dias após as inoculações frente a diferentes concentrações dos óleos essenciais: A. Laranja-doce; B. Cravo; C. Canela. Barra indica desvio padrão da amostra.

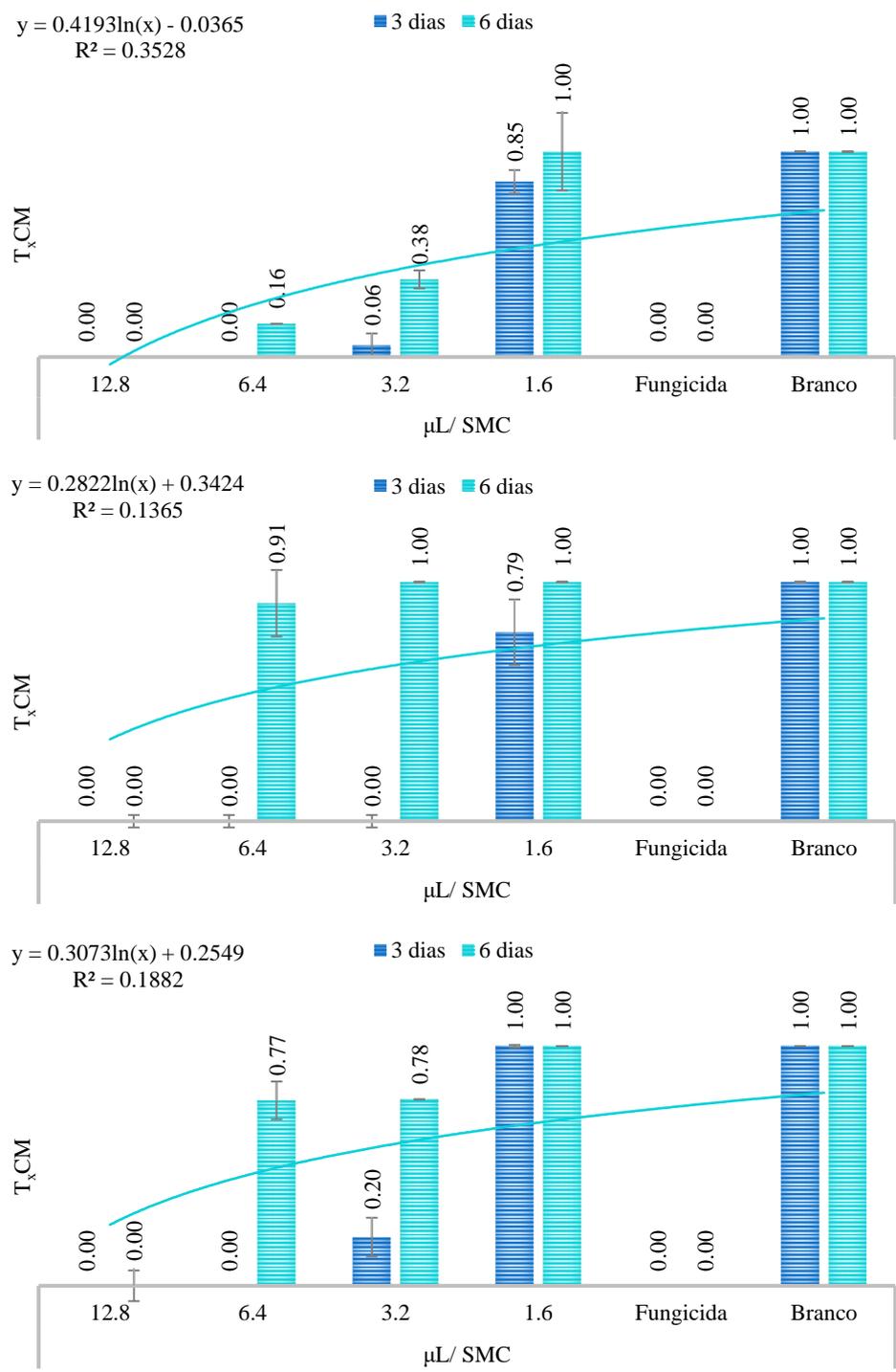


Figura 38. Taxa de crescimento micelial de *Rhizoctonia solani* aos 3 e 6 dias após as inoculações frente a diferentes concentrações dos óleos essenciais: A. Melaleuca; B. Citronela; C. Menta. Barra indica desvio padrão da amostra.

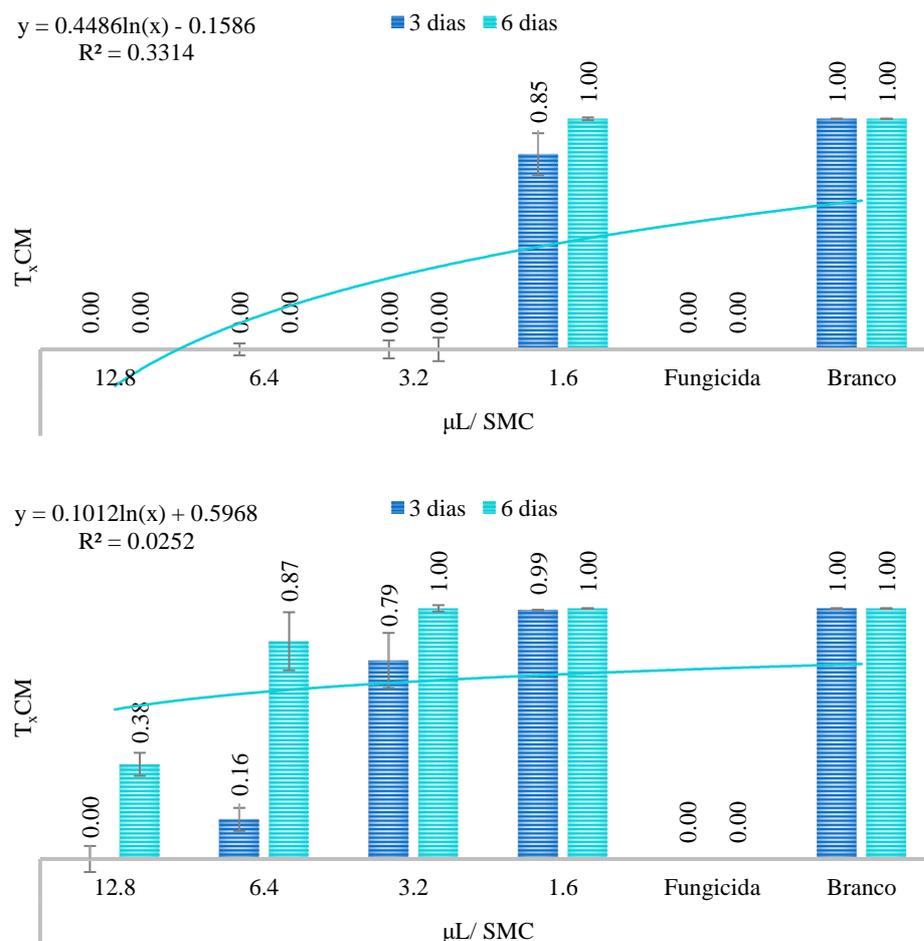


Figura 39. Taxa de crescimento micelial de *Rhizoctonia solani* aos 3 e 6 dias após as inoculações frente a diferentes concentrações dos óleos essenciais: A. Tomilho; B. Lavanda. Barra indica desvio padrão da amostra.

4.6 Efeito de Óleos Essenciais sobre Microrganismos em Maracujá (*in vivo*)

Os testes *in vivo* demonstram os resultados do uso de OEs das espécies medicinais Bas, Ore, Gen, Lar, Cra, Can, Mel, Cit, Men, Tom e Lav no tratamento de mudas e frutos de maracujazeiro para o controle de *C. gloeosporioides*, fitopatógeno de pós-colheita em maracujá.

a) Teste em mudas e frutos maduros de maracujá inoculadas com *C. gloeosporioides*

As plantas foram analisadas quanto à presença de sintomas ou morte das mudas de 7 à 40 dias após as inoculações com os tratamentos de OEs. Já os frutos que receberam os tratamentos foram analisados quanto à presença de sintomas de infecção do agente patogênico inoculado e tratado com os mesmos OEs, conforme descrito em materiais e métodos. *Colletotrichum gloeosporioides* mostrou-se patogênico nas testemunhas controle, em mudas e frutos inoculados. Nos controles sem inoculação do microrganismo, tanto mudas como frutos, não foram verificados sintomas da antracnose. Os resultados dos tratamentos com OEs estão apresentados na Tabela 7 com base nas notas recebidas no momento da análise das mudas e dos frutos.

Tabela 7. Sensibilidade de *Colletotrichum gloeosporioides* aos OEs em mudas e frutos de maracujá

OE	Sensibilidade de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>			
	Nota	Mudas	Nota	Frutos
Basilicão	3	Pouco sensível	3	Insensível
Orégano	3	Pouco sensível	3	Insensível
Gengibre	4	Quase insensível	4	Insensível
Laranja-doce	5	Insensível	5	Insensível
Cravo	1	Muito sensível	1	Pouco sensível
Canela	3	Pouco sensível	3	Quase insensível
Melaleuca	5	Insensível	5	Insensível
Citronela	5	Insensível	5	Insensível
Menta	5	Insensível	5	Insensível
Tomilho	5	Insensível	5	Insensível
Lavanda	2	Sensível	2	Quase insensível

Os resultados das inoculações e tratamentos em mudas e frutos foram representados nos gráficos da Figura 40 A e B.

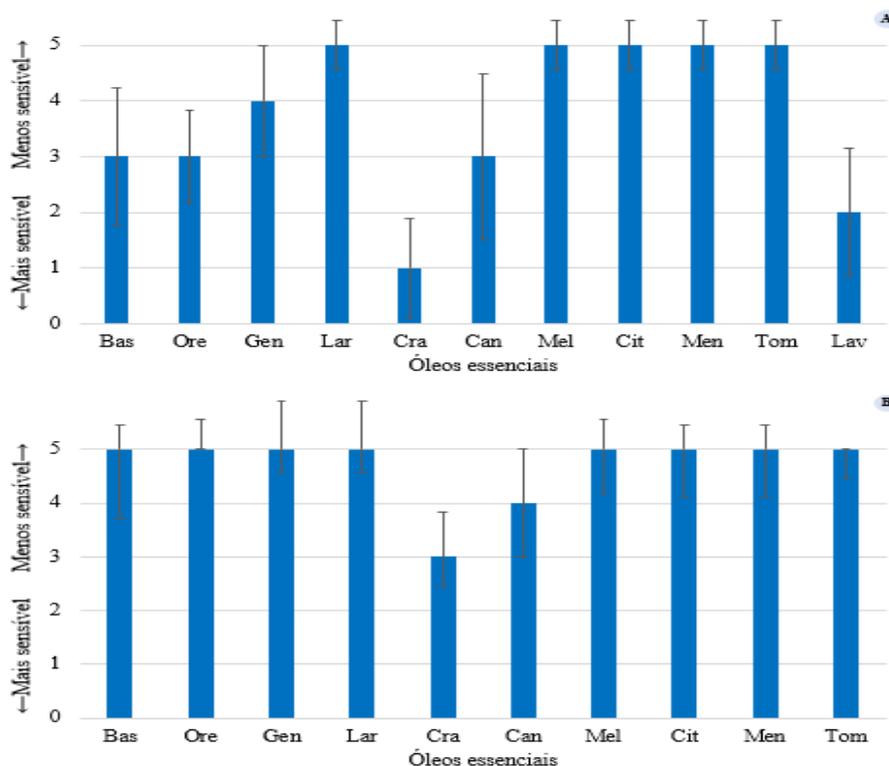


Figura 40. Sensibilidade do *Colletotrichum gloeosporioides* em maracujá nos diferentes tratamentos com óleos essenciais. A. Em mudas tratadas; B. Em frutos tratados. *O. basilicum* (Bas), *O. vulgare* (Ore), *Z. officinale* (Gen), *C. sinensis* (Lar), *E. caryophyllus* (Cra), *C. cassia* (Can), *M. alternifolia* (Mel), *C. winterianus* (Cit), *M. arvensis* (Men), *T. vulgaris* (Tom) e *L. dentata* (Lav). Barra indica desvio padrão da amostra. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2021.

Nas mudas inoculadas, os diferentes tratamentos variaram quanto à sensibilidade do fungo ao OE. *Colletotrichum gloeosporioides* foi muito sensível ao tratamento com OE de cravo, seguido por sensível ao tratamento com lavanda. Em relação aos demais OEs, o fungo variou de pouco sensível à insensível. Acerca dos frutos inoculados e tratados, uma menor variação entre os diferentes tratamentos com OEs foi percebida e o fungo mostrou-se menos sensível aos tratamentos. O OE de cravo foi o único que ocasionou sensibilidade em *C. gloeosporioides*. Neste caso, o fungo foi pouco sensível ao OE.

A maioria das mudas e frutos inoculados exibiram sinais e sintomas de infecção por *C. gloeosporioides* em diferentes graus. Naqueles tratamentos com mudas inoculadas onde o fungo foi insensível ao OE houve uma infecção mais drástica, com necroses em caule e raízes, seguida de morte das plantas (Figura 41 A-F).

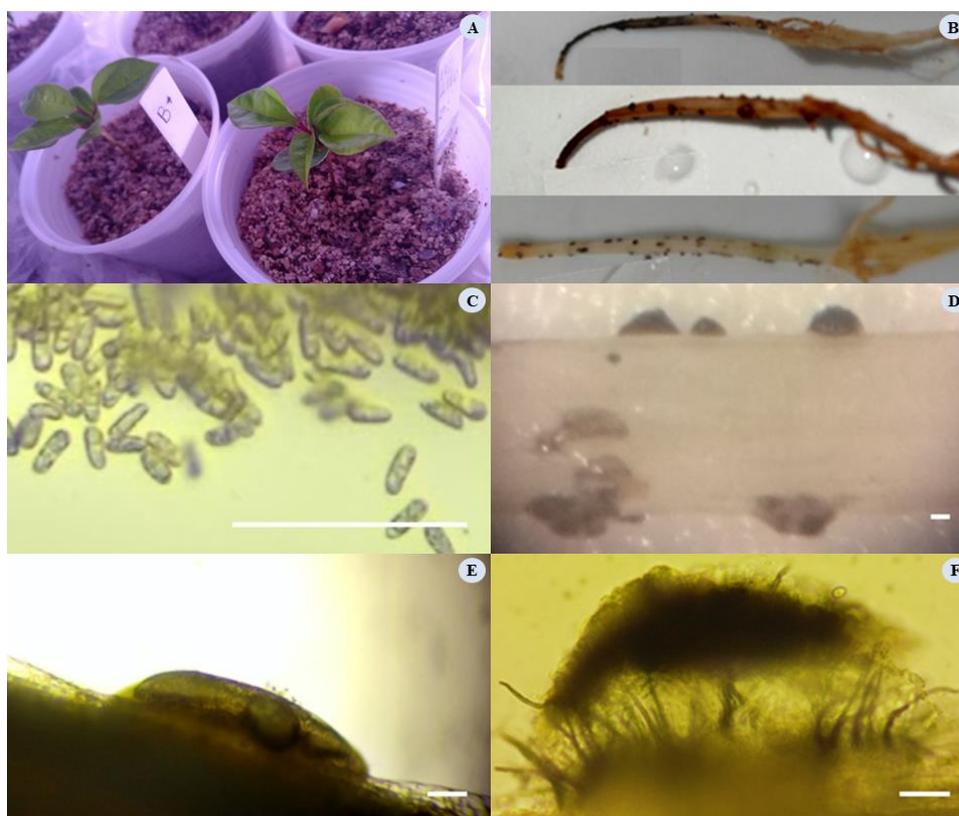


Figura 41. A. Mudanças de maracujá tratadas com óleos essenciais; B. Sintomas e sinais de *Colletotrichum gloeosporioides* em mudas tratadas; C. Conídios; D-F. Acérvulos. Barra de escala 50 µm. Fonte: Ana Rosa de Figueiredo, 2020.

4.7 Avaliação dos Testes com *C. herbarum*, *C. gloeosporioides* e *R. solani*

De fato, os OEs utilizados nesta pesquisa demonstraram diferentes graus de inibição para os microrganismos *C. herbarum*, *C. gloeosporioides* e *R. solani* nos ensaios realizados *in vitro* e *in vivo*. Os OEs que se destacaram no teste de detecção de atividade antimicrobiana inicialmente realizado *in vitro* (*screening* pelo método de difusão em ágar com discos de papel filtro) se mostraram capazes de causar sensibilidade nos microrganismos testados (*C. herbarum* e *C. gloeosporioides*), bem como no teste de ICM, os OEs demonstraram potencial de inibir *R. solani*.

Para *C. herbarum*, os OEs de gengibre, laranja-doce, cravo e canela apresentaram um maior destaque nos testes de antibiose com a formação de halo de inibição e os resultados referentes à CIM e CFM na avaliação antimicrobiana por microdiluição confirmaram esse destaque para os OEs de laranja-doce, cravo e canela, mas para o OE de gengibre, apesar da CIM ser confirmada a $20 \mu\text{L.mL}^{-1}$, não foi possível detectar uma ação fungicida para o mesmo. Ademais, os OEs de orégano e tomilho apesar de não se destacarem no *screening* apresentaram uma ação biofungicida para *C. herbarum*.

Nos experimentos para *C. gloeosporioides*, os OEs de basilicão, orégano, gengibre, laranja-doce, cravo, canela e lavanda obtiveram os melhores resultados entre os OEs testados no antibiograma (*screening* inicial). Já na avaliação antimicrobiana por microdiluição, os mesmos OEs apresentaram os melhores resultados, com exceção do OE de lavanda. Para este último, a CIM alcançada de $2,5 \mu\text{L.mL}^{-1}$ apresentou bons resultados, contudo, a CFM não foi detectada, assim como para os demais OEs testados.

No que tange o percentual de germinação de esporos em relação à concentração de OE, para todos os OEs testados, à medida que se aumentava a concentração dos OEs, o percentual de germinação era menor ou ausente, no caso dos OEs que demonstraram ação biofungicida.

Rhizoctonia solani mostrou-se sensível aos tratamentos com os OEs, desde baixa sensibilidade quando tratada com os OEs de gengibre e laranja-doce (ICM máxima de 33 e 2% respectivamente), média sensibilidade, no tratamento com OE de lavanda (ICM de 62%), até uma alta sensibilidade aos OEs de basilicão, orégano, gengibre, cravo, canela, melaleuca, citronela, menta e tomilho (ICM de 80 até 100%).

Com relação aos testes *in vivo*, quando mudas de maracujá inoculadas com *C. gloeosporioides* foram tratadas com os OEs, o OE de cravo apresentou grande potencial de uso no controle da doença, sendo o fungo muito sensível. Já para o OE de tomilho que demonstrou uma ação fungicida no teste anterior pela técnica da avaliação antimicrobiana por microdiluição, o fungo mostrou-se insensível nos testes com mudas. No que diz respeito aos ensaios *in vivo* com frutos de maracujá inoculados com *C. gloeosporioides* e tratados com OEs, o fitopatógeno mostrou-se insensível ou quase insensível para a maioria dos OEs. Apenas ao OE de cravo o fitopatógeno mostrou-se pouco sensível.

Estes resultados corroboram com outros estudos nos quais têm sido empregado óleos essenciais com sucesso visando seu uso na agricultura como potenciais químicos naturais em substituição aos convencionais. Similarmente, pesquisadores têm relatado o potencial desses OEs como fungicida ou inibidor de diferentes microrganismos (FIGUEIREDO *et al.*, 2021). Sethi *et al.* (2013) estudaram diferentes espécies do gênero *Ocimum* quanto à sua atividade antifúngica sobre o fungo fitopatogênico *R. solani*, pelo método de difusão em ágar e sua CIM. Dentre as espécies estudadas, o basilicão exibiu efeito inibitório moderado com a CIM $125\text{-}250 \mu\text{g.mL}^{-1}$. Essa atividade antifúngica do OE de basilicão foi comprovada nos estudos de Palfi *et al.* (2019) sobre os fungos *F. oxysporum* e *B. cinerea*, o OE na dose $70 \mu\text{L.}10 \text{ mL}^{-1}$ de BDA causou 100% ICM. Ogbebor *et al.* (2007) testaram OEs sobre o fungo *C. gloeosporioides*, entre eles, o basilicão, o gengibre, a melaleuca e a citronela, em concentrações que variaram de 0 a 100% e o controle negativo. Segundo os autores, o fungo apresentou-se sensível aos OEs utilizados, onde foi possível determinar a CFM para cada OE. Os OEs utilizados apresentaram atividade fungicida em diferentes concentrações, as quais variaram de 0,80% (melaleuca), 12,5% (citronela), 50% (gengibre) e 100% (basilicão). Lozada *et al.* (2019) testaram OEs de citronela e tomilho sobre *C. gloeosporioides* em sementes de cebola. Os OEs inibiram completamente o crescimento micelial do fungo e a germinação de esporos na concentração de 2.000 ppm. Diferentemente, no presente estudo, o OE de melaleuca quando testado contra *C. gloeosporioides* exibiu CIM de $40 \mu\text{L.mL}^{-1}$, mas não foi detectada ação fungicida nas concentrações testadas.

Marinelli *et al.* (2012) utilizaram OEs no tratamento de sementes de leguminosas e obtiveram o crescimento micelial de *C. gloeosporioides* inibido. Entre os OEs utilizados, os mais eficazes foram: orégano, tomilho, cravo e hortelã-pimenta. Os mesmos foram testados com eficácia também para os microrganismos *Peyronellaea pinodella*, *Peyronellaea pinodes*, *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora*, *Phomopsis longicolla*, *Ascochyta lentis*. A ação do OE de orégano sobre diferentes microrganismos tem sido retratada na literatura. Zanandrea *et al.* (2004) relataram que os fungos patogênicos de arroz, tais como *Alternaria* sp., *B. oryzae*, *Curvularia* sp., *Gerlachia oryzae*, *R. solani* e *S. sclerotiorum* tiveram seu crescimento micelial reduzido sob a ação do OE de orégano *in vitro*. Todos os fungos apresentaram ICM maior conforme a concentração do OE era maior (diluição 1:32 até OE puro).

O presente estudo ao testar o OE de orégano também obteve resultados promissores, especialmente para *C. gloeosporioides*, com CFM do OE em $80 \mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$ e ICM de 100% para *R. solani* sob o tratamento de $3,2 \mu\text{L OE}\cdot\text{SMC}^{-1}$ *in vitro*. O efeito do OE de orégano foi testado por Saglan *et al.* (2013) sobre o crescimento micelial de *A. alternata*, *A. niger* e *A. parasiticus*, obtendo sucesso e inibindo completamente o crescimento de *A. parasiticus*. Os autores citam que os efeitos fungistáticos aumentaram com doses mais altas do OE e diminuí gradualmente no final da incubação. Esses resultados assemelham-se aos obtidos no presente estudo, quando se observou o crescimento micelial no 3º dia de incubação comparado ao 6º dia. De acordo com Palfi *et al.* (2019) a atividade antifúngica dos OEs de tomilho, cravo, erva-doce, hortelã-pimenta, melaleuca, lavanda, sálvia e basilicão, além de diferir dependendo do tipo de fungo fitopatogênico e do volume aplicado, igualmente diminui com o tempo de incubação.

O OE de orégano é interessante também por não causar efeito fitotóxico nos *testes in vivo*. Gonçalves *et al.* (2021) trataram mudas e sementes de tomate com OE de orégano contra *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, fungo limitante à cultura. Os autores também verificaram o efeito *in vitro* do OE de orégano, do carvacrol e do eugenol. O OE demonstrou efeito fungicida a $200 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, já os compostos carvacrol e eugenol, efeito fungistático. O OE de orégano e o carvacrol reduziram a área sob a curva de progresso da doença em 52 e 54% sem causar ação fitotóxica. No presente estudo, do mesmo modo o OE de orégano não causou efeito fitotóxico nas mudas e frutos de maracujá tratados.

Os resultados do presente estudo corroboraram ainda com outras publicações citadas na literatura, em relação ao efeito inibidor e fungicida do gengibre sobre *C. gloeosporioides*. Estudos utilizando extratos de gengibre evidenciaram efeito inibitório sobre o crescimento micelial de *C. gloeosporioides*, indicando o potencial desses extratos no controle da antracnose em frutos de goiabeira (ROZWALKA *et al.*, 2008).

Mais recentemente, outros estudos demonstraram similarmente o efeito fungicida do OE de gengibre. A atividade antifúngica do OE de gengibre foi verificada nos ensaios de Ali *et al.* (2016), no qual os autores avaliaram a eficácia do OE de gengibre a 2,0% combinado com a goma arábica a 10% no controle da antracnose e na qualidade de frutos de mamão durante o armazenamento refrigerado. Os autores também observaram que o OE de gengibre combinado com a goma arábica inibiu 93% a germinação dos conídios de *C. gloeosporioides* e afirmam que estes resultados demonstraram controle da antracnose na pós-colheita do mamão. No estudo da presente tese, o OE de gengibre inibiu a germinação de conídios em 60 a 100%, nas concentrações de 5 e $160 \mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$, respectivamente.

De fato, o OE de gengibre tem sido utilizado como alternativa aos produtos químicos sintéticos, graças às suas propriedades antifúngica e antiaflatoxigênica. Devido aos compostos químicos presentes no seu OE, o gengibre possui ainda, propriedades lipofílicas, tornando a parede celular bem como a membrana citoplasmática mais permeável e induzindo uma perda de integridade da membrana em fungos (FERREIRA *et al.*, 2013; NERILO *et al.*, 2015; DE GRANDI *et al.*, 2020).

A atividade antifúngica do OE de laranja-doce sobre *C. gloeosporioides* alcançada no atual estudo, também foi obtida para outros microrganismos segundo Gomes (2011), ao estudar a atividade antimicrobiana deste OE sobre os fitopatógenos *F. oxysporum*, *A. alternata* e *C. musae*. O fungo *S. sclerotiorum*, agente etiológico que causa mofo branco em várias culturas economicamente importantes (HADDAD *et al.*, 2017), teve ICM em 65,82% sob o efeito do OE e ICM de 100% sob o efeito de limoneno nas doses de 200 e 300 μL (DIAS *et al.*, 2020). *Aspergillus flavus*, do mesmo modo teve a ICM aumentada sob efeito de OE de laranja-doce por ação direta na CIM 16.000 mg.L^{-1} e por contato de vapor foi de 8.000 mg de OE.L⁻¹ de ar (VELÁZQUEZ-NUÑEZ *et al.*, 2013). A ação do vapor do OE sobre o fungo foi mais eficaz comparado ao uso de OE em contato direto, dada a CIM necessária para obter a mesmo ICM ser mais baixa com o uso de vapores do OE. Shi *et al.* (2018) investigaram a eficácia do OE da laranja-de-umbigo sobre fungos deteriorantes em rodela de batata, tais como *A. niger*, *Mucor wutungkiao*, *Penicillium funiculosum* e *R. oryzae*. A CIM de OE para os quatro fungos foi de 9,40 $\mu\text{L.mL}^{-1}$, com proteção contra os fungos de 74, 74, 73 e 69%, respectivamente. Rezende *et al.* (2020) obtiveram ICM para *R. stolonifer*, agente causador da podridão mole em frutos, sob ação dos OEs de laranja-lima e laranja-de-umbigo na maior dose utilizada (100 μL), com índices de inibição cerca de 95 e 93%, respectivamente. Segundo os mesmos autores, o monoterpeno limoneno foi o principal constituinte identificado nos OEs em termos de quantidade. Do mesmo modo, no presente estudo, o limoneno foi o constituinte majoritário presente no OE de laranja-doce com 76,2% da constituição. Na literatura disponível (CHEE *et al.*, 2009; JING *et al.*, 2014), o limoneno é citado como um antifúngico promissor e apontado como o responsável pela ação biológica do OE.

A atividade antifúngica do cravo revelada no presente estudo de tese corroborou com outras pesquisas para microrganismos semelhantes aos testados, assim como para outros microrganismos. Diferentes pesquisas (NUÑEZ *et al.*, 2001; CASTRO *et al.*, 2017; JAIN; SHARMA, 2019; PALFI *et al.*, 2019) determinaram a ação fungicida do OE de cravo tanto sobre fungos que causam doenças de importância em saúde pública, quanto em fungos fitopatogênicos. Os autores dessas pesquisas citam o efeito da atividade antifúngica sobre os microrganismos: *F. oxysporum*, *B. cinerea*, *A. alternata*, *C. albicans*, *P. citrinum*, *A. niger* e *T. mentagrophytes*. Ação letal importante do OE de cravo a 0,4% contra *P. citrinum*, *A. niger* e *T. mentagrophytes* foi detectada: o OE de cravo reduziu em 99,6% o inóculo de *T. mentagrophytes*, sendo comparável ao uso de desinfetantes, como iodopovidona e cloroxilenol. Assim como, a potente propriedade fungicida foi comparada a antifúngicos padrões, como griseofulvina, cetoconazol e itraconazol. Rodrigues *et al.* (2018) constataram em seus estudos *in vitro* que os OEs de cravo e tomilho foram os mais eficientes na ICM, germinação e esporulação em todas as concentrações testadas (2 a 8 μL) no controle de *C. musae*. Os mesmos autores citam que, os OEs de melaleuca e gengibre, nas doses de 240 e 160 μL , respectivamente, conseguiram suprimir a antracnose na banana ‘Prata Anã’, com a redução de 48 e 24%, respectivamente, da incidência de antracnose em frutas. Nos estudos de Thabet e Khalifa (2018), o OE de cravo *in vitro* exibiu efeito inibitório contra o crescimento micelial dos patógenos *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. semitectum* e *R. solani*. O OE aplicado na concentração 4% apresentou ICM de 100% para *F. oxysporum* e *R. solani*. Nos ensaios *in vivo*, o OE reduziu a incidência e gravidade de podridão e murcha da raiz. Além da interrupção do crescimento de fungos, os autores citam ainda, alterações nas características morfológicas, como má formação de conídios. No caso de *F. oxysporum*, o fungo teve o número de conídios reduzido, aumentando, porém, a produção de clamidósporos.

De acordo com os dados disponíveis, o OE de canela tem potencial para uso no manejo de doenças de pós-colheita. Nos estudos de Xing *et al.* (2012), os autores testaram o OE de canela contra patógenos de pós-colheita, tais como *R. nigricans*, *A. flavus* e *P. expansum* e investigaram a atividade antifúngica *in vitro* e *in vivo*. Os autores afirmaram que o OE de canela

tem bom potencial para ser utilizado como antifúngico natural para aplicações em frutas. No estudo, a CIM ficou em 0,64, 0,16 e 0,16%, respectivamente. O OE com concentrações de 2,0 e 3,0 % apresentou controle completo sobre o crescimento de fungos em frutas de laranja inoculadas. Do mesmo modo, com o OE de canela a 6 μL por placa, Kulkarni *et al.* (2021) alcançaram ótimos resultados com a ICM de 100% no controle dos fungos *C. musae* e *L. theobromae*, agentes incitantes de doenças pós-colheita como a antracnose e a podridão da coroa em bananeiras. A vida de prateleira de maçãs tratadas com tintas adesivas comestíveis incorporadas com OE de canela foi maior e a extensão do escurecimento enzimático também foi reduzida nas amostras revestidas, de acordo com os ensaios de Santos *et al.* (2018), nos quais as CIM foram 1,25 mg. mL^{-1} contra *E. coli* e *Penicillium commune*. Na presente tese, o OE de canela também obteve ótimos resultados nos testes *in vitro* para o controle dos fungos testados, todavia, nos testes *in vivo* para *C. gloeosporioides*, o fungo apenas mostrou-se pouco sensível ao tratamento com OE em mudas.

Pušárová *et al.* (2017) determinaram atividades biológicas de OEs para diferentes microrganismos, entre os OEs, o de orégano e de tomilho para os fungos *Chaetomium globosum*, *P. chrysogenum*, *Cladosporium cladosporioides*, *A. alternata* e *Aspergillus fumigatus*. Os OEs exibiram atividade fungicida com inibição do crescimento micelial de todas as cepas testadas nas concentrações de 5 a 75%. Da mesma forma, o OE de melaleuca em outro estudo (RAMOS *et al.*, 2016) apresentou sua atividade fungicida *in vitro* sobre *C. gloeosporioides*. Os pesquisadores avaliaram a atividade antifúngica e constataram a ação fungicida do OE de melaleuca na CIM e a CFM 0,8%. Do mesmo modo, Souza *et al.* (2015) avaliaram *in vivo* o OE de melaleuca no controle da cercosporiose (*Cercospora beticola*) em beterraba, no qual a eficácia foi obtida a ICM de 99% na concentração 1% do OE e, como consequência, houve melhor desenvolvimento na produção de raízes e os índices de infecção de 20%. O OE de melaleuca apresenta potencial para controle em cultivos orgânicos ou em sistemas de manejo integrado, segundo Barbosa *et al.* (2015). Os autores observaram a atividade fungicida do OE de melaleuca sobre *C. musae* nas concentrações de 50, 75, 100 e 125 $\mu\text{L.L}^{-1}$, não diferindo do fungicida Tecto SC (tiabendazol) a partir da dose de 50 $\mu\text{L.L}^{-1}$ em todas as avaliações. Outro estudo que comprova a ação fungicida do OE foi realizado por Martins *et al.* (2010), no qual os autores avaliaram o efeito do OE de melaleuca sobre fungos fitopatogênicos e verificaram que o OE de melaleuca *in vitro* causou ICM dos fungos *M. phaseolina*, *S. sclerotiorum* e *A. alternata*.

Na presente tese, mesmo alcançando-se a CIM em 40 $\mu\text{L.mL}^{-1}$ para o OE de citronela nos ensaios tanto para *C. herbarum* como também para *C. gloeosporioides*, não foi percebida uma CFM para estes fungos nas concentrações testadas. Da mesma forma, nos ensaios *in vivo*, o fungo *C. gloeosporioides* foi insensível ao OE tanto nos testes com mudas como em frutos e a antracnose não foi controlada. Em relação aos ensaios com *R. solani*, o OE demonstrou ação fungicida com ICM na dose 12.8 $\mu\text{L.SMC}^{-1}$, a mais alta testada. O que corroborou com outros estudos, nos quais o OE em alguns casos, se mostra pouco capaz de causar ação fungicida, enquanto em outros estudos, o OE inibiu esporos e fungos. Similarmente, nos estudos para controle da antracnose, Kalupahana *et al.* (2020) citaram baixa atividade inibitória do OE de citronela no controle da doença causada por *C. siamense*. Contudo, alguns trabalhos apontam que o OE de citronela apresenta atividade antifúngica com potencial de inibição de doenças fitopatogênicas. A ação fungicida do OE foi observada sobre *C. gloeosporioides*, devido a seu alto teor de geraniol e citronelal (CASTRO *et al.*, 2017). Andila *et al.* (2018) relataram ainda, atividade antifúngica e concentrações de inibição entre 5 a 0,125% contra diversos fitopatógenos, tais como *F. solani*, *A. niger* e *Cladosporium* sp. Os constituintes químicos do OE de citronela a partir do caule foram: Torreyol, Oxirano, octil-, Isopulegol, Isopulegol 2 e Acetato de Geraniol enquanto da folha foram (-) - Isopulegol, Oxirano, octil, Ciclohexanol, 5-metil-2- (1-metiletênil), Epiglobulol e Ciclohexeno, 1-metil-4- (1-metiletênil).

A eficácia do OE de citronela foi observada do mesmo modo sobre a inibição de esporos fúngicos. Foi evidenciada nos estudos de Cruz *et al.* (2015) uma inibição maior que 90% da germinação de esporos e redução acima de 95% da produção de esporos de *F. solani* sobre placas com o OE na dose de 5 μL .

Os OEs de basilicão, cravo, citronela e menta nas concentrações 0,25% e o OE de melaleuca na concentração 50% inibiram totalmente o desenvolvimento de *C. gloeosporioides* em meio de cultura BDA. O OE de cravo quando testado em sementes de pimentão reduziu a incidência do fungo em sementes inoculadas com o patógeno, sem afetar sua qualidade fisiológica (NASCIMENTO *et al.*, 2020). Já em mudas de bananeira, os OEs de citronela, gengibre e cravo na concentração 3,75% proporcionaram controle do *moko* com eficiência de 100, 50 e 25%, respectivamente. Apesar do OE de citronela ter o melhor resultado, as mudas apresentaram fitotoxidez (AMORIM *et al.*, 2011). Nas mudas de maracujá inoculadas nos ensaios realizados no presente estudo, não foram detectados sintomas de fitotoxidez causada pelo tratamento com OE de citronela.

A ação fungitóxica direta dos OEs testados por Hoyos *et al.* (2012) causou danos à ultraestrutura celular, conseqüentemente invalidando a germinação de linhagens de *Pseudocercospora griseola*. Entre os OEs testados pelos autores estão os de cravo e orégano a 0,1 a 0,5%, basilicão, gengibre, laranja-doce, menta e melaleuca em 0,5%, os quais inibiram a germinação conidial de 80 a 100%.

Gadelha *et al.* (2003) trataram com eficácia o pedúnculo do melão *Orange flesh* infectado artificialmente por inoculação com *Fusarium* sp. a partir de uma mistura de OEs contendo menta, alecrim-pimenta, alfavaca, eucalipto e óleo fixo de soja. O tratamento obteve ação curativa e preventiva do *Fusarium* sp. e, sua atividade foi atribuída ao OE de menta na mistura, devido à presença de mentol em 70% de sua constituição. Uma concentração maior desse constituinte foi determinada por Chagas *et al.* (2020) na caracterização do OE de menta por CG/ EM, onde obtiveram 97,1% de monoterpenos oxigenados no OE e dentre os monoterpenos, a constituição de mentol foi 86,1%. No presente estudo, o mentol apresentou um percentual ainda superior (90,2%) na constituição do OE. Quando o OE de menta foi testado sobre *C. herbarum* e *C. gloeosporioides*, a CIM foi 40 e 80 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$, respectivamente, mas não foi detectada uma ação fungicida para estes microrganismos nas concentrações testadas. Nos testes *in vivo* para *C. gloeosporioides*, o fungo se comportou como insensível ao OE. Em relação aos testes *in vitro* com *R. solani*, o OE de menta causou ICM de 100% na concentração 12,8 $\mu\text{L}\cdot\text{SMC}^{-1}$, deste modo demonstrando sua ação fungicida.

O OE de tomilho pode ser utilizado no manejo de doenças de origem fúngica que incidem sobre plantas, uma vez que apresenta baixa toxicidade ao ambiente e ao homem (LC_{50} em ratos de 9.543,5 $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}$) e potente atividade antifúngica (SOKOVIĆ *et al.*, 2009). Palfi *et al.* (2019) ao testarem diferentes OEs contra os fungos *F. oxysporum* e *B. cinerea*, obteve efeito antifúngico mais eficaz sobre os dois fungos testados foi com OE de tomilho, com a inibição completa dos fungos nas concentrações 7 e 15 $\mu\text{L}\cdot 10\text{ mL}^{-1}$ de BDA, respectivamente. O OE de tomilho, na dosagem de 15 μl em papel filtro autoclavado fixado na tampa superior da placa de Petri, inibiu a germinação micelial de *S. sclerotiorum* em meio de cultura BDA, com o percentual de escleródios que emitiram estipe em 11,67% e nenhum apotécio foi emitido (SIEGA *et al.*, 2020). De Clerck *et al.* (2020) enfatizaram que alguns OEs são mais específicos e ativos para um grupo de patógenos, enquanto outros, se comportam como generalistas e atuam sobre vários patógenos. Em seus experimentos, dentre vários OEs testados, os autores citaram o OE de laranja como mais específico e rico em terpenos e aldeídos. Já os OEs de canela, gengibre são citados como generalistas e ricos em fenóis, fenilpropanoides, compostos organossulfurados e/ ou aldeídos. Já Hoyos *et al.* (2012) declararam que o potencial fungitóxico está relacionado à composição química do OE, bem como à sensibilidade do patógeno a um ou mais constituintes em diferentes quantidades. A sua atividade antifúngica foi analisada sobre

microrganismos causadores de doenças em diferentes culturas de importância econômica: *Myrothecium verrucaria*, *Corynespora cassiicola*, *Erwinia psidii*, *Sclerotinia minor* e *C. musae*. A concentração de 5 a 200 mL.mL⁻¹ do OE de tomilho promoveu completa inibição dos microrganismos testados, sendo mais eficaz para o controle de *C. musae* (5 mL.mL⁻¹), *S. minor* (10 mL.mL⁻¹) e *F. moniliforme* (10 mL.mL⁻¹).

A atividade antifúngica do OE de lavanda também foi citada por outros pesquisadores. A presença de compostos bioativos no seu OE, tais como cânfora e 1,8-cineol é relatada por alguns autores, com inibição significativa do crescimento micelial, produção de esporos e germinação do *F. oxysporum* (LÓPEZ-MENESES, 2015). Moumni *et al.* (2021) destacam que o OE de lavanda a 1 mg.mL⁻¹ inibiu o crescimento de micélios de *A. alternata* e *Stagonosporopsis cucurbitacearum* em 54 e 74%, respectivamente.

A atividade biológica verificada nos OEs contra microrganismos, possivelmente é devido à presença de componentes químicos com atividades antimicrobianas. O eugenol presente no OE de cravo e associado a este, foram citados como antifúngicos eficazes para o controle de *Cladosporium* spp. e *A. alternata* (CASTRO *et al.*, 2017).

Na literatura disponível (KERMAN, 2012; KHAN *et al.*, 2019), outros pesquisadores também fazem referência à ação fungistática e fungicida dos OEs devido a seus constituintes químicos. No OE de orégano, o carvacrol e o timol, compostos majoritários, foram enumerados como eficazes na inibição da atividade microbiana em relação a vários microrganismos. Por exemplo o timol, um monoterpeneo que está em elevado percentual, sendo seu principal constituinte químico no OE de tomilho e está relacionado às atividades antifúngicas. Pinto *et al.* (2021) demonstraram que vapores do OE de tomilho em embalagens de laranja em pós-colheita podem ser utilizados para estender a vida útil do fruto para uso no mercado *in natura*. Nesse estudo, os compostos mais abundantes detectados em caixas ao final do armazenamento refrigerado foram p-cimeno e timol. Os autores conseguiram aumentar a vida útil do fruto e controlar *Penicillium* sp., de modo que foram reduzidos significativamente a porcentagem de feridas infectadas, a área externa de crescimento e a produção de esporos em laranjas inoculadas armazenadas por 12 dias a 7 °C em filme de polipropileno. Ao mesmo tempo, os parâmetros de qualidade, sabor e odor foram mantidos.

Similarmente, os compostos eugenol e timol também se destacaram no controle da mancha foliar em maçã causada por *C. fructicola* (SCHORR, 2018). Do mesmo modo, foram testados como fungicidas para *F. verticillioides* e *R. stolonifer*. Foi observado um efeito sinérgico abaixo da CIM para carvacrol (100 mg.L⁻¹) e timol (100-375 mg.L⁻¹). Foi estabelecida uma relação inversa entre a concentração antimicrobiana e o desenvolvimento micelial de ambos os fungos (OCHOA-VELASCO *et al.*, 2018). Rahmouni *et al.* (2019) demonstraram efeito fungicida de constituintes químicos como: timol e carvacrol, que apresentaram ação fungicida eficaz contra o fitopatógeno *F. oxysporum* f. sp. *albedinis* com CFM muito baixa a 0,94 e 2,08 mL.mL⁻¹, respectivamente, seguidos pelos compostos α -terpineol, linalol e borneol com CIM de 10, 13 e 26,67 mL.mL⁻¹, respectivamente. Já os compostos α -pineno, 1,8-cineol e acetato de mirtenila também mostraram propriedades fungicidas aos mesmos microrganismos testados, mas em altas concentrações variando de 20 a 80 mL.mL⁻¹.

O componente cânfora, presente em grande quantidade no OE de basilicão pode ser promissor no controle de fitopatógenos. Segundo Huo *et al.* (2021) a cânfora teve efeito fungicida com CIM de 4,0; 4,0; 4,0 e 2,0 mg.mL⁻¹ sobre os microrganismos *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. verticillioides* e *F. graminearum*, respectivamente. O mecanismo fungicida da cânfora pode aumentar a permeabilidade da membrana e liberar macromoléculas intracelulares, como ácidos nucleicos e proteínas.

Pesquisadores (SACCHETTI *et al.*, 2005; AIT-OUAZZOU *et al.*, 2011) relataram que OEs contendo fenóis ou aldeídos, incluindo timol, eugenol, carvacrol e cinamaldeído como

majoritários exibem atividades antimicrobianas mais altas comparados aos OEs contendo terpenos ou álcoois.

O presente estudo, não apontou efeito antifúngico de nenhum componente químico dos OEs isoladamente, bem como os mecanismos de ação por meio dos quais os OEs agiram não foram investigados nesta pesquisa, entretanto, a inibição da formação de hifas e germinação de conídios foram confirmadas. Tendo em vista o potencial antimicrobiano observado, o meio pelo qual ocorrem essas atividades antimicrobianas é de grande importância e deve ser incluído em futuros estudos. Do mesmo modo, pesquisas sobre as particularidades fitoquímicas, toxicológicas e farmacológicas tanto dos OEs, como de seus constituintes químicos devem ser exploradas. Fazem-se necessários estudos adicionais para elucidar quais compostos químicos presentes em cada OE seria o responsável por determinado efeito bioativo. Do mesmo modo, os testes *in vivo* são primordiais para que se possa projetar dosagens seguras e eficazes dos OEs, nas quais o produtor tenha qualidade e segurança na aplicação do produto.

5 CONCLUSÕES

A partir da diagnose foi possível afirmar que os maracujazeiros são suscetíveis ao ataque de fitopatógenos incidentes nos pomares em Paty do Alferes - RJ. Dentre as principais doenças que ocorrem em maracujá, a virose do endurecimento dos frutos causada pelo CABMV em alta incidência é considerada a mais grave para a cultura e incidem em todas as áreas de cultivo ocasionando sintomas como endurecimento dos frutos, clorose, mosaico e redução do pericarpo. No que se refere às doenças relacionadas a fungos foram detectadas a mancha parda, a verrugose e cancrose, a fusariose, a mela e a antracnose, assim como foi diagnosticado um oomiceto ocasionando a podridão do colo. Doenças causadas pelos nematoides das galhas e reniforme também foram evidenciadas. A mancha-bacteriana, causada pela bactéria *X. axonopodis*, em menor incidência do mesmo modo foi verificada.

Os resultados da presente pesquisa reafirmam o potencial de uso dos OEs estudados no manejo de doenças fitopatogênicas, tanto para inibir o crescimento de microrganismos como também por ação fungicida, contudo, alguns OEs se destacaram com resultados mais expressivos. Em suma os OEs de cravo e canela apresentaram a mais baixa CIM e CFM, tanto para *C. herbarum* como para *C. gloeosporioides*. Quanto aos testes com *R. solani*, os tratamentos com OEs de gengibre, laranja-doce e lavanda demonstraram ICM muito baixa, variando de 2 a 62% para *R. solani*. Por outro lado, os demais OEs das espécies medicinais apresentaram excelentes performances e taxas de ICM superiores a 80 até 100% no perfil de crescimento micelial.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cultivo de maracujá em Paty do Alferes é de grande importância, semelhantemente ao que ocorre em outras regiões onde a cultura é cultivada comercialmente e, na maioria são pomares de agricultura familiar ou pequenos produtores, o que justifica fazer a diagnose de doenças de plantas que incidem nestas áreas, para que o manejo seja aplicado de forma eficaz de acordo com o patossistema expressado e deste modo, minimizar os prejuízos econômicos e sociais causados. Apesar de muitas áreas visitadas estarem em transição para sistema agroecológico, os produtores locais na maior parte são pequenos produtores ou produção familiar que carecem de assistência técnica. Os pomares não são renovados e não realizam o manejo adequado de doenças, a exemplo da falta da prática do vazio sanitário. Outrossim, o uso de agrotóxicos convencionais é aplicado sem critério algum e muitas vezes não autorizado para a cultura e, além do mais, com elevado número de aplicações. Neste sentido, a cultura e o ambiente como um todo sofrem, devido ao desequilíbrio do sistema. Muitos produtores desistem da cultura por falta de conhecimento técnico, assim como, em virtude do uso não racional de métodos e práticas de controle para o manejo das doenças que ocorrem nas áreas, principalmente viroses e fungos pós-colheita.

Neste sentido, os OEs têm sido utilizados em pesquisas que visam o manejo de doenças mundialmente, com o objetivo de promover o uso de produtos naturais, menos tóxicos aos ecossistemas em substituição aos convencionais no controle de fitopatógenos. Especialmente, para doenças pós-colheita faz-se necessário que os produtos utilizados minimizem os riscos de resíduos no produto agrícola final a ser comercializado.

Para a seleção de novos produtos biológicos com potencial ação biofungicida perante determinado patossistema, na perspectiva de emprego em programas de manejo de doenças de plantas é imprescindível o conhecimento das peculiaridades de cada molécula antes da sua recomendação, bem como a realização de testes *in vitro* e *in vivo*, em função da problemática da baixa reprodutibilidade dos testes de laboratório a campo, sendo fundamental o uso de repetibilidade dos ensaios.

Esta pesquisa é de amplo interesse perante à grande expressão da cultura do maracujá no Brasil, principalmente para pequenos agricultores. E ainda, dado o número pouco expressivo de registro de produtos de base biológica é de suma relevância pesquisas como esta, que busquem elucidar atividades biológicas de produtos naturais sobre fitopatógenos de importância na agricultura, que deem segurança para o uso de produtos e ampliem o leque de opções para possíveis biofungicidas de base biológica.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDEL- FATTAH, S. Antifungal efficacy and chemical composition of essential oil from the egyptian sweet orange peel (*Citrus Sinensis*). **International Journal of Advanced Research**, v. 3, n. 10, p. 1257-1269, oct. 2015. Disponível em: <http://www.journalijar.com/uploads/547_IJAR-7589.pdf>. Acesso em: 30 de abril de 2021.
- ADAMS, R.P. **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Quadrupole Mass Spectroscopy**. 3. ed. Carol Stream: Allured Publishing Corporation, 2001. 456p.
- ADAMUCHIO, L.G.I.; DESCHAMPS, C.; MACHADO, M.P. Aspectos gerais sobre a cultura da Lavanda (*Lavandula* spp.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 19, n. 4, 483-490, 2017. Doi:10.1590/1983-084X/0574.
- ADEYEMI, M.M.H. The potential of secondary metabolites in plant material as deterrents against insect pests: A review. **African Journal of Pure and Applied Chemistry**, v. 4, n. 11, p. 243-246p, 2010.
- AGÊNCIA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Farmacopeia Brasileira**. 6. ed. v. 2 - Monografias. Plantas Mediciniais. Brasília, DF: ANVISA, 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/farmacopeia/farmacopeia-brasileira/arquivos/7989json-file-1>>. Acesso em: 22 maio 2021.
- AGÊNCIA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PARA**. Gerência geral de toxicologia. Brasília, DF: ANVISA, 29 sep. 2020. Disponível em: < <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos>>. Acesso em: 22 maio 2021.
- AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. 5. ed. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2005. 922p.
- AHMED, M.; LOUTFY, N.; YOUSEF, Y. Contamination of medicinal herbs with organophosphorus insecticides. **Bull. Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 66, p. 421-426, 2001. Doi:10.1007/s001280022.
- AIT-OUAZZOU, A.; CHERRAT, L.; ESPINA, L.; LORÁN, S.; ROTA, C.; PAGÁN, R. The antimicrobial activity of hydrophobic essential oil constituents acting alone or in combined processes of food preservation. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 12, n. 3, p. 320-329, jul. 2011. Doi:10.1016/j.ifset.2011.04.004.
- ALFENAS, A.C.; MAFIA, R.G. **Métodos em fitopatologia**. 1. ed. Viçosa, MG: UFV, 2007. 382p.
- ALI, A.; HEI, G.K.; KEAT, Y.W. Efficacy of ginger oil and extract combined with gum arabic on anthracnose and quality of papaya fruit during cold storage. **Journal of Food Science and Technology**, v. 3, n. 1, p. 1-10, jan. 2016. Doi:10.1007/s13197-015-2124-5.
- ALIGIANNIS, N.; KALPOUTZAKIS, E.; MITAKU, S.; CHINO, I.B. Composition and antimicrobial activity of the essential oils of two *Origanum* species. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 9, p. 4168-4170, sept. 2001. Doi:10.1021/jf001494m.
- ALMADA, Juana Beatriz Caballero. **Avaliação de métodos de inoculação, controle químico e alternativo de *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. E Curt.), agente causal do míldio do pepino (*Cucumis sativus* L.)**. 1998. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998. Disponível em:

<<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/26534/D%20-%20ALMADA%2C%20JUANA%20BEATRIZ%20CABALLERO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 22 maio 2021.

ALMEIDA, A.M.R.; LIMA, J.A.A. **Princípios e técnicas de diagnose em fitovirologia**. Brasília, Fortaleza: Publicação SBF, 2001. 186p.

ALMEIDA, M.O.; CRUZ, M.C.M.; CASTRO, G.D.M.; FAGUNDES, M.C.P. Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de maracujazeiro-amarelo em substratos orgânico e comercial e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 2, p. 180-185, 2014. Doi:10.5039/agraria.v9i2a3593.

ALMEIDA, T.F.; CAMARGO, M.; PANIZZI, R.C. Efeito de extratos de plantas medicinais no controle de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da flor preta do morangueiro. **Summa Phytopathologica**, v. 35, n. 3, p. 196-201, 2009.

ALTIERE, M. A. **Agroecologia: Bases científicas para una agricultura sustentable**, Montevideo: Editorial Nordan-Comunidad, 1999. 325p.

ALVES, Ana Carolina Christino de Negreiros. **Passion flower little leaf mosaic begomovirus: reação de espécies de *Passiflora*, gama parcial de hospedeiros, seleção de estirpe fraca e transmissão por *Bemisia tabaci* biótipo B**. 2009. 48 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009. Doi:10.11606/D.11.2009.tde-09022009-154905. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11135/tde-09022009-154905/pt-br.php>>. Acesso em: 22 maio 2021.

AMARAL, F. **Técnicas de aplicação de óleos essenciais**. São Paulo: Cengage Learning, 2015. 256p.

AMORIM, E.P.R.; ANDRADE, F.W.R.; MORAES, E.M.S.; SILVA, J.C.; LIMA, R.S.; LEMOS, E.E.P. Atividade antibacteriana de óleos essenciais e extratos vegetais sobre o desenvolvimento de *Ralstonia solanacearum* em mudas de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. spe 1, oct. 2011. Doi:10.1590/S0100-29452011000500050.

AMORIM, L. Avaliação de doenças. In: BERGAMIN FILHO, A., KIMATI, H., AMORIM, L. (Eds.) **Manual de fitopatologia**. Princípios e conceitos, v. 1, 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. 647-671p.

AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia**. Princípios e conceitos, v. 1, 4. ed. São Paulo: Ceres, 2011. 920p.

ANDILA, P.S.; HENDRA, I.P.A.; WARDANI, P.K.; TIRTA, I.G.; SUTOMO; FARDENAN, D. The phytochemistry of *Cymbopogon winterianus* essential oil from Lombok Island, Indonesia and its antifungal activity against phytopathogenic fungi. **Nusantara Bioscience**, v. 10, n. 4, p. 232-239, nov. 2018. Doi: 10.13057/nusbiosci/n1004xx.

ANGIONI, A.; BARRA, A.; CORONEO, V.; DESSI, S.; CABRAS, P. Chemical composition, seasonal variability, and antifungal activity of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* essential oils from stem/leaves and flowers. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 12, p. 4364-4370, may 2006. Doi:10.1021/jf0603329.

ARDIANA, D. The role of Tea tree oil as a skin antimicrobial: a literature study. **Medical and Health Science Journal**, v. 5, n. 1, p. 23-33, 2021. Doi:10.33086/mhsj.v5i1.1921.

ASCENSÃO, L.; MOTA, L.; CASTRO, M.M. Glandular trichomes on the leaves and flowers of *Plectranthus ornatus*: morphology, distribution and histochemistry. **Annals of Botany**, v. 84, n. 4, p. 437-447, oct. 1999. Doi:10.1006/anbo.1999.0937.

- ASCENSÃO, L.; PAIS, M.S. Glandular trichomes of *Artemisia campestris* (ssp. *maritima*): ontogeny and histochemistry of secretory products. **Botanical Gazette**, v. 148, n. 2, p. 221-227, 1987. Doi:10.1086/337650.
- AVOSEH, O.; OYEDEJI, O.; RUNGQU, P.; NKEH-CHUNGAG, B.; OYEDEJI, A. *Cymbopogon* species; ethnopharmacology, phytochemistry and the pharmacological importance. **Molecules**, v. 20, p. 7438-7453, apr. 2015. Doi:10.3390/molecules20057438.
- BADAWY, M.E.I.; ABDELGALEIL, S.A.M. Composition and antimicrobial activity of essential oils isolated from Egyptian plants against plant pathogenic bacteria and fungi. **Industrial Crops and Products**, v. 52, p. 776-782, jan. 2014. Doi:10.1016/j.indcrop.2013.12.003.
- BAERMANN, G. Eine einfache methode zur auffing von ankvlostomum (nematoden) larven in erdproben. In: **Mededelingen uit het Geneeskundig Laboratorium te Weltevreden**. Geneesk, Batavia: Javasche Boekhandel & Drukkerij, 1917. p. 41-47.
- BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils: a review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 2, p. 446-475, feb. 2008. Doi:10.1016/j.fct.2007.09.106.
- BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils a review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 2, p. 446-475, 2008. Doi:10.1016/j.fct.2007.09.106.
- BANG, K.H.; LEE, D.W.; PARK, H.M.; RHEE, Y.H. Inhibition of fungal cell wall synthesizing enzymes by trans-cinnamaldehyde. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, Abingdon, v. 64, n. 5, p. 1061-1063, 2000. Doi:10.1271/bbb.64.1061.
- 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**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 254-261, 2015. Doi:10.1590/1983-084X/13_063.
- BARBOSA, R.F.S.; YUDICE, E.D.C.; MITRA, S.K.; ROSA, D.S. Characterization of rosewood and *Cinnamon cassia* essential oil polymeric capsules: Stability, loading efficiency, release rate and antimicrobial properties. **Food Control**, v. 21, mar. 2021. Doi:10.1016/j.foodcont.2020.107605.
- BARNETT, H.L.; HUNTER, B.B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. 4.th. New York: Macmillan Inc, 1986. 218p.
- BARREIRO, E.L.; FRAGA, C.A.M. **Química medicinal: as bases da ação dos fármacos**. 2. ed., Porto Alegre: Artmed, 2008. 536p.
- BASSOLÉ, I.H.N.; LAMIEN-MEDA, A.; BAYALA, B.; ENGONGA, L.C.O.; ILBOUDO, A.J.; NEBIÉ, R.C.; DICKO, M.H. Chemical composition and antimicrobial activity of *Cymbopogon citratus* and *Cymbopogon giganteus* essential oils alone and in combination. **Phytomedicine: International Journal of Phytotherapy and Phytopharmacology**, v. 18, n. 12, p. 1070-1074, june 2011. Doi:10.1016/j.phymed.2011.05.009.
- BATISTA, V.P.; MARQUES, M.L.S.; JESUS, J.M.I.; VALE, L.S.R.; ROSA, E.V.; FELIX, M.J.D.; MARQUES, E.; SANTOS, W.M.; MARTINS, A.L.S.; MARQUES, V.S. Uso de plantas como alternativa aos agrodefensivos sintéticos no cultivo de orgânicos em Goiás. Research, **Society and Development**, v. 10, n. 4, e37910414191, abr. 2021. Doi:10.33448/rsd-v10i4.14191.

BEATTIE, G.A.; LINDOW, S. E. The secret life of foliar bacterial pathogens on leaves. **Annual Review of Phytopathology**, v.33, p.145-172, sept. 1995. Doi:10.1146/annurev.py.33.090195.001045.

BEDOYA-SERNA, C.M.; DECANAL, G.C.; FERNANDES, A.M.; PINHO, S.C. Antifungal activity of nanoemulsions encapsulating oregano (*Origanum vulgare*) essential oil: in vitro study and application in minas padrão cheese. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 49, n. 4, p. 929-935, oct./dec. 2018. Doi:10.1016/j.bjm.2018.05.004.

BEN EL HADJ ALI, I.; CHAOUACHI, M.; CHAIEB, I.; BOUSSAID, M.; ALI, H.; BAHRI, R.; HARZALLAH-SKHIRI, F. Chemical composition and antioxidant, antibacterial, allelopathic and insecticidal activities of essential oil of *Thymus algeriensis* Boiss. et Reut. **Industrial Crops and Products**, v. 77, p. 631-639, 2015. Doi:10.1016/j.indcrop.2015.09.046.

BENNIS, S.; CHAMI, F.; CHAMI, N.; BOUCHIKHI, T.; REMMAL, A. Surface alteration of *Saccharomyces cerevisiae* induced by thymol and eugenol. **Letters in Applied Microbiology**, v. 38, p. 454-458, 2004. Doi:10.1111/j.1472-765X.2004.01511.x.

BERNARDES, P.M.; BORGES, K.F.; PRAÇA-FONTES, M.M.; MILWARD-DE-AZEVEDO, M.; FERREIRA, M.F.S. Passifloras do Espírito Santo: usos e potenciais. In: FERREIRA, A.; LOPES, J.C; FERREIRA, M.F.S.; SOARES, T.C.B. **Tópicos especiais em Produção Vegetal VI**. 1. ed. - Alegre, ES: CAUFES, 2016. p. 553.

BHATT, S.; TEWARI, G.; PANDE, C.; PRAKASH, O.; TRIPATHI, S. Aroma profile and antioxidant potential of *Origanum vulgare* L.: impact of drying. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 22, n. 1, p. 214-230, apr. 2019. Doi:10.1080/0972060X.2019.1599736.

BIASI, L.A.; DESCHAMPS, C. **Plantas aromáticas: do cultivo à produção de óleo essencial**. 1. ed. Curitiba: Layer Studio Gráfico e Editora Ltda, 2009. 260p.

BONA, T.D.M.M; PICKLER, L; MIGLINO, B.L; KURUTZA, N.L; VASCONCELOS, P.S; SANTIN, E. Óleo essencial de orégano, alecrim, canela e extrato de pimenta no controle de *Salmonella*, *Eimeria* e *Clostridium* em frangos de corte. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 5, p. 411-418, maio 2012. Doi:10.1590/S0100-736X2012000500009.

BOTELHO, S.C.C.; HAUTH, M.R.; BOTELHO, F.M.; RONCATTO, G.; WOBETO, C.; OLEIVEIRA, S.S. Qualidade pós-colheita de frutos de maracujazeiro-amarelo colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 62, p. 1-8, 2019. Doi:10.22491/rca.2019.3005.

BOUAZAMA, S.; HARHAR, H.; COSTA, J.; DESJOBERT, J.M.; TALBAOUI, A.; TABYAOUI, M. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oils of *Lavandula pedunculata* and *Lavandula dentata*. **Journal of Materials and Environmental Sciences**, v. 8, n. 6, p. 2154-2160, jan. 2017. Disponível em: <https://www.jmaterenvironsci.com/Document/vol8/vol8_N6/231-JMES-3097-Bouazama.pdf>. Acesso em: 09 maio 2021.

BOUHDID, S.; ABRINI, J.; ZHIRI, A.; ESPUNY, M.J.; MANRESA, A. Investigation of functional and morphological changes in *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus* cells induced by *Origanum compactum* essential oil. **Journal of Applied Microbiology**, v. 106, n. 5, p. 1558-1568, may. 2009. Doi:10.1111/j.1365-2672.2008.04124.x.

BOUKHATEM, M.N.; DARWISH, N.H.; SUDHA, T.; BAHLOULI, S.; KELLOU, D.; BENELMOUFFOK, A.B.; CHADER, H.; RAJABI, M.; BENALI, Y.; MOUSA, S.M. In vitro antifungal and topical anti-inflammatory properties of essential oil from wild-growing *Thymus*

vulgaris (Lamiaceae) used for medicinal purposes in Algeria: a new source of carvacrol. **Scientia Pharmaceutica**, v. 88, n. 3, aug. 2020. Doi:10.3390/scipharm88030033.

BRADEL, B.G.; PREIL, W.; JESKE, H. Remission of the free-branching pattern of *Euphorbia pulcherrima* by tetracycline treatment. **Journal of Phytopathology**, v. 148, n. 11-12, p. 587-590, July 2008. Doi:10.1111/j.1439-0434.2000.00562.x.

BRAGA, M.F.; JUNQUEIRA, N.T.V. **Produção de mudas de maracujá-doce**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003. 28p.

BRAITHWAITE, M.C.; TYAGI, C.; TOMAR, L.K.; KUMAR, P.; CHOONARA, Y.E.; PILLAY, V. Nutraceutical-based therapeutics and formulation strategies augmenting their efficiency to complement modern medicine: an overview. **Journal of Functional Foods**, v. 6, p. 82-99, 2014. Doi:10.1016/j.jff.2013.09.022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **AGROFIT**, Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2021. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 22 maio 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **AGROFIT**, Sistema de agrotóxicos fitossanitários. 2020. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2020. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 16 dez. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa Nº 28, de 25 de setembro de 2009**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-28-de-25-09-2009-metodologias-de-analise-contaminantes-em-substratos.pdf>>. Acesso em: 22 maio 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Mapa bate recorde de registros de defensivos agrícolas de controle biológico**. Sanidade vegetal. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-bate-recorde-de-registros-de-defensivos-agricolas-de-controle-biologico>>. Acesso em: abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diretoria Colegiada. Resolução - RDC Nº 235, de 20 de junho de 2018. Dispõe sobre alterações e inclusões de controle de qualidade no registro e pós-registro de medicamentos dinamizados, fitoterápicos, específicos e produtos biológicos. **Diário Oficial da União**: edição: 120 | seção: 1 | página: 35, Brasília, DF, 25/06/2018. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2018/rdc0235_21_06_2018.pdf>. Acesso em: 22 maio 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diretoria Colegiada. Resolução Nº 185, de 18 de outubro de 2017. Dispõe sobre a proibição do ingrediente ativo Carbofurano em produtos agrotóxicos no país e sobre as medidas transitórias de descontinuação de seu uso nas culturas de banana, café e cana-de-açúcar. **Diário Oficial da União**: edição: 201, seção: 1, página: 32, Brasília, DF, 19/10/2017. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2017/rdc0185_17_10_2017.pdf>. Acesso em: 22 maio 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos**. Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos, 136 p.: il. Projetos, Programas e Relatórios, Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2009. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/programa_nacional_plantas_medicinais_fitoterapicos.pdf>. Acesso em: 22 maio 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Práticas integrativas e complementares: plantas medicinais e fitoterapia na Atenção Básica**/Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica, 156 p.: il. (Série A. Normas e Manuais Técnicos) (Cadernos de Atenção Básica; n. 31), Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2012. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/praticas_integrativas_complementares_plantas_medicinais_cab31.pdf>. Acesso em: 22 maio 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Agrotóxicos na ótica do Sistema Único de Saúde** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador, Brasília: Ministério da Saúde, 2018. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/relatorio_nacional_vigilancia_populacoes_expostas_agrotoxicos.pdf>. Acesso em: 09 set. 2021.

BRITANNICA, The Editors of Encyclopaedia. "**Orange**". Encyclopedia Britannica, 18 Sep. 2020. Disponível em: <<https://www.britannica.com/plant/orange-fruit>>. Acesso em: 16 jun. 2021.

BRITANNICA, The Editors of Encyclopaedia. "**Oregano**". Encyclopedia Britannica, 10 Jun. 2021. Disponível em: <<https://www.britannica.com/plant/oregano>>. Acesso em: 18 maio 2021.

BRITANNICA, The Editors of Encyclopaedia. "**Passion flower**". Encyclopedia Britannica, 9 May. 2021. Disponível em: <<https://www.britannica.com/plant/passion-flower>>. Acesso em: 05 out. 2021.

BRITO, N.M.; NASCIMENTO, L.C. Potencial fungitóxico de extratos vegetais sobre *Curvularia eragrostidis* (P. Henn.) Meyer in vitro. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 2, abr./ jun. 2015. Doi:10.1590/1983-084X/10_057.

BROWN, J. **Benefits of essential oils**. The Great Plains Laboratory, Inc, apr. 2021. Disponível em: <<https://www.greatplainslaboratory.com/gpl-blog-source/2021/12/essentialoils>>. Acesso em: 07 maio 2021.

BURT, S.A.; REINDERS, R.D. Antibacterial activity of selected plant essential oils against *Escherichia coli* O157:H7. **Letters in Applied Microbiology**, v. 36, n. 3, p. 162-167, 2003. Doi:10.1046/j.1472-765X.2003.01285.x.

CAICEDO-LÓPEZ, L.H.; ARANDA, A.L.V.; SÁENZ, D.; GÓMEZ, C.E.Z.; MÁRQUEZ, E.E.; ZEPEDA, H.R. Elicidores: implicações bioéticas para a agricultura e a saúde humana. **Revista Bioética**, v. 29, n. 1, jan-mar. 2021. Doi:10.1590/1983-80422021291448.

CANNON, P.F.; DAMM, U.; WEIR, B.S. *Colletotrichum* - current status and future directions. **Studies in Mycology**, v. 73, n. 1, p. 181-213, sept. 2012. Doi:10.3114/sim0014.

CAREZZANO, M.E.; SOTELO, J.; PRIMO, E.D.; REINOSO, E.; ROVEY, M.F.P.; DEMO, M.S.; GIORDANO, W.F.; OLIVA, M.M. Inhibitory effect of *Thymus vulgaris* and *Origanum*

vulgare essential oils on virulence factors of phytopathogenic *Pseudomonas syringae* strains. **Plant Biology**, v. 19, n. 4, apr. 2017. Doi:10.1111/plb.12572.

CARLINI, E.A.; RODRIGUES, R.; MENDES, F.R.; TABACH, R.; GIANFRATTI, B. Treatment of drug dependence with brazilian herbal medicines. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, p. 690-695, dec. 2006. Doi:10.1590/S0102-695X2006000500016.

CARSON, C.F.; MEE, B.J.; RILEY, T.V. Mechanism of action of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil on *Staphylococcus aureus* determined by time-kill, lysis, leakage, and salt tolerance assays and electron microscopy. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 46, n. 6, p. 1914-1920, 2002. Doi:10.1128/aac.46.6.1914-1920.2002.

CARVALHO, J.C.T. **Fitoterápicos anti-inflamatórios**: aspectos químicos, farmacológicos e aplicações terapêuticas. Ribeirão Preto: Tecmedd Editora, 2004. 480p.

CARVALHO, S.L.C.; STENZEL, N.M.C.; AULER, P.A.M. **Maracujá-amarelo**: recomendações técnicas para cultivo no Paraná. (Boletim Técnico. n 83). Londrina: IAPAR, 2015. 58p.

CASTRO, A.P.G.; DE MOURA, A.R.; ANDRADE, E.P.; CARES, J.; CARVALHO, D.D.C. Plant-parasitic nematodes associated with commercial orchards of passion fruit and adjacent cerrado vegetation in the Brazilian Federal District. **The Plant Pathology Journal**, v. 28, n. 3, p. 306-310, dec. 2012. Doi:10.5423/PPJ.NT.01.2012.0009.

CASTRO, H.G.; PERINI, V.B.; DOS SANTOS, G.R.; LEAL, T.C.A.B. Crescimento, teor e composição do óleo essencial de *Cymbopogon nardus* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 9, n. 4, p. 55-61, jan. 2007. Disponível em: <https://www1.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Botanica/RBPM-RevistaBrasileiradePlantasMediciniais/artigo9_v9_n4.pdf>. Acesso em: 23 maio 2021.

CASTRO, J.C.; ENDO, E.H.; SOUZA, M.R.; ZANQUETA, E.B.; POLONIO, J.C.; PAMPHILE, J.A.; UEDA-NAKAMURA, T.; NAKAMURA, C.V.; FILHO, B.P.D.; FILHO, B.A.A. Bioactivity of essential oils in the control of *Alternaria alternata* in dragon fruit (*Hylocereus undatus* Haw.). **Industrial Crops and Products**, v. 97, p. 101-109, mar. 2017. Doi:10.1016/j.indcrop.2016.12.007.

CAVALCANTI, Y.W.; ALMEIDA, L.F.D.; PADILHA, W.W.N. Anti-adherent activity of *Rosmarinus officinalis* essential oil on *Candida albicans*: an SEM analysis. **Revista Odonto Ciência**, v. 26, n. 2, p. 139-44, sept. 2011. Doi:10.1590/S1980-65232011000200008.

CAVALCANTI, Y.W.; ALMEIDA, L.F.D.; PADILHA, W.W.N. Atividade antifúngica de três óleos essenciais sobre cepas de *Candida*. **Revista Odontológica do Brasil Central**, v. 20, n. 52, p. 68-73, 2011. Disponível em: <<https://www.robrac.org.br/seer/index.php/ROBRAC/article/view/519/536>>. Acesso em: 23 maio 2021.

CAVICHOLI, J.C. Critérios para um cultivo bem-sucedido de maracujá. **Campo & Negócios**, Uberlândia, jul. 2019. Disponível em: <<https://revistacampoenegocios.com.br/criterios-para-um-cultivo-bem-sucedido-para-o-maracuja/>>. Acesso em: 23 maio 2021.

CERQUEIRA-SILVA, C.B.M.; CONCEIÇÃO, L.D.H.C.S.; SOUZA, A.P.; CORRÊA, R.X.A. history of passion fruit woodiness disease with emphasis on the current situation in Brazil and prospects for Brazilian passion fruit cultivation. **European Journal of Plant Pathology**, v. 139, p. 261-270, 2014. Doi:10.1007/s10658-014-0391-z.

- CHAGAS, C.M.; CATROXO, M.H.; OLIVEIRA, J.M.; FURTADO, E.L. Ocorrência do vírus do clareamento das nervuras do maracujazeiro no estado de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 12, p. 275-278, 1987.
- CHAGAS, C.M.; KITAJIMA, E.W.; LIN, M.T.; GAMA, M.I.C.S.; YAMASHIRO, T. Grave moléstia em maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) no Estado da Bahia, causada por um isolado do vírus “woodness” do maracujá. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, p. 259-268, 1981.
- CHAGAS, E.C.; MAJOLO, C.; MONTEIRO, P.C.; OLIVEIRA, M.R.; GAMA, P.E.; BIZZO, H.R.; CHAVES, F.C. Composition of essential oils of *Mentha* species and their antimicrobial activity against *Aeromonas* spp. **Journal of Essential Oil Research**, v. 32, n. 3, feb. 2020. Doi:10.1080/10412905.2020.1741457.
- CHANG, W.L.; CHENG, F.C.; WANG, S.P.; CHOU, S.T.; YING, S. *Cinnamomum cassia* essential oil and its major constituent cinnamaldehyde induced cell cycle arrest and apoptosis in human oral squamous cell carcinoma HSC-3 cells. **Environmental Toxicology**, v. 32, n. 2, p. 456-468, fev. 2017. Doi:10.1002/tox.22250. Epub 2016 Feb 25.
- CHAVARRO-MESA, E.; CERESINI, P.; PEREIRA, D.; VICENTINI, S.; SILVA, T.; RAMOS-MOLINA, L.; SCHURT, D.; JÚNIOR, J.R.V. A broad diversity survey of *Rhizoctonia* species from the Brazilian Amazon reveals the prevalence of *R. solani* AG-1 IA on signal grass and the new record of AG-1 IF on cowpea and soybeans. **Plant Pathology**, v. 69, n. 3, p. 455-466, jan. 2020. Doi:10.1111/ppa.13142.
- CHEE, H.Y.; KIM, H.; LEE, M.H. In vitro antifungal activity of limonene against *Trichophyton rubrum*. **Mycobiology**, v. 37, n. 3, p. 243-246, 2009. Doi:10.4489/MYCO.2009.37.3.243.
- CHENG, S.; LIU, J.; HSUI, Y.; CHANG, S. Chemical polymorphism and antifungal activity of essential oils from leaves of different provenances of indigenous cinnamon (*Cinnamomum osmophloeum*). **Bioresource Technology**, n. 97, n. 2, p. 306-312, jan. 2006. Doi:10.1016/j.biortech.2005.02.030.
- CHHETRI, B.K.; ALI, N.A.; SETZER, W.N. A survey of chemical compositions and biological activities of yemeni aromatic medicinal plants. **Medicines**, v. 2, n. 2, p. 67-92, june 2015. Doi:10.3390/medicines2020067.
- CHIANG, L.C.; NG, L.T.; CHENG, P.W.; CHIANG, W.; LIN, C.C. Antiviral activities of extracts and selected pure constituents of *Ocimum basilicum*. **Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology**, v. 32, n. 10 p. 811-816, 2005. Doi:10.1111/j.1440-1681.2005.04270.x.
- CHIDI, F.; BOUHOUDAN, A.; KHADDOR, M. Antifungal effect of the tea tree essential oil (*Melaleuca alternifolia*) against *Penicillium griseofulvum* and *Penicillium verrucosum*. **Journal of King Saud University - Science**, v. 32, n. 3, p. 2041-2045, apr. 2020. Doi:10.1016/j.jksus.2020.02.012.
- CHIEMSOMBAT, P.; PRAMMANEE, S.; PIPATTANAWONG, N. Occurrence of *Telosma mosaic virus* causing passion fruit severe mosaic disease in Thailand and immunostrip test for rapid virus detection. **Crop Protection**, v. 63, p. 41-47, 2014. Doi:10.1016/j.cropro.2014.04.023.
- CLARO, M.L.; PÉREZ-RODRIGUES, G.; TEIXEIRA, S.A. Propriedades funcionais da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis*) na síndrome metabólica. **Demetra, Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 13, n. 1, 2018. Doi:10.12957/demetra.2018.28957.

CLSI, Clinical and Laboratory Standards Institute. **Methods for dilution antimicrobial susceptibility**. Tests for bacteria that grow aerobically; approved standard. 10. ed. Wayne, Pennsylvania: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2015. Disponível em: <https://clsi.org/media/1632/m07a10_sample.pdf>. Acesso em: 23 maio 2021.

COLARICCIO, A.; RODRIGUES, L.K.; RAMOS, A.F.; CHAVES, A.L.R.; EIRAS, M.; HARAKAVA, R.; PERUCH, L.A.M. Characterization of *Cowpea aphid-borne mosaic virus* in *P. edulis* 'Catarina' in the southern coast of Santa Catarina State, Brazil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 87, p. 1-3, aug. 2020. Doi:10.1590/1808-1657000682019.

COOLEN, W.A.; D'HERDE, C.J. **A method from the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Merelbeke, Belgium: State Agricultural Research Centre, 1972. 77p.

CORDOVA-ALBORES, L.C.; SANDOVAL ZAPOTITLA, E.; RÍOS, M.Y.; BARRERA-NECHA, L.L.; HERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; BAUTISTA-BAÑOS, S. Microscopic study of the morphology and metabolic activity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* treated with *Jatropha curcas* oil and derivatives. **The Journal of Microscopy & Ultrastructure**, v. 4, n. 1, p. 28-35, jan./mar. 2016. Doi:10.1016/j.jmau.2015.10.004.

CORONAVÍRUS em SC: confirma as indicações técnicas para garantir renda a todos os elos da cadeia produtiva do maracujá. In: EPAGRI, Itacorubi, 2020. Disponível em: <<https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2020/03/25/coronavirus-em-sc-confirma-as-indicacoes-tecnicas-para-garantir-renda-a-todos-os-elos-da-cadeia-produtiva-do-maracuja>>. Acesso em: 25 abr. 2020.

CORREA, L.T.; NICOLETTI, M.A.; DE AMORIM, C.S.; DA COSTA, A.R.; LEONI, L.A. B.; MUNÕZ; PEÑA, J. W.; FUKUSHIMA, A.R. Atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Melaleuca* e sua incorporação em um creme muco cutâneo. **Revista Fitos**, v. 14, n. 1, p. 26-37, mar. 2020. Doi:10.32712/2446-4775.2020.818.

COSTA, A.F.S.; COSTA, A.N.; VENTURA, J.A.; FANTON, C.J.; LIMA, I.M.; CAETANO, L.C.S.; SANTANA, E.N. **Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro**. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER). Documentos nº 162. Secretaria da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca. Vitória, ES: Incaper, 2008. 56p. Disponível em: <<https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/106/1/DOC-162-Tecnologias-Producao-Maracuja-CD-7.pdf>>. Acesso em: 23 maio 2021.

COSTA, A.M.; TUPINAMBÁ, D.D. O maracujá e suas propriedades medicinais - estado da arte. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Eds.) **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 475-506.

COSTA, C.M.G.R.; SANTOS, M.S.; BARROS, H.M.M.; AGRA, P.F.M.; FARIAS, M.A.A. Efeito inibitório do óleo essencial de manjeriço sobre o crescimento in vitro de *Erwinia carotovora*. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v3, n.3, p.35-38, set. 2009. Disponível em: <https://zeoserver.pb.gov.br/gestaounificada/gu/emepa/publicacoes/revista-tca-emepa/edicoes/volume-03-2009/volume-3-numero-3-setembro-2009/tca07_manjericao.pdf>. Acesso em: 23 maio 2021.

COSTA, D.R.; NETO, E.M.R.; MATTOS, S.H.; LIMA, L.R.S.; BANDEIRA, C.E.M.; COSTA, H.P. Bactericide action of bioactive based on essential oils of plants *Lippia menosides* Cham. and *Cymbopogon winterianus* Jowitt on *Escherichia coli*. **International Journal of Development Research**, v. 10, n. 07, p. 37501-37506, july 2020. Doi:10.37118/ijdr.19228.07.2020.

COUNCIL OF EUROPE. **European Pharmacopoeia**. 5. ed. Main Volume 5.0, with Supplements 5.1 and 5.2. Strasbourg: Council of Europe, 2005. 2308p.

COUTO, M.E.O. **Coleção de plantas medicinais aromáticas e condimentares**. Documento 157. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/746066/1/documento157.pdf>>. Acesso em: 20 june 2021.

CRESTANI, O.A.; KITAJIMA, E.W.; LIN, M.T.; MARINHO, V.L.A. *Passion fruit yellow mosaic virus*, a new *Tymovirus* found in Brazil. **Phytopathology**, São Paulo, v. 78, n. 9, p. 95-955, 1986. Disponível em: <https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1986Abstracts/Phyto76_951.htm>. Acesso em: 24 maio 2021.

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**, v. 31, n. 1, p. 1-8, jan/feb. 2015. Disponível em: <http://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/11/948739/atividade-fungicida-do-oleo-essencial-de-cymbopogon-winterianus_OKbo1DS.pdf>. Acesso em: 23 maio 2021.

D'AMATO, C.; TORRES, J.P.M.; MALM, O. DDT (dicloro difenil tricloroetano): toxicidade e contaminação ambiental - uma revisão. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 6a, p. 995-1002, nov./dec. 2002. Doi:10.1590/S0100-40422002000600017.

DAMMAK, I.; HAMDY, Z.; EUCH, S.K.E.E.; ZEMNI, H.; MLIKI, A.; HASSOUNA, M.; LASRAM, S. Evaluation of antifungal and anti- ochratoxigenic activities of *Salvia officinalis*, *Lavandula dentata* and *Laurus nobilis* essential oils and a major monoterpene constituent 1,8-cineole against *Aspergillus carbonarius*. **Industrial Crops Products**, v. 128, p. 85-93, 2019. Doi:10.1016/j.indcrop.2018.11.006.

DAS, K.; TIWARI, R.K.S.; SHRIVASTAVA, D.K. Techniques for evaluation of medicinal plant products as antimicrobial agents: current methods and future trends. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 4, n. 2, p. 104-111, 2010. Doi:10.5897/JMPR09.030.

DAVIS, R.E.; ZHAO, Y.; DALLY, E.L.; JOMANTIENE, R.; LEE, I.M.; WEI, W.; KITAJIMA, E.W. '*Candidatus Phytoplasma Sudamericanum*', a Novel Taxon, and Strain PassWB-Br4, a New Subgroup 16SrIII-V Phytoplasma, From Diseased Passion Fruit (*Passiflora Edulis* F. *flavicarpa* Deg.). **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v. 62, n. 4, p. 984-989, 2012. Doi:10.1099/ijs.0.033423-0.

DE ARAÚJO, D.A.M.; FREITAS, C.; CRUZ, J.S. Essential oils components as a new path to understand ion channel molecular pharmacology. **Life Sciences**, v. 89, n. 15, p.540-544, may 2011. Doi:10.1016/j.lfs.2011.04.020.

DE BILLERBECK, V.G.; ROQUES, C.G.; BESSIÈRE, J.M.; FONVIEILLE, J.L.; DARGENT, R. Effect of *Cymbopogon nardus* (L) W. Watson essential oil on the growth and morphogenesis of *Aspergillus niger*. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 47, n. 1, p. 9-17, 2001. Doi: 10.1139/w00-117.

DE CLERCK, C.; MASO, S.D.; PARISI, O.; DRESEN, F.; ZHIRI, A.; JIJAKLI, M.H. Screening of antifungal and antibacterial activity of 90 commercial essential oils against 10 pathogens of agronomical importance. **Foods**, v. 9, n. 10, p. 1-11, oct. 2020. DOI:10.3390/foods9101418.

DE GRANDI, M.L.; MACHINSKI JUNIOR, M. Essential ginger oil has antifungal action [online]. **SciELO in Perspective**, Press Releases, 2020 Disponível em: <https://pressreleases.scielo.org/en/2020/08/24/essential-ginger-oil-has-antifungal-action/?utm_source>. Acesso em: 23 maio 2021.

DEBAGUE, I.C.M.; DESCHAMPS, C.; MÓGOR, A.F., SCHEER, A.P.; CÔCCO, L. Teor e composição de OE de rizomas de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) após diferentes períodos de secagem. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13 n.1, p. 79-84, Botucatu, 2011. Doi:10.1590/S1516-05722011000100012.

DERRIN, G. *Melaleuca alternifolia*. Wikipedia, the free encyclopedia, 2017. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Melaleuca_alternifolia_flowers.jpg>. Acesso em: 10 maio 2021.

DEVAKI, K.; BEULAH, U.; AKILA, G.; GOPALAKRISHNAN, V.K. Effect of aqueous extract of *Passiflora edulis* on biochemical and hematological parameters of wistar albino rats. **Toxicology International**, v. 19, n. 1, p. 63-67, june 2012. Doi:10.4103/0971-6580.94508.

DHAMA, K.; SHARUN, K.; GUGJOO, M.B.; TIWARI, R.; ALAGAWANY, M. YATOO, M.I.; THAKUR, P. IQBAL, H.M.N.; CHAICUMPA, W.; MICHALAK, I.; ELNESR, S.S.; FARAG, M.R. A Comprehensive Review on Chemical Profile and Pharmacological Activities of *Ocimum basilicum*. **Food Reviews International**, mar. 2021. Doi:10.1080/87559129.2021.1900230.

DHAWAN, K.; SHARMA, A. Restoration of chronic- Δ^9 -THCinduced decline in sexuality in male rats by a novel benzoflavone moiety from *Passiflora incarnata* Linn. **British Journal of Pharmacology**, v. 138, p. 117-120, feb. 2003. Doi:10.1038/sj.bjp.0705015.

DIAS, A.L.B.; SOUSA, W.C.; BATISTA, H.R.F.; ALVES, C.C.F.; SOUCHIE, E.L.; SILVA, F.G.; PEREIRA, P.S.; SPERANDIO, E.M.; CAZAL, C.M.; FORIMC, M.R.; MIRANDA, M.L.D. Chemical composition and in vitro inhibitory effects of essential oils from fruit peel of three *Citrus* species and limonene on mycelial growth of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 80, n. 2, p. 460-464, june 2020. Doi:10.1590/1519-6984.216848.

DIAS-ARIEIRA, C.R.; MOLINA, R.O.; COSTA, A.T. Nematoides causadores de doenças em frutíferas. **Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v. 2, n. 1, jan./june 2008. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/277059755>>. Acesso em: 14 maio 2021.

DOB, T.; DAHMANE, D.; TAYEB, B.; CHELGHOUMB, C. Chemical composition of the essential oil of *Lavandula dentata* L. from Algeria. **International Journal of Aromatherapy**, v. 15, n. 2, p. 110-114, 2005. Doi:10.1016/j.ijat.2005.03.010.

DORMAN, H.J.D.; DEANS, S.G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. **Journal of Applied Microbiology**, v. 88, n. 2, p. 308-16, feb. 2000. Doi:10.1046/j.1365-2672.2000.00969.x.

DORMAN, H.J.D.; KOSAR, M.; KAHLOS, K.; HOLM, Y.; HILTUNEN, R. Antioxidant properties and composition of aqueous extracts from *Mentha* species, hybrids, varieties, and cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 16, p. 4563-4569, 2003. Doi:10.1021/jf034108k.

DRENTH, A.; GUEST, D.I. *Phytophthora* in the tropics. In: DRENTH, A.; GUEST, D.I. **Biology of Phytophthora**. Canberra: ACIAR Monography, 2004. p. 30-41. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/43500757>>. Acesso em: 06 out. 2020.

- DUDA-CHODAK, A.; TARKO, T. Antioxidant properties of different fruit seeds and peels. **Acta scientiarum Polonorum. Technologia alimentaria**, v. 6, n. 3, p. 29-36. 2007. Disponível em: <https://www.food.actapol.net/pub/3_3_2007.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2021.
- DUDAREVA, N.; NEGRE, F.; NAGEGOWDA, D.A.; ORLOVA, I. Plant volatiles: recent advances and future perspectives. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 25, n. 5, p. 417-440, 2006. Doi:10.1080/07352680600899973.
- DUTRA, R.C.; CAMPOS, M.M.; SANTOS, A.R.S.; CALIXTO, J.B. Medicinal plants in Brazil: pharmacological studies, drug discovery, challenges and perspectives. Review article. **Pharmacological Research**, v. 112, p. 4-29, oct. 2016. Doi:10.1016/j.phrs.2016.01.021.
- DUTRA, T.V.; CASTRO, J.C.; MENEZES, J.L.; RAMOS, T.R.; PRADO, I.N.; JUNIOR, M.M.; MIKCHA, J.M.G.; FILHO, B.A.A. Bioactivity of oregano (*Origanum vulgare*) essential oil against *Alicyclobacillus* spp. **Industrial Crops and Products**, v. 129, p. 345-349, mar. 2019. Doi:10.1016/j.indcrop.2018.12.025.
- EDWARDSON, J.R.; CHRISTIE, R.G.; KO, J.N. *Potyvirus* cylindrical inclusions- subdivision IV. **Phytopathology**, v. 74, p. 1111-1114, 1984. Doi:10.1094/phyto-74-1111.
- EL-AKHAL, F.; RAMZI, A.; FARAH, A.; ZOUBI, Y.E.; BENBOUBKER, M.; TAGHZOUTI, K.; LALAMI, A.E.O. Chemical composition and larvicidal activity of *Lavandula angustifolia* subsp. *angustifolia* and *Lavandula dentata* spp. *dentata* essential oils against *Culex pipiens* larvae, vector of *West Nile virus*. **Psyche: A Journal of Entomology**, v. 2021, p. 1-7, apr. 2021. Doi:10.1155/2021/8872139.
- EL-BORAI, F.E.; DUNCAN, L.W. Nematodes parasites of subtropical and tropical fruit trees crops. In: LUC, M.; SIKORA, R.A.; BRIDGE, J. **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. 2. ed. Commonwealth Agriculture Bureau International, London, U.K: CABI Publishing, 2005. p. 467-492. Doi:10.1079/9780851997278.0467.
- EL-MOOR, R.D.; PEIXOTO, J.R.; RAMOS, M.L.G.; MATTOS, J.K.A. Reação de genótipos de maracujazeiro-azedo aos nematoides de galha (*Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*). **Bioscience Journal, Uberlandia**, v. 25, n. 1, p. 53-59, jan/fev. 2009. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6775>>. Acesso em: 24 maio 2021.
- ELPO, E.R.S.; NEGRELLE, R.R.B. *Zingiber officinale* ROSCOE: Aspectos botânicos e ecológicos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 27-32, jan./june 2004.
- EROWID CENTER. *Eugenia caryophyllus*. Introduction to materia medica and pharmacology. Sem data. Disponível em: <https://erowid.org/herbs/show_image.php?i=cloves/eugenia_caryophyllus_botanical_drawing1.jpg>. Acesso em: 10 maio 2021.
- ERWIN, D.C.; RIBEIRO, O.K. *Phytophthora* – disease worldwide. St Paul, Minnesota: APS Press, 1996. 562p.
- ESPER, R.H.; GONÇALEZ, E.; MARQUES, M.O.M.; FELICIO, R.C.; FELICIO, J.D. Potential of essential oil for protection of grains contaminated by aflatoxin produced by *Aspergillus flavus*. **Frontiers Microbiology**, v. 5, 2014. Doi:10.3389/fmicb.2014.00269.
- ESPINEL-INGROFF, A.; FOTHERGILL, A.; PETER, J.; RINALDI, M.G.; WALSH, T.J. Testing conditions for determination of, minimum fungicidal concentrations of new and established antifungal agents for *Aspergillus* spp: NCCLS collaborative study. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 40, n. 9, p. 3204-3208, 2002. Doi:10.1128/JCM.40.9.3204-3208.2002.

ESPÍRITO-SANTO, A.P.; LAGAZZO, A.; SOUZA, A.L.O.P.; PEREGO, P.; CONVERTI, A.; OLIVEIRA, M.N. Rheology, spontaneous whey separation, microstructure and sensorial characteristics of probiotic yoghurt enriched with passion fruit fiber. **Jornal Food Research International**, v. 50, n. 1, p. 224-231, jan. 2013. Doi:10.1016/j.foodres.2012.09.012.

EVANS, W.C. **Trease and Evans Pharmacognosy**. 16. ed. Edinburgh: Saunders Elsevier Ltd., 2009. 600p. Disponível em: <<http://dl.konkur.in/post/Book/MedicalScience/Trease-and-Evans-Pharmacognosy-16th-Edition-%5Bkonkur.in%5D.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2021.

EVERTON, G.O.; ARAÚJO, R.J.P.; SANTOS, A.B.S.; ROSA, P.V.S.; JUNIOR, R.G.O.C.; TELES, A.M.; GOMES, P.R.; FILHO, V.E.M. Chemical characterization, antimicrobial activity, and toxicity of the essential oils of *Pimenta dioica* L. and *Citrus sinensis* L. Osbeck (laranja doce). **Revista Colombiana de Ciencias Químico - Farmacéuticas**, v. 49, n. 3, Bogotá, feb. 2021. Doi:10.15446/rcciquifa.v49n3.91253.

EZEKWESILI, C.N.; OBIORA, K.A.; UGWU, O.P. Evaluation of anti-diarrhoeal property of crude aqueous extract of *Ocimum gratissimum* L. (Labiatae) in rats. **Biokemistri**, v. 16, n. 2, p. 122-131, 2004. Doi:10.4314/biokem.v16i2.32580.

FALEIRO, F.G. **Caracterização de germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro assistidos por marcadores moleculares - Fase III: resultados de pesquisa e desenvolvimento 2012-2016**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2017. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1092301>>. Acesso em: 23 maio 2021.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1061917/maracuja-o-produtor-pergunta-a-embrapa-responde>>. Acesso em: 24 maio 2021.

FENG, Z.; BARTHOLOMEW, E.S.; LIU, Z.; CUI, Y.; DONG, Y.; LI, S.; WU, H.; REN, H.; LIU, X. Glandular trichomes: new focus on horticultural crops. **Horticulture Research**, v. 8, n. 158, p. 1-11, July 2021. Doi:10.1038/s41438-021-00592-1.

FERHAT, M.A.; MEKLATI, B.Y.; SMADJA, J.; CHEMAT, F. An improved microwave Clevenger apparatus for distillation of essential oils from orange peel. **Journal of Chromatography**, v. 1112, n. (1-2), p. 121-126, 2006. Doi:10.1016/j.chroma.2005.12.030.

FERNÁNDEZ-PAN, I.; ROYO, M.; IGNACIO MATÉ, J. Antimicrobial activity of whey protein isolate edible films with essential oils against food spoilers and foodborne pathogens. **Journal of Food Science**, v. 77, n. 7, p. M383-M390, July 2012. Doi:10.1111/j.1750-3841.2012.02752.x. Epub 2012 Jun 6.

FERREIRA, F.D.; KEMMELMEIER, C.; ARROTÉIA, C.C.; COSTA, C.L.; MALLMANN, C.A.; JANEIRO, V.; FERREIRA, F.M.D.; MOSSINI, S.A.G.; SILVA, E.L.; MACHINSKI JR., M. Inhibitory effect of the essential oil of *Curcuma longa* L. and curcumin on aflatoxin production by *Aspergillus flavus* Link. **Food Chemistry**, v. 136, n. 2, p. 789-793, 2013. Doi:10.1016/j.foodchem.2012.08.003.

FIDA/ UNOPS. Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola/ United Nations Office for Project Services. **Estúdio del mercado regional e internacional de plantas medicinales e insumos para fitoterápicos**, jun. 2006.

FIGUEIREDO, A.R.; FREIRE FILHO, F.R.; BRIOSO, P.S.T. Avaliação de linhagens e cultivares de caupi à infecção pelo *Cowpea aphid borne mosaic virus* e detecção do vírus por RT-PCR In: **X Jornada de Iniciação Científica da UFRRJ**, Seropédica, p. 23-24, 2000.

- FIGUEIREDO, A.R.; SILVA, L.R.; CAMARGO, S.M.B.; MORAIS, L.A.S. Morphological and phytochemical characterization of *Lavandula dentata* L. cultivated in Paraíba do Sul, Rio de Janeiro, Brazil. **Acta Brasiliensis**, v.5, n. 1, p. 7-12, jan. 2021. Doi:10.22571/2526-4338483.
- FIGUEIREDO, A.R.; SILVA, L.R.; MORAIS, L.A.S. Bioatividade do óleo essencial de *Eugenia caryophyllus* sobre *Cladosporium herbarum*, agente etiológico da verrugose em maracujá. **Scientia Plena**, v. 17, n. 2, p. 1-8, fev. 2021. Doi:10.14808/sci.plena.2021.020201.
- FIGUEIREDO, A.R.; SILVA, L.R.; MORAIS, L.A.S. Primeiro registro de *Potyvirus* em maracujazeiros no município de Paty do Alferes - RJ e sua disseminação. In: **XX Encontro de pós-graduação e pesquisa**, UNIFOR, ISSN 1808-8457, out. 2020.
- FIGUEIREDO, A.R.; SILVA, L.R.; MORAIS, L.A.S. Sensibilidade do *Colletotrichum gloeosporioides* do maracujazeiro a óleos essenciais. **Revista Desafios - Revista Interdisciplinar Da Universidade Federal Do Tocantins**, v. 08, n. 02, p. 19-30, mar. 2021. Doi:10.20873/uftv8-10442.
- FIGUEIREDO, C.S.S.S.; OLIVEIRA, P.V.; SAMINEZ, W.F.S.; DINIZ, R.M.; RODRIGUES, J.F.S.; SILVA, M.S.M.S.; SILVA, L.C.N.; GRISOTTO, M.A.G. OE da Canela (Cinamaldeído) e suas aplicações biológicas. **Revista de Investigação Biomédica**, São Luís, v. 9, n. 2, p. 192-197, 2017. Doi:10.24863/rib.v9i2.143.
- FIKRY, S.; KHALIL, N.; SALAMA, O. Chemical profiling, biostatic and biocidal dynamics of *Origanum vulgare* L essential oil. **AMB Express**, v. 9, n. 1, 41, mar. 2019. Doi:10.1186/s13568-019-0764-y.
- FILIPPIS, Flavia Molardi de. **Extração com CO₂ supercrítico de óleos essenciais de Honsho e Ho-sho** – experimentos e modelagem. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3161/000333226.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 24 maio 2021.
- FISCHER, H.I.; REZENDE, J.A.M. Diseases of passion flower. **Pest Technology**, v. 2, n. 1, p. 1-19. Jan. 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/228483390_Diseases_of_Passion_flower_Passiflora_spp/link/0f31753282313adf5e000000/download>. Acesso em: 24 maio 2021.
- FISCHER, I.H.; ARRUDA, M.C.; ALMEIDA, A.M.; GARCIA, M.J.M.; JERONIMO, E.M.; PINOTTI R.N.; BERTANI, R.M.A. Doenças e características físicas e químicas pós-colheita em maracujá amarelo de cultivo convencional e orgânico no centro oeste paulista. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 29, n. 2, p. 254-259, ago. 2007. Doi:10.1590/S0100-29452007000200013.
- FONSECA, L.R.; RODRIGUES, R.A.; RAMOS, A.S.; CRUZ, J.; FERREIRA, J.L.P.; SILVA, J.R.A.; AMARAL, A.C. Herbal medicinal products from *Passiflora* for anxiety: an unexploited potential. **The Scientific World Journal**, v. 2020, p. 1-18, 2020. Doi:10.1155/2020/6598434.
- FONTANA, D.C.; NETO, D.D.; PRETTO, M.M.; MARIOTTO, A.B.; CARON, B.O.; KULCZYNSKI, S.M.; SCHMIDT, D. Using essential oils to control diseases in strawberries and peaches. **International Journal of Food Microbiology**, v.338, n. 2, 108980, jan. 2021. Doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108980.
- FONTANA, D.C.; SCHMIDT, D.; KULCZYNSKI, S.M.; CARON, B.O.; PRETTO, M.M.; MARIOTTO, A.B.; SANTOS, J.; HOLZ, E. Fungicidal potential of essential oils in control of

Fusarium spp. and *Sclerotinia sclerotiorum*. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 87, p. 1-10, e0612019, 2020. Doi:10.1590/1808-1657000612019.

FONTENELE, R.S.; ABREU, R.A.; LAMAS, N.S.; ALVES-FREITAS, D.M.T.; VIDAL, A.H.; POPPIEL, R.R.; MELO, F.L.; LACORTE, C.; MARTIN, D.P.; CAMPOS, M.A.; VARSANI, A.; RIBEIRO, S.G. *Passion fruit chlorotic mottle virus*: Molecular Characterization of a New Divergent Geminivirus in Brazil. **Viruses**, v. 10, n. 4, p. 1-12, 2018. Doi:10.3390/v10040169.

FREIRE, F. **Como coletar, preservar e remeter corretamente amostras para exame fitopatológico**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. 15p.

FURLANETO, F.P.B.; SOARES, A.A.V.L.; OLIVEIRA, M.D.M. Efeitos mercadológicos da covid-19 na cadeia produtiva do maracujá. Análises e indicadores do agronegócio. **Instituto de Economia Agrícola**, v. 15, n. 6, jun. 2020. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/>>. Acesso em: 24 maio 2021.

GADELHA, J.C.; INNECCO, R.; ALCANTOR, D.C.; MATTOS, S.H.; MEDEIROS, F.; VIEIRA, A.V. Defensivos naturais no tratamento pós-colheita do pendúculo de melão. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 34, n. 01, p. 5-10, 2003.

GAHUKAR, R.T. Management of pests and diseases of important tropical/subtropical medicinal and aromatic plants: A review. **Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants**, v. 9, p. 1-18, 2018. Doi:10.1016/J.JARMAP.2018.03.002.

GARCÊZ, R.M.; CHAVES, A.L.R.; EIRAS, M.; MELETTI, L.M.M.; DE AZEVEDO FILHO, J.A.; DA SILVA, L. ASSIS; COLARICCIO, A. Survey of aphid population in a yellow passion fruit crop and its relationship on the spread *Cowpea aphid-borne mosaic virus* in a subtropical region of Brazil. **Springer Plus**, v. 4, n. 537, p. 1-12, sep. 2015. Doi:10.1186/s40064-015-1263-5.

GARCIA YAMAMOTO-RIBEIRO, M.M.; GRESPLAN, R.; KOHIYAMA, C.Y.; FERREIRA, F.D.; GALERANI MOSSINI, S.A.; SILVA, E.L.; DE ABREU FILHO, B.A.; GRATON MIKCHA, J.M.; MACHINSKI JUNIOR, M. Effect of *Zingiber officinale* essential oil on *Fusarium verticillioides* and fumonisin production. **Food Chemistry**, v. 141, p. 3147-3152, dec. 2013. Doi:10.1016/j.foodchem.2013.05.144.

GARCIA, M.J.M; FISCHER, I.H.; ALMEIDA, A.M.; BUENO, C.J. **Doenças causadas por fitonematoides na cultura do maracujazeiro na região centro-oeste paulista e medidas para o manejo**. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_3/maracujazeiro/index.htm>. Acesso em: 14 maio 2021.

GARDNER, D. Pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* to banana poka and other *Passiflora* spp. in Hawaii. **Plant Disease**, v. 73, p. 476-478, jan. 1989. Doi:10.1094/PD-73-0476.

GIL, J.G.R.; TAMAYO, P.J.; MORALES, J.G. Identification and pathogenicity of microorganisms affecting purple passion fruit in Colombia. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 64, n.3, p. 250-257, maio/june 2017. Doi: 10.1590/0034-737X201764030005.

GIORIA, R.; ESPINHA, L.M.; REZENDE, J.A.M.; GASPAR, J.O.; KITAJIMA, E.W. Limited movement of *Cucumber mosaic virus* (CMV) in yellow passion flower in Brazil. **Plant Pathology**, v. 51, p. 127-133, 2002. Doi:10.1046/j.1365-3059.2002.00678.x.

Glas, J.J.; Schimmel, B.C.; Alba, J.M.; Escobar-Bravo, R.; Schuurink, R.C.; Kant, M.R. Plant glandular trichomes as targets for breeding or engineering of resistance to herbivores.

International Journal of Molecular Sciences, v. 13, n. 12, p. 17077-17103, 2012. Doi:10.3390/ijms131217077.

GLOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, abr. 2007. Doi:10.1590/S0100-40422007000200026.

GOES, A. Doenças fúngicas da parte aérea da cultura do maracujá. *In*: RUGGIERO, C. (Ed.). **Maracujá: do plantio à colheita**. Jaboticabal: FUNEP, 1998, p.209-215.

GOMES, I.F.; FRADE, R.E.T.; POLTRONIERI, F.; MOURA, A.F. Papel dos compostos bioativos da linhaça (*Linum usitatissimum* L.) no câncer / The role of bioactive compounds of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) in câncer. **Revista de Nutrição**, v. 11, n. 1, p. 48-55, jan. 2012. Disponível em: <<https://alimentacaoemfoco.org.br/wp-content/uploads/2016/11/Revista-Nutricao-Brasil-2012-Papel-dos-Compostos-Biotivos-da-Linhaca-no-Cancer.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2021.

GOMES, Marcos de Souza. **Caracterização química e atividade antifúngica dos óleos essenciais de cinco espécies do gênero *Citrus***. 2011. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Lavras: UFLA, 2011.

GONÇALVES, D.C.; QUEIROZ, V.T.; COSTA, A.D.; LIMA, W.P.; BELAN, L.L.; MORAES, W.B.; IORIO, N.L.P.P.; PÓVOA, H.C.C. Reduction of Fusarium wilt symptoms in tomato seedlings following seed treatment with *Origanum vulgare* L. essential oil and carvacrol. **Crop Protection**, v. 141, mar. 2021. Doi:10.1016/j.cropro.2020.105487.

GONÇALVES, E.R.; ROSATO, Y.B. Genotypic characterization of xanthomonad strains isolated from passion fruit plants (*Passiflora* spp.) and their relatedness to different *Xanthomonas* species. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, Reading**, v. 50, p. 811-821, mar. 2000. Doi:10.1099/00207713-50-2-811.

GONÇALVES, M.E.C.; BLEICHER, E. Uso de extratos aquosos de nim e azadiractina via sistema radicular para o controle de mosca-branca em meloeiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 2, p. 182-187, 2006. Disponível em: <<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/198>>. Acesso em: 24 maio 2021.

GONTIJO, G.M. **Cultivo do maracujá**. Informações básicas. Brasília: EMATER-DF, Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Rural, 2017. Disponível em: <https://emater.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/cartilha_maracuja.pdf>. Acesso em: 24 maio 2021.

GONTIJO, G.M.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. Produção de maracujazeiro azedo cultivado em estufa e em espaçamento adensado: resultados de unidades de observação Emater-Embrapa no Distrito Federal. *In*: **Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 24., 2016, São Luiz: SBF, 2016.

GOUDJIL, M. B.; ZIGHMI, S.; HAMADA, D.; MAHCENE, Z.; BENCHEIKH, S. E.; LADJEL, S. Biological activities of essential oils extracted from *Thymus capitatos* (Lamiaceae). **South African Journal of Botany**, v. 128, p. 274-282, 2019. Doi:10.1016/j.sajb.2019.11.020.

GRAHAM, M.Y.; GRAHAM, T.L. Rapid accumulation of anionic peroxidases and phenolic polymers in soybean cotyledon tissues following treatment with *Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea* wall glucan. **Plant Physiology**, v. 97, n. 4, p. 1445-1455, 1991. Doi:10.1104/pp.97.4.1445.

GRAHAM, T.L.; KIM, J.E.; GRAHAM, M.Y. Role of constitutive isoflavone conjugates in the accumulation of glyceollin in soybean infected with *Phytophthora megasperma*. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v. 3, p. 157-166, 1990. Doi:10.1094/MPMI-3-157.

GRUPO CULTIVAR. Manejo da fusariose do maracujazeiro. **Revista Cultivar. Cultivar Hortaliças e Frutas**, out. 2020. Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/noticias/manejo-da-fusariose-do-maracujazeiro>>. Acesso em: 14 maio 2021.

GUIMARÃES, J.A.; AZEVEDO, F.R.; BRAGA SOBRINHO, R.; MESQUITA, A.L.M. **Recomendações para o manejo das principais pragas do meloeiro na Região do Semi-Árido nordestino**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2005. 11p. (Circular Técnica, 24). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/426400>>. Acesso em: 24 maio 2021.

GUO, F.; CHEN, Q.; LIANG, Q.; ZHANG, M.; CHEN, W.; CHEN, H.; YUN, Y.; ZHONG, Q.; CHEN, W. Antimicrobial activity and proposed action mechanism of linalool against *Pseudomonas fluorescens*. **Frontiers in Microbiology**, v. 12, p. 1-11, jan. 2021. Doi:10.3389/fmicb.2021.562094.

GUTIÉRREZ-GRIJALVA, E.P.; PICOS-SALAS, M.A.; LEYVA-LÓPEZ, N.; CRIOLLO-MENDOZA, M.S.; VAZQUEZ-OLIVO, G.; HEREDIA, J.B. Flavonoids and phenolic acids from oregano: occurrence, biological activity and health benefits. **Plants**, Basel, Switzerland, v. 7, n. 1, 2017. Doi:10.3390/plants7010002.

HADDAD, P.E.; LEITE, L.G.; LUCON, C.M.M.; HAKAKAVA, R. Selection of *Trichoderma* spp. strains for the control of *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean. **Diseases Control, Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 52, n 12, dec. 2017. Doi: 10.1590/S0100-204X2017001200002.

HAMMER, K.A.; CARSON, C.F.; RILEY, T.V. Antifungal effects of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil and its components on *Candida albicans*, *Candida glabrata* and *Saccharomyces cerevisiae*. **The Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 53, p. 1081-1085, june 2004. Doi:10.1093/jac/dkh243.

HANLIN, R.T. **Illustrated genera of Ascomycetes**. APS Press, St. Paul, 1990, 262p.

HANSEN, E.M. Reeser PW, Sutton, W. *Phytophthora* beyond agriculture. **Annual Review of Phytopathology**, v. 50, p. 359-378, 2012. Doi:10.1146/annurev-phyto-081211-172946.

HASENCLEVER, L.; PARANHOS, J.; COSTA, C.R.; CUNHA, G.; VIEIRA, D.A indústria de fitoterápicos brasileira: desafios e oportunidades. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 8, p. 2559-2569, ago. 2017. Doi:10.1590/1413-81232017228.29422016.

HAWAS, U.W.; EL-DESOKY, S.K.; KAWASHTY, S.A.; SHARAF, M. Two new flavonoids from *Origanum vulgare*. **Natural Product Research**, v. 22, n. 17, p. 1540-1543, feb. 2008. Doi:10.1080/14786410600898987.

HELAL, G.A.; SARHAN, M.M.; ABU SHAHLA, A.N.; ABOU EL-KHAIR, E.K. Effects of *Cymbopogon citratus* L. essential oil on the growth, morphogenesis and aflatoxin production of *Aspergillus flavus* ML2-strain. **Journal of Basic Microbiology**, v. 47, n. 1, p. 5-15, feb. 2007. Doi:10.1002/jobm.200610137.

HEMAISWARYA, S.; SOUDAMINIKKUTTY, R.; NARASUMANI, M.L.; DOBLE, M. Phenylpropanoids inhibit protofilament formation of *Escherichia coli* cell division protein FtsZ. **Journal of Medical Microbiology**, v. 60, p. 1317-1325, 2011. Doi:10.1099/jmm.0.030536-0

HERMAN, A.; TAMBOR, K.; HERMAN, A. Linalool affects the antimicrobial efficacy of essential oils. **Current Microbiology**, v. 72, n. 2, p. 165-172, feb. 2016. Doi:10.1007/s00284-015-0933-4.

HERNÁNDEZ, C.F.D.; LIRA, S.R.H.; CRUZ, C.L.; GALLEGOS, M.G.; GALINDO, C.M.E.; PADRÓN, C.E.; HERNÁNDEZ, S.M. Antifungal potential of *Bacillus* spp. strains and *Larrea tridentata* extracts against *Rhizoctonia solani* in potato (*Solanum tuberosum* L.). **Phyton-International Journal of Experimental Botany**, v. 77, p. 119-126, 2008. Doi:10.32604/phyton.2008.77.241.

HILL, A.A.; ZETTLER, F.W.; ELLIOT, M.S.; PETERSON, M.A.; LI, R.H.; Bird, J. Presence of *Passiflora Latent Virus* and a serologically distinct strain of *Maracuja mosaic virus* in *Passiflora* spp in Florida. **Plant Disease**, v. 76, p. 843-847, feb. 1992. Doi:10.1094/PD-76-0843.

HOPKINS, W. G.; HÜNER, N. P. A. **Introduction to plant physiology**. 4. ed. Kendallville: John Wiley & Sons, 2008. 523p. Disponível em: <https://www.academia.edu/2455123/Hopkins_W_Huner_N_Introduction_to_plant_physiology_2008_pdf>. Acesso em: 24 maio 2021.

HOPPER, D. J. Culturing nematodes. In: SOUTHEY, J.F. **Laboratory methods for work with plant and soil nematodes**. ed. London, Min. Agric. Fish and Food Her Majesty's Stationery Office, 1970. p. 96-11.

HOSSEINZADEH, S.; JAFARIKUKHDAN, A.; HOSSEINI, A.; ARMAND, R. The application of medicinal plants in traditional and modern medicine: a Review of *Thymus vulgaris*. **International Journal of Clinical Medicine**, v. 6, n. 9, sept. 2015. Doi:10.4236/ijcm.2015.69084.

HOYOS, J.M.Á.; ALVES, E.; ROZWALKA, L.C.; SOUZA, E.A.; ZEVIANI, W.M. Antifungal activity and ultrastructural alterations in *Pseudocercospora griseola* treated with essential oils. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 3, p. 270-284, may./june 2012. Doi:10.1590/S1413-70542012000300002.

HUCHELMANN, A.; BOUTRY, M.; HACHEZ, C. Plant glandular trichomes: natural cell factories of high biotechnological interest, **Plant Physiology**, v. 175, n. 1, p. 6-22, sept. 2017. Doi:10.1104/pp.17.00727.

HUGH, T.W. **Herbs and spices of Thailand**. Singapore: National Library Board, 2005. 79p.

HUO, H.; GU, Y.; CAO, Y.; LIU, N. Antifungal activity of camphor against four phytopathogens of *Fusarium*. **Research Square**, p. 1-13, 2021. Doi:10.21203/rs.3.rs-274895/v1.

HUSSAIN, A.I.; ANWAR, F.; SHERAZI, S.T.H.; PRZYBYLSKI, R. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations. **Food Chemistry**, v. 108, n. 3, p. 986-995, june 2008. Doi:10.1016/j.foodchem.2007.12.010.

HYLDGAARD, M.; MYGIND, T.; MEYER, R.L. Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interactions with food matrix components. **Frontiers in Microbiology**, v. 3, n. 12, jan. 2012. Doi:10.3389/fmicb.2012.00012.

IBGE. **Produção agrícola municipal**. Tabela 5457 Tabela 5457 - Área plantada ou destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias e permanentes, 2019. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>>. Acesso em: 29 ago. 2021.

INOMOTO, M.M.; FONSECA, A.B. Susceptibility of four passion fruit species to the reniform nematode. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 42, n. 2, apr. 2020. Doi:10.1590/0100-29452020557.

INOMOTO, M.M.; FONSECA, A.B. Susceptibility of four passion fruit species to the reniform nematode. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 42, n. 2, apr. 2020. Doi:10.1590/0100-29452020557.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Aromatic natural raw materials** - vocabulary. ISO 9235:1997. Genebra, 1997. 14p.

JACQUEMOND, M. *Cucumber mosaic virus*. **Advances in Virus Research**, v. 84, p. 439-504, june 2012. Doi:10.1016/B978-0-12-394314-9.00013-0.

JAIN, N.; SHARMA, M. Topical application of *Eugenia caryophyllus* oil against ringworm infection of human beings. **Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research**, v. 12, n. 7, may 2019, p. 153-157. Doi:10.22159/ajpcr.2019.v12i7.32068.

JEHL, F.; BONNET, R.; BRU, J.; CARON, F.; CATTOEN, C.; CATTOIR, V. Comité de L'antibiogramme de la société française de microbiologie. recommandations 2020. **Paris: Société Française de Microbiologie**, v. 1, 1, Avril. 2020. Disponível em: <https://www.sfm-microbiologie.org/wp-content/uploads/2020/04/CASFM2020_Avril2020_V1.1.pdf>. Acesso em: 24 maio 2021.

JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Report**, v. 48, n. 9, p. 692, 1964.

JI, K.; FANG, L.; ZHAO, H.; LI, Q.; SHI, Y.; XU, C.; WANG, Y.; DU, L.; WANG, J.; LIU, Q. Ginger oleoresin alleviated gamma-ray irradiation-induced reactive oxygen species via the Nrf2 protective response in human mesenchymal stem cells. **Oxid Med Cell Longev**, v. 2017, n. 1480294, 2017. Doi:10.1155/2017/1480294.

JIMÉNEZ-DÍAZ, R.M.; CASTILHO, P.; LANDA, B.B.; JIMENEZ-GASCO, M.M. Fusarium wilt of chickpeas: Biology, ecology and management. **Crop Protection**, v. 73, p. 16-27, july 2015. Doi:10.1016/j.cropro.2015.02.023.

JING, L.; LEI, Z.; LI, L.; XIE, R.; XI, W.; GUAN, Y.; SUMNER, L.W.; ZHOU, Z. Antifungal activity of *Citrus* essential oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n. 14, p. 3011-3033, apr. 2014. Doi: 10.1021/jf5006148.

JINKINGS, L.M.; GONÇALVES, I.S.; SILVA, A.S.S. Elaboração da farinha de *Passiflora edulis* Sims (maracujá amarelo) a partir do exocarpo e o estudo da composição centesimal. **Revista Arquivos Científicos (IMMES)**, Macapá, AP, v. 3, n. 2, 2020. Doi:10.1590/1983-084X/15_187.

JOSE, P.A.; KRISHNAMOORTHY, R.; SOONWO, K.; JANAHIRAMAN, V.; SENTHILKUMAR, M.; GOPAL, N.O.; KUMUTHA, K.; ANANDHAM, R. Interference in quorum sensing and virulence of the phytopathogen *Pseudomonas syringae* pv. *passiflorae* by *Bacillus* and *Variovorax* species. **Biocontrol**, v. 64, n. 4, p. 423-433, 2019. Doi:10.1007/s10526-019-09932-6.

JOY, P.P. Passion fruit (*Passiflora edulis* Sims): Passifloraceae. Pineapple research station, **Kerala Agricultural University**, Kerala, India, p. 1-8, 2010. Disponível em: <http://www.kau.in/sites/default/files/documents/passion_fruit-passiflora_edulis_sims-passifloraceae.pdf>. Acesso em: 24 maio 2021.

- JOY, P.P.; SHERIN, C.G. **Diseases of passion fruit (*Passiflora edulis*):** pathogen, symptoms, infection, spread & management. Comunicado técnico. Vazhakulam-686 670 Muvattupuzha, Ernakulam, Kerala, India: Pineapple Research Station (Kerala Agricultural University), 2012.
- JOY, P.P.; THOMAS, J.; MATHEW, S.; JOSE, G.; JOSEPH, J. Aromatic plants. *In*: BOSE, T.K.; KABIR, J.; DAS, P.; JOY, P.P. **Tropical Horticulture**, v. 2. (eds.). Calcutta: Naya Prokash, 2001. p. 633-733. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/305655572>>. Acesso em: 19 jun. 2021.
- JUNQUEIRA, N.T.V.; ANJOS, J.R.N.; SILVA, A.P.O.; CHAVES, S.C.; GOMES, A.C. Reação às doenças produtividade de onze cultivares de maracujá-azedo cultivadas sem agrotóxico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 8, p. 1005-1010, ago. 2003. Doi:10.1590/S0100-204X2003000800014.
- JUNQUEIRA, N.T.V.; GUIMARÃES, T.G. Manejo das principais doenças da goiabeira. *In*: Núcleo de Estudos em Fitopatologia (Org.). **Manejo integrado de doenças em fruteiras**. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2007. p. 151-163.
- JUSTUS, B.; KANUNFRE, C.C.; BUDEL, J.M.; FARIA, M.F.; RAMAN, V.; PAULA, J.P.; FARAGO, P.V. New insights into the mechanisms of French lavender essential oil on non-small-cell lung cancer cell growth. **Industrial Crops and Products**, v. 136, n. 15, p. 28-36, sept. 2019. Doi:10.1016/j.indcrop.2019.04.051.
- KAČÁNIOVÁ, M.; GALOVIČOVÁ, L.; VALKOVÁ, V.; TVRDÁ, E.; TERENTJEVA, M.; ŽIAROVSKÁ, J.; KUNOVÁ, S.; SAVITSKAYA, T.; GRINSHPAN, D.; ŠTEFÁNIKOVÁ, J.; FELŠÖCIOVÁ, S.; VUKOVIC, N.; KOWALCZEWSKI, P. Ł. Antimicrobial and antioxidant activities of *Cinnamomum cassia* essential oil and its application in food preservation. **Open Chemistry**, v. 19, n. 1, feb. 2021. Doi:10.1515/chem-2021-0191.
- KALEMBA, D.; SYNOWIEC, A. Agrobiological interactions of essential oils of two menthol mints: *Mentha piperita* and *Mentha arvensis*. **Molecules**, v. 25, n. 59, p. 1-33, dec. 2019. Doi:10.3390/molecules25010059.
- KALUPAHANA, K.I.M.; KURUPPU, M.; DISSANAYAKE, P.K. Effect of essential oils and GRAS compounds on postharvest disease control in mango (*Mangifera indica* L. cv Tom EJC). **The Journal of Agricultural Sciences**, Sri Lanka, v. 15, p. 207-221, may. 2020. Doi:10.4038/jas.v15i2.8802.
- KERMAN, I. Antifungal effects of the essential oil from *Thymus vulgaris* L. and comparison with synthetic thymol on *Aspergillus niger*. **Journal of Yeast and Fungal Research**, v. 3, n. 6, p. 83-88, dec. 2012. Doi:10.5897/JYFR2020.0202.
- KHANI KOR, B.B.; ADHIKARI, K.; RABHA, B. Citrus essential oils: a suite of insecticidal compounds. *In*: **Citrus**. Guwahati, Assam, India: IntechOpen, 2021. p. 1-18. Doi:10.5772/intechopen.95887.
- KIM, E.H.; KIM, H.K.; AHN, Y.J. Acaricidal activity of clove bud oil compounds against *Dermatophagoides farinae* and *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 4, p. 885-889, feb. 2003. Doi:10.1021/jf0208278.
- KIM, J.; LEE, Y.S.; LEE, S.G.; SHIN, S.C.; PARK, I.K. Fumigant antifungal activity of plant essential oils and components from West Indian bay (*Pimenta racemosa*) and thyme (*Thymus vulgaris*) oils against two phytopathogenic fungi. **Flavour Fragrance Journal**, v. 23, n. 4, p. 272-277, mar. 2008. Doi: 10.1002/ff.

KIRBY, M.F.; MONTEIRO, A.R. Reniform and root-knot nematodes on passion fruit in Fiji. **Nematologica**, Leiden-Holland, v. 8, n. 1, p. 21-25, 1978. Disponível em: <<https://journals.flvc.org/nematologica/article/view/63647>>. Acesso em: 26 maio 2021.

KITAJIMA, E.W. O irizado do chuchuzeiro e o superbrotamento do maracujá: duas enfermidades associadas a microorganismos do tipo micoplasma constatadas nos Estados do Rio de Janeiro e Pernambuco. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, p. 115-122, 1981.

KITAJIMA, E.W.; CHAGAS, C.M.; CRESTANI, O.A. Enfermidades de etiologia viral e associadas a organismos do tipo micoplasma em maracujazeiro no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 11, n. 3, p. 409-432, 1986.

KITAJIMA, E.W.; COSTA, A.S. Corpúsculos do tipo micoplasma associados a diversas moléstias de plantas do grupo amarelo, no Estado de São Paulo. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 23, p. 285-291, 1971.

KITAJIMA, E.W.; COSTA, A.S. Micoplasma: possível agente etiológico de certas moléstias de plantas. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 351-363, 1970.

KITAJIMA, E.W.W.; REZENDE, J.A.M.A.M.; RODRIGUES, J.C.V.C.V. Passion fruit green spot virus vectored by *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) on passion fruit in Brazil. **Experimental & Applied Acarology**, v. 30, n. 1-3, p. 225-231, 2003. Doi:10.1023/B:APPA.0000006551.74604.84.

KNAAK, N.; FIUZA, L.M. Potencial dos óleos essenciais de plantas no controle de insetos e microorganismos. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 5, n. 2, p. 120-132, may./aug. 2010. Doi:10.4013/4757.

KOCH, R. «Untersuchungen über Bakterien: V. Die Ätiologie der Milzbrand-Krankheit, begründet auf die Entwicklungsgeschichte des *Bacillus anthracis*» [Investigations into bacteria: V. The etiology of anthrax, based on the ontogenesis of *Bacillus anthracis*] (PDF). **Cohns Beitrage zur Biologie der Pflanzen** (em alemão), v. 2, n. 2, p. 277-310, 1876.

KOCIĆ-TANACKOV, S.D.; DIMIĆ, G.R.; PEJIN, D.J.; MOJOVIĆ, L.V.; PEJIN, J.D., TANACKOV, I.J. Antifungal activity of the basil (*Ocimum basilicum* L.) extract on *Penicillium aurantiogriseum*, *P. glabrum*, *P. chrysogenum*, and *P. brevicompactum*. **Acta Periodica Technologica**, v. 43, n. 43, p. 247-256, 2012. Doi:10.2298/APT1243247K.

KÖHLER, F.E. *Cinnamomum cassia*. Wikipédia, a enciclopédia livre (ilustração do Köhler's Medizinal-Pflanzen, de 1887). 1897. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Cinnamomum_cassia>. Acesso em: 10 maio 2021.

KOINUMA, H.; MAEJIMA, K.; TOKUDA, R.; KITAZAWA, Y.; NIJO, T.; WEI, W.; KUMITA, K.; MIYAZAKI, A.; NAMBA, S.; YAMAJI, Y. Spatiotemporal dynamics and quantitative analysis of phytoplasmas in insect vectors. **Scientific Reports**, v. 10, n. 4291, p. 1-13, 2020. Doi:10.1038/s41598-020-61042-x.

KOSTOVA, I.; BHATIA, S.; GRIGOROV, P.; BALKANSKY, S.; PARMAR, V.S.; PRASAD, A.K.; SASO, L. Coumarins as antioxidants. **Current Medicinal Chemistry**, v.18, n. 25, p. 3929-3951, 2011. Doi:10.2174/092986711803414395.

KRISHNA KISHORE, G.; PANDE, S.; HARISH, S. Evaluation of essential oils and their components for broad-spectrum antifungal activity and control of late leaf spot and crown rot diseases in peanut. **Plant Disease**, v. 91, n. 4, p. 375-379, apr. 2007. Doi:10.1094/PDIS-91-4-0375.

KULKARNI, S.A.; SELLAMUTHU, P.S.; ANITHA, D.P.M.; MADHAVAN, T. In vitro and in silico evaluation of antifungal activity of cassia (*Cinnamomum cassia*) and holy basil

(*Ocimum tenuiflorum*) essential oils for the control of anthracnose and crown-rot postharvest diseases of banana fruits. **Chemical Papers**, jan. 2021. Doi: 10.1007/s11696-020-01434-5.

KUMAR, A.; SHUKLA, R.; SINGH, P.; PRASAD, C.S.; DUBE, N.K. Assessment of *Thymus vulgaris* L. essential oil as a safe botanical preservative against post-harvest fungal infestation of food commodities. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 9, n. 4, p. 575-580, oct. 2008. Doi:10.1016/j.ifset.2007.12.005.

KUMAR, R.; DUBEY, N.; TIWARI, O.P.; TRIPATHI, Y.B.; SINHA, K.K. Evaluation of some essential oils as botanical fungitoxicants for the protection of stored food commodities from fungal infestation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 87, n. 9, p. 1737-1742, may 2007. Doi:10.1002/jsfa.2906.

KUMAR, R.A.; SRIDEVI, K.; KUMAR, N.V.; NANDURI, S.; RAJAGOPAL, S. Anticancer and immunostimulatory compounds from *Andrographis paniculata*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 92, n. 2-3, p. 291-295, june 2004. Doi:10.1016/j.jep.2004.03.004.

KWON, J.A.; YU, C.B.; PARK, H.D. Bacteriocidal effects and inhibition of cell separation of cinnamic aldehyde on *Bacillus cereus*. **Letters in Applied Microbiology**, v. 37, n. 1, p. 61-65, 2003. Doi:10.1046/j.1472-765X.2003.01350.x.

KWON, J.H.; KANG, D.W.; KIM, S.R.; KIM, J. First report of gray mold caused by *Botrytis cinerea* on *Passiflora edulis* in Korea. **APS Publications**, v. 100, n. 7, july 2016. Doi:10.1094/PDIS-12-15-1420-PDN.

LAMBERT, R.J.W.; SKANDAMIS, P.N.; COOTE, P.J.; NYCHAS, G.J.E. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. **Journal of Applied Microbiology**, v. 91, n. 3, p. 453-462, sept. 2001. Doi:10.1046/j.1365-2672.2001.01393.x.

LAN, H.; LAI, B.; ZHAO, P.; DONG, X.; WEI, W.; YE, Y.; WU, Z. *Cucumber mosaic virus* infection modulated the phytochemical contents of *Passiflora edulis*. **Microbial Pathogenesis**, v. 138, 103828, jan. 2020. Doi:10.1016/j.micpath.2019.103828.

LAWRENCE B.M. **Mint: The Genus *Mentha***. 1. ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2006. 598p.

LEE, H.; CHENG, S.; CHANG, S. Antifungal property of the essential oils and their constituents from *Cinnamon osmophloeum* leaf against tree pathogenic fungi. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 85, n. 12, p. 2047-2053, sept. 2005. Doi:10.1002/jsfa.2216.

LEONEL, S.; LEONEL, M.; DUARTE-FILHO, J. **Principais produtos e subprodutos obtidos do maracujazeiro**. Informe Agropecuário, v. 21, n. 206, p. 86-88. Oct. 2000.

LEROUX, P. Mode of action of agrochemicals towards plant pathogens. **Comptes Rendus Biologies**, v. 326, n. 1, p. 9-21, feb. 2003. Doi:10.1016/s1631-0691(03)00005-2.

LIMA FILHO, R.M.; OLIVEIRA, S.M.A.; Menezes, M. Caracterização enzimática e patogenicidade cruzada de *Colletotrichum* spp. associados a doenças de pós-colheita. **Fitopatologia Brasileira**, v.28, n. 6, p: 620-625, nov./dez. 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/fb/v28n6/a07v28n6.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2021.

LIMA, I.M.O.; JÚNIOR, J.S.S.; COSTA, E.; CARDOSO, E.D.; BINOTTI, F.F.S.; JORGE, M.H.A. Diferentes substratos e ambientes protegidos para o crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo doce. Diferentes substratos e ambientes protegidos para o crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo doce. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 3, n. 4, p. 39-47, out./dez. 2016. Doi:10.32404/rean.v3i4.1240.

LIMA, J.A.A.; NASCIMENTO, A.K.Q.; MAIA, L.M.; FILHO, F.A.C.R. Biotypes of *Cowpea aphid-borne mosaic virus* in Brazil. In: GAUR, R.K.; SMP, K.; DOROKHOV, Y. **Plant viruses**. Diversity, interaction and management. Broken Sound Parkway NW: Taylor & Francis Group, 2018. p. 27-39.

LIMA, M.F.; INOUE-NAGATA, A.K. *Tomato ringspot virus* (ToRSV) (Picornavirales: Secoviridae). In: FIDELIS, E.G.; LOHMANN, T.R.; SILVA, M.L. da; PARIZZI, P.; BARBOSA, F.F.L. **Priorização de pragas quarentenárias ausentes no Brasil**. Roraima: Embrapa Roraima, 2018. p. 445-456. Disponível em: < https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/sanidade-vegetal/planos-de-contingencia-pragas-ausentes/TomatoringspotvirusLivroPragasPriorizadas_1ed2018447458.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2021.

LIPINSKI, B.; HANSON, C.; LOMAX, J.; KITINOJA, L.; WAITE, R.; SEARCHINGER, T. **Installment 2 of “creating a sustainable food future”**. Reducing food loss and waste. Unep. World Resources Institute, working paper, jun. 2013. Disponível em: <https://pdf.wri.org/reducing_food_loss_and_waste.pdf>. Acesso em: 12 maio 2021.

LIU, M.; LIU, Z.; ZHOU, J. Morphology and histochemistry of the glandular trichomes of *Isodon rubescens* (Hemsley) H. Hara [Lamiaceae]: A promising medicinal plant of China. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 6, 8, p. 1455-1460, 2012. Doi:10.5897/JMPR11.409.

LOPES, C.V.A.; ALBUQUERQUE, G.S.C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde Debate**, v. 42, n. 117, apr. 2018. Doi:10.1590/0103-1104201811714.

LOPES, H.V.; SANTOS, A.F.; LUZ, E.D.M.N.; TESSMANN, D.J. *Phytophthora palmivora*: agente causal da podridão da base do estipe da pupunheira no Brasil. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 45, n. 2, apr./jun. 2019. Doi:10.1590/0100-5405/189782.

LÓPEZ-MENESES, A.K.; PLASCENCIA-JATOMEA, M.; LIZARDI-MENDOZA, J.; ROSAS-BURGOS, E.C.; LUQUE-ALCARAZ, A.G.; CORTEZ-ROCHA, M.O. Antifungal and antimycotoxigenic activity of essential oils from *Eucalyptus globulus*, *Thymus capitatus* and *Schinus molle*. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 35, n. 4, p. 664-671, oct./dec. 2015. Doi:10.1590/1678-457X.6732.

LOPEZ-REYES, J.G.; SPADARO, D.; GULLINO, M.L.; GARIBALDI, A. Efficacy of plant essential oils on postharvest control of rot caused by fungi on four cultivars of apples in vivo. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 25, n. 3, p. 171-177, mar. 2010. Doi:10.1002/ffj.1989.

LORENZI, H.; MATOS, F.J. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 544p.

LOZADA, M.I.O.; SILVA, P.P.; PEREIRA, R.B.; NASCIMENTO, W.M. Essential oils in the control of *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *cepae* in onion seeds. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 50, n. 3, July/Sept 2019. Doi:10.5935/1806-6690.20190060.

LUBBE, A.; VERPOORTE, R. Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. **Industrial Crops and Products**, v. 34, n. 1, p. 785-801, july 2011. Doi:10.1016/j.indcrop.2011.01.019.

LUCAS, G.C.; ALVES, E.; PEREIRA, R.B.; PERINA, F.J.; SOUZA, R.M. Antibacterial activity of essential oils on *Xanthomonas vesicatoria* and control of bacterial spot in tomato. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 3, mar. 2012. Doi:10.1590/S0100-204X2012000300006.

- LUCAS, Gilvaine Ciavareli. **Óleos essenciais no controle da mancha bacteriana do tomateiro**. 2009. 93 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2620/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_%C3%93leos%20essenciais%20no%20controle%20da%20mancha%20bacteriana%20do%20tomateiro.pdf>. Acesso em: 24 maio 2021.
- LUIZON, Renata Antonioli. **Sequenciamento parcial do vírus da pinta verde do maracujazeiro (*Passion fruit green spot virus-PFGSV*), desenvolvimento de métodos para sua detecção e estudos sobre sua variabilidade genética**. 2009. 70 f. (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/ USP), Piracicaba, 2009.
- LUNA, E.C.; LUNA, I.S.; SCOTTI, L.; MONTEIRO, A.F.M.; SCOTTI, M.T.; MOURA, R.O.; ARAÚJO, R.S.A.; MONTEIRO, K.L.C.; AQUINO, T.M.; RIBEIRO, F.F.; MENDONÇA, F.J.B. Active Essential oils and their components in use against neglected diseases and arboviruses. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2019, feb. 2019. Doi:10.1155/2019/6587150.
- MACIEL, K.S.; LOPES, J.C. Maracujá. Desafios no pomar. **Grupo Cultivar**, abr./maio 2014. Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/acervo/371>>. Acesso em: 21 maio 2021.
- MALAVOLTA JÚNIOR, V.A. Bacterioses do maracujazeiro. *In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura do maracujazeiro*. Maracujá - do plantio à colheita: anais. Jaboticabal, SP: Funep, 1998. p. 217-229.
- MAMBRI, A.P.S. Yield and composition of lavender essential oil grown in substrate. **Horticultura Brasileira**, v. 36, n. 2, p. 259-264, 2018. Doi:10.1590/s0102-053620180219.
- MANICOM, B.; RUGGIERO, C.; PLOETZ, R.C.; GOES, A. Diseases of Passion fruit. *In: Ploetz, R.C. Diseases of Tropical fruit crops*. ed. Wallingford: CAB international, 2003. p. 413- 441.
- MANTHEY, J.A.; GROHMANN, K. Phenols in citrus peel byproducts: concentration of hydroxycinnamates and polymethoxylated flavones in citrus peel molasses. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 7, p. 3268-3273, 2001. Doi:10.1021/jf010011r.
- MAO, Q.Q.; XU, X.Y.; CAO, S.Y.; GAN, R.Y.; CORKE, H.; BETA, T.; LI, H.B. Bioactive compounds and bioactivities of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). **Fooda**, v. 8, n. 185, p. 1-21, 2019. Doi:10.3390/foods8060185.
- MARACUJÁ amarelo com polpa mais colorida e maracujá roxo são novidades da pesquisa da Epagri. *In: EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina*. Urussanga: Epagri, 2020. Disponível em: <<https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2020/04/22/maracuja-amarelo-com-polpa-mais-colorida-e-maracuja-roxo-sao-novidades-da-pesquisa-da-epagri/>>. Acesso em 01/10/2020.
- MARINELLI, E.; ORZALI, L.; RICCONI, L; LOTTI, E. Activity of some essential oils against pathogenic seed borne fungi on legumes. **Asian Journal of Plant Pathology**, v. 6, n. 3, p. 66-74, 2012. Doi:10.3923/ajppaj.2012.66.74.
- MARTIN, C.A.; ALMEIDA, V.V.; RUIZI, M.R.; VISENTAINER, J.E.L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N.E.; VISENTAINER, J.V. Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 6, p. 761-770, 2006. Doi:10.1590/S1415-52732006000600011.

- MARTIN, F.N.; ABAD, Z.G.; BALCI, Y.; IVORS, K. Identification and detection of *Phytophthora*: reviewing our progress, identifying our needs, **Plant Disease**, v. 96, n. 8, p. 1080-1103, aug. 2012. Doi:10.1094/PDIS-12-11-1036-FE.
- MARTINI, M.C.A.; SUTHOVSKI, G.; CATARINA, A.S.; FAGUNDES, K.R.; GIOTTO, C.C.; SCHMITZ, E.P.S.; GALLINA, A.L.; AZEVEDO, M.G.B.; STARIKOFF, K.R.; CHAMPION, T.; BENVEGNÚ, D.M. Antimicrobial activity of essential oils against positive coagulase *Staphylococcus* isolated from External Canine Otitis cases. **Revista Agrária Acadêmica**, v. 4, n. 2, mar./ abr. 2021. Doi:10.32406/v4n2/2021/43-52/agrariacad.
- MARTINS, A.G. L.A.; NASCIMENTO, A.R.; FILHO, J.E.M.; FILHO, N.E.M.; SOUZA, A.G.; ARAGÃO, N.E.; SILVA, D.S.V. Atividade antibacteriana do óleo essencial do manjeriço frente a sorogrupos de *Escherichia coli* enteropatogênica isolados de alfaces. **Ciência Rural**, v. 40, n. 8, p. 1791-1796, ago. 2010. Doi:10.1590/S0103-84782010005000127.
- MARTINS, I. **Reação de progênies de maracujazeiro-amarelo ao *Colletotrichum gloeosporioides* e biocontrole da antracnose com *Trichoderma spp.***, 2006. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Brasília, DF, 2006. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/174888/1/Reacao-de-progenies-de-maracujazeiro-azedo-ao-Colletotrichum-gloeosporioides-e-biocontrole-da-antracnose-com-Trichoderma-spp..pdf>>. Acesso em: 25 maio 2021.
- MARTINS, J.A.S.; SAGATA, E.; SANTOS, V.A.; JULIATTI, F.C. Avaliação do efeito do óleo de *Melaleuca alternifolia* sobre o crescimento micelial in vitro de fungos fitopatogênicos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 49-51, jan./feb. 2010. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7379/6840>>. Acesso em: 25 maio 2021.
- MARTINS, M.C.; SANTOS, C.D.G. Ação de extratos de plantas medicinais sobre juvenis de *Meloidogyne incognita* raça 2. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 1, p. 135-142, jan./ mar. 2016. Doi:10.5935/1806-6690.20160016.
- MARTINS, P.P.; NICOLETTI, M.A. Polifenóis no vinho: resveratrol e seus benefícios. **Infarma - Ciências Farmacêuticas**, v. 28, n. 4, p. 216-225, dec. 2016. Doi:10.14450/2318-9312.v28.e4.a2016.pp216-225.
- MARTINS, R.P.; GOMES, R.A.S.; MALPASS, A.C.G.; OKURA, M.H. Chemical characterization of *Lavandula dentata* L. essential oils grown in Uberaba-MG. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 49, n. 8, p. 1-7, 2019. Doi:10.1590/0103-8478cr20180964.
- MASCARENHAS, L.S.; MACHADO, M.J.; MIRANDA, N.B.; OLIVEIRA, V.J.S.; SANTANA, P.H.R. Avaliação in vitro do extrato hidroalcolico e aquoso de gengibre (*Zingiber officinale* [Wild.] Roscoe) sobre o fungo *Lasiodiplodia theobromae*. **Revise, Revista integrative em inovação tecnológica nas ciências da saúde**, v. 3, p. 80-87, 2018. Doi:10.21452/revise20180203-p8085.
- MASETTO, M.A.M.; DESCHAMPS, C.; BIZZO, H.R. Teor e composição do OE de inflorescências e folhas de *Lavandula dentata* L. em diferentes estádios de desenvolvimento floral e épocas de colheita. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 4, p. 413-421, 2011. Doi:10.1590/S1516-05722011000400007.
- MATOS, L.F.; RAFAEL, D.; BARBOSA, S.; LIMA, E.C.; DUTRA, K.A.; NAVARRO, D.M.A.F.; ALVES, J.L.R.; SILVA, G.N. Chemical composition and insecticidal effect of essential oils from *Illicium verum* and *Eugenia caryophyllus* on *Callosobruchus maculatus* in

cowpea. **Industrial Crops and Products**, v. 145, mar. 2020. Doi:10.1016/j.indcrop.2020.112088.

MATTOS JR., D.; FILHO, H.D.C.; POMPEU JR., J.; NASCIMENTO, L.M.; TAKITA, M.A.; BASTIANEL, M.; DALIO, R.J.D. Origem genética da laranja doce. *In: Centro de Citricultura*. Informativo, n. 234. Cordeirópolis: Centro de Citricultura, nov. 2014. Disponível em: <https://ccsm.br/wp-content/uploads/2017/04/INFORMATIVO_CCASM_11_2014.pdf>. Acesso em: 17 set. 2021.

MATTOS, B.B.; MONTEBIANCO, C.; ROMANEL, E.; SILVA, T.F.; BERNABÉ, R.B.; SIMAS-TOSIN, F.; SOUZA, L.M.; SASSAKI, G.L.; VASLIN, F.S.; BARRETO-BERGTER, E. A peptidogalactomannan isolated from *Cladosporium herbarum* induces defense-related genes in BY-2 tobacco cells. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 126, p. 206-216, may. 2018. Doi:10.1016/j.plaphy.2018.02.023.

MAZARO, S.M.; CITADIN, I.; GOUVÊA, A.; LUCKMANN, D.; GUIMARÃES, S.S. Indução de fitoalexinas em cotilédones de soja em resposta a derivados de folhas de pitangueira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 1824-1829, 2008. Doi:10.1590/S0103-84782008000700004.

MCKNIGHT, T. The woodiness virus of the passion vine (*Passiflora edulis* Sims). **Queensland Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 1, p. 4-35, 1953.

MEDEIROS, J.S.M.; DINIZ, M.F.F.M.; SRUR, A.U.O.S.; PESSOA, M.B.; CARDOSO, M.A.A.; CARVALHO, D.F. Ensaios toxicológicos clínicos da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*, f. *flavicarpa*), como alimento com propriedade de saúde. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 2a, p. 394-399, Abr./Jun. 2009. Doi:10.1590/S0102-695X2009000300010.

MEDICE, R.; ALVES, E.; ASSIS, R.T.; JÚNIOR, G.M.; LOPES, E.A.G.L. Óleos essenciais no controle da ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 83-90, jan./fev. 2007. Doi:10.1590/S1413-70542007000100013.

MEINERS, S.J. Functional correlates of allelopathic potential in a successional plant community. **Plant Ecology**, v. 215, n. 6, p. 661-672, june 2014. Doi:10.1007/s11258-014-0331-1.

MEIRELES, M.A.A. **Extracting bioactive compounds for food products: theory and applications**. 1. ed. Boca Ranton: CRC, 2009. 464p.

MEKKY, M.S.; HASSANIEN, A.M.A.; KAMEL, E.M.; ISMAIL, A.E.A. Allelopathic effect of *Ocimum basilicum* L. extract son weeds and some crops and its possible use as new crude bio-herbicide. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 64, p. 206-210, nov. 2019. Doi:10.1016/j.aoad.2019.12.005.

MELETTI, L.M. Maracujá-amarelo: cultivares IAC conquistam a preferência nacional. **O Agrônomo**, Campinas, v. 53, n. 2, p. 23-25, 2001.

MELETTI, L.M.M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, volume especial, p. 083-091, out. 2011. Disponível em <<https://www.scielo.br/pdf/rbf/v33nspe1/a12v33nspe1.pdf>>. Acesso em> 25 maio 2021.

MELETTI, L.M.M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial, v. 33, n. spe 1, p.83-91, 2011. Doi:10.1590/S0100-29452011000500012.

- MELETTI, L.M.M.; SOARES-SCOTT, M.D.; BERNACCI, L.; PASSOS, I.R.S. Melhoramento genético do maracujá: passado e futuro *In*: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA NTV.; BRAGA MF (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, jan. 2005. p. 54-78. Disponível em <<https://www.researchgate.net/publication/285901489>>. Acesso em: 25 maio 2021.
- MELO, E.V.; DOLABELLA, R.; PEIXOTO, M.; PINHEIRO, A. **Perdas e desperdício de alimentos: estratégias para redução** - (Série cadernos de trabalhos e debates; n. 3 e-book). Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2018. Disponível em <<https://www2.camara.leg.br/a-camara/estruturaadm/altosestudios/pdf/perdas-e-desperdicio-de-alimentos-no-brasil-estrategias-para-reducao>>. Acesso em: 25 maio 2021.
- MELO, K.T.; MANICA, I.; JUNQUEIRA, N.T.V. Produtividade de seis cultivares de maracujazeiro-azedo durante três anos em Vargem Bonita, DF. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 9, p. 1117-1125, set. 2001.
- MELO, T.A.; ARAÚJO, M.U.; SERRA, I.M.R.S.; PASCHOLATI, S.F. Produtos naturais disponíveis comercialmente induzem o acúmulo de fitoalexinas em cotilédones de soja e mesocótilos de sorgo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 43, n. 3, p. 205-211, jul./sep. 2017. Doi:10.1590/0100-5405/167358.
- MENDONÇA, V.Z.; GOUVEIA, A.M.S. Nova aposta: Gengibre para exportação. **Campo & Negócios**, 2020. Disponível em: <<https://revistacampoenegocios.com.br/nova-aposta-gengibre-para-exportacao/>>. Acesso em: 10 set. 2021.
- MENEZES, C.P.; PEREZ, A.L.A.L.; OLIVEIRA, E.L. *Cladosporium* spp.: Morphology, infections and pathogenic species. **Acta Brasiliensis**, v. 1, n. 1, p. 23-27, fev. 2017. Doi:10.22571/Actabra1120176.
- MESA, H.J.; MONTOYA, M.M.; SÁNCHEZ, P.A.G. Complete genome sequence of a *Passion fruit yellow mosaic virus* (PFYMV) isolate infecting purple passion fruit (*Passiflora edulis* f. *edulis*). **Revista Facultad Nacional de Agronomía Mendellín**, v. 72, n. 1, p. 8643-8654, jan./apr. 2019. Doi:10.15446/rfnam.v72n1.69438.
- MILLEZI, A.F.; PICCOLI, R.; OLIVEIRA, J.M.; PEREIRA, M.O.P. Anti-biofim and antibacterial effect of essential oils and their major compounds. **Journal of Essential Oil-Bearing Plants**, v. 19, n. 3, p. 624-631, may 2016. Doi:10.1080/0972060X.2014.960262.
- MINNESOTA Wildflowers a field guide to the flora of Minnesota. *Mentha arvensis* (wild mint). *In*: MinnesotaWildflowers, [S. 1.] 2006. Disponível em: <<https://www.minnesotawildflowers.info/flower/wild-mint>>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- MITUTI, T.; SPADOTTI, D.M.A.; NARITA, N.; REZENDE, J.A.M. First report of *Sida mottle alagoas virus* infecting *Passiflora edulis* in Brazil. **Plant disease**, v. 103, n. 1, nov. 2018. Doi:10.1094/PDIS-06-18-1068-PDN.
- MONTANO, H.G. Fitoplasmas e fitoplasmoses no Brasil. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 21, p. 034-095, 2013. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/271192746>>. Acesso em: 25 maio 2021.
- MONTANO, H.G.; CUNHA JUNIOR, J.O.; PIMENTEL, J.P. **Phytoplasmas in Brazil: an update**. Bulletin of insectology 64 (Supplement), p. S251-S252, 2011. Disponível em: <<http://www.bulletinofinsectology.org/pdfarticles/vol64-2011-s251-s252montano.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2021.

- MONTEIRO, J.M.; ALBUQUERQUE, U.P.; ARAÚJO, E.L.; AMORIM, E.L.C. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, v. 28, n. 5, out. 2005. Doi: 10.1590/S0100-40422005000500029.
- MOON, Y.; LEE, H.; LEE, S. Inhibitory effects of three monoterpenes from ginger essential oil on growth and aflatoxin production of *Aspergillus flavus* and their gene regulation in aflatoxin biosynthesis. **Applied Biological Chemistry**, v. 61, p. 243-250, mar. 2018. Doi:10.1007/s13765-018-0352-x.
- MORAIS, L.A.S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. S4050-S4063, ago. 2009. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/143457/1/2009AA-051.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2021.
- MOREIRA, C.G.A.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; BOANLDO, S.M.; STANGARLIM, J.R.; CRUZ, M.E.S. Caracterização parcial de frações obtidas de extratos de *Cymbopogon nardus* com atividade elicitora de fitoalexinas em sorgo e soja e efeito sobre *Colletotrichum lagenarium*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 4, p. 332-337, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/sp/v34n4/v34n4a06.pdf>>. Acesso em: 23 maio 2021.
- MORENO, N.M. Agrohomeopatia como alternativa a los agroquímicos. **Revista Médica de Homeopatia**, v. 10, n. 1, p. 9-13, jan./ abr., 2017. Doi:10.1016/j.homeo.2017.04.004.
- MOSSA, A.T.H. Green Pesticides: Essential oils as biopesticides in insect-pest management. **Journal of Environmental Science and Technology**, v. 9, n. 5, p. 354-378, 2016. Doi:10.3923/jest.2016.354.378.
- MOUMNI, M.; ROMANAZZI, G.; NAJAR, B.; PISTELLI, L.; AMARA, H.B.; MEZRIOUI, K.; KAROUS, O.; CHAIEB, I.; ALLAGUI, M.B. Antifungal activity and chemical composition of seven essential oils to control the main seedborne fungi of cucurbits. **Antibiotics**, v. 10, n. 104, p. 1-16, jan. 2021. Doi:10.3390/antibiotics10020104.
- MOUTASSEM, D.; BELABID, L.; BELLIK, Y.; ZIOUCHE, S.; BAALI, F. Efficacy of essential oils of various aromatic plants in the biocontrol of *Fusarium* wilt and inducing systemic resistance in chickpea seedlings. **Plant Protection Science**, v. 55, n. 3, p. 202-217, 2019. Doi: 10.17221/134/2018-PPS.
- MOWAT, W.P.; DAWSON, S. Detection and identification of plant viruses by ELISA using crude sap extracts and unfractionated antisera. **Journal of Virological Methods**, v. 15, n. 3, p. 233-247, feb. 1987. Doi:10.1016/0166-0934(87)90101-7Get.
- MUR, L.A.J.; KENTON, P.; LLOYD, A.J.; OUGHAM, H.; PRATS, E. The hypersensitive response; the centenary is upon us but how much do we know? **Journal of Experimental Botany**, v. 59, p. 501-520, 2008. Doi:10.1093/jxb/erm239.
- NAHAK, G.; MISHRA, R.C.; SAHU, R.K. Taxonomic distribution, medicinal properties and drug development potentiality of *Ocimum* (Tulsi). **Drug Invention Today**, v. 3, n. 6, p. 95-113, 2011.
- NAKATANI, A.K.; LOPES, R.; CAMARGO, L.E.A. Variabilidade genética de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*. **Summa Phytopathologica**, v. 35, n. 2, p. 116-120, 2009. Doi:10.1590/S0100-54052009000200006.
- NARITA, N.; YUKI, V.A.; NARITA, H.H.; HIRATA, A.C.S. Maracujá amarelo: tecnologia visando a convivência com o vírus do endurecimento dos frutos. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 9, n. 1, p. 1-7, jan./ jun. 2012. Disponível em: <<http://apta regional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2012/janeiro-junho-2/1179-maracuja-amarelo-tecnologia>>

visando-a-convivencia-com-o-virus-do-endurecimento-dos-frutos/file.html>. Acesso em: 22 maio 2021.

NASCIMENTO, A.; SANTANA, E.; BRAZ, A.; ALFENAS, P.F.; PIO-RIBEIRO, G.; ANDRADE, G.P.; CARVALHO, M.G.; MURILO ZERBINI, F. *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) is widespread in passionfruit in Brazil and causes passionfruit woodiness disease. **Archives of Virology**, v. 151, p. 1797-1809, apr. 2006. Doi:10.1007/s00705-006-0755-6.

NASCIMENTO, A.V.; SOUZA, A.R.R.; ALFENAS, P.F.; ANDRADE, G.P.; CARVALHO, M.G.; PIO-RIBEIRO, G.; ZERBINI, F.M. Análise filogenética de *Potyvirus* causando endurecimento dos frutos do maracujazeiro no Nordeste do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 378-383, jul./ ago. 2004. Doi: 10.1590/S0100-41582004000400003.

NASCIMENTO, D.M.; SANTOS, P.L.; RIBEIRO-JUNIOR, M.R.; SARTORI, M.M.P.; KRONKA, A.Z. Essential oils control anthracnose in pepper seeds. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, e7619109028, out. 2020. Doi:10.33448/rsd-v9i10.9028.

NASSAN, M.A.; MOHAMED, E.H. Immunopathological and antimicrobial effect of black pepper, ginger and thyme extracts on experimental model of acute hematogenous pyelonephritis in albino rats. **International Journal of Immunopathology and Pharmacology**, v. 27, n. 4, p. 531-541, oct./ dec. 2014. Doi:10.1177/039463201402700409.

NAZIR, S.; WANI, I.A. Physicochemical characterization of basil (*Ocimum basilicum* L.) seeds. **Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants**, v. 22, Apr. 2021. Doi:10.1016/j.jarmap.2021.100295.

NEGRELLE, R.R.B.; ELPO, E.R.S.; RÜCKER, N.G.A. Análise prospectiva do agronegócio gengibre no estado do Paraná. **Horticultura Brasileira**, Brasília, n.4, v.23, p. 1022-1028, out./ dez. 2005.

NERILO, S.B.; ROCHA, G.H.O.; TOMOIKE, C.; MOSSINI, S.A.G.; GRESPAN, R.; MIKCHA, J.M.G.; MACHINSKI, M., JR. Antifungal properties and inhibitory effects upon aflatoxin production by *Zingiber officinale* essential oil in *Aspergillus flavus*. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 51, n. 2, p. 286-292, oct. 2015. Doi:10.1111/ijfs.12950.

NOGUEIRA, Maria do Socorro da Rocha. **Diferenciação molecular de sorotipos virais e estudo da resistência ao *Cowpea severe mosaic virus* e *Cowpea aphid-borne mosaic virus* em caupi**. 2007. 141 f. Dissertação (Doutorado em biotecnologia vegetal) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2007.

NOVAK, J. Wild Mint *Mentha arvensis* L. Connecticut Botanical Society. Connecticut Plants, 2002. Disponível em: <<https://www.ct-botanical-society.org/Plants/view/380>>. Acesso em: 10 maio 2021.

NÚÑEZ, L., D'AQUINO, M.; CHIRIFE, J. Antifungal properties of clove oil (*Eugenia caryophyllata*) in sugar solution. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 32, n. 2, p. 123-126, jun. 2001. Doi:10.1590/S1517-83822001000200010.

NYARKO A.K.; ASARE-ANANE H.; OFOSUHE M.; ADDY M.E. Extract of *Ocimum canum* lowers blood glucose and facilitates insulin release by isolated pancreatic beta-islet cells. **Phytomedicine**, v. 9, n. 4, p. 346-351, may. 2002. Doi:10.1078/0944-7113-00124.

OCHOA-VELASCO, C.E.; NAVARRO-CRUZ, A.; VERA-LÓPEZ, O.; PALOU, E.; AVILA-SOSA, R. Growth modeling to control (in vitro) *Fusarium verticillioides* and *Rhizopus*

stolonifer with thymol and carvacrol. **Revista Argentina de Microbiología**, v. 50, n. 1, p. 70-74, jan./ mar. 2018. Doi:10.1016/j.ram.2016.11.010.

OGBEBOR, N.O.; ADEKUNLE, A.T.; ENOBAKHARE, D.A. Inhibition of *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Sac. causal organism of rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) leaf spot using plant extracts. **African Journal of Biotechnology**, v. 6, n. 3, p. 213-218, feb. 2007. Disponível em: <<https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/56139>>. Acesso em: 25 maio 2021.

OLIVEIRA, A.A.; FRANÇA, L.P.; RAMOS, A.S.; FERREIRA, J.L.; MARIA, A.C.B.; OLIVEIRA, K.M.T.; ARAÚJO JR, E.S.; SILVA, J.N.; BRANCHES, A.D.S.; BARROS, G.A.; SILVA, N.G.; TADEI, W.P.; AMARAL, A.C.; SILVA, J.R.A. Larvicidal, adulticidal and repellent activities against *Aedes aegypti* L. of two commonly used spices, *Origanum vulgare* L. and *Thymus vulgaris* L. **South African Journal of Botany**, v. 140, p. 17-24, aug. 2021. Doi:10.1016/j.sajb.2021.03.005.

OLIVEIRA, A.C.M.; FONTANA, A.; NEGRINI, T.C.; NOGUEIRA, M.N.M.; BEDRAN, T.B.L.; ANDRADE, C.R.; SPOLIDORIO, L.C.; SPOLIDORIO, D.M.P. Emprego do óleo de *Melaleuca alternifolia* Cheel (Myrtaceae) na odontologia: perspectivas quanto à utilização como antimicrobiano alternativo às doenças infecciosas de origem bucal. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 4, 2011. Doi:10.1590/S1516-05722011000400015.

OLIVEIRA, C.S.F. *Cymbopogon winterianus* In: ANDRÉIA, F.; SILVA, A.F.; SANTOS, A.P.; RABELO, M.F.R. Identificação botânica das plantas medicinais. Plantas medicinais e aromáticas, **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 31, n. 255, p. 77-xx, mar./ abr. 2010.

OLIVEIRA, W.A.; ARRUA, J.M.M.; WANDERLEY, P.A.; LIMA, R.B.; LIMA, E.O. Efeitos do OE de *Cymbopogon winterianus* contra *Candida albicans*. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 6, n. 3, p. 21-26, set. 2015. Doi:10.5123/S2176-62232015000300003.

OOTANI, M.A.; AGUIAR, R.W.; RAMOS, A.C.C.; BRITO, D.R.; SILVA, J.B.; CAJAZEIRA, J.P. Use of essential oils in agriculture. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 4, n. 2, p. 162-174, may. 2013. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/335017362.pdf>>. Acesso em: 26 maio 2021.

OUSSALAH, M.; CAILLET, S.; SAUCIER, L.; LACROIX, M. Antimicrobial effects of selected plant essential oils on the growth of a *Pseudomonas putida* strain isolated from meat. **Meat Science**, v. 73, n 2, p. 236-44, jan. 2006. Doi:10.1016/j.meatsci.2005.11.019.

ÖZCAN, M.M.; STAROVIC, M.; ALEKSIC, G.; FIGUEREDO, G.; JUHAIMI, F.A.; CHALCHAT, J.C. Chemical composition and antifungal activity of lavender (*Lavandula stoechas*) Oil. **Natural Product Communications**, v. 13, n. 7, july 2018. Doi: 10.1177/1934578X1801300728.

ÖZDEMİR, E.; GOZEL, U. Nematicidal activities of essential oils against *Meloidogyne incognita* on tomato plant. **Fresenius Environmental Bulletin**, v. 27, n. 6, p. 4511-4517, 2018. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/324439337>>. Acesso em: 09/05/2021.

ÖZEN, T.; DEMIRTAS, I.; AKSIT, H. Determination of antioxidant activities of various extracts and essential oil compositions of *Thymus praecox* subsp. *skorpilii* var. *skorpilii*. **Food Chemistry**, v. 124, n. 1, p. 58-64, 2011. Doi:10.1016/j.foodchem.2010.05.103.

PAIM, M.C.A. **Diversidade genética e patogenicidade de *Phytophthora citrophthora* e *P. palmivora***. 2005. 98p. Tese (Mestrado em genética e biologia molecular) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ihéus - Ba, 2005.

- PALFI, M.; Konjevoda, P.; Vrandečić, K.; Čosić, J. Antifungal activity of essential oils on mycelial growth of *Fusarium oxysporum* and *Bortyitis cinerea*. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 31, n. 7, p. 544-554, 2019. Doi:10.9755/ejfa.2019.v31.i7.1972.
- PALHARES, R.M.; DRUMMOND, M.G.; BRASIL, B.S.A.F.; COSENZA, G.P.; BRANDÃO, M.G.L.; OLIVEIRA, G. Medicinal plants recommended by the world health organization: DNA barcode identification associated with chemical analyses guarantees their quality. **Plos One**, v. 10, n. 5, 2015. Doi:10.1371/journal.pone.0127866.
- PANDEY, S.P.; FUHRMAN, C.; BITTAR, H.E.T. The first reported case of severe organic dust toxicity syndrome caused by *Cladosporium herbarum*. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 193, A79848, 2016.
- PARISI, J.J.; FISCHER, I.H.; MEDINA, P.F.; FIRMONO, A.C.; MELETTI, L.M. Pathogenicity and transmission of fungi detected on *Passiflora alata* seeds. **Plant Pathology**, v. 85, p. 1-8, 2018. Doi:10.1590/1808-1657000702017.
- PASCHOLATI, S.F.; LEITE, B. Hospedeiro: mecanismos de resistência. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.) **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. v.1. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1995. p.193-217
- PEIXOTO, M. Problemas e perspectivas do maracujá ornamental. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Maracujá: Germoplasma e Melhoramento Genético**. Planaltina - Distrito Federal: Embrapa Cerrados, 2005. p. 457-463. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/245926-Problemas-e-perspectivas-do-maracuja-ornamental.html>>. Acesso em: 25 maio 2021.
- PEREIRA, F.A.; CARNEIRO, M.R.; ANDRADE, L.M. (Ed.). **A cultura do maracujá**. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2006. 124p.
- PEREIRA, F.O.; WANDERLEY, P.A.; VIANA, F.A.C.; LIMA, R.B.; SOUSA, F.B.; LIMA, E.O. Growth inhibition and morphological alterations of *Trichophyton rubrum* induced by essential oil from *Cymbopogon winterianus* Jowitt ex bor. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 42, n. 1, p. 233-242, 2011. Doi:10.1590/S1517-83822011000100029.
- PEREIRA, R.B.; ALVES, E.; RIBEIRO JÚNIOR, P.M.; RESENDE, M.L.V. de; LUCAS, G.C.; FERREIRA, J.B. Extrato de casca de café, óleo essencial de tomilho e acibenzolar-S-metil no manejo da cercosporiose-do-cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 10, p. 1287-1296, out. 2008. Doi:10.1590/S0100-204X2008001000005.
- PEREIRA, R.B.; LUCAS, G.C.; PERINA, F.J.; JÚNIOR, P.M.R.; ALEVES, E. Citronella essential oil in the control and activation of coffee plants defense response against rust and brown eye spot. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 4, p. 383-390, july/ aug. 2012. Doi:10.1590/S1413-70542012000400001.
- PÉREZ-ALFONSO, C.; MARTÍNEZ-ROMERO, D.; ZAPATA, P.; SERRANO, M., VALERO, D.; CASTILLO, S. The effects of essential oils carvacrol and thymol on growth of *Penicillium digitatum* and *P. italicum* involved in lemon decay. **International Journal of Food Microbiology**, v. 158, n. 2, p. 101-106, aug. 2012. Doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2012.07.002. Epub 2012 Jul 10.
- PERINI, V.B.M.; CASTRO, H.G.; SANTOS, G.R.; AGUIAR, R.W.S.; LEÃO, E.U.; SEIXAS, P.T.L. Avaliação do efeito curativo e preventivo do óleo essencial do capim citronela no controle de *Pyricularia grisea*. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. n. 2, 2011. Doi:10.20873/jbb.uft.cemaf.v2n2.perini.

PERUCH, L.A.M.; COLARICCIO, A.; BATISTA, D. Controle de doenças do maracujazeiro: situação atual e perspectivas. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 31, n. 1, p. 37-40, jan./ abr. 2018. Disponível em: <<https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/RAC/article/view/243>>. Acesso em: 25 maio 2021.

PERUCH, L.A.M.; COLARICCIO, A.; SCHROEDER, A.L. Sintomas e controle das principais doenças do maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 24, n. 2, p. 15-20, 2011. Disponível em: <<https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/RAC/article/view/686/585>>. Acesso em: 25 maio 2021.

PERUCH, L.A.M.; SCHROEDER, A.L. **Maracujazeiro-azedo**: polinização, pragas e doenças. Florianópolis: Epagri, 2018. 220p.

PEZZANI, R.; VITALINI, S.; IRITI, M. Bioactivities of *Origanum vulgare* L.: an update. **Phytochemistry Reviews**, v. 16, p. 1253-1268, sept. 2017. Doi:10.1007/s11101-017-9535-z.

PINTO, A.C.; SILVA, D.H.S.; BOLZANI, V.S.; LOPES, N.P.; EPIFFANIO, R.A. Produtos naturais: atualidades, desafios e perspectivas. **Química Nova**, v. 25, supple 1, p. 45-6, may 2002. Doi:10.1590/S0100-40422002000800009.

PINTO, J.E.B.P.; LAMEIRA, O.L.; SANTIAGO, E.J.A.; SILVA, F.G. **Cultivo de plantas medicinais, aromáticas e condimentares**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 222p.

PINTO, L.; CEFOLA, M.; BONIFACIO, M.A.; COMETA, S.; BOCCHINO, C.; BPACE, B.; DE GIGLIO, E.; PALUMBO, M.; SADA, A.; LOGRIECO, A.F.; BARUZZI, F. Effect of red thyme oil (*Thymus vulgaris* L.) vapours on fungal decay, quality parameters and shelf-life of oranges during cold storage. **Food Chemistry**, v. 336, jan. 2021. Doi:10.1016/j.foodchem.2020.127590.

PIO-RIBEIRO, C.; MARIANO, R.L.R. Doenças do maracujazeiro. In: Kimati, H., Amorim, L., Rezende, J.A.M., Bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A. **Manual de Fitopatologia**. Volume 2. Doenças das plantas cultivadas. 5. ed. São Paulo, SP: Editora Agronômica Ceres Ltda., 2016. 820 p.

PIYO, A., UDOMSILP, J., KHANG-KHUN, P., THOBUNLUEPOP, P. Antifungal activity of essential oils from basil (*Ocimum basilicum* Linn.) and sweet fennel (*Ocimum gratissimum* Linn.): alternative strategies to control pathogenic fungi in organic rice. **Asian Journal Of Food & Agro-industry**. (special issue), p. S2–S9, 2009.

PIZA JÚNIOR, C.T. Moléstias fúngicas do maracujazeiro. In: SÃO JOSÉ, A.R. (Ed.). **Maracujá**: produção e mercado. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1994, p. 108-115.

PORTO, M. A.F.; AMBRÓSIO, M. M. De Q.; DE FREITAS, F. C. L.; NASCIMENTO, S. R. C.; DA CRUZ, B.L.S.; GUIMARÃES, L.M.S. Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) no controle da podridão radicular do meloeiro causada por associação de patógenos. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 4, p. 327-332, 2016. Doi:10.1590/0100-5405/2183.

PRASAD, S.; TYAGI, A.K. Ginger and its constituents: role in prevention and treatment of gastrointestinal cancer. **Gastroenterology Research and Practice**, v. 2015, mar. 2015. Doi:10.1155/2015/142979.

PRASANTH REDDY, V.; RAVI VITAL, K.; VARSHA, P.V.; SATYAM, S. Review on *Thymus vulgaris* traditional uses and pharmacological properties. **Medicinal & Aromatic Plants**, v. 3, n. 3, p. 1-3, 2014. Doi:10.4172/2167-0412.1000164.

PUŠKÁROVÁ, A.; BUČKOVÁ, M.; KRACOVÁ, L.; PANGALLO, D.; KOZICS, K. The antibacterial and antifungal activity of six essential oils and their cyto/ genotoxicity to human

HEL 12469 cells. **Scientific Reports**, v. 7, n. 8211, aug. 2017. Doi:10.1038/s41598-017-08673-9.

QUEIROZ, M.S.R.; JANEIRO, D. I.; CUNHA, M.A.L.; MEDEIROS, J.S.; SABAA-SRUR, A.U.; DINIZ, M.F.F.; SANTOS, S.C. Effect of the yellow passion fruit peel flour (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* deg.) in insulin sensitivity in type 2 diabetes mellitus patients. **Nutrition Journal**, v. 11, p. 89-96, oct. 2012. Doi:10.1186/1475-2891-11-89.

RAHMOUNI, A.; SAIDI, R. KHADDOR, M.; PINTO, E.; SILVA, J.C.G.E.E.; MAOUNI, A. Chemical composition and antifungal activity of five essential oils and their major components against *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* of Moroccan palm tree. **Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration**, v. 4, n. 27, p. 1-9, aug. 2019. Doi: 10.1007/s41207-019-0117-x.

RAMOS, K.; ANDREANI JUNIOR, R.; KOZUSNY-ANDREANI, D.I. Óleos essenciais e vegetais no controle in vitro de *Colletotrichum gloeosporioides*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 18, n. 2, suppl. 1, p. 605-612, 2016. Doi:10.1590/1983-084x/15_192.

RAMOS-GONZÁLEZ, P.L.; SANTOS, G.F.; CHABI-JESUS, C.; HARAKAVA, R.; KITAJIMA, E.W.; FREITAS-ASTÚA, J. *Passion fruit green spot virus* genome harbors a new orphan ORF and highlights the flexibility of the 5'-End of the RNA2 segment across cileviruses. **Frontiers in Microbiology**, v. 11:206, feb. 2020. Doi:10.3389/fmicb.2020.00206.

RANA, B.K.; SINGH, U.P.; TANEJA, V. Antifungal activity and kinetics of inhibition by essential oil isolated from *Aegle marmelos*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 57, n. 1, p. 29-34, june 1997. Doi:10.1016/s0378-8741(97)00044-5.

RANI, A.; PANDE, C.; TEWARI, G.; PATNI, K. A review on aroma profile of *Cinnamomum* species in north and north east India. **World Journal of Pharmaceutical Research**, v. 6, n. 11, p. 200-221, nov. 2017. Doi:10.20959/wjpr201711-9501.

RAO, A.; ZHANG, Y.; MUEND, S.; RAO, R. Mechanism of antifungal activity of terpenoid phenols resembles calcium stress and inhibition of the TOR pathway. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 54, p. 5062-5069, 2010. Doi:10.1128/AAC.01050-10.

RATTAN, R.S. Mechanism of action of insecticidal secondary metabolites of plant origin. **Crop Protection**, v. 29, n. 9, p. 913-920, 2010. Doi:10.1016/j.cropro.2010.05.008.

RAVINDRAN, P.N.; BABU, N.K.; SHYLAJA, M. **Cinnamon and Cassia: The genus Cinnamomum**. Florida: CRC Press, 2004. 384p.

REESER, P.W.; HANSEN, E.M.; SUTTON, W. *Phytophthora siskiyouensis*, a new species from soil, water, myrtlewood (*Umbellularia californica*) and tanoak (*Lithocarpus densiflorus*) in southwestern Oregon. **Mycologia**, [s. l.], v. 99, n. 5, p. 639-643, jan. 2017. Doi:10.1080/15572536.2007.11832528.

REHMAN, R.; HANIF, M. A.; MUSHTAQ, Z.; AL-SADI, A. M. Biosynthesis of essential oils in aromatic plants: A review. **Food Reviews International**, v. 32, p. 117-160, 2016.

REZENDE, J.A.M. Práticas culturais para prevenção e convivência com as viroses do maracujazeiro. In: SAMPAIO, A.C.; FUMIS, T.F.; ROSSI, A.D.; ALMEIDA, A.M.; GARCIA, M.J.M. (Eds.). **Manejo no controle do vírus do endurecimento dos frutos (PWV) do maracujazeiro**. Jaboticabal: Multipress, 2006. p. 47-58.

REZENDE, J.L.; FERNANDES, C.C.; COSTA, A.O.; SANTOS, L.S.; NETO, F.V.; SPERANDIO, E.M.; SOUCHIE, E.L.; COLLI, A.C.; CROTTI, A.L.D. Antifungal potential of essential oils from two varieties of *Citrus sinensis* (lima orange and bahia navel orange) in

postharvest control of *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.: Fr.) Vuill. **Food Science and Technology**, v. 40, supl. 2, dec. 2020. Doi:10.1590/fst.30519.

REZZADORI, K.; BENEDETTI, S.; AMANTE, E.R. Proposals for the residues recovery: orange waste as raw material for new products. **Food Bioproduction Process**, v. 90, p. 606-614, 2012. Doi:10.1016/j.fbp.2012.06.002.

RIBEIRO, C.M.; ROMOLI, J.C.Z.; PANTE, G.C.; OKUMURA, L.S.; MOSSINI, S.A.G.; JUNIOR, M.M. Efeito do OE de *Zingiber officinale* (gengibre) na produção de desoxinivalenol em *Fusarium graminearum*. In: **27º Encontro de Iniciação Científica**, out. 2018. Disponível em: <<http://www.eaic.uem.br/eaic2018/anais/artigos/2355.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2021.

RIBEIRO, L.F.C.; SILVA, E.G.; BEBENDO, I.P. Evidência molecular da ocorrência de fitoplasma associado ao superbrotamento do maracujazeiro em cinco estados brasileiros. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, n. 4, p. 323-325, ago. 2008. Doi:10.1590/S1982-56762008000400011.

RIBEIRO-SANTOS, R.R.; ANDRADE, M.; MELO, N.R. Use of essential oils in active food packaging: Recent advances and future trends. **Trends in Food Science & Technology**, v. 61, p. 132-140, mar. 2017. Doi:10.1016/j.tifs.2016.11.021.

RIBERA, A.E.; ZUÑIGA, G. Induced plant secondary metabolites for phytopatogenic fungi control: a review. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 12, n. 4, p. 893-911, 2012. Disponível em: <<https://scielo.conicyt.cl/pdf/jssp/v12n4/aop4012.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2021.

RICCIONI, L.; ORZALI, L. Activity of tea tree (*Melaleuca alternifolia*, Cheel) and thyme (*Thymus vulgaris*, Linnaeus.) essential oils against some pathogenic seed borne fungi. **Journal of Essential Oil Research**, v. 23, n. 6, p. 43-47, 2011. Doi:10.1080/10412905.2011.9712280.

ROANA, J.; MANDRAS, N.; SCALAS, D.; CAMPAGNA, P.; TULLIO, V. Antifungal activity of *Melaleuca alternifolia* essential oil (TTO) and its synergy with itraconazole or ketoconazole against *Trichophyton rubrum*. **Molecules**, v. 26, n. 461, p. 1-10, jan. 2021. Doi:10.3390/molecules26020461.

ROBINAH, A.; SEMAKULA, P.; KARUNGI, J.; KYAMANWA, S.; ERBAUGH, M.; OCHWO-SSEMAKULA, M. Farmers' knowledge of passion fruit virus diseases and their management in central Uganda. **African Journal of Horticultural Science**, v. 13, p. 53-64, 2018. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/327721909>>. Acesso em: 26 maio 2021.

RODRIGUES, G.B.; SOBRINHO, G.G.R.; MITUTI, T. BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; NOVAES, Q.S. Etiology, occurrence and epidemiology of a *Begomovirus* disease in passionflower in the southwest of Bahia. **Scientia Agricola**, v. 76, n. 4, p. 337-343, july/ aug. 2019. Doi:10.1590/1678-992X-2017-0272.

RODRIGUES, M.L.M.; MIZOBUTSI, E.H.; FAGUNDES, I.R.F.F.; FERNANDES, M.B. Essential oils in the control of anthracnose on 'Prata Ana' banana. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 9, 116, 2018. Doi: 10.5539/jas.v10n9p116.

ROMEIRO, R.S. **Métodos em bacteriologia de plantas**. Viçosa: UFV, 2001. 279p.

ROSSMAN, A.Y.; PALM, M.E.; SPIELMAN, L.J. **A literature guide for the identification of plant pathogenic fungi**. St. Paul: APS Press, 1987. 252p.

ROYAL BOTANIC GARDENS (RBG KEW). "*Melaleuca alternifolia*". Sydney. Retrieved 4 Mar. 2015. Disponível em:

<<http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:597833-1>>. Acesso em: 20 maio 2021.

ROYAL BOTANIC GARDENS, KEW (RGB KEW) (ed.). **State of the world's plants and fungi**. Royal Botanic Gardens, Kew, sept. 2020. 100 p. Doi:10.34885/172. Disponível em: <<https://doi.org/10.34885/172>>. Acesso em: 11 dez 2021.

ROZWALKA, L.C.; LIMA, M.L.R.Z.C.; MIO, L.L.M.; NAKASHIMA, T. Extratos, decoctos e óleos essenciais de plantas medicinais e aromáticas na inibição de *Glomerella cingulata* e *Colletotrichum gloeosporioides* de frutos de goiaba. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 301-307, abr. 2008. Doi:10.1590/S0103-84782008000200001.

RUBAB, S.; BAHADUR, S. HANIF, U.; DURRANI, A.I.; SADIQA, A.; SHAFIQUE, S. ZAFAR, U.; SHUAIB, M. NIZAMANI, M.M.; IQBAL, S. Phytochemical and antimicrobial investigation of methanolic extract/fraction of *Ocimum basilicum* L. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 31, jan. 2021. Doi:10.1016/j.bcab.2020.101894.

RUSSOMANNO, O.M.R.; KRUPPA, P.C. Doenças fúngicas das plantas medicinais, aromáticas e condimentares - parte aérea. **Biológico**, v. 72, n. 1, p. 31-37, jan./ jun. 2010. Disponível em: <http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/bio/v72_1/russomanno1.pdf>. Acesso em: 26 maio 2021.

SABULAL, B.; DAN, M.; J, A.J.; KURUP, R.; PRADEEP, N.S.; VALSAMMA, R.K.; GEORGE, V. Caryophyllene-rich rhizome oil of *Zingiber nimmonii* from South India: Chemical characterization and antimicrobial activity. **Phytochemistry**, v. 67, n. 22, p. 2469-2473, 2006. Doi:10.1016/j.phytochem.2006.08.003. Epub 2006 Sep 14. PMID: 16973189.

SACCHETTI, G.; MAIETTI, S.; MUZZOLI, M.; SCAGLIANTI, M.; MANFREDINI, S.; RADICE, M.; BRUNI, R. Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. **Food Chemistry**, v. 91, n. 4, p. 621-632, aug. 2005. Doi:10.1016/j.foodchem.2004.06.031.

SAGLAN, C.; ÖZCAN, M.M.; BOYRAZ, N. Fungal inhibition by some spice essential oils. **Journal of Essential Oil-Bearing Plants**, v. 12, 2009, n. 6, p. 742-750, mar. 2013. Doi:10.1080/0972060X.2009.10643783.

SALAZAR-YEPES, M.; CARVALHO JR, A.A. **Ferrugens**: diversidade de Uredinales do Parque Nacional do Itatiaia, Brasil. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. 201p.

SALEHI, B.; STOJANOVIĆ-RADIĆ, Z.; MATEJIĆ, J.; SHAROPOV, F.; ANTOLAK, H.; KRĘGIEL, D.; SEN, S.; SHARIFI-RAD, M.; ACHARYA, K.; SHARIFI-RAD, R.; MARTORELL, M.; SUREDA, A.; MARTINS, N.; SHARIFI-RAD, J. Plants of Genus *Mentha*: From Farm to Food Factory. **Plants**, v. 7, n. 3, sept, 2018. Doi:10.3390/plants7030070.

SANTA CATARINA. **Lei Nº 17.825, de 12 de dezembro de 2019**. Dispõe sobre a defesa sanitária vegetal no Estado de Santa Catarina e estabelece outras providências. Disponível em: <http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2019/17825_2019_lei.html>. Acesso em: 26 maio 2021.

SANTANA, E.N.; MARTINS, M.V.V.; COSTA, H.; VENTURA, J.A.; COSTA A.F.S.; LIMA, I.M. **Vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro no estado do espírito santo**. Documento nº 161, Vitória, ES: Incaper, abr. 2008. Disponível em: <<http://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/handle/item/646>>. Acesso em: 22 maio 2021.

SANTANA, M.S.; SANTANA, L.S.; SILVA, O.M.C.; XIMENES, L.M.A.S. Incidência de doenças fúngicas no maracujazeiro (*Passiflora edulis* sp.) em propriedades familiares no

município de Alta Floresta - MT. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 15, n. 27, p. 66-81, jun. 2018. Doi:10.18677/EnciBio_2018A54.

ŠANTIĆ, Ž.; PRAVDIĆ, N.; BEVANDA, M.; GALIĆ, K. The historical use of medicinal plants in traditional and scientific medicine. *Psychiatria Danubina*, v. 29, n. 4, p. 787-792, dec. 2017.

SANTOS FILHO, H.P.; JUNQUEIRA, N.T.V. **Maracujá: fitossanidade**. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 86p.

SANTOS, A.F.; DOS, LUZ, E.D.M.N.; SOUZA, J.T. DE. *Phytophthora nicotianae*: agente etiológico da gomose da acácia-negra no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 81-84 fev. 2005. Doi:10.1590/S0100-41582005000100015.

SANTOS, A.F.; LUZ, E.D.M.N.; SOUZA, J.T. *Phytophthora nicotianae*: agente etiológico da gomose da acácia-negra no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 1, p. 680-682, 2004. Doi:10.1590/S0100-41582005000100015.

SANTOS, C.C.F.; SANTOS FILHO, H.P. Doenças causadas por bactérias. *In*: SANTOS FILHO, H.P.; JUNQUEIRA, N.T.V. **Maracujá: fitossanidade**. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 22-24.

SANTOS, M.P.; ALVES, E.S.S.; SANTOS, R. B.; VENTURA, J. A.; FERNANDES, P.M.B. Eficiência in vitro de óleos essenciais no controle de *Fusarium subglutinans* f. sp. ananás agente etiológico da fusariose do abacaxizeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 335, ago. 2001. Suplemento.

ŠARIĆ-KUNDALIĆ, B.; FIALOVÁ, S.; DOBEŠ, C.; ÖLZANT, S.; TEKELOVÁ, D.; GRANČAI, D.; REZNICEK, G.; SAUKEL, J. Multivariate numerical taxonomy of *Mentha* species, hybrids, varieties and cultivars. **Scientia Pharmaceutica**, v. 77, p. 851-876, 2009. Doi:10.3797/scipharm.0905-10.

SASTRY, K.S. **Plant virus and viroid diseases in the tropics**. Volume 1: Introduction of plant viruses and sub-viral agents, classification, assessment of loss, transmission and diagnosis. Índia: Springer Dordrecht Heidelberg New York London, 2013. 361 p. Doi:10.1007/978-94-007-6524-5. (eBook).

SCHADICH, E.; HLAVAC, J.; VOLNA, T.; VARANASI, L.; HAJDUCH, M.; DZUBAK, P. Effects of ginger phenylpropanoids and quercetin on Nrf2-ARE pathway in human BJ fibroblasts and HaCaT keratinocytes. **BioMed Research International**, v. 2016, Article ID 2173275, 6 pages, 2016. Doi:10.1155/2016/2173275.

SCHERER, R.; WAGNER, R.; DUARTE, M.C.T.; GODOY, H.T. Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 11, n. 4, p. 442-449, 2009. Doi:10.1590/S1516-05722009000400013.

SCHIEDECK, G. **Aproveitamento da biodiversidade regional de plantas bioativas para a sustentabilidade dos agricultores de base ecológica na região sul do RS**. Projeto de Pesquisa do Macroprograma 6 - Apoio ao Desenvolvimento da Agricultura Familiar e à Sustentabilidade do Meio Rural. Pelotas: EMBRAPA clima Temperado, 2006.

SCHORR, R.R. **Estudos visando o desenvolvimento de novo fungicida como alternativa de controle de fitopatógenos da maçã baseada em substâncias de baixa toxicidade**. 2018. 93 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Curitiba (PR): Universidade Federal do Paraná, 2018. Disponível: <<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/58854?show=full>>. Acesso em: 2 maio 2021.

SCHROEDER, A.L.; PERUCH, L.A.M.; BERTOLINI, E.; SILVA, D.da M.E.; GUZZATTI, T.C.; PIVA, C.R. Levantamento das doenças do maracujá-amarelo no cultivo e na comercialização em Santa Catarina. *In: Semana da Pesquisa/ UFSC*, Florianópolis, 1996. p.77.

SCHUSTER, M.G.; COYNE, D.P. Survival of plant parasitic bacteria of plants grown in tropics with emphasis on beans (*Phaseolus vulgaris*). *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 2, n. 2, p. 117-130, 1977.

SCHUURINK, R.; TISSIER, A. Glandular trichomes: micro-organs with model status? *The New Phytologist*, v. 225, n. 6, p. 2251-2266, mar. 2020. Doi:10.1111/nph.16283. Epub 2019 Dec 10. PMID: 31651036.

SEBRAE. Internet. **O cultivo e o mercado do maracujá**. Mercado e vendas, produto, 2016. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-do-maracuja,108da5d3902e2410VgnVCM100000b272010aRCRD>>. Acesso em: 11 maio 2021.

SEGVIĆ KLARIĆ, M.; KOSALEC, I.; MASTELIĆ, J.; PIECKOVÁ, E.; PEPELJNAK, S. Antifungal activity of thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oil and thymol against moulds from damp dwellings. *Letters in Applied Microbiology*, v. 44, n. 1, p. 36-42., sep. 2006. Doi:10.1111/j.1472-765X.2006.02032.x.

SETHI, S.; PRAKASH, O.; CHANDRA, M.; PENETHA, H.; PANT, A.K. Antifungal activity of essential oils of some *Ocimum* species collected from different locations of Uttarakhand. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, v. 4, n. 4, p. 392-397, dec. 2013. Disponível em: <[http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/26039/1/IJNPR%20\(4\)%20392-397.pdf](http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/26039/1/IJNPR%20(4)%20392-397.pdf)>. Acesso em: 26 maio 2021.

SHAIKH, S.; BIN YAACOB, H.; RAHIM, Z.H.A. Prospective role in treatment of major illnesses and potential benefits as a safe insecticide and natural food preservative of mint (*Mentha* spp.): a review. *Asian Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences*, v. 4, n. 35, p. 1-12, 2014. Doi:10.15272/ajbps.v4i35.559.

SHARIFI-RAD, J.; SUREDA, A.; TENORE, G.C.; DAGLIA, M.; SHARIFI-RAD, M.; VALUSSI, M.; TUNDIS, R.; SHARIFI-RAD, M.; LOIZZO, M.R.; ADEMILUYI, A.O.; SHARIFI-RAD, R.; AYATOLLAHI, S.A.; IRITI, M. Biological activities of essential oils: from plant chemoecology to traditional healing systems. *Molecules*, v. 22, n. 1, 70, jan. 2017. Doi:10.3390/molecules22010070.

SHARMA, K.; MAHATO, N.; CHO, M.H.; LEE, Y.R. Converting citrus wastes into value-added products: Economic and environmently friendly approaches. *Nutrition*, v. 34, p. 29-46, feb. 2017. Doi:10.1016/j.nut.2016.09.006.

SHARMA, N.; TRIPATHI, A. Effects of *Citrus sinensis* (L.) Osbeck epicarp essential oil on growth and morphogenesis of *Aspergillus niger* (L.) Van Tieghem. *Microbiological Research*, v. 163, n. 3, p. 337-344, 2008. Doi:10.1016/j.micres.2006.06.009.

SHARMA, R.D.; JUNQUEIRA, N.T.V.; Gomes, A.C. **Nematoides nocivos ao maracujazeiro**. Comunicado Técnico, Planaltina, DF, Embrapa Cerrados, n. 4, p. 1-4, 1999. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/99456/1/comtec-04.pdf>>. Acesso em: 24 maio 2021.

- SHARMA, R.D.; JUNQUERIA, N.T.V; GOMES, A. Comportamento do maracujá-doce (*Passiflora alata*) relacionado com o nematoide formador de galhas. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 97-100, 2004.
- SHEEJA, K.; KUTTAN, G. Activation of cytotoxic T lymphocyte responses and attenuation of tumor growth in vivo by *Andrographis paniculata* extract and andrographolide. **Immunopharmacology and Immunotoxicology**, v. 29, n. 1, p. 81-93, 2007. Doi:10.1080/08923970701282726.
- SHEN, H.; KEEN, N.T. Characterization of the promoter of avirulence gene D from *Pseudomonas syringae* pv. tomato. **Journal of Bacteriology**, v. 175, n. 18, p. 5916-5924, sep. 1993. Doi:10.1128/jb.175.18.5916-5924.1993.
- SHI, Y.; HUANG, S.A.; HE, Y.; WU, J.; YANG, Y. Navel orange peel essential oil to control food spoilage molds in potato slices. **Journal of Food Protection**, v. 81, n. 9, p. 1496-1502, 2018. Doi:10.4315/0362-028X.JFP-18-006.
- SHURTLEFF, M.C.; AVERRE, C.W. **Diagnosing plant diseases caused by nematodes**. St. Paul, Minnesota: The American Phytopathological Society, 2000. 187p.
- SIDRIM, J.J.C.; ROCHA, M.F.G. **Micologia médica à luz de autores contemporâneos** [Reimpressão]. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 372p.
- SIEGA, T.C.; BERNARDI, C.; REY, M.S.; JUNIOR, A.W.; PIETROBOM, J.H.; MAZARO, S.M. Controle da germinação miceliogênica e carpogênica de *Sclerotinia sclerotiorum* (lib.) de Bary com óleos essenciais provenientes de 17 espécies vegetais. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, e11991210844, dez. 2020. Doi:10.33448/rsd-v9i12.10844.
- SILVA, A.C.; GOMES, R.A.S.; PELLI, A. Propriedade repelente de *Lavandula dentata* Linnaeus em *Nauphoeta cinerea* (Olivier, 1789). **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 5, p. 26575- 26584, maio 2020. Doi:10.34117/bjdv6n5-204.
- SILVA, A.C.; SALES, N.L.; ARAÚJO, A.V.; JÚNIOR, C.F.C. Efeito in vitro de compostos de plantas sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. isolado do maracujazeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, Edição Especial, p. 1853-1860, 2009. Doi:10.1590/S1413-70542009000700026.
- SILVA, E.O.; ALVES, E.; FERREIRA, T.C.; ALBUQUERQUE, C.A.C. Óleos essenciais no controle da pinta bacteriana e na ativação de respostas bioquímicas em tomateiro. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 3, jul./ sep. 2017. Doi:10.1590/0100-5405/2167.
- SILVA, J.P.L.; DUARTE-ALMEIDA, J.M.; PEREZ, D.V.; FRANCO, B.D.G.D.M. Óleo essencial de orégano: interferência da composição química na atividade frente a *Salmonella Enteritidis*. **Food Science and Technology**, v. 30, maio 2010. Doi:10.1590/S0101-20612010000500021.
- SILVA, Júlio Cesar. **Uso de óleos essenciais, extratos vegetais e indutores de resistência no controle alternativo do mal-do-Panamá da bananeira**. 2007. 65 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Alagoas, Rio Largo, 2007.
- SILVA, K.S.; REBOUÇAS, T.N.H.; LEMOS, O.L.; BOMFIM, M.P.; BOMFIM, A.A.; ESQUIVEL, G.L.; BARRETO, A.P.P.; JOSÉ, A.R.S.; DIAS, N.O.; TAVARES, G.M. Patogenicidade causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) em diferentes espécies frutíferas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 131-133, abr. 2006. Doi:10.1590/S0100-29452006000100036.
- SILVA, L.R.; FIGUEIREDO, A.R.; OLIVEIRA, M.M.T.; FARIAS, T.R.B.; ROSA, R.C.C.; MORAIS, L.A.S. Características físico-químicas dos frutos de maracujá-roxo cultivados em

sistema convencional e orgânico. In: SOUZA, P.H.M.; LEAL, A.R.; COSTA, J.N.; AMARAL, R.Q.G.; SOARES, C.M.P. **Congresso Brasileiro de Inovação e Tecnologia na Gastronomia e Ciência de Alimentos**. 1. ed. - Ceará: Fortaleza, 2020. p. 227-228.

SILVA, M.F.; CAMPOS, V.P.; BARROS, A.F.; TERRA, W.C.; PEDROSO, M.P.; GOMES, V.A.; RIBEIRO, C.R.; SILVA, F.J. Volatile emissions of watercress (*Nasturtium officinale*) leaves and passion fruit (*Passiflora edulis*) seeds against *Meloidogyne incognita*. **Pest Management Science**, v. 76, n. 4, 2019. Doi:10.1002/ps.5654.

SILVA, N.M.; SOUZA, L.G.S.; UCHÔA, T.L.; ALMEIDA, W.A.; NETO, S.E.A.; FERREIRA, R.L.F. Qualidade de mudas de maracujazeiro amarelo produzidas com substratos alternativos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos-PB, v. 14, n. 2, p. 96-102, abr./jun. 2018. Doi:10.30969/acsa.v14i2.907.

SILVA, R.B.; GARCIA, M.F. Riscos à saúde dos trabalhadores rurais: o cultivo de maracujá em pequenas comunidades rurais na Paraíba. In: **XIII Jornada do Trabalho**. Presidente Prudente-SP, 2012. Disponível em: < <http://www.proceedings.scielo.br/pdf/jtrab/n1/03.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2021.

SILVA, R.C.M.; TORRE, P.A.D.; MATOS, J.C.O. Uso incorreto do inseticida fipronil e sua influência na morte das abelhas no sul do Brasil. **Revista Processando o Saber**, v. 13, p. 93-110, 9 jun. 2021. Disponível em: <<https://fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/154>>. Acesso em: 09 set. 2021.

SILVA, S.M.; MALPASS, G.R.; OKURA, M.H.; GRANATO, A.C. Edible active coatings incorporated with *Cinnamomum cassia* and *Myristica fragrans* essential oils to improve shelf-life of minimally processed apples. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 48, n. 12, e20180447, dec. 2018. Doi:10.1590/0103-8478cr20180447.

SILVEIRA, R.M.; CARVALHO, A.F.U.; BÜNGER, M.O.; COSTA, I.R. Diversidade da composição química dos óleos essenciais de *Eugenia* – Myrtaceae: uma revisão. **Brasilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 3, p. 33276-33303, mar. 2021. Doi:10.34117/bjdv7n3-855.

SINGH, A.; DEEPA, CHAUDHARI, A.K.; DAS, S.; PRASAD, J.; DWIVEDY, A.K.; DUBEY, N.K. Efficacy of *Cinnamomum cassia* essential oil against food-borne molds and aflatoxin B1 contamination. **Plant Biosystems - An International Journal Dealing With all Aspects of Plant Biology**, sept. 2020. Doi:10.1080/11263504.2020.1810804.

SINGH, P.; SHUKLA, R.; PRAKASH, B.; KUMAR, A.; SINGH, S.; MISHRA, P.K.; DUBEY, N.K. Chemical profile, antifungal, antiaflatoxicogenic and antioxidant activity of *Citrus maxima* Burm. and *Citrus sinensis* (L.) Osbeck essential oils and their cyclic monoterpene, DL-limonene. **Food and Chemical Toxicology**, v. 48, n. 6, p. 1734-1740, jun. 2010. Doi:10.1016/j.fct.2010.04.001.

SIQUEIRA, K.M.M.; KILL, L.H.P.; MARTINS, C.F.; LEMOS, I.B.; MONTEIRO, S.P.; FEITOZA, E.A. Ecologia da polinização do maracujá-amarelo na região do vale do submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 001-012, mar. 2009. Doi:10.1590/S0100-29452009000100003.

SOARES, A.N.R. **Bioatividade de *Cinnamomum zeylanicum* Blume na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de amendoim**. 2014. 74 f. Dissertação (Mestrado em |Produção agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, 2014. Disponível em: <<http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/bitstream/tede2/6137/2/Adrielle%20Naiana%20Ribeiro%20Soares.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2021.

SOKOVIĆ, M.D.; GLAMOČLIJA, J.M.; ĆIRIĆ, A.D. Natural products from plants and fungi as fungicides. *In: Nita, M. Fungicides - showcases of integrated plant disease management from around the world.* ed. United Kingdom (UK): InTechOpen Limited, 2013.

SOKOVIĆ, M.D.; VUKOJEVIĆ, J.; MARIN, P.D.; BRKIĆ, D.D.; VAJS, V.; GRIENSVEN, L.J.L.D. Chemical composition of essential oils of *Thymus* and *Mentha* species and their antifungal activities. **Molecules**, v. 14, n.1, p. 238-249, jan. 2009. Doi:10.3390/molecules14010238.

SOLIMAN, K.M.; BADEAA, R.I. Effect of oil extracted from some medicinal plants on different mycotoxigenic fungi. **Food and Chemical Toxicology**, v. 40, n. 11, p. 1669–1675, 2002. Doi:10.1016/s0278-6915(02)00120-5.

SONG, Y.S.; MIN, B.E.; RHIE, M.J.; KIM, M.J.; RYU, K.H. Molecular evidence supporting the confirmation of *Maracuja mosaic virus* as a species of the genus Tobamovirus and production of an infectious cDNA transcript. **Archives of Virology**, v. 151, p. 2337-2348, jul. 2006. Doi:10.1007/s00705-006-0823-y.

SOUSA, J.P.; OLIVEIRA, K.Á.R.; FIGUEIREDO, R.C.B.Q.; SOUZA, E.L. Influence of carvacrol and 1,8-cineole on cell viability, membrane integrity, and morphology of *Aeromonas hydrophila* cultivated in a vegetable-based broth. **Journal of Food Protection**, v. 78, n. 2, p. 424-429, feb. 2015. Doi:10.4315/0362-028X.JFP-14-242.

SOUSA, L.S.; PROENÇA, D.C. Os benefícios do gengibre para a saúde humana. **Revista Multidisciplinar De Educação E Meio Ambiente**, v. 2, n. 3, 2021. Doi:10.51189/rema/1620.

SOUZA, A.D.; ROGGERIO, T.U.; FURLAN, M.R.; AOYAMA, E.M. Óleo de melaleuca (*Melaleuca alternifolia* Maiden & Betche, Cheel) no controle de cercosporiose em beterraba. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, supl. III, p. 1078-1082, 2015. Doi:10.1590/1983-084x/14_042.

SOUZA, J.; SANTOS, G.S.; BARBOSA, T.C.; SANTOS, A.L.S.; MENEZES, L.G.; ANDRADE, L.N.; BANI, C.; SARMENTO, V.H.V.; NUNES, R.; ZIELINSKA, A.; MENDONÇA, M.C.; CARDOSO, J.C.; SANTINI, A.; SOUTO, E.B.; SEVERINO, P. *Citrus sinensis* essential oil-based microemulsions: green synthesis, characterization, and antibacterial and larvicide activities. **ACS Food Science & Technology**, v. 1, n. 3, p. 462-469, mar. 2021. Doi:10.1021/acsfoodscitech.0c00150.

SPADOTTI, D.M.A.; FAVARA, G.M.; NOVAES, Q.S.; MELLO, A.P.O.A.; FREITAS, D., M.,S.; EDWARDS MOLINA, J.P.; REZENDE, J.A.M. Long-lasting systematic roguing for effective management of CABMV in passion flower orchards through maintenance of separated plants. **Plant Pathology**, v. 68, p. 1259-1267, 2019. Doi:10.1111/ppa.13054.

SPOLADORE, S.F. **Modelagem matemática da secagem de casca de maracujá e influência da temperatura na cor, compostos fenólicos e atividade antioxidante.** 2014. 35 f. Conclusão de curso (Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/6783>>. Acesso em: 26 maio 2021.

STENZEL, N.M.C.; AULER, P.A.M.; MOLINA, R.O.; JÚNIOR, D.S. **Cultivo do maracujá-amarelo em áreas com ocorrência do vírus do endurecimento dos frutos (CABMV).** Informe da Pesquisa, Londrina (PR): IAPAR, n. 161, abr. 2019.

SUÁREZ-H., Z.; ROSALES, L. C. Efecto del nematodo reniform (*Rotylenchulus reniformis* Linford y Oliveira) sobre maracuyá (*Passiflora edulis* Sims f. sp. *flavicarpa* O. Deg.). **Revista**

Mexicana de Fitopatologia, Chapingo, v. 21, n. 3, p. 305-308, 2003. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/237037440>>. Acesso em: 26 maio 2021.

SUGANDHI, B.R.M.; BAI, G.M. Antimicrobial Activity of *Mentha arvensis* L. (Lamiaceae). **Journal of Advanced Laboratory Research in Biology**, v. 2, n. 1, jan. 2011. Disponível em: <<https://e-journal.sospublication.co.in/index.php/jalrb/article/view/54>>. Acesso em: 26 maio 2021.

SUNTORNUSUK, L.; GRITSANAPUN, W.; NILKAMHANK, S.; PAOCHOM, A. Quantification of vitamin C content in herbal juice using direct titration. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 28, n. 5, p. 849-855, jun. 2002. Doi:10.1016/s0731-7085(01)00661-6.

SUSSEL, A.A.B. **Manejo de doenças fúngicas em goiaba e maracujá**. Documentos 294. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/79702/1/doc-294.pdf>>. Acesso em: 26 maio 2021.

SUTTON, B.C. **The Coelomycetes: Fungi imperfecti with Pycnidia, Acervuli and stromata**. Kew UK: Commonwealth Mycological Institute, 1980. 696p.

TAFRIHI, M.; IMRAN, M.; TUFAIL, T.; GONDAL, T.A.; CARUSO, G., SHARMA, S.; SHARMA, R.; ATANASSOVA, M.; ATANASSOVA, L.; FOKOU, P.V.T.; PEZZANI, R. The wonderful activities of the genus *Mentha*: not only antioxidant properties. **Molecules**, v. 26, n. 4, p. 1118, feb. 2021. Doi:10.3390/molecules26041118.

TAHMASEBI, A.; KAMIMI, A. Antifungal, antimycotoxigenic, and antioxidant activity of essential oils and medicinal plant extracts. In: INAMUDDIN, AHAMED M.I., PRASAD R. (eds) Advanced antimicrobial materials and applications. **Environmental and Microbial Biotechnology**. Singapore: Springer, 2020.p. 225-238. Doi:10.1007/978-981-15-7098-8_9

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed., 2013. 954p.

TAJUDDIN, A.S.; LATIF, A.; QASMI, I.A. Aphrodisiac activity of 50% ethanolic extract of *Myristica fragrans* Houtt (nutmeg) and *Syzygium aromaticum* (L) Merr. & Perry. (clove) in male mice: a comparative study. **BMC Complement Alter Med**, v. 3, n. 6, oct. 2003. Doi:10.1186/1472-6882-3-6.

TAKATSU, A.; PEREIRA, A.F.; SILVA, J.R. Levantamento das doenças do maracujazeiro no triângulo mineiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.25, supl., p.332, 2000.

TANASESCU, S.; NITU, R.; DAHMA, G.; PILUT, C.; DIACONU, M.; NEAGOE, O.; MUNTEAN, D.; HORHAT, I.D.; DRAGOMIR, A.; LIGHEZAN, D. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil of Romanian *Origanum vulgare*. **Revista de Chimie**, v. 70, n. 5, p. 1744-1745, jun. 2019. Doi:10.37358/RC.19.5.7206.

TANG, J.; CLOVER, G.R.G.; ALEXANDER, B.J.R; QUINN, B.D. First report of *Passiflora latent virus* in banana passion fruit (*Passiflora tarminiana*) in New Zealand. **Plant Disease**, v. 92, n. 3, 486, 2008. Doi:10.1094/PDIS-92-3-0486C.

TEIXEIRA, C.G.; CASTRO, J. V.; TOCCHINI, R.P.; NISIDA, A.L.A.C.; HASHIZUME, T.; MEDINA, J.C. TURATTI, J.M.; LEITE, R.S.S.F.; BLISKA, F.M.M.; GARCIA, A.E.B. **Maracujá: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas: Ital, 1994. 267p.

TERZI, V.; MORCIA, C.; VALÈ, G.; TACCONI, G. MALNATI, M. In vitro antifungal activity of the tea tree (*Melaleuca alternifolia*) essential oil and its major components against

plant pathogens. **Letters in Applied Microbiology**, v. 44, n. 6, p. 613-618, apr. 2007. Doi:10.1111/j.1472-765X.2007.02128.x.

THABET, M.; KHALIFA, W. Antifungal activities of clove oil against root rot and wilt pathogens of tomato plants. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences**, v. 18, n. 3, p. 105-114, 2018. Doi:10.5829/idosi.aejaes.2018.105.114.

THAKUR, M.; BHATTACHARYA, S.; KHOSLA, P.K.; PURI, S. Improving production of plant secondary metabolites through biotic and abiotic elicitation. **Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants**, v. 12, p. 1-12, mar. 2019. Doi:10.1016/j.jarmap.2018.11.004.

THE FREE DICTIONARY [Internet]. *Ocimum basilicum*. Edible Plant Guide, Markus Rothkranz, 2012. Disponível em: <<https://encyclopedia2.thefreedictionary.com/ocimum+basilicum>>. Acesso em: 10 maio 2021.

THE FREE DICTIONARY [Internet]. *Origanum vulgare*. Edible Plant Guide, Markus Rothkranz, 2012. Disponível em: <<https://encyclopedia2.thefreedictionary.com/origanum+vulgare>>. Acesso em: 10 maio 2021.

THE FREE DICTIONARY [Internet]. *Zingiber officinale*. Edible Plant Guide, Markus Rothkranz, 2012. Disponível em: <<https://encyclopedia2.thefreedictionary.com/zingiber+officinale>>. Acesso em: 10 maio 2021.

THIRACH, S.; TRAGOOLPUA, K.; PUNJAISEE, S.; KHAMWAN, C.; JATISATIENR, C.; KUNYANONE, N. Antifungal activity of some medicinal plant extracts against *Candida albicans* and *Cryptococcus neoformans*. **Acta Horticulturae**, n. 547, n. 31, p.217-221. Doi:10.17660/ActaHortic.2003.597.31.

THOMFORD, N.E.; SENTHEBANE, D.A.; ROWE, A.; MUNRO, D.; SEELE, P.; MAROYI, A.; DZOBO, K. Natural products for drug discovery in the 21st century: innovations for novel drug discovery. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 19, n. 6, 2018. Doi:10.3390/ijms19061578.

TOZIN, L.R.S.; SILVA, S.C.M.; RODRIGUES, T.M. Non-glandular trichomes in Lamiaceae and Verbenaceae species: morphological and histochemical features indicate more than physical protection. **New Zealand Journal of Botany**, v. 54, n. 4, p. 446-457, July 2016. Doi:10.1080/0028825X.2016.1205107.

TRUJILLO, E.E.; NORMAN, D.J.; KILLGORE, E.M. Septoria leaf spot, a potential biological control for banana poka vine in forests of Hawaii. **Plant Disease**, Hawaii, v. 78, p. 883-885, sep. 1994. Doi:10.1094/PD-78-0883.

TÜRKKAN, M.; KILIÇOĞLU, M.Ç.; ERPER, I. Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* isolates collected from *Brassica oleracea* var. *acephala* in Ordu, Turkey. **Phytoparasitica**, v. 48, p. 273-286, feb. 2020. Doi:10.1007/s12600-020-00793-9.

USAID. Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), bajo los términos del contrato N° EEM-I-00-07-00008-00, TO 346. **Plantas medicinales y aromáticas**. Una alternativa de producción comercial, maio 2010. Disponível em: <https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/plantas_medicinales.pdf>. Acesso em: 24 maio 2021.

USDA. United States Department of Agriculture. **Citrus: World Markets and Trade**. Janeiro, July 2021. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/citrus.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2021.

USDA. United States Department of Agriculture. **Food Composition Databases**, 2019. Disponível em: <<https://fdc.nal.usda.gov/>>. Acesso em: 12 dez. 2020.

UZÊDA, M.C.; FIDALGO, E.C.C.; SOUZA MOREIRA, R.V.D.E.; FONTANA, A.; DONAGEMMA, G.K. Eutrofização de solos e comunidade arbórea em fragmentos de uma paisagem agrícola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1120-1130, 2016. Doi:10.1590/S0100-204X2016000900011.

VALE, A. Pesquisadores desenvolvem primeiro sistema orgânico de maracujá do País. Agroecology and organic farming Plant production. In: **EMBRAPA**. Brasília, DF: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/44331985/pesquisadores-desenvolvem-primeiro-sistema-organico-de-maracuja-do-pais?platform=hootsuite>>. Acesso em: 23 maio 2021.

VALLE, K.D.; PEREIRA, L.D.; BARBOSA, M.A.; CHAVES, V.B.S.; SOUZA, P.H.M.; REIS, E.F.; HURTADO-SALAZAR, A.; SILVA, D.F.P. Development and root morphology of passion fruit in different substrates. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 12, n. 2, p. 514-520, may./ ago. 2018. Doi:10.17584/rcch.2018v12i2.7779.

VAN DEN BOOM, T.; HULLER, I.M. *Phytophthora* stem rot of passion fruit (*Passiflora edulis*) in south Africa. **Phytophylactica**, v. 2, p. 71-74, 1970. Disponível em: <https://journals.co.za/doi/pdf/10.10520/AJA03701263_330>. Acesso em: 26 maio 2021.

VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, P.D. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. **Journal Chromatography A**, v. 11, p. 463-471, 1963. Doi:10.1016/S0021-9673(01)80947-X.

VAN LOON, L.C.; REP, M.; PIETERSE, C.M.J. Significance of inducible defense-related proteins in infected plants. **Annual Review Phytopathology**, v. 44, n. 1, p. 135-162, 2006.

VAN VUUREN, S.F. Antimicrobial activity of South African medicinal plants. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 119, n. 3, p. 462-472, oct. 2008. Doi:10.1016/j.jep.2008.05.038.

VEIGA JUNIOR, V.F.; PINTO, A.C.; MACIEL, M.A.M. Plantas medicinais: cura segura? **Química Nova**, v. 28, n. 3, jun. 2005. Doi: 10.1590/S0100-40422005000300026.

VELÁZQUEZ-NUÑEZ, M.; AVILA-SOSA, R.; PALOU, E.; LÓPEZ-MALO, A. Antifungal activity of orange (*Citrus sinensis* var. Valencia) peel essential oil applied by direct addition or vapor contact. **Food Control**, v. 31, n. 1, p. 1-4, may. 2013. Doi:10.1016/j.foodcont.2012.09.029.

VERMA, R.S.; VERMA, S.K.; TANDON, S.; PADALIA, R.C.; DAROKAR, M.P. Chemical composition and antimicrobial activity of Java citronella (*Cymbopogon winterianus* Jowitt ex Bor) essential oil extracted by different methods. **Journal of Essential Oil Research**, July 2020. Doi:10.1080/10412905.2020.1787885.

VIANA, F.M.; COSTA, A.F. Doenças do maracujazeiro. In: Freire, F.C.O.; Cardoso, J.E.; Viana, F.M.P. **Doenças de fruteiras tropicais de interesse agroindustrial**. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 227-267.

VIANA, F.M.P.; FREIRE, F.C.O.; CARDOSO, J.E.; VIDAL, J.C. **Principais doenças do maracujazeiro na região Nordeste e seu controle**. Comunicado técnico, n. 86. Embrapa Fortaleza: Agroindústria tropical, out. 2003. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/425906/principais-doencas-do-maracujazeiro-na-regiao-nordeste-e-seu-controle>>. Acesso em: 24 maio 2021.

VIANA, T.R.; BARBOSA, L.C.A.; MALTHA, C.R.A.; PAULA, V.F.; NASCIMENTO, E.A. Constituintes químicos de *Melaleuca alternifolia* (Myrtaceae). **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 4, jul./ ago. 2004. Doi:10.1590/S0100-40422004000400004.

VINOD, K.; SABAH, A. Plant defense against pathogens: the role of salicylic acid. **Research Journal of Biotechnology**, v. 13, n. 12, p. 97-103, dec. 2018. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/329244822>>. Acesso em: 22 maio 2021.

VIUDA-MARTOS, M.; RUIZ-NAVAJAS, Y.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.A. Antibacterial activity of different essential oils obtained from spices widely used in Mediterranean diet. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 43, n. 3, p. 526-531, July 2008. Doi:10.1111/j.1365-2621.2006.01489.x.

WERRES, S.; MARWITZ, R.; IN'T VELD, W.A.M.; DE COOK, A.W.A.M.; BONANTS, P.J.M.; DE WEERDT, M.; THEMANN, K.; ILIEVA, E.; BAAYEN, R.P. *Phytophthora ramorum* sp. nov. a new pathogen on *Rhododendron* and *Viburnum*. **Mycological Research**, [s. l.], v. 105, n. 10, p. 1155-1165, oct. 2001. Doi:10.1016/S0953-7562(08)61986-3.

WERRIE, P.Y.; BURGEON, C.; GOFF, G.J.L.; HANCE, T.; FAUCONNIER, M.L. Biopesticide trunk injection into apple trees: a proof of concept for the systemic movement of mint and *Cinnamon* essential oils. **Frontiers in Plant Science**, v. 12:650132, 2021. Doi:10.3389/fpls.2021.650132.

WIKIMEDIA COMMONS. *Citrus sinensis* (L.). **Histoire et culture des orangers** A. Risso et A. Poiteau. - Paris Henri Plon, Editeur, 1872. Massimo L., Public domain, via Wikimedia Commons. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Histoire_et_culture_des_orangers_A._Risso_et_A._Poiteau._-_Paris_Henri_Plon,_Editeur,_1872.jpg>. Acesso em: 10 maio 2021.

WOICIECKOSKI, C.P.; COSTA, M.L.N. Severidade da *Rhizoctonia solani* em cultivares de soja em relação ao potássio. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 10, n. 2, p. 22-27, abr. 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **WHO guidelines for assessing quality of herbal medicines with reference to contaminants and residues**. Genebra: World Health Organization, 2007. 105 p. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/43510>>. Acesso em: 24 jun. 2021.

XIN, Z.; YU, Z.; ERB, M.; TURLINGS, T.C.; WANG, B.; QI, J.; LIU, S.; LOU, Y. The broad-leaf herbicide 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid turns rice into a living trap for a major insect pest and a parasitic wasp. **The New Phytologist**, v. 194, n. 2, p. 498-510, 2012. Doi:10.1111/j.1469-8137.2012.04057.x.

XING, Y.; LI, X.; XU, Q.; YUN, J.; LU, Y. Antifungal activities of cinnamon oil against *Rhizopus nigricans*, *Aspergillus flavus* and *Penicillium expansum* in vitro and in vivo fruit test. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 45, n. 9, p. 1837-1842, July 2010. Doi:10.1111/j.1365-2621.2010.02342.x.

YANG, G.; LI, C. **General description of *Rhizoctonia* species complex, plant pathology**. 4. ed. Rijeka, Croatia: Christian Joseph R. Cumagun, 2012. 362p. Doi: 10.5772/39026.

YANG, L.; WEN, K.-S.; RUAN, X.; ZHAO, Y.-X.; WEI, F.; WANG, Q. Response of plant secondary metabolites to environmental factors. **Molecules**, v. 23, n. 4, p. 1-26, mar. 2018. 762. Doi:10.3390/molecules23040762.

YEH, H.; CHUANG, C.; CHEN, H.; WAN, C.; CHEN, T.; LIN, L. Bioactive components analysis of two various gingers (*Zingiber officinale* Roscoe) and antioxidant effect of ginger

extracts. **LWT- Food Science and Technology**, v. 55, n. 1, p. 329-334, jan. 2014. Doi:10.1016/j.lwt.2013.08.003.

YOCKTENG R.; COPPENS D'EECKENBRUGGE G.; SOUZA-CHIES T.T. *Passiflora*. In: Kole, C. (eds.). **Wild crop relatives: genomic and breeding resources, tropical and subtropical fruits**. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2011. p. 129-171.

YU, H.; ZHANG, P.; LIU, H.; SUN, X.; LIANG, J.; SUN, L.; CHEN, Y. Hypoglycemic activity of *Origanum vulgare* L. and its main chemical constituents identified with HPLC-ESI-QTOF-MS. **Food & Function**, v. 6, feb. 2021. Doi:10.1039/D0FO03166F.

ZACHARIAH, T.J.; LEELA, N.K. 11 - Volatiles from herbs and spices. **Handbook of Herbs and Spices**, v. 3, p. 177-218, 2006. Doi:10.1533/9781845691717.2.177.

ZAGOTO, M.; CARDIA, G.F.E.; ROCHA, E.M.T.; MOURÃO, K.S.M.; JANEIRO, V.; CUMAN, R.K.N.; PINTO, A.A.; CONTIERO, R.L.; FREITAS, P.S.L. Biological activities of basil essential oil: areview of the current evidence. Research, **Society and Development**, v. 10, n. 12, p. 1-8, 2021. Doi:10.33448/rsd-v10i12.20409.

ZAITZ, C.; CAMPBELL, I.; MARQUES, S.A.; RUIZ, L.R.B.; FRAMIL, V.M.S. **Compêndio de micologia médica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 432p.

ZANANDRA, I.; JULIANO, D.S.; ANDRÉA, B.M.; JULIANE, L.; VERIDIANA, K.B. Atividade do OE de orégano contra fungos patogênicos do arroz: crescimentos micelial em placas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 14, suplemento, v. 01, p. 14-16, 2004. Doi:10.1590/S0102-695X2004000300006.

ZERBINI, J.R.; F.M.; CARVALHO, M.G.; MACIEL-ZAMBOLIM, E. **Introdução à virologia vegetal**. Viçosa: UFV, 2006.

ZRENNER, R.; GENZEL, F.; VERWAAIJEN, B.; WIBBERG, D.; GROSCHE, R. Necrotrophic lifestyle of *Rhizoctonia solani* AG3-PT during interaction with its host plant potato as revealed by transcriptome analysis. **Scientific Reports**, v. 10, n. 12574, july 2020. Doi:10.1038/s41598-020-68728-2.

ZUCARELI, V.; SOUSA, B.T.; PERES, E.M.; ARIEIRA, C.R.D.; FASOLIN, J.P.; MACHADO, J.C. Reação de quatro espécies de maracujazeiros à *Meloidogyne incognita*. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 9, n. 4, p. 43-52, 2020. Doi:10.48075/actaiguaz.v9i4.25419.

8 ANEXOS

Anexo A – Artigos Relacionados ao Doutorado Publicados em 2021

FIGUEIREDO, A.R.; SILVA, L.R.; CAMARGO, S.M.B.; MORAIS, L.A.S. Morphological and phytochemical characterization of *Lavandula dentata* L. cultivated in Paraíba do Sul, Rio de Janeiro, Brazil. **Acta Brasiliensis**, v.5, n. 1: p. 7-12, jan. 2021. <https://doi.org/10.22571/2526-4338483>

FIGUEIREDO, A.R.; SILVA, L.R.; MORAIS, L.A.S. Bioatividade do óleo essencial de *Eugenia caryophyllus* sobre *Cladosporium herbarum*, agente etiológico da verrugose em maracujá. **Scientia Plena**, v. 17, n. 2, p. 1-8, fev. 2021. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2021.020201>

FIGUEIREDO, A.R.; SILVA, L.R.; MORAIS, L.A.S. Sensibilidade do *Colletotrichum gloeosporioides* do maracujazeiro a óleos essenciais. **Revista Desafios - Revista Interdisciplinar Da Universidade Federal Do Tocantins**, v. 08, n. 02, p. 19-30, mar. 2021. <http://dx.doi.org/10.20873/uftv8-10442>

FIGUEIREDO, A.R.; SILVA, L.R.; MORAIS, L.A.S. Detecção de patógenos e insetos-praga em pomares de louro em Paty do Alferes-RJ. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 7, n. 1, p. 64-73, 27 abr. 2021. <https://doi.org/10.21674/2448-0479.71.64-73>