



GABRIELLA ALVES RAMOS

**ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS,
HIDROLATOS E DECOCTOS DE PLANTAS DO CERRADO
NO CONTROLE DA PINTA PRETA DO TOMATEIRO**

LAVRAS – MG

2022

GABRIELLA ALVES RAMOS

**ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS, HIDROLATOS E
DECOCTOS DE PLANTAS DO CERRADO NO CONTROLE DA PINTA PRETA DO
TOMATEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte de exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia//Fitopatologia, área de concentração em Fitopatologia para obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Eduardo Alves
Orientador

Prof. Dra. Luciane Cristina Rozwalka
Coorientadora

LAVRAS – MG

2022

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Ramos, Gabriella Alves.

Atividade antifúngica de óleos essenciais, hidrolatos e decoctos
de plantas do cerrado no controle da pinta preta do tomateiro /
Gabriella Alves Ramos. - 2022.

79 p.

Orientador(a): Eduardo Alves.

Coorientador(a): Luciane Cristina Rozwalka.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2022.

Bibliografia.

1. Controle alternativo. 2. *Alternaria linariae*. 3. Plantas
medicinais. I. Alves, Eduardo. II. Rozwalka, Luciane Cristina. III.
Título.

GABRIELLA ALVES RAMOS

**ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS, HIDROLATOS E
DECOCTOS DE PLANTAS DO CERRADO NO CONTROLE DA PINTA PRETA DO
TOMATEIRO**

**ANTIFUNGAL ACTIVITY OF ESSENTIAL OILS, HYDROLATES AND CERRADO
PLANTS IN THE CONTROL OF TOMATO EARLY BLIGHT**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte de exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia//Fitopatologia, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 18 de julho de 2022

Dr. Eduardo Alves	DFP-UFLA
Dra. Rafaela Araújo Guimarães	DFP-UFLA
Dr. Fabiano José Perina	Embrapa Algodão



Prof. Dr. Eduardo Alves
Orientador

LAVRAS – MG

2022

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me abençoado durante a minha trajetória.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Fitopatologia pela oportunidade de cursar o mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa.

Ao professor Eduardo Alves, pela orientação e paciência.

A professora Luciane Cristina Roswalka, pela coorientação e paciência.

Aos meus amados pais Eliene Moreira Alves Ramos e Evando Lourenço Ramos pelo apoio e amor incondicional.

Aos meus familiares Erley Lourenço Ramos, Gabriel Vieira Ramos, Teodomira Lourenço Ramos, Loyanny Alves Ramos, Luis Pereira Ramos Junior, Maria Alves, Luciene Moreira, Ercília Costa Moreira e Edna Alves dos Santos por serem esteios durante essa caminhada.

À Isaias do Prado, Eva Pereira Tolentino, Célia Castro, Evanilda Soares, Adeucimar Martins e Maria José Malta e todas as mulheres do círculo de oração da Igreja Assembleia de Deus Madureira – São Miguel do Araguaia pelas orações.

Aos meus amigos Ananda dos Santos Vieira, Larissa Fernanda Andrade Souza, Maiara da Silva Freitas, Lara Nascimento Guimarães, Kelby Pereira Moreira, Tiago Yukio Inoue, Emilly de Oliveira Gouveia, Carlos Henrique Braga, Adriano Francis Dorigan e Ana Caroline de Sousa Barros pela ajuda e apoio.

À Ariane Alvarenga, pela amizade e suporte.

À equipe do Laboratório de Microscopia Eletrônica e Análise Ultraestrutural composta pela Dra. Patrícia Ricardino da Silveira, Ma. Aline Norberto Ferreira, Dr. Silvino Intra Moreira e Me. Luis Alberto Saltos Rezabala pelas colaborações e sugestões.

A todos os professores do Departamento de Fitopatologia da UFLA, pelo compartilhamento do conhecimento.

A todos que direta ou indiretamente me ajudaram nesse processo, agradeço.

RESUMO

A agricultura tem buscado métodos alternativos de controle, como a utilização de derivados vegetais como extratos, óleos essenciais e hidrolatos dentre outros que podem levar a descoberta de agentes de controle com possíveis novos mecanismos de ação contra fitopatógenos. A produção do tomate é prejudicado pela pinta preta, causada pelo fungo *Alternaria linariae*. Óleos essenciais (OE), hidrolatos (HT) e decoctos (DC) apresentam atividade antifúngica e tem potencial no controle alternativo sendo um aliado aos fungicidas químico-sintéticos para o controle de doenças. Neste estudo foi investigada a atividade antifúngica dos óleos essenciais, decoctos e hidrolatos de *Cochlospermum regium* (algodãozinho do cerrado), *Piper aduncum* (pimenta de macaco), *Protium ovatum* (breu do cerrado), *Pterodon emarginatus* (sucupira), *Hymenaea courbaril* (jatobá) e *Eugenia dysenterica* (cagaita) sobre o desenvolvimento *in vitro* e *in vivo* de *Alternaria linariae*. Foram avaliadas as atividades antifúngicas sobre o crescimento micelial, índice de velocidade do crescimento micelial e germinação dos conídios de *Alternaria linariae in vitro* e a área abaixo da curva do progresso da doença *in vivo*, além de verificar a ação dos óleos essenciais, decoctos e hidrolatos usando uma abordagem de ultraestrutura através da microscopia eletrônica de varredura. O óleo essencial de *P. aduncum* (2,5%) inibiu em 76,42%, o crescimento micelial de *A. linariae*, os demais óleos essenciais testados apresentaram percentual de redução superior a 50%. O hidrolato de *C. regium* (5%) inibiu em 63,46% o crescimento micelial do fungo. O decocto de *E. dysenterica* inibiu 88,98% do crescimento micelial do patógeno. O óleo essencial, hidrolato e decocto de *P. aduncum* demonstrou a menor porcentagem de germinação dos conídios de *A. linariae*, os demais óleos essenciais, decoctos e hidrolatos testados apresentaram percentual de redução superior a 20%. Os ensaios *in vivo* demonstraram o potencial dos óleos essenciais, decoctos e hidrolatos de *C. regium*, *P. aduncum* e *E. dysenterica*. A área abaixo da curva de progresso da doença na cultivar de tomate Santa Clara com aplicação foliar do óleo essencial de pimenta de macaco na concentração de 5% foi de 0 significativamente menor que o valor observado na testemunha (458,33). Na cultivar San Marzano os óleos essenciais de pimenta de macaco e algodãozinho do cerrado foram os mais eficientes com área abaixo da curva de progresso da doença de 6,18 e 8,25 na concentração de 2,5%, enquanto que a testemunha apresentou o valor de 453,79. A pulverização dos óleos essenciais de pimenta de macaco e algodãozinho do cerrado na concentração de 5% reduziu a área abaixo da curva de progresso da doença na cultivar de tomate cerejeira (8,43 e 7,21 respectivamente) em comparação com a testemunha (476,11). A cultivar Super Marmande apresentou valor de 0,56 para a área abaixo da curva de progresso da doença quando as plantas foram pulverizadas com o óleo essencial de pimenta de macaco na concentração de 5%, valor significativamente menor ao da testemunha (468,95) A análise ultraestrutural mostrou que a aplicação dos OE de pimenta de macaco, HT de algodãozinho do cerrado e DC de cagaita na concentração de 5%, levaram a deformações morfológicas, extravasamento celular e inibição da germinação dos conídios. Os óleos essenciais, hidrolatos e decoctos testados neste estudo podem inibir significativamente *A. linariae in vitro* e *in vivo* e tem potencial como um produto natural promissor para o controle da pinta preta em algumas cultivares de tomate.

Palavras-chave: Controle alternativo. *Alternaria linariae*. Plantas medicinais. *Piper aduncum*. *Eugenia dysenterica*. *Cochlospermum regium*.

ABSTRACT

Agriculture has sought alternative methods of control, including the use of plant derivatives like as extracts, essential oils and hydrolates, among others, which may lead to the discovery of control agents with possible new mechanisms of action against phytopathogens. Tomato production is affected by black spot, caused by the fungus *Alternaria linariae*. Essential oils (EO), hydrolates (HT) and decoctions (DC) have antifungal activity and have potential in alternative control to chemical-synthetic fungicides for disease control. In this study, the antifungal activity of the essential oils, decoctions and hydrolates of *Cochlospermum regium* (savannah cotton), *Piper aduncum* (monkey pepper), *Protium ovatum* (cerrado rosin), *Pterodon emarginatus* (sucupira), *Hymenaea courbaril* (jatoba) was investigated. and *Eugenia dysenterica* (cagaita) on the in vitro and in vivo development of *Alternaria linariae*. The antifungal activities on mycelial growth, mycelial growth velocity index and germination of *Alternaria linariae* conidia in vitro and the area under the curve of disease progress in vivo were evaluated, in addition to verifying the action of essential oils, decoctions and hydrolates. using an ultrastructure approach through scanning electron microscopy. The essential oil of *P. aduncum* (2.5%) inhibited by 76.42%, the mycelial growth of *A. linariae*, the other essential oils tested showed a reduction percentage greater than 50%. *C. regium* hydrolate (5%) inhibited the mycelial growth of the fungus by 63.46%. The *E. dysenterica* decoction inhibited 88.98% of the pathogen's mycelial growth. The essential oil, hydrolate and decoction of *P. aduncum* showed the lowest percentage of germination of conidia of *A. linariae*, the other essential oils, decoctions and hydrolates tested showed a reduction percentage greater than 20%. In vivo assays demonstrated the potential of essential oils, decoctions and hydrolates of *C. regium*, *P. aduncum* and *E. dysenterica*. The area under the disease progress curve in the Santa Clara cultivar with foliar application of monkey pepper essential oil at a concentration of 5% was 0 significantly lower than the value observed in the control (458.33). In the San Marzano cultivar, the essential oils of macaque pepper and savannah cotton were the most efficient with an area under the disease progress curve of 6.18 and 8.25 at a concentration of 2.5%, while the control showed the value of 453.79. The spraying of the essential oils of monkey pepper and savannah cotton from the cerrado at a concentration of 5% reduced the area below the disease progress curve in the cherry tomato cultivar (8.43 and 7.21 respectively) compared to the control (476 ,11). The Super Marmande cultivar showed a value of 0.56 for the area under the disease progress curve when the plants were sprayed with monkey pepper essential oil at a concentration of 5%, a value significantly lower than the control (468.95) The ultrastructural analysis showed that the application of monkey pepper EO, savannah cotton HT and cagaita DC at a concentration of 5%, led to morphological deformations, cellular extravasation and inhibition of conidia germination. The essential oils, hydrolates and decoctions tested in this study can significantly inhibit *A. linariae* in vitro and in vivo and have potential as a promising natural product for the control of black spot in tomato plants.

Keywords: Alternative control. *Alternaria linariae*. Medicinal plants. *Piper aduncum*. *Eugenia dysenterica*. *Cochlospermum regium*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1	Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)	10
2.2	Importância da cultura	12
2.3	Fatores que afetam a produção	13
2.3.1	Pinta preta do tomateiro	15
2.4	Manejo da pinta preta do tomateiro	17
2.4.1	Controle alternativo	17
2.4.1.1	Óleos essenciais	19
2.4.1.2	Hidrolatos	20
2.4.1.3	Decoctos	21
2.5	Microscopia eletrônica de varredura aplicada a processos de infecção de fungos fitopatogênicos	22
3.	MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1	Local de Execução	23
3.2	Obtenção e manutenção de isolados	23
3.3	Delineamento experimental	27
3.4	Análise de dados	27
3.5	Coleta das espécies	23
3.6	Extração dos óleos essenciais, hidrolatos e decoctos	24
3.7	Avaliação da atividade de compostos voláteis e fixos de óleos essenciais, hidrolatos e decoctos sobre o crescimento micelial de <i>Alternaria linariae</i>	24
3.7.1	Avaliação da atividade de óleos essenciais, hidrolatos e decoctos sobre a germinação de conídios de <i>Alternaria linariae</i> , <i>in vitro</i>	25
3.8	Avaliação <i>in vivo</i> do efeito dos óleos essenciais, hidrolatos e decoctos no controle de <i>Alternaria linariae</i> em casa de vegetação	26
3.9	Microscopia eletrônica de varredura na avaliação do efeito fungitóxico de óleo essencial, decocto e hidrolato no processo infeccioso de <i>Alternaria linariae</i> em folhas destacadas	28
4.	RESULTADOS	29
4.1	Potencial de inibição de óleos essenciais, hidrolatos e decoctos sobre <i>Alternaria linariae</i> , <i>in vitro</i>	29
4.2	Atividade antifúngica de óleos essenciais, hidrolatos e decoctos sobre <i>Alternaria linariae</i> , <i>in vivo</i>	39

4.3	Avaliação do efeito fungitóxico de óleo essencial, decocto e hidrolato no processo infeccioso de <i>Alternaria linariae</i> em folhas destacadas, através da microscopia eletrônica de varredura.....	49
5.	DISCUSSÃO	52
6.	CONCLUSÃO	58
	REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) possui um papel importante na economia agrícola brasileira despontando como um dos principais produtos olerícolas (SANTOS NETO et al., 2016). Esta olerácea tem propriedades nutricionais importantes e é rica em vitaminas A e C e sais minerais com grande importância para a alimentação humana (MELO et al., 2014).

A produção anual brasileira é estimada em 3,9 milhões de toneladas, das quais 2 milhões de toneladas são destinados ao mercado *in natura* e o restante é utilizado para processamento (GULATI; WARDHAN; SHARMA, 2022). No entanto, mais de duzentas doenças causadas por agentes bióticos e abióticos foram relatadas em todo o mundo, contribuindo para uma redução significativa na produção do tomate (BLANCARD, 2012).

Doenças causadas por fungos, nematoides, bactérias e vírus são os problemas mais sérios nos cultivos, afetando não apenas seu conteúdo nutricional, mas também afetando a economia em geral (DERBALAH et al., 2018). Dentre as doenças fúngicas, a pinta preta do tomateiro, causada por *Alternaria linariae*, é prejudicial e causa redução na produção e qualidade do tomate (KUMAR; SINGH; TYAGI, 2017).

O patógeno *Alternaria* spp. agente causal da pinta preta, é um fungo importante e frequente da cultura do tomateiro em diversas regiões brasileiras, causando perdas significativas na produção podendo chegar até 75% (FOOLAD et al., 2000). A doença se desenvolve normalmente em áreas com alta umidade e alta temperatura (FOOLAD et al., 2005).

Apesar da resistência genética ser o método de controle mais utilizado, atualmente não existem cultivares de tomate com níveis viáveis de resistência à pinta preta, e as medidas de controle têm sido basicamente a utilização de fungicidas químicos que em algumas situações pode elevar o custo de produção, além de ser prejudicial ao meio ambiente devido aos fungicidas persistentes no ambiente e pouco seletivos, que podem ocasionar alterações na composição da biodiversidade local (ALCEDO; REYES, 2018; KUMAR; SINGH; TYAGI, 2017).

O uso indiscriminado de agroquímicos na cultura do tomate resulta na intensificação das doenças e na contaminação ambiental, além da exposição dos consumidores a alimentos contaminados com agrotóxicos (MOURA et al., 2020). Segundo o relatório do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos, no período de 2017 a 2018, das 316 amostras de tomate de mesa analisadas, em 167 foram identificados a presença de resíduos acima do LMR (Limite Máximo de Resíduos) e 106 apresentaram agrotóxicos não autorizados

para a cultura do tomate (ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2019).

Neste sentido, a agricultura tem buscado métodos alternativos de controle, como a utilização de derivados vegetais (extratos, óleos essenciais, hidrolatos dentre outros) que podem levar a descoberta de agentes de controle com possíveis novos mecanismos de ação contra fitopatógenos.

Os óleos essenciais são produtos naturais de plantas, que apresentam grande potencial como aliados dentro do manejo integrados de doenças de plantas, por apresentarem propriedades antifúngicas e antibacterianas (TOMAZONI et al., 2016). O efeito antimicrobiano dos óleos essenciais é relatado pela presença de terpenóides e compostos fenólicos em sua estrutura (KNAAK; FIUZA, 2010).

Alguns estudos relatam o efeito dos óleos essenciais de plantas de pequi (*Caryocar brasiliense*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), sucupira (*Pterodon emarginatus*), copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) e açafrão-da-terra (*Curcuma longa* L.) sobre os fitopatógenos, mas, pouco se sabe de seu potencial na proteção de plantas de tomateiro à pinta preta (GOMES et al., 2016; JOÃO VICTOR DA SILVA MARTINS et al., 2019; MELO et al., 2021; NARUZAWA; PAPA, 2011).

De acordo com Fenner et al. (2006) existem uma variedade de plantas nativas brasileiras que precisam ser estudadas. De fato, para óleos essenciais de plantas do Cerrado brasileiro, existem poucas investigações sobre espécies nativas com atividade antifúngica sobre patógenos de plantas.

A determinação da atividade biológica desses componentes, com respeito ao efeito antifúngico, pode contribuir para o desenvolvimento de novos defensivos agrícolas, fundamentais para o manejo de doenças de plantas, minimizando a seleção de microrganismos resistentes, bem como a contaminação do meio ambiente. Portanto o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos antifúngicos de óleos essenciais, decoctos e hidrolatos de plantas do cerrado, no controle de *A. linariae*.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

A família Solanaceae possui cerca de 150 gêneros e 3.000 espécies, e é a mais diversa entre as dicotiledôneas e pode ser encontrada em várias regiões do mundo, sendo a América do

Sul seu maior centro de diversidade (BRANDÃO FILHO et al., 2018). O tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) é uma cultura de alto valor com vários parentais selvagens existentes (LI et al., 2018).

O tomateiro é um membro da família Solanaceae, que inclui várias outras culturas economicamente importantes, como batata (*Solanum tuberosum*), pimenta (*Capsicum annuum* L.) e berinjela (*Solanum melongena* L.), representando uma das famílias de plantas mais importantes para o setor hortifruti (QUINET et al., 2019). As espécies do gênero *Solanum* estão presentes em todos os continentes temperados e tropicais, e se destacam por sua diversidade morfológica e ecológica (BERGOUGNOUX, 2014).

Originário da América do Sul na zona andina, o tomate foi domesticado no México e introduzido na Europa em 1544, mais tarde, disseminou-se da Europa para a Ásia meridional e oriental, África e Oriente Médio, e posteriormente, distribuiu-se para outras partes da América do Sul e México (PEIXOTO et al., 2017).

Embora o tomate seja originário de países vizinhos, no Brasil sua introdução deve-se aos portugueses, embora somente com a chegada dos imigrantes principalmente italianos e alemães, sua produção foi valorizada (BRANDÃO FILHO et al., 2018). O tomate cultivado corresponde basicamente a *L. esculentum*, embora sejam cultivadas uma fração da variedade botânica *cerasiforme* e *Lycopersicon pimpinellifolium* (CAICEDO; PERALTA, 2013).

A planta apresenta porte arbustivo e ciclo perene podendo apresentar basicamente dois hábitos de crescimento: determinado e indeterminado. O sistema radicular atinge uma profundidade de até 2 m, com uma raiz principal e muitas raízes secundárias. Os caules são ligeiramente angulosos, semi-lenhosos, de espessura média e com tricomas (pelos), simples e glandulares. As folhas são compostas e imparipinadas, com folíolos peciolados, lobados e com bordas serrilhadas, em número de 7 a 9 e cobertas por pelos glandulares. As flores dão em cachos e é constituída de 5 ou mais sépalas. Os frutos são do tipo baga bi ou plurilocular podendo atingir até 600 gramas. (MACUA GONZÁLEZ; CAMPILLO TORRES; LAHOZ GARCÍA, 2017).

Os hábitos de crescimento do tomate (determinados e indeterminado) são importantes na produção e destino do tomateiro (MACIEL et al., 2016). No crescimento determinado, após um certo número de folhas e hastes, estabelecido por fatores genéticos, fisiológicos, climáticos e nutricionais, as hastes perdem sua vantagem apical e termina em uma inflorescência (BRANDÃO FILHO et al., 2018). Devido crescimento determinado, é menos vigoroso e conduzido de forma rasteira, os tratos culturais são realizados mecanicamente (WAMSER et al., 2007). Cultivares com hábitos de crescimento indeterminado são amplamente utilizadas na

produção de frutos de "mesa", que continuamente produzem folhas e inflorescências ao longo da vida (BRANDÃO FILHO et al., 2018).

Devido à sua excelente produtividade e ciclo curto, o tomate tem ganhado espaço para desenvolvimento nos mercados nacional e internacional e, diante da crescente demanda por produtos *in natura* e industrializados, tem aumentado suas perspectivas econômicas (ARAÚJO et al., 2017).

2.2 Importância da cultura

O tomate é a hortaliça mais cultivada do mundo e de maior valor econômico (CARVALHO et al., 2014). Sua demanda aumenta continuamente e com ela seu cultivo, produção e comércio (ESCALONA, 2009). Embora seja botanicamente uma fruta, o tomate cultivado é consumido principalmente como hortaliça e usado em várias formas processadas (CAICEDO; PERALTA, 2013).

O tomateiro e seus produtos são ricos em compostos benéficos a saúde alimentar (NASCIMENTO et al., 2013). O tomate representa uma importante fonte de nutrientes importantes para a saúde humana como os antioxidantes, representados pelo teor em licopeno, vitamina A (β -caroteno) e ácido ascórbico (vitamina C) (SHAMI; MOREIRA, 2004). Aproximadamente metade da matéria seca do tomate é composta de açúcares, principalmente frutose e glicose (CARDOSO et al., 2006).

O tomate também é considerado uma boa fonte de ácido fólico e potássio, e notáveis níveis de vitamina C, tornando a planta uma contribuinte substancial desta vitamina para a dieta de países como os Estados Unidos da América depois de frutas como laranja e legumes como as batatas (CAICEDO; PERALTA, 2013).

Em 2019, a produção mundial do tomate atingiu um nível de, aproximadamente, 177 milhões de toneladas, de frutos frescos produzidos numa área estimada de 4,8 milhões de hectares, sendo a China o maior produtor mundial com uma produção anual de 56 milhões de toneladas, em uma área de 1 milhão de hectares (GULATI; WARDHAN; SHARMA, 2022).

Dentre as hortaliças de frutos mais cultivadas no Brasil, destacam-se principalmente os híbridos de tomateiro dos tipos caqui, cereja e longa vida, por sua grande aceitação no mercado e por preços compensadores (FERNANDES; MARTINEZ; FONTES, 2002).

O aumento da produção foi seguido pelo aumento do consumo (GULATI; WARDHAN; SHARMA, 2022). Conforme Pérez-Díaz et al. (2020) o consumo *per capita* do brasileiro gira

em torno de 21 Kg. No que tange ao comércio exterior, os tomates representam 68,7% das exportações e 91,6% das importações (BELIK, 2020).

Ademais, o tomateiro é uma planta modelo, pelas associações micorrízicas, contribuindo para estudos de genética, bioquímica, morfologia e anatomia, mutagênese e outros (PÉREZ; AHMED; CABEZAS, 2013).

2.3 Fatores que afetam a produção

O tomateiro é cultivado em regiões, com ampla variabilidade de condições de clima e solo, embora seja cultivada principalmente em climas secos, tanto para produção *in natura* quanto para uso agroindustrial (SAAVEDRA; FIGUEROA; CAUIH, 2017).

O sucesso do cultivo do tomateiro depende da área de plantio, pois a planta necessita de um clima quente e não tolera geadas (MAYNARD, 2018). O tomateiro reage às variações da temperatura que é um fator de importância durante o ciclo de crescimento, de forma que são afetadas a germinação de sementes, o desenvolvimento de plântulas, a frutificação e a qualidade dos frutos (NAIKA et al., 2005).

As altas temperaturas diurnas e/ou noturnas interferem na formação dos frutos do tomateiro (ABDELMAGEED; GRUDA, 2009). Temperaturas acima de 30°C afetam a frutificação, da mesma forma, a temperatura noturna pode ser determinante na frutificação, pois deve ser amena (15 a 22 °C). Temperaturas abaixo de 12 °C causam problemas no desenvolvimento da planta e podem causar frutos deformados (SAAVEDRA; FIGUEROA; CAUIH, 2017).

Quando cultivado em ambiente protegido, o produtor além de pesquisar as características de cada cultivar, deve-se ter em mente a estrutura do local, tendo equipamentos que auxiliem no controle da temperatura, visto que a temperatura interna pode superar em até 15 °C a temperatura externa do ambiente (BRANDÃO FILHO et al., 2018).

A cultura do tomate se adapta a diferentes tipos de solos, desde solos ácidos a solos alcalinos (PAPADOPOULOS; RENDIG, 1983). A planta cresce melhor em solos profundos, de textura média, permeáveis e sem impedimentos físicos no perfil (SAAVEDRA; FIGUEROA; CAUIH, 2017). O tomate é tolerante a uma ampla faixa de pH, mas se desenvolve bem em solos com pH de 5,5 a 6,8. (NAIKA et al., 2005).

Quanto a umidade do solo, o tomate é muito exigente em água, necessitando de irrigação, tendo em vista que o fruto é composto de 90% de água (MÉNDEZ-VÁZQUEZ et al., 2021). O estresse hídrico dificulta o crescimento das raízes, conseqüentemente o crescimento

da planta, levando ao abortamento das flores e de frutos. Um solo encharcado, reduz o desenvolvimento radicular e favorece o desenvolvimento de patógenos radiculares (BRANDÃO FILHO et al., 2018). Além disso um solo encharcado, pode auxiliar no maior desenvolvimento de frutos, porém com menos nutrientes e sabor menos acentuado (FERREIRA; FREITAS; LAZZARI, 2004).

A marcha de absorção dos nutrientes por plantas de tomate são em ordem decrescente: K, N, Ca, S, P, Mg, Cu, Mn, Fe e Zn (FAYAD et al., 2002). O potássio (K) é um macronutriente e atua como um cátion que melhora a qualidade dos frutos do tomate, graças a sua atividade enzimática e translocação na planta auxiliando na assimilação de fotossintatos (ZAHIRUL et al., 2018)

O nitrogênio é um nutriente importante para o crescimento e a produção das plantas, mas é difícil de otimizar porque é suscetível à lixiviação, imobilização, desnitrificação e volatilização (WARNER; ZHANG; HAO, 2004). Altas taxas de fertilizantes nitrogenados podem levar ao crescimento desordenado, diminuir a cor dos frutos do tomate, aumentar a quantidade de frutos verdes na colheita e aumentar a susceptibilidade à podridão apical (ARAUJO et al., 2017).

O cálcio é um elemento nutricional importante que desempenha um papel no sistema de resistência a doenças de plantas, e vários estudos têm demonstrado o efeito mitigador do cálcio no gerenciamento de doenças (JIANG; LI; DONG, 2013). A deficiência de cálcio, gera desequilíbrios no tomateiro, causando a podridão apical ou fundo preto no fruto (DE ARRUDA et al., 2011)

Doença de planta é qualquer anormalidade causada por fatores bióticos ou abióticos que agem na planta, de maneira contínua, alterando o seu metabolismo (LOPES; ÁVILA, 2005). As doenças afetam os folíolos e folhas, as raízes, os caules e os frutos das plantas de tomate (DURMUS; GUNES; KIRCI, 2017).

Mudanças fenológicas nas folhas e folíolos nas plantas de tomateiro podem ser crescimento anormal, descoloração, manchas, dessecação e necrose (BLANCARD, 2012). No cultivo do tomateiro, os nematoides de galhas (*Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*) são de grande importância provocando o desenvolvimento de galhas nas raízes das plantas reduzindo a absorção de água e nutrientes, levando a perdas de até 30% da produção (EL-SAPPAH et al., 2019).

Em tomateiro, pode ser encontrada uma série de doenças bacterianas que afetam vários órgãos: necrose do caule, manchas nas folhas, manchas nos frutos, podridão da apical dos

frutos, podridão aquosa dos caules e frutos, murcha bacteriana (podridão parda) e podridão de raiz (KOLOMIETS; GRYGORYUK; BUTSENKO, 2017).

Os fungos são microrganismos causadores do maior número de doenças de plantas na tomaticultura, aumentando em até 15% o custo da produção com o uso de fungicidas (ZAKI et al., 2020). As doenças fúngicas são causadas pela dispersão de esporos fúngicos que caem em partes das plantas como as folhas e germinam e penetram o tecido, através de estômatos, ferimentos ou pela epiderme (MAIA; DONATO; FRAGA, 2015).

Os principais fungos necrotróficos que causam doenças no tomate são *Botrytis cinerea* e *Alternaria* spp., o oomiceto *Phytophthora infestans* e o fungo da murcha vascular *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (VOS et al., 2014).

2.3.1 Pinta preta do tomateiro

O gênero *Alternaria* é onipresente e seus esporos podem ser disseminados por diferentes formas, como sementes e plantas contaminadas, produtos agrícolas, solo e a atmosfera (LOGRIECO; MORETTI; SOLFRIZZO, 2009). *Alternaria* spp. coloniza diferentes espécies de plantas e tem efeitos desfavoráveis na produção, tanto quantitativa quanto qualitativamente (MARDARE et al., 2015). *Alternaria* spp. é um importante patógeno causador da pinta preta da batata e do tomate (WOLTERS et al., 2018). O gênero *Alternaria* foi descrito pela primeira vez em 1817, com base na espécie *Alternaria tenuis* (THOMMA, 2003).

Pertencente ao grupo dos fungos imperfeitos (Deuteromicotina) na classe Hyphomycetes e ordem Hyphales, seus esporos pigmentados multicelulares são produzidos em cadeias ou em formas ramificadas (KUSHWAHA et al., 2021). A principal característica taxonômica do gênero *Alternaria* é a produção de conídios multicelulares, de cor escura (melanizados) com septos longitudinais e transversais (JINDO et al., 2021).

A taxonomia de *Alternaria*, particularmente no que se refere a pinta preta, está em constante revisão. No Brasil, os agentes etiológicos da pinta preta do tomateiro são *Alternaria solani*, *Alternaria tomatophila* e *Alternaria cretica*, que estão presentes em quase todas as áreas onde o tomateiro é cultivado (PEREIRA et al., 2013). Em 2000, Simmons reconheceu novas espécies entre os isolados semelhantes a *A. solani* de plantas hospedeiras da família Solanaceae. Com base em diferenças morfológicas, Simmons propôs *Alternaria tomatophila* como “o agente causal comum e amplamente distribuído da pinta preta do tomateiro” (SIMMONS, 2000). Mais recentemente, Woudenberg et al., (2014) agruparam vários isolados de pinta preta incluindo isolados de plantas das famílias Solanaceae, Cucurbitaceae e Scrophulariaceae em

uma nova espécie designada *A. linariae*, portanto sendo mais um agente etiológico da pinta preta.

A pinta-preta pode levar a desfolhação completa, é mais prejudicial ao tomateiro em regiões com chuvas fortes, alta umidade e temperaturas entre 24 °C a 29 °C (CHAERANI; VOORRIPS, 2006). Porém, esta doença pode ocorrer em uma ampla gama de condições climáticas, mas é mais severa em áreas com alta umidade relativa ou chuva combinada com altas temperaturas (FRITZ et al., 2006). O fungo hiberna no solo, restos de plantas, sementes e hospedeiros alternativos na forma de conídios ou micélios, que podem servir como fontes primárias de inóculo (GERLING et al., 2022). A espessa parede celular dos conídios permite que o fungo se adapte a condições climáticas adversas (FOOLAD; MERK; ASHRAFI, 2008). A infecção ocorre durante condições quentes e úmidas. Os conídios germinam a uma temperatura de 8 a 32 °C na presença de umidade para formar tubos germinativos (FOOLAD et al., 2005). Os tubos germinativos penetram diretamente no tecido do hospedeiro ou entram através de estômatos ou ferimentos, causando infecção. As lesões aparecem após 2 a 3 dias de infecção, dependendo das condições ambientais, idade da folha e suscetibilidade da cultivar, e os esporos são produzidos 3 a 5 dias após o aparecimento das lesões (CHAERANI; VOORRIPS, 2006).

A doença se manifesta geralmente nas folhas mais velhas, devido a geração de microclima pela maior umidade na parte inferior da planta e também pela exigência maior de nutrientes e açúcares para a formação dos frutos, favorecendo o processo de infecção nos órgãos exportadores (JAMBHULKAR et al., 2016; JINDO et al., 2021). Nos caules e pecíolos as lesões são semelhantes às que ocorrem nas folhas, podem ocorrer lesões circunscritas, manchas marrons ou pretas podendo ocorrer também nos pecíolos, cálices das flores e frutos contaminados, ocasionando podridão seca e aspecto zonado (TOKESHI, 1997).

As sementes podem ser infectadas por *Alternaria* spp. Nas mudas a doença pode manifestar-se com sintomas como podridões que envolvem todo o caule levando a morte das plântulas (BERNAL, 2010). Macauley (1982) afirma que embora o patógeno ataque os tecidos mais velhos com maior intensidade, a doença pode ocorrer em qualquer idade da planta.

Existe um pequeno número de cultivares com resistência genética a pinta preta, portanto o controle dessa doença é basicamente feito com fungicidas, o que faz que haja uma forte necessidade de controlar de forma eficaz o patógeno (MAMGAIN A; ROYCHOWDHURY R; TAH J, 2013). Uma identificação correta das espécies de *Alternaria* combinada com levantamentos mais amplos sobre culturas potencialmente suscetíveis é, portanto, uma chave

importante para estabelecer o controle adequado de *Alternaria* spp. (LOGRIECO; MORETTI; SOLFRIZZO, 2009).

2.4 Manejo da pinta preta do tomateiro

Em levantamento em áreas de cultivo de tomate em Minas Gerais, constatou-se que a doença com maior incidência foi a pinta preta (88%), acompanhada pela requeima (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), respondendo por 85% de ... (SALUSTIANO et al., 2006).

Muitas medidas de controle, incluindo métodos preventivos, aplicações de fungicidas e uso de cultivares de tomate parcialmente resistentes, são atualmente utilizadas para controlar a pinta preta, porém, sob alta pressão, nenhuma dessas medidas é completamente capaz de controlar a doença (KUMAR et al., 2013).

Estratégias para o controle da pinta preta incluem a ativação de várias formas de resistência induzida (FRITZ et al., 2006). A resistência adquirida sistêmica (RAS) é um mecanismo de defesa induzida que confere proteção duradoura contra um amplo espectro de microrganismos (DURRANT; DONG, 2004). Certas cepas de rizobactérias promotoras de crescimento de plantas são capazes de induzir resistência sistêmica, que se estende às partes da planta acima do solo e é fenotipicamente semelhante a RAS (FRITZ et al., 2006).

O controle químico deve ser adotado em conjunto com medidas preventivas, como o tratamento de sementes, rotação com gramíneas visando reduzir a fonte inoculo, escolha do local para implantação da cultura evitando-se áreas de baixada, ainda deve-se atentar a adubação e a utilização de matéria orgânica (GUIMARÃES; TEIXEIRA; CARDOSO, 2015).

Entretanto, o uso de fungicidas resulta em vários problemas, como o aumento da resistência do patógeno a produtos químicos, desequilíbrio natural como resultado de danos aos inimigos naturais, ameaças à saúde humana e animal, presença de produtos químicos residuais em alimentos, poluição ambiental e aumento do custo de produtos químicos (CAMLICA; TOZLU, 2019).

2.4.1 Controle alternativo

O controle de *Alternaria linariae* em plantas de tomate, depende fortemente de múltiplas aplicações de fungicidas químicos durante a floração e a frutificação (FRANCESCA et al., 2020). Além disso, o uso de agrotóxicos para controlar doenças fúngicas de plantas em produtos

alimentícios é restrito por sua possível carcinogenicidade, toxicidade alta e aguda, longos períodos de degradação e potencial poluição ambiental (BAKA; RASHAD, 2016).

Todos os itens acima justificam plenamente a busca por agentes de controle como alternativa viável ao uso indiscriminado de agrotóxicos na agricultura (MICHEL-ACEVES et al., 2008).

Dentre os antagonistas utilizados no biocontrole de fungos fitopatogênicos, cerca de 90% têm sido realizados com diferentes isolados pertencentes ao gênero *Trichoderma* (BENÍTEZ et al., 2004).

Michel-Aceves et al. (2008), testaram *in vitro* o antagonismo de 20 isolados de *Trichoderma* pela técnica de confrontação direta contra *A. solani*. Esses isolados inibiram o crescimento micelial de *A. solani* de 38,8 a 81,3%, com destaque para as espécies: *T. harzianum* (Thz), *T. longibrachiatum* (Tl) e *T. koningii* (Tk), que inibiram pelo menos 65% do crescimento de *A. solani*.

Em experimento realizado por Ghazanfar, Raza e Raza (2019), sementes de tomate tratadas com diferentes espécies *Trichoderma*, apresentaram maior porcentagem de germinação e maior porcentagem de inibição de *Alternaria solani*, quando tratadas com isolados de *Trichoderma harzianum*.

Neste contexto, o uso de cultivares resistentes, é uma estratégia que se usa regularmente por grande número de produtores, desponta como uma medida que pode auxiliar no manejo integrado da doença e, em programas de melhoramento (HALFELD-VIEIRA; NECHET; DE SOUZA, 2008).

No Brasil, os genótipos Ohio 4013, IPA-5 IPA-6 e Caribe possuem algum nível de resistência à pinta preta (GRIGOLLI et al., 2011). Catão et al. (2017) utilizaram 6 genótipos de tomateiro (Carolina, Cereja Vermelho, CH 152 e CLN1561A), para avaliar o potencial produtivo em plantas inoculadas com *A. tomatophila*. O genótipo CH 152 apresentou a menor severidade causada pela pinta preta e maior número de frutos por cachos, demonstrando que a linhagem tem grande potencial para ser integrada em programas de melhoramento genético.

Laurindo et al. (2015), avaliaram 134 acessos de tomateiro do BGH-UFV quanto a resistência de pinta preta e identificaram, 24 grupos distintos dos quais os acessos GH-2143, BGH-2235, BGH-2270 e BGH-2118 apresentaram níveis aceitáveis de resistência a *A. solani*.

Devido aos inúmeros danos causados pelo controle químico (BETTIOL, 2011) o controle alternativo da pinta-preta com óleos essenciais tem se tornado uma medida eficiente (HILLEN et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2017; ZANANDREA et al., 2004; ZORZI

TOMAZONI et al., 2019), resultando em menos impacto ambiental, podendo ser utilizado no manejo orgânico da cultura.

2.4.1.1 Óleos essenciais

A sociedade tem demandado alimentos, com menor impacto sobre os recursos naturais (BETTIOL et al., 2005). Até meados do século XIX, produtos naturais eram usados para controlar pragas e doenças agrícolas, somente no início do século XX, produtos com maior toxicidade começaram a ser utilizados (ALVES VELOSO et al., 2020).

Com o uso de produtos químicos para a eliminação de pragas e doenças, as mesmas se tornaram resistentes, demandando cada vez mais o uso de agrotóxicos (ANDRADES; GANIMI, 2007). Assim surgiu a necessidade de resgatar o uso de produtos naturais que podem ser fontes de muitos ativos antimicrobianos (FIGUEIREDO; SILVA; MORAIS, 2021).

As plantas são as maiores contribuintes para o fornecimento de novos metabolitos secundários, muitos dos quais possuem grande valor agregado devido às suas aplicações como medicamentos, cosméticos, alimentos e agroquímicos (REZENDE et al., 2016).

Algumas plantas produzem suas próprias defesas que as protegem de outras plantas e de predadores, estas defesas são de natureza química e compostos secundários, que podem ser usados no desenvolvimento de novos defensivos naturais no desenvolvimento de produtos (ALVES VELOSO et al., 2020).

No sentido mais estrito, os metabólitos secundários não fazem parte da estrutura molecular essencial ou funções da célula (HOPKINS; HUNER, 2008). Os metabólitos secundários nas plantas são provenientes de três grupos distintos quimicamente: terpenos, compostos fenólicos e componentes contendo nitrogênio (REZENDE et al., 2016).

Essas substâncias são consideradas produtos naturais, representam uma fonte alternativa quase infinita de novas moléculas e podem ser utilizadas no controle de doenças (DOMINGUES et al., 2011). Entre os produtos naturais, os óleos essenciais têm como vantagem o fato de não poluírem o ambiente e serem considerados como alternativa no controle de fitopatógenos (SOUSA; SERRA; MELO, 2012).

Os óleos essenciais, obtidos por destilação a vapor das folhas da planta, de certas plantas aromáticas, codimentares e medicinais (principalmente nas famílias Myrtaceae e Lamiaceae, mas também em outras famílias de plantas) têm sido tradicionalmente usados para proteção de plantas (ISMAN, 2004).

A atividade fungitóxica de óleos essenciais extraídos de plantas medicinais, condimentares e aromáticas por meio de hidrodestilação *Lippia sidoides* Cham., *Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf, *Eucalyptus globulus*, *Melaleuca quinquenerviano*, *Syzygium aromaticum* foram verificadas por Pessoa, Mesch e Guzmán (2020).

Duarte et al. (2013) avaliaram a atividade antifúngica *in vitro* de dez óleos essenciais em *A. solani*. A avaliação foi realizada por contato direto e por exposição a compostos voláteis, onde a maioria dos óleos inibiu o crescimento micelial por contato até 7 dias, enquanto em 14 dias observou inibição total de *A. solani* apenas nos tratamentos com *Pimpinella anisum* L., *Ocimum basilicum* L. e *Piper auritum* Kunth.

No Brasil, o setor de produção de óleos essenciais comparado com outros países, ainda é tímido e quase invisível, e ainda há um vasto universo a explorar (CASTELO; DEL MENEZZI; RESCK, 2010). Costa et al. (2014), Duarte et al. (2010), Ferreira, Dantas e Catão (2014), Fiuza et al. (2010), Freitas, de Moraes, Silveira (2002) e Galdino et al. (2012) observaram constituintes químicos como os terpenos nas plantas do Cerrado. Estes estudos se concentraram em plantas das famílias Lamiaceae e Myrtaceae envolvendo vários gêneros como *Hyptis*, *Eugenia*, *Piper* e *Psidium*.

2.4.1.2 Hidrolatos

Os hidrolatos, também chamados de águas florais ou destiladas, são produzidos no mesmo processo de extração dos óleos essenciais por destilação a vapor. Durante a destilação, a água é evaporada simultaneamente com o óleo essencial. Após a condensação dos vapores em contato com recipientes ou tubos frios, os componentes liquefeitos são separados em duas fases dentro de um recipiente coletor: o óleo essencial e o hidrolato (EDRIS, 2013). No entanto, uma pequena quantidade de constituintes do óleo essencial se dissolve em hidrolatos, compostos oxigenados, proporcionando propriedades organolépticas e sabor específicos, além de atividade biológica que os torna úteis para indústrias alimentícias e cosméticas (VERMA, 2012).

As propriedades antimicrobianas dos hidrolatos dependem do isolado e concentração microbiana (DIOP et al., 2018). A atividade antifúngica de *Ocimum basilicum*, *Cuminum cyminum*, *Echinophora tenuifolia*, *Rosmarinus officinalis* e *Satureja hortensis* contra alguns fungos fitopatogênicos (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *tulipae*, *Botrytis cinerea* e *Alternaria citri*) *in vitro* demonstraram efeito antifúngico. Além disso, o hidrolato de *Satureja*

hortensis apresentou efeito fungicida contra *Alternaria mali*, *Sclerotinia sclerotiorum* e *Colletotrichum citrcinans* (BOYRAZ; ÖZCAN, 2006a, 2005, 2006b).

Frutos de *Citrus sinensis* infectados por *Penicillium italicum* foram tratados *in vivo* com hidrolatos. Foi estabelecido que a concentração $0,2 \mu\text{g mL}^{-1}$ de hidrolato de *Thymus capitatus* foi suficiente para resultar em 100% de inibição do crescimento micelial. Esta atividade pode ser correlacionada com a composição química dos extratos ricos em carvacrol (mais de 69%) (TABTI et al., 2014). O hidrolato de *Daucus carota* subsp. *sativus* apresentou efeito inibitório contra *Penicillium expansum* e *Botrytis cinerea*. Os resultados mostraram que os tratamentos com óleo essencial de raízes e hidrolato de *D. carota* subsp. *sativus* no morango apresentaram uma atividade protetora e preventiva contra *B. cinerea* (TABET ZATLA et al., 2017).

Os hidrolatos mostram-se como matéria-prima não só para as indústrias cosméticas e podem ser usados para o desenvolvimento de métodos novos e eficazes, considerados seguros e ecologicamente corretos para o controle de doenças (BOYRAZ; ÖZCAN, 2005).

2.4.1.3 Decoctos

As decocções são normalmente preferidas para partes mais duras, como raízes, cascas e sementes. Este é preparado aquecendo a quantidade necessária de plantas com água por um período de cerca de 30 minutos, até que cerca de 50% da água seja perdida. O recipiente deve ser fechado durante o aquecimento para evitar que quaisquer componentes essenciais sejam perdidos por evaporação (NAGALINGAM, 2017).

Vários estudos notaram a capacidade de decoctos de várias partes de plantas como um método de biocontrole no manejo de fungos patogênicos de plantas (SHAFIQUE et al., 2011). A atividade fungitóxica das decocções de plantas de *Curcuma longa*, *Allium sativum*, *Citrus limon* e *Zingiber officinale* foram relatadas contra importantes patógenos de *Lycopersicon esculentum*. Os autores relataram que *Curcuma longa* foi o mais efetivo no controle dos fitopatógenos fúngicos testados, diminuindo seu crescimento micelial em 72% em *Alternaria solani* (MUTHOMI et al., 2017).

Da mesma forma, Mudyiwa et al. (2016) relataram que os decoctos de *Zingiber officinale*, *Allium cepa* e *Allium sativum* nas concentrações de 50%, 75% e 100% apresentaram inibição contra o crescimento micelial de *Alternaria solani*. Rozwalka et al. (2008) relataram que os decoctos de alecrim, gengibre, calêndula e laranja baiana demonstraram potencial de inibição sobre os isolados de *Colletotrichum gloeosporioides*. O decocto da casca de *Mimosa*

tenuiflora na concentração de $0,5 \text{ mg.mL}^{-1}$ reduziu 63% da germinação de *A. cucumerina* (BORGES et al., 2013).

2.5 Microscopia eletrônica de varredura aplicada a processos de infecção de fungos fitopatogênicos

Compreender as interações patógeno-hospedeiro, é a chave para melhorar o manejo de doenças (VIDA et al., 2004). Portanto, o estudo da interação entre fungos e plantas tem se tornado o foco de diversos grupos de pesquisa com diferentes métodos, destacando-se a utilização da microscopia (TELES; ANDREANI; FONSECA VALADARES, 2017).

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) revolucionou o estudo do mundo microscópico (ALVES et al., 2013a). Suas vantagens incluem aspecto bidimensional de imagens com alta profundidade de campo; grande aumento de magnitude de 10 a 1.000.000 vezes; rápido processamento, digitalização e aquisição de imagens; facilidade de preparação e operação da amostra e custos acessíveis (PRICE, 2002).

Com o uso da microscopia eletrônica é possível realizar trabalhos para observar o processo de infecção dos patógenos nas plantas. Bentes e Matsuoka (2005) observaram o processo de infecção de *Stemphylium solani* em plantas de tomateiro e verificaram através da microscopia eletrônica de varredura e transmissão, que o processo de infecção ocorre via estômatos e a colonização dos tecidos ocorrem no período de 24 – 36 horas. Babu et al. (2009) estudando o processo de infecção de *Alternaria ricini* em plantas de mamona observaram por meio da MEV que os conídios infectam o tecido foliar por penetração direta e estomática.

Florea e Puia (2020), relataram que os conídios de todas as espécies de *Alternaria* germinam em um tempo notavelmente curto e produzem de um a vários tubos germinativos. Estudos de MEV mostraram que o material extracelular também está associado ao tubo germinativo e apressórios de *Alternaria helianthi* em girassol (*Helianthus annuus*) (MIM; ROGERS; VAN DYKE, 1997) e *A. alternata* em tangelo (DEHPOUR; ALAVI; MAJD, 2007) e pode ter função adesiva. Outras observações microscópicas também revelaram que o fungo *A. brassicicola* penetra nas sílicas de *Arabidopsis thaliana* através de junções celulares, estômatos e no tegumento das sementes diretamente ou através de rachadura (POCHON et al., 2012).

Trabalhos ultraestruturais utilizando a microscopia eletrônica de varredura com o patógeno *A. linariae* em tomateiro, utilizando óleos essenciais, hidrolatos e decoctos são ínfimos. Até o momento, não se tem muitos estudos sobre a interferência dos óleos essenciais

e seus compostos majoritários nas atividades envolvidas no processo de infecção em fitopatógenos, especialmente em espécies de *Alternaria*. Estes estudos são necessários para o esclarecimento do efeito fungitóxico dos óleos essenciais no controle do fungo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de Execução

Os ensaios foram executados no Laboratório de Microscopia Eletrônica e Análise Ultraestrutural (LME), casa de vegetação e a casa de vegetação pertencentes ao Departamento de Fitopatologia (DFP) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), durante o ano de 2022.

3.2 Obtenção e manutenção de isolados

O isolado de *Alternaria* spp. proveniente do município de Palmeira - PR foi fornecido pela Embrapa Hortaliças e através de análise filogenética foi possível realizar a caracterização da espécie, no qual se chegou a espécie *Alternaria linariae*.

O isolado de *Alternaria linariae*, foi cultivado em meio de cultura Batata-Dextrose-Agar (BDA), em placas de Petri e mantidos no escuro a 25 °C. O isolado foi preservado pelo método de Castellani (1967) em geladeira. Para a obtenção dos conídios o fungo foi repicado para placas contendo meio de cultura farinha de aveia-ágar (AVA) em placas de Petri e mantidas para câmara incubadora BOD, a 25 °C sob luz UV contínua no período de 15 dias até a esporulação do fungo.

3.3 Coleta das espécies

A coleta do material vegetal foi realizada na região de Cerrado no município de São Miguel do Araguaia – GO nas coordenadas geográficas 13°15'58" S e 50°9' 17"W, pela manhã em dias sem precipitação.

Foram coletadas 1000 g de folhas e frutos, de seis espécies do Cerrado: *Pterodon emarginatus* Vogel (“Sucupira”), *Hymenaea courbaril* L. (“Jatobá”), *Piper aduncum* L. (“Pimenta-de-macaco”), *Eugenia dysenterica* DC. (“Cagaita”), *Cochlospermum regium* (Schrank) (“Algodãozinho do cerrado) e *Protium ovatum* (“Breu do cerrado) (Tabela 1).

Tabela 1. Espécies de plantas produtoras de óleos essenciais de acordo com a literatura, selecionados para a extração e avaliação de atividade antifúngica sobre *Alternaria linariae*.

Nome científico	Nome comum	Parte Utilizada	Referência
<i>Cochlospermum regium</i>	Algodãozinho do Cerrado	Folhas	(CARLOS PEREIRA DE MENEZES FILHO; CRUVINEL DE SOUSA; FREDERICO DE SOUZA CASTRO, 2020)
<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	Cagaita	Folhas	(SOUZA et al., 2002)
<i>Protium ovatum</i>	Breu do Cerrado	Folhas	(DE SOUSA et al., 2021)
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	Folhas	(MENEZES FILHO; OLIVEIRA FILHO; CASTRO, 2020)
<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	Sucupira	Fruto	(ALVES et al., 2013b)
<i>Piper aduncum</i> L.	Pimenta-de-macaco	Folhas	(VALADARES et al., 2018)

Fonte: Do autor (2022).

3.4 Extração dos óleos essenciais, hidrolatos e decoctos

Os óleos essenciais e hidrolatos foram obtidos por hidrodestilação pela metodologia descrita pela Farmacópeia Brasileira (2019). Folhas e frutos das espécies (1000 g) foram destiladas por 2 h em 1 L de água destilada em 100 °C em aparelho Clevenger, com rendimento de 10% para *P. emarginatus*, 7,5% para *P. aduncum*, 5% para *E. dysenterica*, 3,5% para *H. courbaril* e 1% para *C. regium*. Os óleos essenciais foram separados do hidrolato por uma micropipeta de Pasteur e ambos foram acondicionados em frascos protegidos da luz com papel alumínio e armazenados sob refrigeração devidamente identificados. O decocto foi obtido através do resultado da fervura do material vegetal após as extrações, e armazenado seguindo a mesma metodologia para os óleos essenciais e hidrolatos.

3.5 Avaliação da atividade de compostos voláteis e fixos de óleos essenciais, hidrolatos e decoctos sobre o crescimento micelial de *Alternaria linariae*

Por meio do pareamento direto foram testadas as concentrações de 1,25, 2,5 e 5% dos óleos essenciais de *Pterodon emarginatus*, *Hymenaea courbaril*, *Piper aduncum* L, *Eugenia dysenterica*, *Protium ovatum* e *Cochlospermum regium* que foram pipetadas sobre papel de filtro estéril de 5 mm de diâmetro depositado em um ponto equidistante em placas de Petri (9 cm) contendo 10 mL de meio BDA. Um disco de 5 mm de diâmetro do isolado de *A. linariae* foi retirado dos bordos das colônias com 7 dias de idade e disposto em um ponto oposto ao papel filtro, em seguida as placas foram vedadas e incubadas em BOD a 25 ± 1°C, sob fotoperíodo de 12 horas. Repetiu-se o procedimento para os hidrolatos e decoctos.

A avaliação do crescimento micelial foi realizado medindo-se dois eixos do diâmetro das colônias diariamente, até que o patógeno alcançasse a borda das placas no tratamento controle (apenas água) ou qualquer outro tratamento.

A inibição do crescimento micelial foi calculada pela fórmula de Maguire (1962), adaptada por Oliveira (1991) em que:

$$IVCM = \frac{(D - DA)}{N}$$

Onde: IVCM = índice de velocidade de crescimento micelial; D = diâmetro médio atual, Da = diâmetro médio do dia anterior e N = número de dias após a inoculação.

O cálculo da porcentagem de inibição do crescimento micelial (PIC) foi realizada a partir da fórmula de Edgington (1971) em que:

$$PIC = \frac{\text{crescimento do tratamento controle} - \text{crescimento do tratamento}}{\text{crescimento do tratamento controle}} \times 100$$

3.5.1 Avaliação da atividade de óleos essenciais, hidrolatos e decoctos sobre a germinação de conídios de *Alternaria linariae*, *in vitro*

Para a avaliação da atividade antifúngica sobre a germinação de conídios de *A. linariae*, alíquotas de 0,5 mL contendo os óleos essenciais, hidrolatos e decoctos nas concentrações já descritas anteriormente foram acrescentadas ao meio de cultura Batata-Dextrose-Broth (PDB) e depositados nos poços de placas para cultivo de tecidos (K12 – 024, KASVI®).

Para obtenção dos conídios foram adicionados 5 mL de água destilada esterilizada nas placas de Petri contendo as colônias do fungo com 15 dias de idade, em seguida foi realizada a raspagem das colônias com auxílio de uma alça de Drigalski, para remoção dos conídios. Em seguida, foi realizada a filtragem da suspensão e ajustou-se a concentração para 1×10^5 conídios/mL. Depois 0,5 mL da suspensão de conídios foram adicionados em cada poço.

Por meio do procedimento, foi necessário preparar concentrações de 1,25%, 2,5% e 5,0%, levando em consideração sua diluição na suspensão de conídios. Foram preparados 5 mL, utilizando água destilada esterilizada e Tween 80 a 1%. Foi necessário retirar 1,25 µL, 25 µL e 50 µL de água e adicionados 1,25 µL, 25 µL e 50 µL dos tratamentos respectivamente.

As placas foram incubadas em incubadora com agitação orbital (TECNAL TE-420) a $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ e 110 rpm durante 12 horas sem fotoperíodo, após esse período realizou-se a paralisação da germinação com lactoglicerol. Em microscópio de luz, foram avaliados 100

conídios em 5 poços/repetições, totalizando 500 conídios por tratamento. Os conídios que apresentaram tubo germinativo maior ou igual ao seu tamanho foram considerados germinados

3.6 Avaliação *in vivo* do efeito dos óleos essenciais, hidrolatos e decoctos no controle de *Alternaria linariae* em casa de vegetação

A avaliação *in vivo* foi conduzida em casa de vegetação, pertencente ao Departamento de Fitopatologia da UFLA. Foram selecionados 4 cultivares de tomate sendo elas: Cereja (grupo cereja), Cereja Santa Clara (grupo Santa Cruz), San Marzano (grupo italiano) e Super Marmande (grupo salada) de acordo com a disponibilidade do mercado local para serem utilizados neste teste. Utilizaram-se vasos plásticos com capacidade de 1 litro contendo substrato comercial Tropstrato HT.

Para a obtenção do inóculo, o fungo foi cultivado em meio de cultura AVA, seguindo metodologia de Marchi, Borges e Mizubuti (2006) com modificações. Quando as colônias atingiram 15 dias de idade foram adicionados 10 mL de água destilada esterilizada e lavando-se a superfície do meio, com uma alça de Drigalski realizou-se a raspagem das colônias para liberação dos conídios. A suspensão de conídios foi filtrada e ajustada para 5×10^3 conídios/mL⁻¹ (MARCHI; BORGES; MIZUBUTI, 2006).

No estágio vegetativo V12 (segundo par de folhas verdadeiras desdobradas) segundo a escala BBCH (Biologische Bundesantalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie) (RAMÍREZ et al., 2013) as folhas foram inoculadas com uma suspensão de 5×10^3 conídios.mL do isolado de *A. linariae*, usando um pulverizador manual sem controle de pressão segundo a metodologia descrita por Marchi, Borges e Mizubuti (2006). As testemunhas foram pulverizadas somente com água. Após a inoculação as mudas foram levadas para câmara de crescimento com nebulização por 24 horas, com temperatura de 25 °C, 95% de umidade e sem fotoperíodo, passado esse período as plantas foram levadas para a casa de vegetação. Cada tratamento foi avaliado em 8 plantas, com duas repetições no tempo. 48 horas antes da inoculação, foram realizadas aplicações foliares dos tratamentos dos óleos essenciais, hidrolatos e decoctos de *P. aduncum*, *C. regium* e *E. dysenterica* nas concentrações de 1,25%, 2,5% e 5,0%. Nas plantas de controle inoculado foi realizada aplicação somente de água.

Passados 7 dias (período de latência) da inoculação as plantas foram avaliadas para averiguar a área foliar infectada utilizando a escala de Vakalounakis (1983), as plantas foram avaliadas a cada três dias para determinação da área abaixo da curva de progressão da doença (AACPD) pela metodologia de Campbell e Madden, (1990).

$$\text{AACPD} = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{X_i + X_{i+1}}{2} \right) x (T_{i-1} - T_1)$$

Em que: AACPD: área abaixo da curva de progresso da doença X_i : proporção da doença na i -ésima observação T_i : tempo em dias na i -ésima observação n : número total de observações.

3.7 Delineamento experimental

Os experimentos *in vitro* foram realizados no delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), repetido uma vez no tempo, em arranjo fatorial com 8 tratamentos x 3 doses com quatro repetições sendo cada placa de Petri uma repetição. Testou-se o efeito das doses 1,25%, 2,5% e 5,0% dos óleos essenciais, hidrolatos e decoctos de *Cochlospermum regium*, *Piper aduncum*, *Protium ovatum*, *Hymenaea courbaril* L. e *Eugenia dysenterica* sobre *Alternaria linariae*.

O efeito dos tratamentos sobre a doença *in vivo* foi determinado pela área abaixo da curva de progresso da doença em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial, sendo quatro tratamentos e três doses, com quatro repetições, sendo que cada vaso representou uma repetição.

3.8 Análise de dados

Dados dos experimentos *in vitro* e *in vivo*, replicados no tempo, foram submetidos a uma análise conjunta entre as duas repetições experimentais para determinar as diferenças entre os resultados dos dois experimentos. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para avaliar a hipótese da ANOVA para o efeito da dose sobre o isolado de *Alternaria linariae* ($p = 0,05$). Nos experimentos *in vitro* e *in vivo*, as diferenças estatísticas entre os tratamentos foram comparadas pela análise fatorial de variância (ANOVA) entre tratamentos e doses, pelo teste F. Ambos experimentos foram comparados por dose e entre as 3 doses. Para cada dose, os tratamentos foram comparados pelo teste F da ANOVA e entre eles pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Todas as análises foram realizadas utilizando o pacote ExpDes.pt do software estatístico RStudio (FERREIRA et al., 2014).

3.9 Microscopia eletrônica de varredura na avaliação do efeito fungitóxico de óleo essencial, decocto e hidrolato no processo infeccioso de *Alternaria linariae* em folhas destacadas

Folhas de tomate cultivar Santa Clara, suscetível a pinta preta, foram desinfestadas superficialmente por tratamento sequencial em álcool 70% por um minuto, hipoclorito de sódio a 1% por um minuto e água destilada por um minuto em triplicata. Posteriormente foi realizada a pulverização na parte abaxial das folhas com o óleo essencial de *P. aduncum*, hidrolato de *C. regium* e decocto de *E. dysenterica* na concentração de 5% e testemunha com água destilada.

Após 48 horas da aplicação dos tratamentos foi realizada a inoculação de *A. linariae* por deposição de uma alíquota de $10 \mu\text{L}^{-1}$ de suspensão de conídios na concentração de 1×10^5 conídios. mL^{-1} em 10 pontos das folhas previamente marcadas. A alta concentração da suspensão de inóculo foi utilizada para aumentar a probabilidade de encontrar locais com eventos de infecção. Na testemunha sem inoculação foram utilizadas alíquotas de $10 \mu\text{L}^{-1}$ de água destilada. Em seguida as folhas foram mantidas em ambiente escuro cobertas com sacos de polietileno pretos, com algodão umedecido com água destilada para formar uma câmara úmida sob temperatura de $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $90\% \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$. Um total de 10 fragmentos de folhas de $4 \times 4 \text{ mm}$ foram coletados das folhas nos períodos de 0, 6, 12 e 24 horas após a inoculação (HAI).

Em cada período de coleta os fragmentos foram colocados em microtubos contendo solução de Karnovsky modificada (glutaraldeído 2,5%, paraformaldeído 2,0% em tampão cacodilato de sódio 0,05 M, pH 7,2, CaCl_2 0,001 M), para a fixação das amostras por um período de 24 horas e armazenados na geladeira. Após esse período 3 fragmentos de cada amostra foram lavadas três vezes em tampão cacodilato 0.05 M e desidratados em uma série crescente de acetona (30%, 50%, 70%, 90% e 100%) permanecendo 10 minutos em cada troca, na solução de 100% os fragmentos foram colocados 3 vezes consecutivas Posteriormente a desidratação os espécimes foram secos em aparelho de ponto crítico CPD030 da Bal-Tec. Os espécimes foram montados em suportes metálicos (*stubs*) previamente cobertos com fita de carbono dupla face e posteriormente cobertas com ouro em evaporador *Sputter Coater* SCD 050 (Bal-Tec) por 220 segundos (ALVES et al., 2013a).

Em seguida as amostras foram visualizadas em microscópio eletrônico de varredura de emissão de campo (MEV-FEG) Tescan Clara. As condições de trabalho foram de 15 Kv e distância de trabalho de 5 mm. As imagens foram preparadas utilizando o programa Corel Draw *Graphics Suite*.

4. RESULTADOS

4.1 Potencial de inibição de óleos essenciais, hidrolatos e decoctos sobre *Alternaria linariae*, *in vitro*

Os resultados da avaliação do crescimento micelial de *A. linariae* no meio contendo os óleos essenciais, decoctos e hidrolatos, estão representados na tabela 2. O crescimento micelial apresentou diferenças significativas para as concentrações e para a interação tratamento x dose para óleos essenciais, decoctos e hidrolatos.

Não houve diferença significativa para os tratamentos na concentração de 1,25%, porém o óleo essencial de algodãozinho do cerrado (*Cochlospermum regium*) apresentou a menor média entre os tratamentos. A concentração de 2,5% dos óleos essenciais apresentou menor crescimento micelial entre as doses testadas, havendo diferença significativa entre os tratamentos. O óleo essencial de algodãozinho do cerrado, cagaita (*Eugenia dysenterica*) e pimenta de macaco (*Piper aduncum*) apresentaram os menores valores médios dentro dos tratamentos, sendo o menor valor apresentado por pimenta de macaco com 12,51 mm de diâmetro. Para a concentração de 5% não houve diferença significativa entre os tratamentos, no entanto, o óleo essencial de algodãozinho do cerrado apresentou menor diâmetro de crescimento micelial com 21,26 mm.

Tabela 2. Crescimento micelial (mm) de *Alternaria linariae*, *in vitro*, em meio BDA, contendo os óleos essenciais, hidrolatos e decoctos.

Tratamentos ^{1,2}	Óleos essenciais			Hidrolatos			Decoctos		
	Doses (%)			Doses (%)			Doses (%)		
	1,25	2,5	5,0	1,25	2,5	5,0	1,25	2,5	5,0
Testemunha (BDA)	56,03 Aa ³	56,71 Ba	56,03 Aa	56,03 Ca	56,03 Aa	56,03 Ba	56,03 Ba	56,03 Aa	56,03 Ba
Algodãozinho do Cerrado	20,25 Ab	21,21 Bc	21,26 Ab	21,60 Cc	24,40 Ab	20,41 Bc	23,40 Bb	23,40 Ab	9,00 Bc
Breu do Cerrado	26,29 Ab	23,48 Bb	22,57 Ab	24,20 Cb	24,03 Ab	20,82 Bc	15,87 Bb	16,23 Ab	10,00 Bc
Cagaita	27,72 Ab	20,78 Bc	26,17 Ab	17,98 Cc	23,40 Ab	25,20 Bb	20,53 Bb	18,63 Ab	6,13 Bc
Jatobá	24,62 Ab	23,74 Bb	23,09 Ab	17,79 Cc	23,67 Ab	24,40 Bb	24,91 Bb	23,87 Ab	24,43 Bb
Sucupira	21,75 Ab	23,63 Bb	23,62 Ab	24,22 Cb	24,96 Ab	25,18 Bb	24,93 Bb	23,41 Ab	10,23 Bc
Pimenta de macaco	22,82 Ab	12,51 Bc	23,48 Ab	22,49 Cb	21,64 Ac	25,32 Bb	23,39 Bb	26,09 Ab	25,08 Bb
CV (%) ⁴	6,52			5,05			6,23		

¹ Foram realizadas seis avaliações diárias para avaliar o crescimento micelial.

² Os valores médios do crescimento micelial de *Alternaria linariae* foram obtidos pela análise conjunta de dois experimentos. Os testes de significância foram realizados a um nível de significância nominal ($p = 0,05$).

³ As médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Scott-Knott a $p \leq 0,001$. As letras maiúsculas em negrito comparam o parâmetro das doses. As letras minúsculas comparam o crescimento micelial entre as doses.

⁴ CV = coeficiente de variação pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Do autor (2022)

O crescimento micelial apresentou diferenças significativas ($p \leq 0.05$) entre as concentrações testadas para os hidrolatos, a dose de 1,25% apresentou as menores médias. Houve diferença significativa entre os hidrolatos na concentração de 1,25%. Os hidrolatos de algodãozinho do cerrado, cagaita, jatobá (*Hymenaea courbaril*) e pimenta de macaco apresentaram as menores médias, sendo a menor média apresentada por jatobá com 17,79 mm. Entre os tratamentos testados na concentração de 2,5% houveram diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que o hidrolato de pimenta de macaco apresentou menor crescimento micelial com valor médio de 21,64 mm. Houve diferenças significativas entre os tratamentos para concentração de 5%. Os hidrolatos de algodãozinho do cerrado e breu do cerrado se diferiram dos demais tratamentos testados com 20,41 e 20,81 mm de diâmetro da colônia respectivamente, em contraste a testemunha que teve 56,71 de diâmetro da colônia.

Foi possível observar diferenças significativas entre as concentrações testadas para os decoctos, sendo que, as concentrações 1,25 e 5% apresentaram menor crescimento micelial, não diferindo entre si. Não foi possível observar diferenças significativas entre os tratamentos para as doses de 1,25% e 2,5%, porém foi possível observar que o decocto de breu do cerrado apresentou as menores médias para ambas as concentrações. No entanto, foi possível observar diferença significativa para a concentração de 5%, sendo que o decocto de cagaita obteve a menor média entre todos os tratamentos.

Os resultados da avaliação do potencial de óleos essenciais, hidrolatos e decoctos na inibição do crescimento micelial de *Alternaria linariae*, *in vitro*, estão representados na tabela 3. Houve diferenças significativas pelo efeito dos tratamentos e as concentrações.

Tabela 3. Potencial de inibição (%) do crescimento micelial de *Alternaria linariae*, *in vitro* de óleos essenciais, hidrolatos e decoctos.

Tratamentos ¹	Óleos essenciais			Hidrolatos			Decoetos		
	Doses (%)			Doses (%)			Doses (%)		
	1,25	2,5	5,0	1,25	2,5	5,0	1,25	2,5	5,0
Algodãozinho do Cerrado	61,96 Ba ²	62,08 Aa	59,85 Ba	61,33 Aa	56,21 Bb	63,46 Aa	58,06 Ab	57,98 Bb	83,88 Aa
Breu do Cerrado	50,98 Ba	56,34 Aa	57,81 Ba	56,72 Ab	57,06 Ba	62,55 Aa	71,54 Ab	70,88 Bb	82,23 Aa
Cagaita	48,32 Bb	61,30 Aa	51,32 Bb	64,73 Aa	58,08 Ba	57,68 Ab	63,20 Ab	66,80 Bb	88,98 Aa
Jatobá	54,22 Ba	55,75 Aa	56,74 Bb	68,18 Aa	57,63 Ba	56,43 Ab	55,46 Aa	57,32 Ba	55,46 Ab
Sucupira	59,37 Ba	55,31 Aa	55,81 Bb	56,71 Ab	55,22 Bb	54,94 Ab	55,39 Aa	57,86 Ba	87,23 Aa
Pimenta de macaco	57,62 Ba	76,42 Aa	56,08 Bb	59,81 Aa	54,78 Bb	61,28 Aa	58,06 Aa	53,23 Ba	55,08 Ab
CV (%) ³	9,69			7,14			7,34		

¹ Os valores médios do potencial de inibição dos óleos essenciais, hidrolatos e decoctos sobre o crescimento micelial de *Alternaria linariae* foram obtidos pela análise conjunta de dois experimentos. Os testes de significância foram realizados a um nível de significância nominal ($p = 0,05$).

² As médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Scott-Knott a $p \leq 0,001$. As letras maiúsculas em negrito comparam o parâmetro das doses. As letras minúsculas comparam o crescimento micelial entre as doses.

³ CV = coeficiente de variação pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Do autor (2022).

As concentrações 1,25 e 5% apresentaram maior controle sobre o crescimento micelial do fungo, não se diferenciando entre si. O óleo essencial de algodãozinho do cerrado e sucupira apresentaram maior porcentagem de inibição na concentração de 1,25% com 61,96 e 59,37%, porém esses tratamentos não diferiram dos demais. O óleo essencial de pimenta de macaco na concentração de 2,5% apresentou-se como o melhor tratamento entre todas as doses, inibindo 76,42% o crescimento micelial de *A. linariae*. Os demais tratamentos inibiram acima de 50% o crescimento micelial do patógeno. Na avaliação da concentração de 5% foi possível observar diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que, o óleo essencial de algodãozinho do cerrado inibiu 59,85% do crescimento micelial do patógeno (Figura 1).

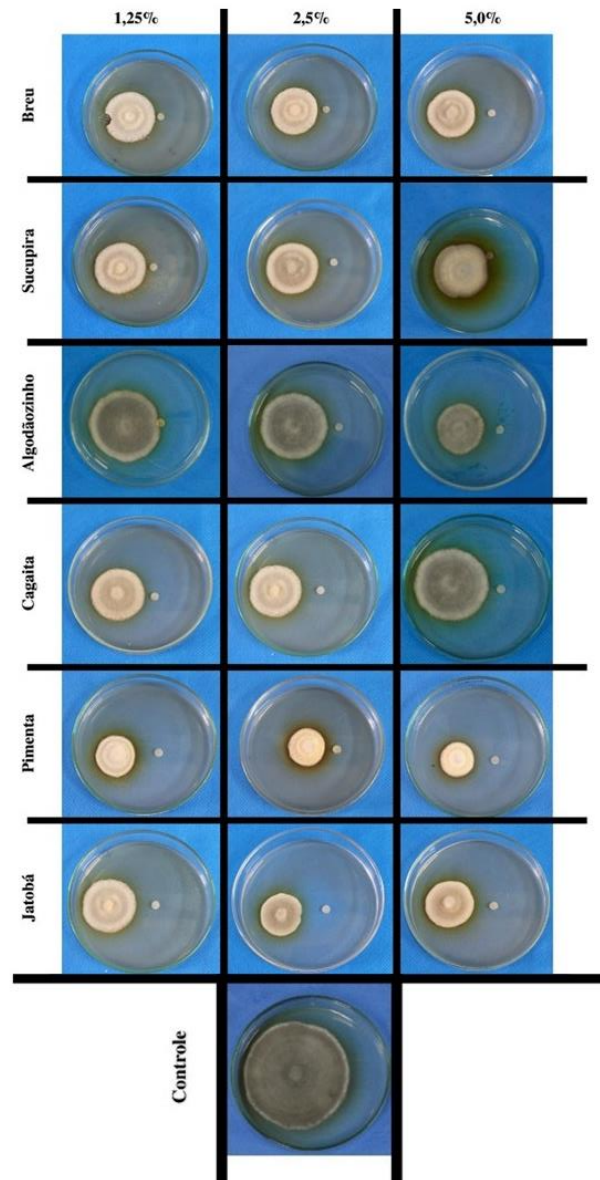


Figura 1. Crescimento micelial *in vitro* do fungo *Alternaria linariae*, em meio de cultura BDA contendo vários óleos essenciais em diferentes concentrações.

Houve diferença significativa entre as concentrações testadas para hidrolatos, a concentrações de 1,25% e 5% apresentaram as maiores médias na porcentagem de inibição entre as concentrações testadas. A concentração de 1,25% apresentou diferença significativa entre os tratamentos, o hidrolato de jatobá diminuiu o crescimento micelial em 68,18%, os demais tratamentos inibiram o crescimento micelial mais que 50%. O hidrolato de cagaita na concentração de 2,5% inibiu 58,08%, sendo a maior porcentagem de inibição entre os tratamentos para essa concentração. Na concentração de 5% o hidrolato de algodãozinho do cerrado, breu do cerrado e pimenta de macaco apresentaram as maiores médias na inibição do

crescimento micelial, com 63,46, 62,55 e 61,28%, havendo diferença estatística dos demais tratamentos (Figura 2).

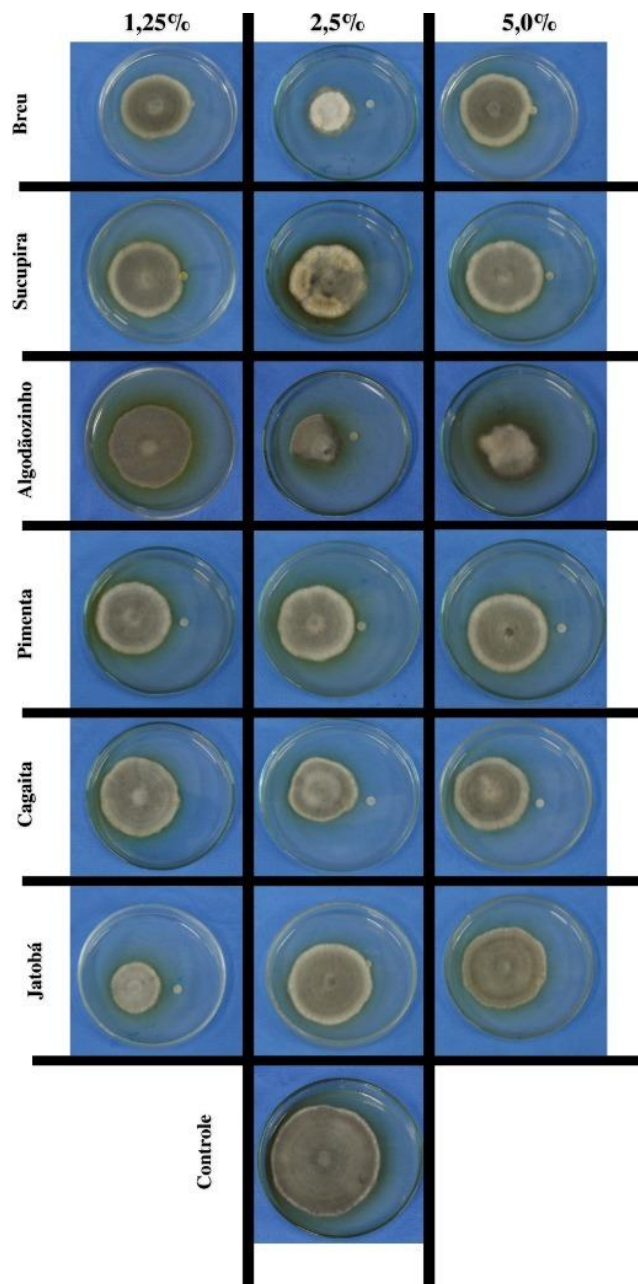


Figura 2. Crescimento micelial *in vitro* do fungo *Alternaria linariae*, em meio de cultura BDA contendo vários hidrolatos em diferentes concentrações.

Houve diferença significativa entre as concentrações testadas para o decocto no potencial de inibição do crescimento micelial. O decocto de breu do cerrado obteve a maior média da porcentagem de inibição entre os tratamentos na concentração de 1,25%. Na concentração de 2,5% os decoctos de breu do cerrado e cagaita apresentaram as maiores porcentagens de inibição com 70,88 e 60,88% respectivamente. Na concentração de 5% houve a maior porcentagem de inibição entre as concentrações estudadas, com as maiores médias

observadas para cagaita, sucupira e algodãozinho do cerrado com 88,98%, 82,23 e 83,88% de inibição do crescimento micelial do patógeno, respectivamente (Figura 3).

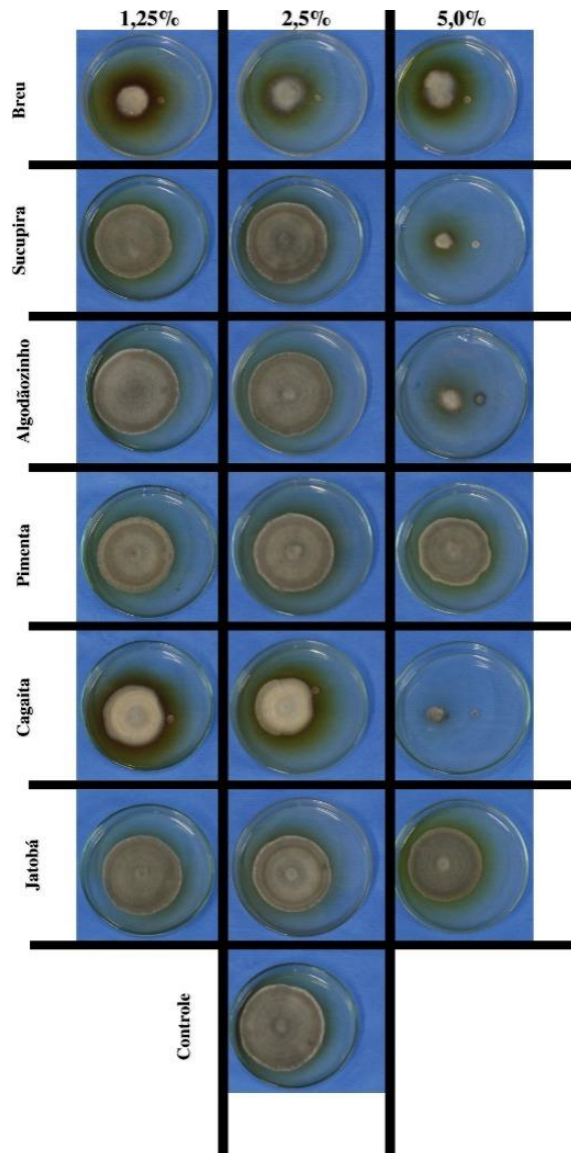


Figura 3. Crescimento micelial *in vitro* do fungo *Alternaria linariae*, em meio de cultura BDA contendo vários decoctos em diferentes concentrações.

Todas as concentrações dos óleos essenciais, reduziram o índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) de *A. linariae* (Tabela 4). Não houve diferença no IVCM de *A. linariae* entre as doses testadas, porém foi possível observar diferenças entre os tratamentos. O óleo essencial de pimenta de macaco nas concentrações de 1,25%, 2,5 e 5% demonstrou o menor IVCM entre os tratamentos diferindo dos demais. Todos os óleos essenciais testados neste trabalho obtiveram IVCM consideravelmente menor que o tratamento controle.

Os hidrolatos não apresentaram diferenças significativas para as doses, porém houve diferença entre os tratamentos. Algodãozinho do cerrado e pimenta de macaco obtendo o menor IVCN para a concentração de 1,25%. O hidrolato de breu do cerrado na concentração de 2,5% demonstrou o menor IVCN entre os tratamentos e na concentração de 5% os hidrolatos de sucupira e pimenta de macaco demonstraram o menor IVCN. As concentrações apresentaram diferenças significativas para os decoctos e para os tratamentos. A concentração de 1,25% apresentou o menor IVCN entre as doses. Os decoctos de cagaita, jatobá e sucupira apresentaram o menor IVCN.

Tabela 4. Índice de velocidade do crescimento micelial de *Alternaria linariae*, *in vitro* de óleos essenciais, hidrolatos e decoctos.

Tratamentos ¹	Óleos essenciais			Hidrolatos			Decoctos		
	Doses (%)			Doses (%)			Doses (%)		
	1,25	2,5	5,0	1,25	2,5	5,0	1,25	2,5	5,0
Testemunha (BDA)	49,56 Aa ²	49,56 Aa	49,56 Aa	49,56 Aa	49,56 Aa	49,56 Aa	49,56 Ba	49,56 Aa	49,56 Aa
Algodãozinho do Cerrado	19,88 Ab	19,88 Ab	18,38 Ab	17,87 Ac	24,60 Ab	26,02 Ac	36,62 Ba	24,50 Ac	15,29 Ab
Breu do Cerrado	16,18 Ab	17,47 Ab	18,82 Ab	40,79 Ab	25,43 Ac	38,90 Aa	25,16 Bb	26,15 Ab	14,49 Ac
Cagaita	12,14 Ab	13,41 Ab	15,99 Ab	39,83 Ab	39,48 Ab	38,93 Aa	10,79 Bc	28,28 Ab	33,17 Aa
Jatobá	17,17 Ab	16,25 Ab	16,60 Ab	39,65 Ab	38,95 Ab	37,96 Ab	24,33 Bb	40,29 Aa	38,24 Aa
Sucupira	15,93 Ab	16,83 Ab	16,38 Ab	42,01 Ab	40,86 Ab	35,85 Ab	7,05 Bc	39,57 Aa	35,28 Aa
Pimenta de macaco	9,89 Ac	8,77 Ac	15,07 Ab	25,98 Ac	38,60 Ab	24,63 Ac	40,01 Ba	30,55 Ab	42,22 Aa
CV (%) ³	11,16			7,84			12,05		

¹ Os valores médios do IVCN dos óleos essenciais, hidrolatos e decoctos sobre o crescimento micelial de *Alternaria linariae* foram obtidos pela análise conjunta de dois experimentos. Os testes de significância foram realizados a um nível de significância nominal ($p = 0,05$).

² As médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Scott-Knott a $p \leq 0,001$. As letras maiúsculas em negrito comparam o parâmetro das doses. As letras minúsculas comparam o crescimento micelial entre as doses.

³ CV = coeficiente de variação pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Do autor (2022).

Não houve diferença significativa entre as concentrações testadas para os óleos essenciais e hidrolatos (Tabela 5). O óleo essencial de pimenta de macaco apresentou a maior porcentagem de inibição nas três concentrações utilizadas neste trabalho, com a maior porcentagem de inibição de 84,56%. O hidrolato de algodãozinho na dose 1,25% apresentou 68,52% de inibição sendo a maior porcentagem entre os tratamentos. Na concentração de 5% apresentou a maior porcentagem de inibição do IVCN com o tratamento de cagaita com 84,33%.

Tabela 5. Porcentagem de inibição do índice de velocidade do crescimento micelial de *Alternaria linariae*, *in vitro* em meio BDA, contendo óleos essenciais, hidrolatos e decoctos.

Tratamentos ¹	Óleos essenciais			Hidrolatos			Decoctos		
	Doses (%)			Doses (%)			Doses (%)		
	1,25	2,5	5,0	1,25	2,5	5,0	1,25	2,5	5,0
Algodãozinho do Cerrado	59,51 Aa ²	59,51 Aa	62,15 Aa	68,52 Aa	56,66 Ab	54,17 Ab	76,61 Ba	79,86 Ca	75,95 Aa
Breu do Cerrado	66,85 Aa	69,14 Aa	70,35 Aa	28,16 Ab	31,50 Ab	54,70 Aa	60,27 Bc	75,47 Cb	80,46 Aa
Cagaita	78,60 Aa	76,38 Aa	70,45 Ab	29,83 Aa	30,46 Aa	31,45 Aa	74,37 Bb	73,37 Cb	84,33 Aa
Jatobá	69,76 Aa	69,45 Aa	71,38 Aa	30,17 Aa	31,40 Aa	33,17 Aa	56,42 Bb	60,81 Ca	38,22 Ac
Sucupira	71,95 Aa	70,36 Aa	69,85 Aa	26,01 Ab	28,06 Ab	36,87 Aa	57,72 Ba	30,36 Cb	58,10 Aa
Pimenta de macaco	78,76 Aa	84,56 Aa	72,10 Ab	54,26 Aa	32,03 Ab	56,63 Aa	71,08 Bb	57,28 Cc	74,98 Aa
CV (%) ³	7,74			13,81			4,95		

¹ Os valores médios do potencial de inibição dos óleos essenciais, hidrolatos e decoctos sobre o índice de velocidade do crescimento micelial de *Alternaria linariae* foram obtidos pela análise conjunta de dois experimentos. Os testes de significância foram realizados a um nível de significância nominal ($p = 0,05$).

² As médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Scott-Knott a $p \leq 0,001$. As letras maiúsculas em negrito comparam o parâmetro das doses. As letras minúsculas comparam o crescimento micelial entre as doses.

³ CV = coeficiente de variação pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Do autor (2022).

Houve diferença significativa entre as concentrações testadas para os óleos essenciais para germinação de *A. linariae* (Tabela 6). Os óleos essenciais de pimenta de macaco e algodãozinho do cerrado apresentaram menor porcentagem de germinação entre os tratamentos e entre as doses com 16,50 e 21,37% respectivamente. Houve uma redução no percentual de germinação na maior concentração dos óleos essenciais.

Tabela 6. Porcentagem de germinação de *Alternaria linariae*, *in vitro*, sob efeito de óleos essenciais, hidrolatos e decoctos.

Tratamentos ¹	Óleos essenciais			Hidrolatos			Decoctos		
	Doses (%)			Doses (%)			Doses (%)		
	1,25	2,5	5,0	1,25	2,5	5,0	1,25	2,5	5,0
Testemunha (BDA)	99 Aa	100 Aa	100 Ba	97,25 Aa	97,25 Aa	97,25 Aa	97,25 Aa	97,25 Ba	97,25 Aa
Algodãozinho do Cerrado	22,50 Ab	21,37 Ac	23,62 Bc	14,87 Ac	13,00 Ab	14,25 Ab	20,75 Ab	21,12 Bb	15,00 Ab
Breu do Cerrado	46,50 Aa	41,50 Ab	28,25 Bc	38,12 Ab	34,87 Aa	36,25 Aa	28,62 Ab	20,50 Bb	21,37 Ab
Cagaita	48,75 Aa	47,50 Ab	33,50 Bc	46,00 Aa	47,12 Aa	46,00 Aa	29,37 Aa	21,00 Bb	31,00 Aa
Jatobá	66,12 Aa	62,50 Aa	38,62 Bc	52,87 Aa	61,25 Aa	58,17 Aa	37,00 Aa	21,87 Bb	38,00 Aa
Sucupira	71,87 Aa	72,87 Aa	62,50 Ba	57,25 Aa	52,37 Aa	50,50 Aa	43,20 Aa	20,00 Bb	48,50 Aa
Pimenta de macaco	16,50 Ab	16,75 Ac	18,62 Bc	10,50 Ac	10,75 Ab	13,87 Ab	26,62 Aa	17,50 Bb	17,12 Ab
CV (%) ³	7,11			11,52			12,30		

¹ Os valores médios do potencial de inibição dos óleos essenciais, hidrolatos e decoctos sobre o índice de velocidade do crescimento micelial de *Alternaria linariae* foram obtidos pela análise conjunta de dois experimentos. Os testes de significância foram realizados a um nível de significância nominal ($p = 0,05$).

² As médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Scott-Knott a $p \leq 0,001$. As letras maiúsculas em negrito comparam o parâmetro das doses. As letras minúsculas comparam o crescimento micelial entre as doses. ³ CV = coeficiente de variação pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Do autor (2022).

Não houve diferença estatística entre os tratamentos para a germinação entre as doses e os tratamentos para os hidrolatos testados, porém houve uma diminuição da porcentagem de germinação. Os hidrolatos de pimenta de macaco e algodãozinho do cerrado apresentaram a menor porcentagem de germinação com 10,50 % para a concentração de 1,25% para pimenta de macaco e 13% dos conídios germinados para algodãozinho do cerrado com a concentração de 2,5% (Tabela 6). Houve diferença significativa para as concentrações testadas para os decoctos (Tabela 6). O decocto de algodãozinho do cerrado apresentou as menores médias nas porcentagens de germinação em todas as concentrações testadas.

4.2 Atividade antifúngica de óleos essenciais, hidrolatos e decoctos sobre *Alternaria linariae*, *in vivo*

Todas as cultivares utilizadas neste experimento apresentaram sintomas de pinta preta aos 4 dias após a inoculação (DAI).

A cultivar San Marzano tratada com óleos essenciais manteve a área abaixo da curva de progresso da doença abaixo (AACPD) de até 47,81, significativamente menor que AACPD da testemunha que apresentou 453,79 (Figura 4). Na concentração de 1,25% houve diferença entre a AACPD para os óleos essenciais testados, nota-se que houve uma diminuição em comparação com a testemunha. O óleo essencial de algodãozinho do cerrado apresentou as menores médias da AACPD com 6,18, seguido do tratamento com pimenta de macaco que apresentou média de 9. A utilização dos decoctos apresentou uma maior severidade da doença o que culminou no aumento da AACPD, em relação aos tratamentos com óleos essenciais (Figuras 4 e 5). Houve diferenças entre as concentrações testadas em que a dose de 2,5% apresentou as menores médias para a AACPD. O decocto de cagaita apresentou a menor média de AACPD com 79,50 em comparação com a testemunha que apresentou AACPD de 453,79 (Figuras 4 e 5).

A utilização da maior concentração para hidrolatos levou a diminuição da severidade da doença e conseqüentemente menor AACPD. O hidrolato de pimenta de macaco apresentou média de 7,87 da AACPD enquanto que a testemunha apresentou média de 453,79 (Figuras 4 e 5).

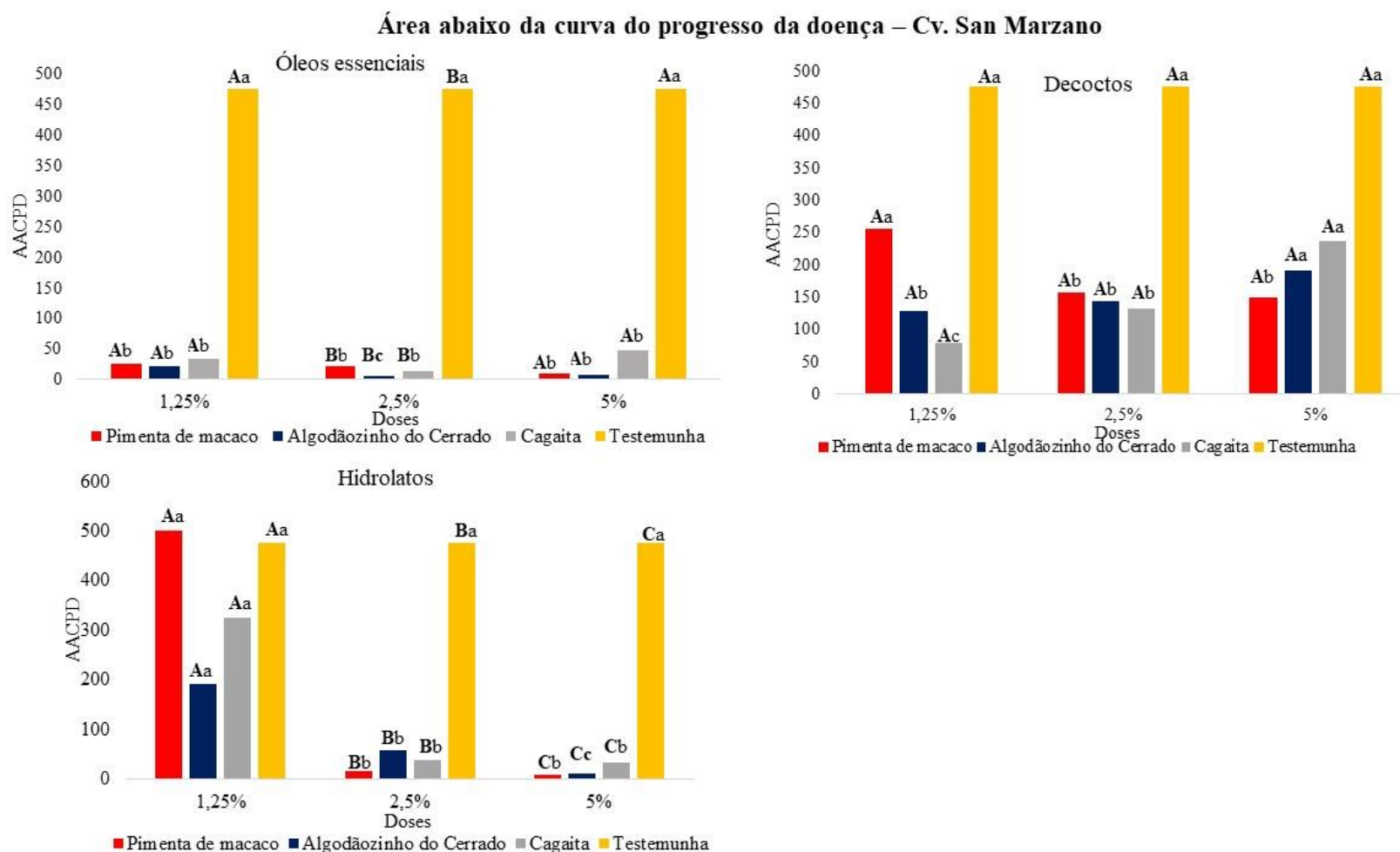


Figura 4. Área abaixo da curva de progresso da doença 20 DAI para plantas de tomate cv. San Marzano tratadas com óleos essenciais, decoctos, e hidrolatos de várias plantas do cerrado. As médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Scott-Knott a $p \leq 0,001$. As letras maiúsculas em negrito comparam o parâmetro das doses. As letras minúsculas comparam o crescimento micelial entre as doses.

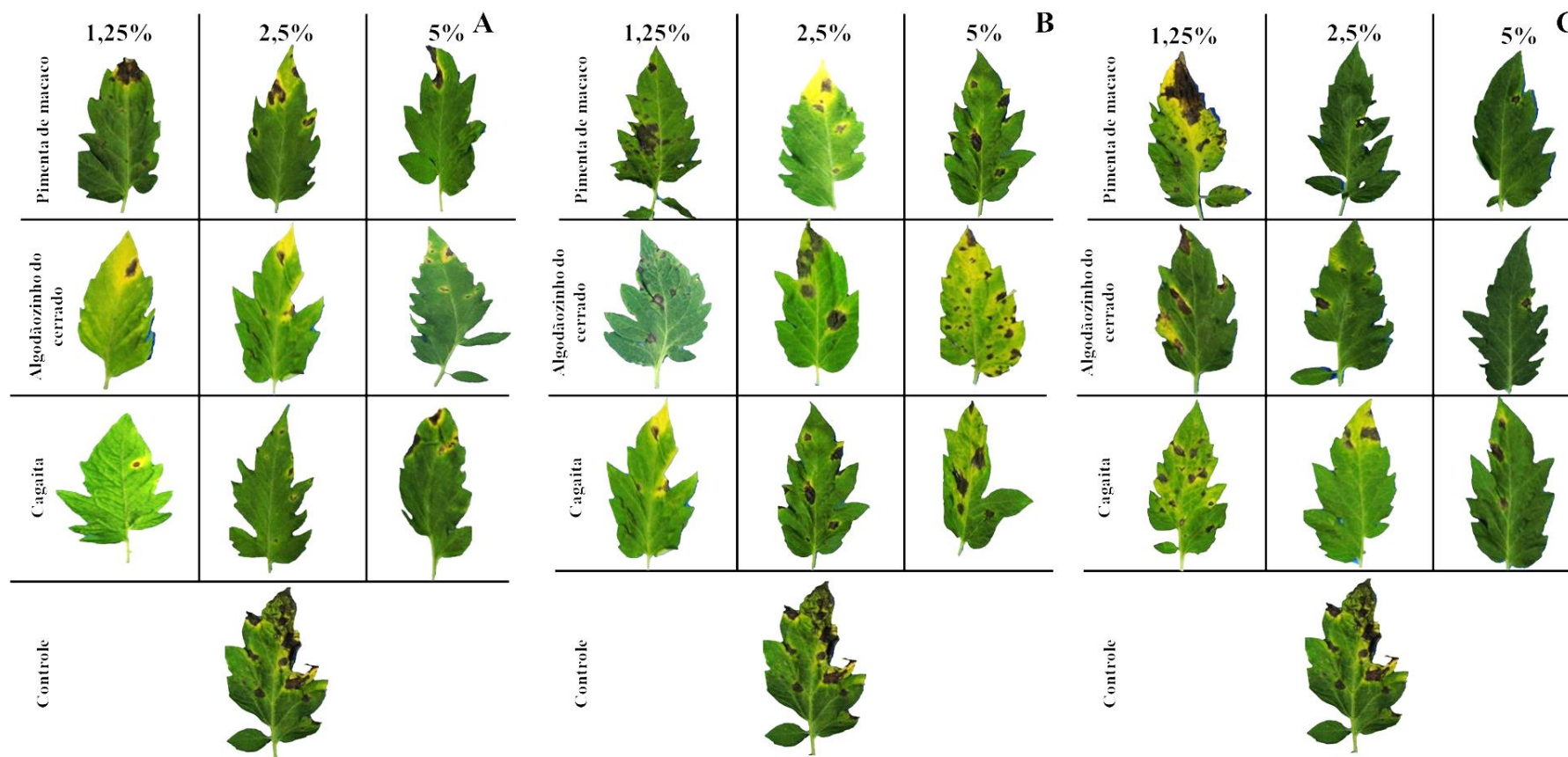


Figura 5. Severidade da pinta preta em folíolos de tomate tratados com óleos essenciais (A), decoços (B) e hidrolatos (C) nas concentrações de 1,25, 2,5 e 5%.

A AACPD para a cv. Santa Clara apresentou diferenças significativas para as concentrações dos hidrolatos, decoctos e óleos essenciais. O aumento da concentração diminuiu a severidade da doença em todos os tratamentos (Figuras 6 e 7). A utilização do óleo essencial de pimenta de macaco na concentração de 5%, inibiu totalmente o aparecimento da doença em condições de casa de vegetação.

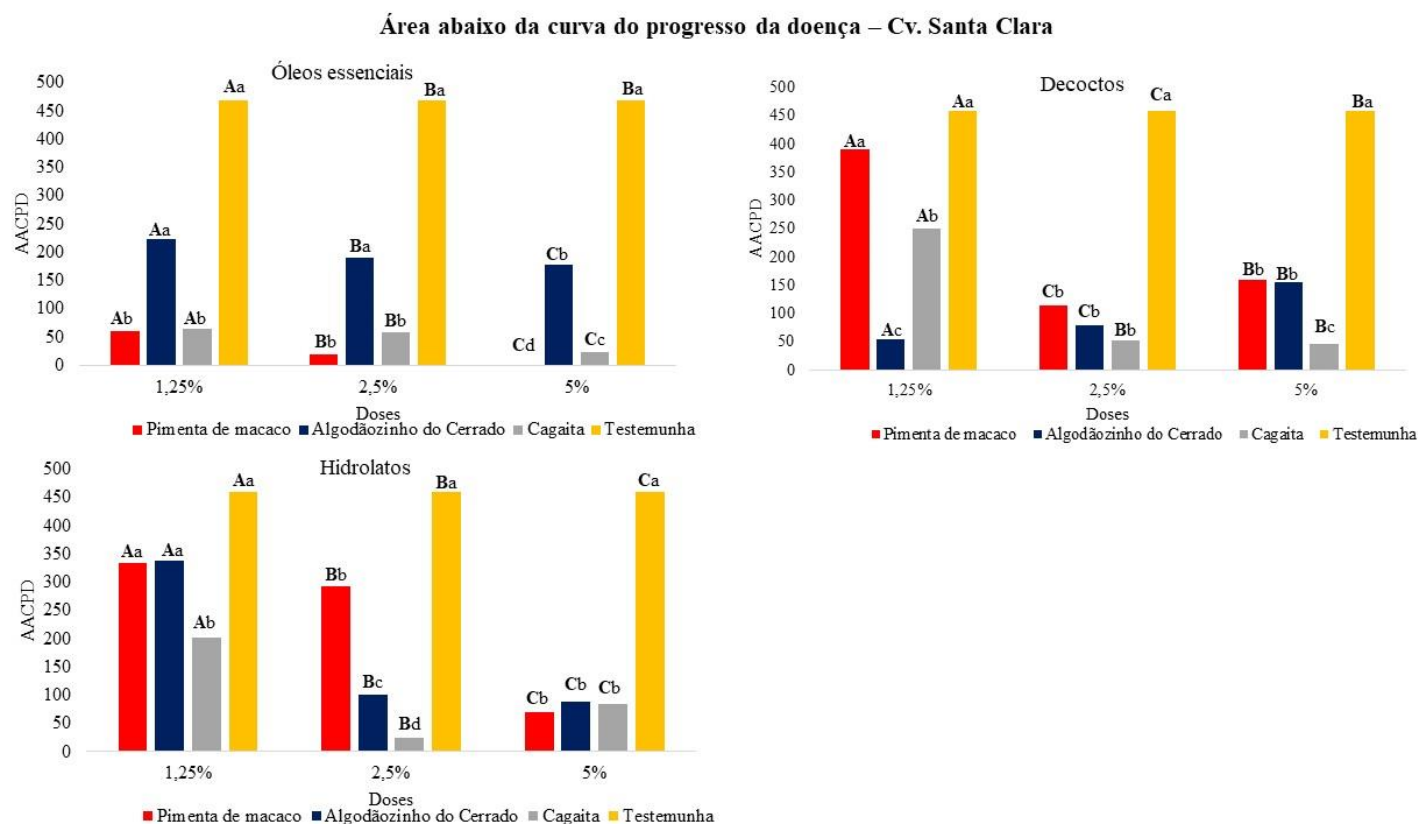


Figura 6. Área abaixo da curva de progresso da doença 20 DAI para plantas de tomate cv. San Marzano tratadas com óleos essenciais, decoctos, e hidrolatos de várias plantas do cerrado. As médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Scott-Knott a $p \leq 0,001$. As letras maiúsculas em negrito comparam o parâmetro das doses. As letras minúsculas comparam o crescimento micelial entre as doses.

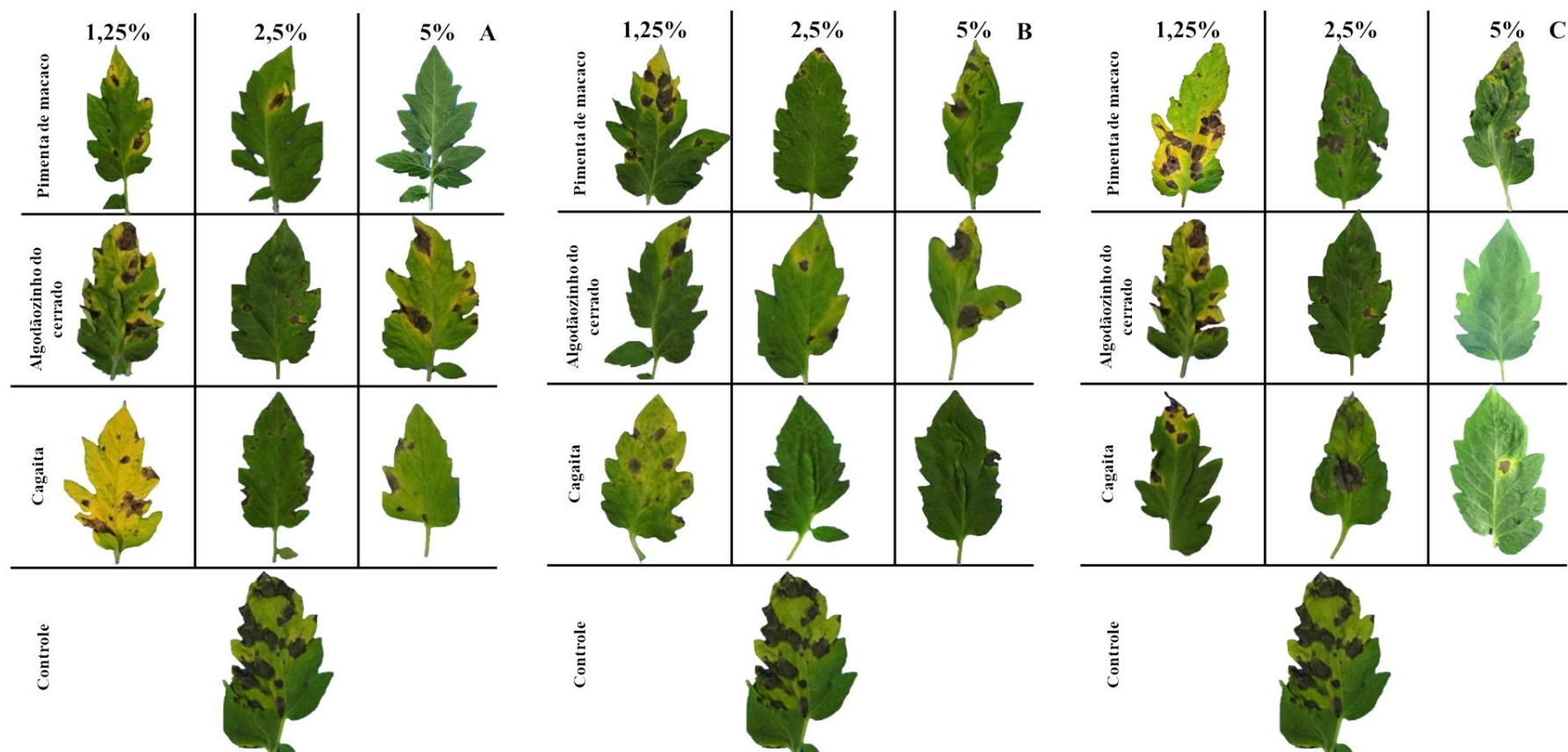


Figura 7. Severidade da pinta preta em folíolos de tomate tratados com óleos essenciais (A), decoctos (B) e hidrolatos (C) nas concentrações 1,25, 2,5 e 5%.

O decocto de algodãozinho do cerrado na concentração de 1,25% levou a menor severidade e conseqüentemente menor AACPD entre os decoctos testados. O aumento da dose da concentração dos hidrolatos levou a menor AACPD entre todos os tratamentos. O hidrolato de cagaita na concentração de 2,5% levou à menor AACPD acumulada de 25 uma redução considerável da doença quando comparado com a testemunha que teve a AACPD de 458,33.

Houve diferenças significativas para as concentrações de hidrolatos e óleos essenciais para a AACPD da cv. Super Marmande (Figura 8 e 9). Os óleos essenciais utilizados neste trabalho levaram a uma diminuição da AACPD em todas as concentrações testadas. O menor valor de AACPD foi encontrado para o óleo essencial de pimenta de macaco com intensidade acumulada em 0,565, uma considerável redução no progresso da doença em comparação com a testemunha que foi de 468,95.

Não houve diferenças significativas entre as concentrações utilizadas para os tratamentos com decoctos, havendo somente diferença entre os tratamentos, porém a concentração de 2,5% diminuiu o progresso da doença entre os tratamentos. O decocto de algodãozinho de cerrado na concentração de 1,25% obteve a menor AACPD entre os tratamentos. O decocto de algodãozinho na concentração de 2,5% obteve a menor AACPD entre os tratamentos com 13,31. Na concentração de 5% o decocto de pimenta de macaco obteve a menor média da AACPD com 27,18.

Houve diferenças significativas entre as concentrações e tratamentos testadas para hidrolatos. O hidrolato de algodãozinho do cerrado na menor concentração testada apresentou a menor AACPD com 25,31 diferindo dos demais tratamentos. Na concentração mediana (2,5%) o hidrolato de algodãozinho do cerrado apresentou o menor progresso acumulado com 18,56, não se diferindo do hidrolato de cagaita. A utilização do hidrolato de cagaita na concentração de 5% apresentou a menor média entre os tratamentos avaliados com AACPD de 8,0625 em comparação com a testemunha que obteve a AACPD de 468,95.

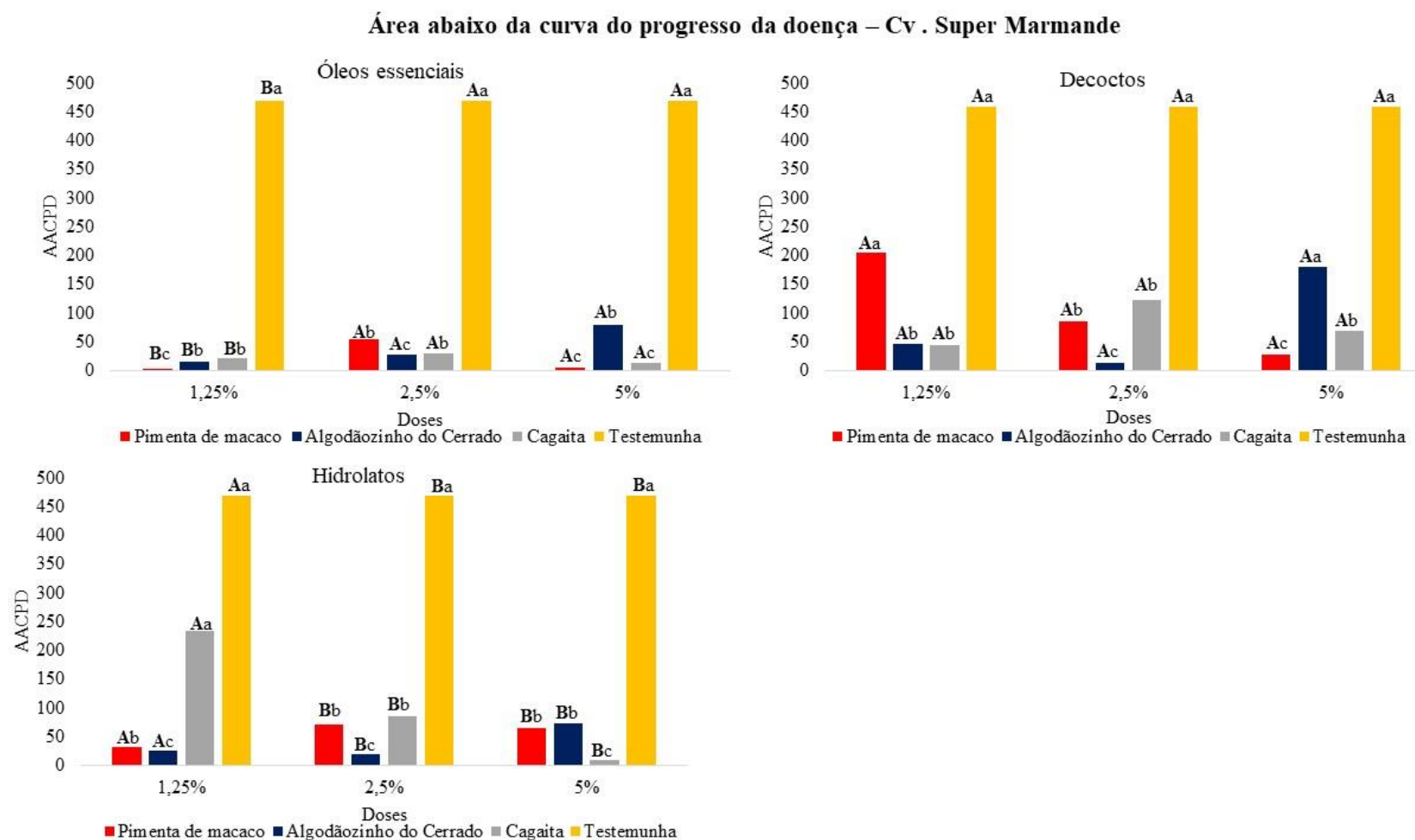


Figura 8. Área abaixo da curva de progresso da doença 20 DAI para plantas de tomate cv. Super Marmande tratadas com óleos essenciais, decoctos, e hidrolatos de várias plantas do cerrado. As médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Scott-Knott a $p \leq 0,001$. As letras maiúsculas em negrito comparam o parâmetro das doses. As letras minúsculas comparam o crescimento micelial entre as doses

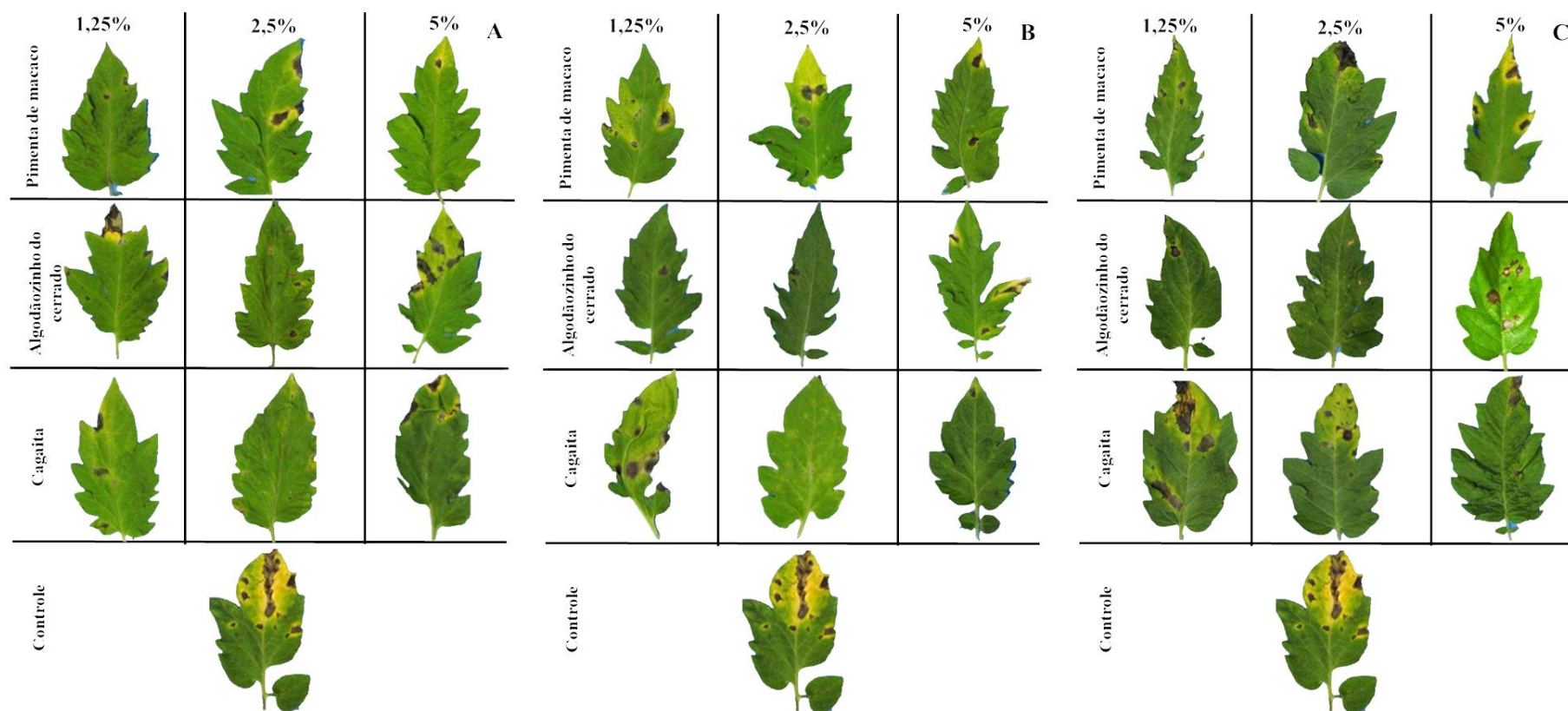


Figura 9. Severidade da pinta preta em folíolos de tomate tratados com óleos essenciais (A), decoctos (B) e hidrolatos (C) nas concentrações de 1,25, 2,5 e 5%.

Houve diferença significativa entre as concentrações para óleos essenciais e decoctos, não sendo observada diferença para hidrolatos para a cv. Cereja (Figuras 10 e 11). Os óleos essenciais em todas as concentrações diminuíram a AACPD em relação a testemunha. As plantas que receberam tratamento com óleo essencial de pimenta de macaco na concentração de 1,25% obtiveram menor valor da AACPD entre os tratamentos com 5,81.

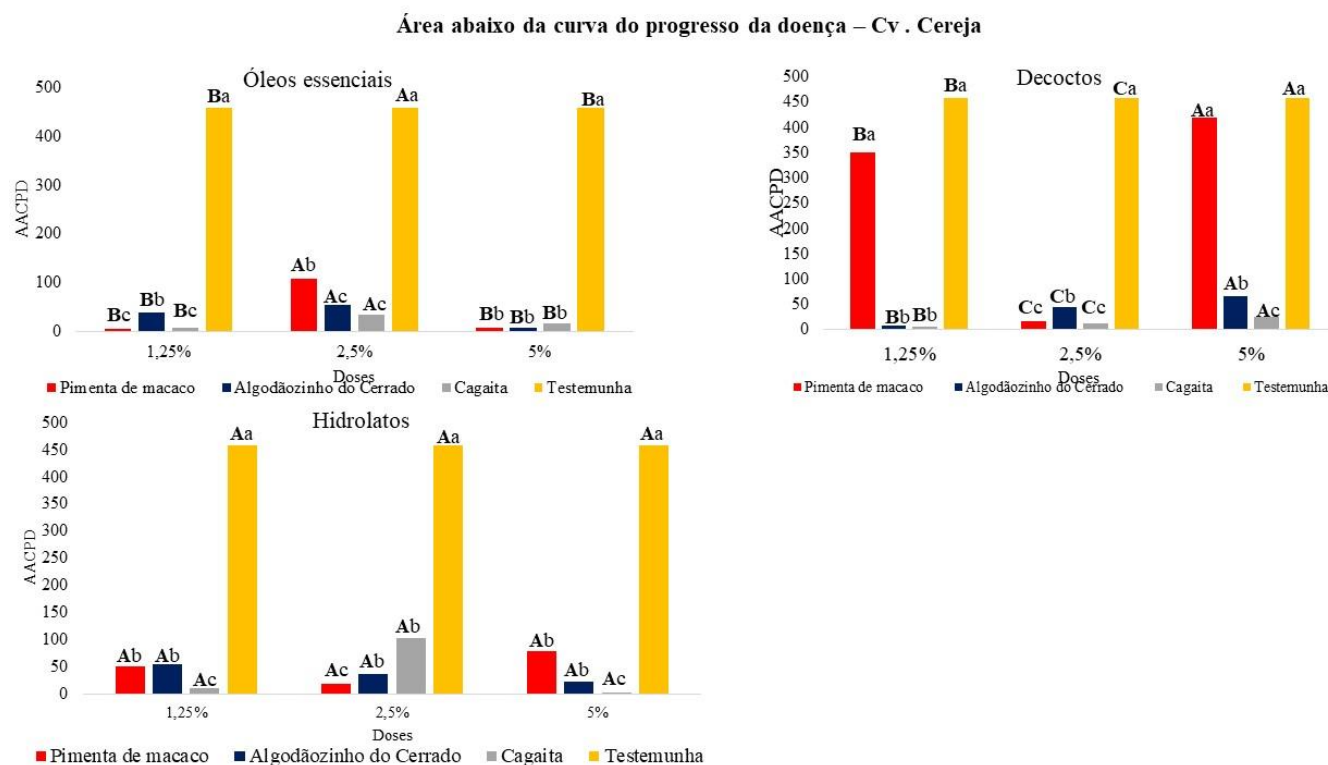


Figura 10. Área abaixo da curva de progresso da doença 20 DAI para plantas de tomate cv. Cereja tratadas com óleos essenciais, decoctos, e hidrolatos de várias plantas do cerrado. As médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Scott-Knott a $p \leq 0,001$. As letras maiúsculas em negrito comparam o parâmetro das doses. As letras minúsculas comparam o crescimento micelial entre as doses.

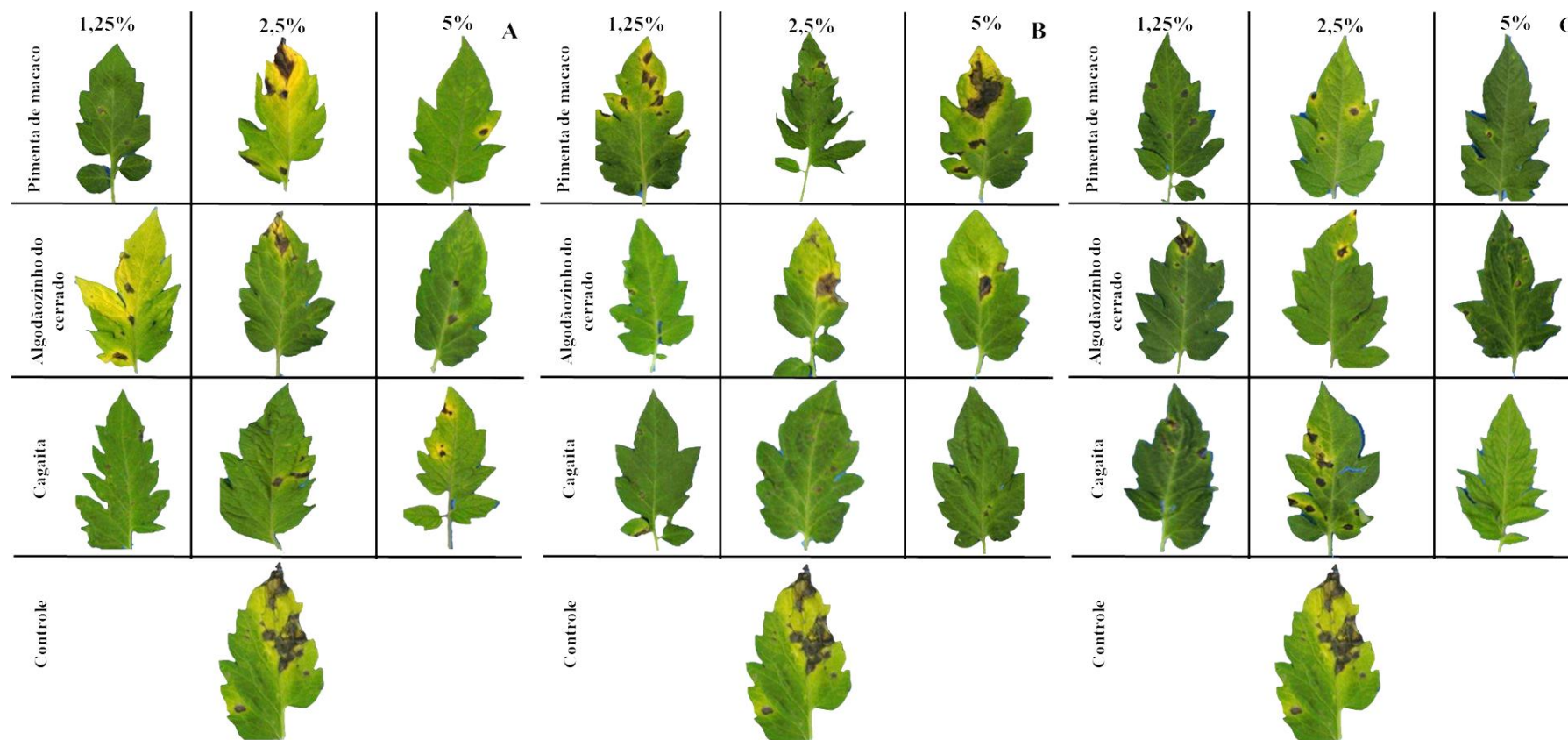


Figura 11. Severidade da pinta preta em folíolos de tomate tratados com óleos essenciais (A), decoctos (B) e hidrolatos (C) nas concentrações de 1,25, 2,5 e 5%.

A utilização dos decoctos de cagaita e algodãozinho do cerrado levaram a uma diminuição da doença em comparação com os outros tratamentos nas três concentrações. A utilização do decocto de pimenta de macaco nas concentrações de 1,25 e 5% levaram a um aumento na AACPD da doença, não diferindo da testemunha. O menor valor da AACPD foi observado no tratamento de cagaita a 1,25% com valor de 5,81. O uso de hidrolatos nas três concentrações não apresentou diferenças significativas entre as doses. O hidrolato de cagaita teve a AACPD de 3,18 em comparação com a testemunha que obteve em 476,11. Todos os hidrolatos utilizados neste experimento para a cv. Cereja, reduziram o aparecimento da doença em comparação com a testemunha.

4.3 Avaliação do efeito fungitóxico de óleo essencial, decocto e hidrolato no processo infeccioso de *Alternaria linariae* em folhas destacadas, através da microscopia eletrônica de varredura

Os conídios de *A. linariae* no tratamento controle germinaram sobre a superfície das folhas de tomate a partir das 6 horas após a inoculação, aumentando às 12 h, atingindo o máximo às 24 h após a inoculação (hai) e produziram, na sua maioria, vários tubos germinativos (Figura 11 A,B,C e D). Os tubos germinativos cresceram em várias direções e não eram orientados em direção aos estômatos. Não foi observada a formação de apressório.

A aplicação do óleo essencial de pimenta de macaco levou ao rompimento dos tubos germinativos dos conídios de *A. linariae* 12 hai (Figura 11 F) além de atrasar a germinação dos conídios em comparação com a testemunha. Os conídios apresentaram deformações morfológicas as 24 hai (Figura 12G). Os conídios de *A. linariae* germinaram 6 hai no tratamento contendo decocto de cagaita (Figura 12H). As 12 hai foi observada a formação de tubos germinativos somente para dois lados (Figura 12I). As 24 hai foi observado deformações morfológicas dos tubos germinativos de *A. linariae* (Figura 12J). Não foi possível observar germinação dos conídios ao longo dos períodos de avaliação para o hidrolato de algodãozinho do cerrado (Figura 12K,L e M).

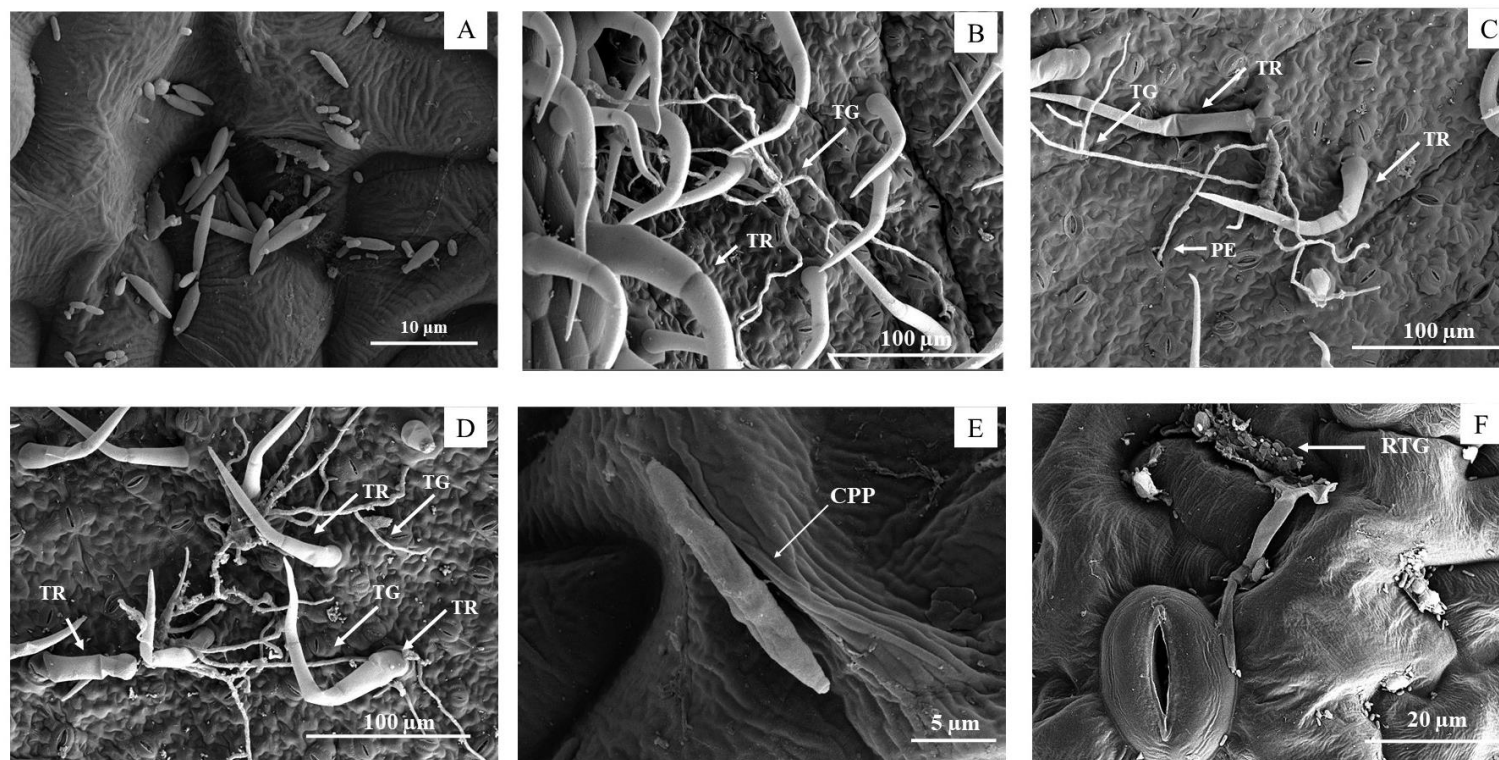


Figura 11. Eletromicrografias de varredura da parte abaxial de folhas de tomate inoculadas com *A. linariae*. A, B, C: Conídios 0, 6, 12 e 24 horas após a inoculação (testemunha); E: Conídio apresentando murchamento 6 horas após a inoculação contendo óleo essencial de pimenta; F: Rompimento do tubo germinativo e extravasamento do conteúdo celular em tratamento contendo óleo essencial de pimenta de macaco 12 hai. Setas indicam: Tg: tubo germinativo; Tr: tricomas; Cpp: conídio de pinta preta; Rtg: rompimento do tubo germinativo; PE: penetração por estômato.

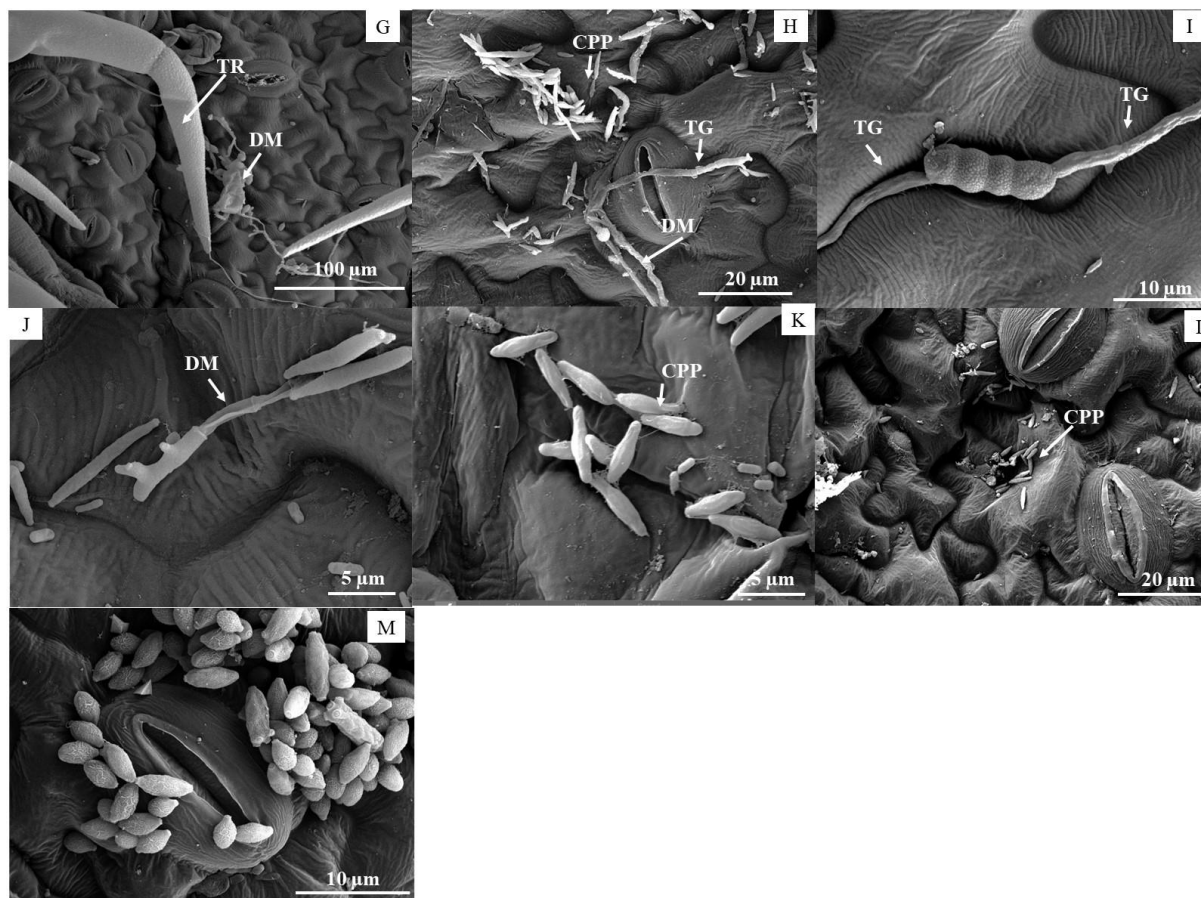


Figura 9. Eletromicrografias de varredura da parte abaxial de folhas de tomate inoculadas com *A. linariae*. G: Conídio apresentando deformação morfológica 24 horas após a inoculação contendo óleo essencial de pimenta de macaco; H: Conídios germinados e tubo germinativo apresentando rompimento e deformação morfológica 6 horas após a inoculação contendo decocto de cagaita; I: Conídios germinados após 12 horas de inoculação contendo decocto de cagaita; J: Conídios e tubos germinativos apresentando deformação morfológica 24 horas após a inoculação contendo decocto de cagaita; K, L e M: Conídios não germinados 6, 12 e 24 h após a inoculação contendo o hidrolato de algodãozinho do cerrado. Setas indicam: Tg: tubo germinativo; Tr: tricomas; Cpp: conídio de pimenta preta; Dm: deformação morfológica.

5. DISCUSSÃO

Neste estudo, os ensaios *in vitro* para as atividades antifúngicas de seis óleos essenciais no crescimento micelial de *Alternaria linariae*, mostraram que, os óleos essenciais de algodãozinho do cerrado, pimenta de macaco e cagaita foram os mais eficazes. O crescimento micelial de *A. linariae* foi inibido em mais de 70% pela aplicação de pimenta de macaco em concentração moderada. Rezabala (2022), testando os óleos essenciais de tomilho e capim-limão observou 100% da inibição no crescimento micelial de *A. linariae* na concentração de 2000 ppm para ambos os óleos essenciais. Nascimento et al. (2008) relataram a inibição de *A. alternata* pela utilização do óleo essencial de *Piper hispidinervum*, com inibição do crescimento micelial de 100% na concentração de 1000 mg.L⁻¹. Zacaroni et al. (2009), estudando o potencial fungitóxico do óleo essencial de *Piper hispidinervum* sobre *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium oxysporum* e *Colletotrichum gloeosporioides*, verificaram inibição do crescimento micelial dos patógenos nas concentrações de 200, 500, 1000, 1500 e 2000 µg.mL sobre todos os patógenos.

A ação antifúngica de *P. aduncum* foi relatada em diversos fitopatógenos como *Lasiodiplodia theobromae* (DE MENEZES CRUZ et al., 2012), *Sclerotinia sclerotiorum* (VALADARES et al., 2018) e *Rhizopus oryzae* (ALMEIDA et al., 2018). O óleo essencial de pimenta de macaco (*Piper aduncum*) apresenta atividade antifúngica por possuir dilapiol em sua composição química. Além disso, os principais constituintes químicos piperitona, terpinen-4-ol, β-cariofileno, α-humuleno, germacreno-D e miristicina, encontrados nos óleos essenciais de *P. aduncum*, juntamente com dilapiol, podem explicar a promissora atividade antifúngica observada por este estudo, uma vez que esses compostos já tiveram suas atividades antifúngicas bem descritas na literatura (BENMANSOUR et al., 2016; FRANCESCATO et al., 2007).

O óleo essencial das folhas de *P. aduncum* contém compostos como tanino e saponina (MÉNDEZ-VÁZQUEZ et al., 2021). O tanino pode inibir o composto de quitina que desempenha um papel na formação da parede celular e também na atividade enzimática na síntese de ergosterol (HASTUTI; UMMAH; KHASANAH, 2017). A atividade antifúngica da saponina se deve à capacidade de formar complexos com esteróis, resultando em um aumento da permeabilidade da membrana fúngica e vazamento do conteúdo celular (LANZOTTI et al., 2012).

O óleo essencial de algodãozinho do cerrado inibiu 62,08% do crescimento micelial na concentração de 2,5%. Inácio et al. (2014) verificaram através de cromatografia gasosa que os compostos majoritários encontrados nas folhas de algodãozinho do cerrado são beta-copaen-4-alfa-ol e viridiflorol. Medjahed et al. (2016) estudando a atividade antifúngica do óleo essencial

das folhas de *Salvia algeriensis* encontraram como composto majoritário o viridiflorol, que inibiu em 100% o crescimento micelial de *A. solani*. Laghchimi et al. (2014) estudando a atividade antifúngica do óleo essencial *Salvia aucheri* Boiss. var. *mesatlantica* Maire. contendo viridiflorol sobre fungos pós-colheita da macieira, observaram a completa inibição de *Alternaria* sp. na concentração de 2 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$. Ntana et al. (2021) estudando a atividade antifúngica de viridiflorol sobre *C. truncatum*, verificaram a inibição no crescimento micelial e germinação de conídios do fitopatógeno. Ouattara et al. (2018) avaliando o óleo essencial da raiz de *Cochlospermum planchonii*, obteve maior inibição do crescimento micelial em *Colletotrichum graminicola* a 0,50% de óleo essencial. Nesta concentração, houve uma redução significativa no crescimento micelial de *Colletotrichum graminicola* com 81,70% seguido por *Curvularia lunata* com 54,58% e *Macrophomina phaseolina* com 53,89%. Esta atividade antifúngica deve-se provavelmente aos compostos químicos presentes no óleo essencial. Carvalho et al. (2018) estudando a atividade antifúngica e antibacteriana de *C. regium*, observaram que o mecanismo de ação antifúngica é sobre o ergosterol levando à ruptura da membrana fúngica e perda de conteúdo intracelular.

O óleo essencial de cagaita inibiu 61,30% o crescimento micelial na concentração de 2,5%. A atividade antifúngica *in vitro* do óleo essencial de *Eugenia dysenterica* pode ser justificada considerando os principais constituintes identificados nos óleos essenciais, como limoneno, citral e alfa-terpineol (COSTA et al., 2000). O potencial antifúngico desses compostos foi relatado por vários autores (LORENZETTI et al., 2011; SEIXAS et al., 2011). Wang et al. (2019) avaliando o efeito do óleo essencial de citral sobre *A. alternata*, observaram 100% de inibição no crescimento micelial com a concentração de 0,25 $\mu\text{L}/\text{mL}$. Tomazoni et al. (2016) verificaram que o óleo essencial de *Lippia alba* contendo citral como composto majoritário inibiu o crescimento micelial de *Alternaria solani* na concentração de 0,5 $\mu\text{L}/\text{mL}$. Quintana-Obregón et al. (2017) avaliando a mistura de limoneno e outros terpenos extraídos da casca de laranja no crescimento micelial de *A. tenuissima* verificaram atividade antifúngica na concentração de 10000 ppm. Kong et al. (2019) estudando a atividade antifúngica de alfa-terpineol isolado de *Melaleuca alternifolia* sobre *Aspergillus ochraceus*, observaram que a utilização desse composto levou a inibição do fungo por deformações morfológicas e extravasamento celular do fungo. Sarmento-Brum et al. (2014), observaram inibição do crescimento micelial de *Pyricularia grisea*, *R. solani* e *Sclerotium rolfsii* submetidos a tratamento com óleo essencial de cagaita na concentração de 1,5 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$. Muitos óleos essenciais de plantas pertencentes a espécies da família Myrtaceae têm sido relatados como tendo atividade inseticida, antifúngica e nematicida (FALEIRO et al., 2015; LEE et al., 2004;

SAMAY et al., 2011). O óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (L.) exibiu inibição completa do crescimento micelial de *Botrytis cinerea* (PHILIPPE et al., 2012; SIRIPORNVISAL; RUNGPROM; SAWATDIKARN, 2009).

Diferentes modos de ação estão envolvidos na atividade antifúngica dos óleos essenciais. A atividade pode, em parte, ser devida à sua hidrofobicidade, levando à alteração da permeabilidade da membrana celular e consequente extravasamento do conteúdo celular. Como lipofílicos típicos, os óleos essenciais podem permear através da parede celular e da membrana citoplasmática, rompendo a estrutura das diferentes camadas de polissacarídeos, ácidos graxos e fosfolipídios (LAMBERT et al., 2001).

Os decoctos de algodãozinho do cerrado, breu do cerrado e cagaita inibiram o crescimento micelial de *A. linariae* em mais de 80% na concentração de 5%. A atividade antifúngica de plantas do cerrado foi relatada por Naruzawa e Papa (2011) que utilizaram o extrato aquoso de *Aristolochia esperanzae* Kuntze, *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC., *Caryocar brasiliense* Cambess, *Casearia sylvestris* Sw. *Copaifera langsdorffii* Desf. *Lafoensia pacari* A. St.-Hil., *Myracrodruon urundeuva* Allemão, *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil., *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville e *Styrax ferrugineus* Nees e Mart no controle de *Corynespora cassiicola* e *Colletotrichum gloeosporioides*. Kumar, Chandra e Behera, (2021) avaliando os extratos aquosos de *Datura stramonium*, *Allium sativum*, *Azadirachta indica*, *Eucalyptus globulus* e *Lantana camara* obtidos através da decocção das plantas contra *A. solani* encontraram 80% de inibição no crescimento micelial do patógeno *in vitro* na concentração 20% dos extratos. Masika e Afolayan (2002) avaliando decoctos de *Combretum caffrum*, *Salix capensis* e *Schotia latifolia* no controle de cinco fungos, entre eles *A. alternata* observaram inibição no crescimento micelial de 59,3% para o decocto de *Salix capensis* na concentração de 10%. Özcan et al. (2000) avaliando a atividade antifúngica dos decoctos de *Salvia fruticosa* L., *Thymbra spicata* L., *Origanum vulgare* L. e *Satureja hortensis* L. observaram 100% da inibição do crescimento micelial de *A. solani* nas concentrações de 5 e 10%. Borges et al. (2013) estudando a atividade antifúngica do decocto da casca de *Mimosa tenuiflora* no controle de *A. cucumerina* encontraram inibição do crescimento micelial de 53% na concentração de 5% do decocto. Sasikala et al. (2015) utilizando nanopartículas de prata associadas ao extrato aquoso da casca do caule de *C. religiosum* mostrou atividade antifúngica contra *Aspergillus flavus*, *Rhizopus*, *Fusarium* e *Curvularia*. A composição de decoctos e seus efeitos antifúngicos dependem das espécies vegetais e das condições regionais (ÖZCAN et al., 2000). É bem conhecido que os componentes fenólicos dos óleos essenciais apresentam a atividade antimicrobiana mais forte, seguidos pelos aldeídos, cetonas e álcoois. A utilização de decoctos

para extrair os compostos com ação antifúngica de plantas. está mais próxima do uso universal porque são mais fáceis de preparar e menos tóxicos para a manipulação.

Os hidrolatos exerceram níveis variados de efeitos antifúngicos sobre o crescimento de *A. linariae*. A fração ativa é provavelmente responsável pela atividade antifúngica dos hidrolatos. Os hidrolatos de algodãozinho do cerrado, jatobá, sucupira, breu do cerrado e cagaita apresentaram inibição no crescimento micelial maior que 60%. O controle observado pelo uso dos hidrolatos está diretamente ligado a presença de compostos dos óleos essenciais que ajudam no controle dos fungos (TABET ZATLA et al., 2017). A utilização de hidrolatos no controle de doenças foi relatada por Belabbes et al. (2017) trabalhando com hidrolato de *Calendula arvensis* L. onde os autores encontraram inibição no crescimento micelial de *Penicillium expansum*. Boyraz e Özcan (2005) relataram que o hidrolato de *Satureja hortensis* apresentou considerável atividade fungistática contra os patógenos *Rhizoctonia solani*, *F. oxysporum* f. sp. *tulipa*, *Botrytis . cinerea* e *Alternaria citri* seguidos em eficácia por hidrolatos de *Echinophora tenuifolia* e *Cuminum cyminum*. Boyraz, Özcan (2006b) relataram a atividade inibidora *in vitro* contra dois fungos fitopatogênicos *Alternaria mali* e *Botrytis cinerea* de *Satureja hortensis* L. Doses crescentes (5%, 10% e 15%) de hidrolato mostraram um efeito fungicida. Em particular, 15% do hidrolato *Satureja hortensis* L. mostrou uma inibição completa do crescimento micelial de ambos os fungos no 7º dia de avaliação. Bellahsene et al. (2015) avaliaram a atividade antifúngica do hidrolato de *Algerian nepeta nepetella* subsp. *amethystina* (Poir.) Briq., os autores observaram redução no crescimento de *Cladosporium herbarum* e *Aspergillus flavus*, embora em menor grau em relação ao respectivo óleo essencial.

Investigações sobre os mecanismos de supressão de doenças por produtos vegetais sugerem que os princípios ativos presentes neles podem atuar diretamente sobre o patógeno (ABDEL-MONAIM; ABO-ELYOUSR; MORSY, 2011; LIU et al., 2013), ou induzir resistência sistêmica em plantas hospedeiras resultando na redução do desenvolvimento da doença (CHEN et al., 2014; KAGALE et al., 2004; NARWAL et al., 2001).

No teste *in vivo*, a avaliação da atividade antifúngica dos óleos essenciais e hidrolatos e decoctos de pimenta de macaco, algodãozinho do cerrado e cagaita exibiram controle sobre *Alternaria linariae*. Os óleos essenciais, decoctos e hidrolato foram eficazes no controle da infecção da pinta preta, em casa de vegetação, para todas as cultivares estudadas. A AACPD menor é resultado de um avanço lento na destruição de folhas de tomateiro infectadas com *A. linariae*. Esse atraso causado pela ação dos óleos essenciais, decoctos e hidrolatos utilizados neste experimento, permite que as plantas tenham uma área foliar saudável por mais tempo, evitando prejuízos no desenvolvimento vegetativo da cultura do tomate. É importante destacar

que não existem dados disponíveis utilizando os óleos essenciais, decoctos e hidrolatos no controle de *A. linariae* em condições *in vivo* utilizados neste trabalho. Portanto este estudo é o primeiro a demonstrar o potencial destes produtos vegetais no controle da pinta preta.

Rezabala (2022) trabalhando com aplicações foliares de óleo essencial de tomilho em plantas de tomate cultivar Santa Clara, no controle de *A. linariae*, verificou a redução na severidade e conseqüentemente menor AACPD. Zorzi Tomazoni et al. (2019) avaliando a atividade antifúngica de espécies de *Baccharis* no controle de *A. solani* em plantas de tomate, verificaram valores de AACPD de 230,10 e 241,42, diferindo da condição controle, que mostrou um valor de AACPD de 268,92. Liu, Qiao e Zhang (2019) trabalhando com carvacrol nas concentrações de 0,5 e 1,0 mM, presente em óleos essenciais de cravo e tomilho, verificaram a redução de *A. tomatophila* e *Xanthomonas perforans* em plantas de tomate. Além da redução da doença os autores relatam melhora significativa no vigor da planta e aumento da produção de frutos em comparação com o controle. Feng e Zheng (2007) trabalhando com cinco óleos essenciais (tomilho, sálvia, noz-moscada, eucalipto e cássia) em frutos de tomate cereja inoculados com *A. alternata* verificaram que o óleo de cássia a 500 ppm reduziu a porcentagem de tomates apodrecidos. Stenger et al. (2021) utilizando o óleo essencial de *Eugenia uniflora* com intuito de induzir a resistência em plantas de *Eucalyptus benthamii* contra patógenos, observaram maiores valores de peroxidase quando comparado com o controle. Segundo os autores a peroxidase é uma enzima presente em microrganismos, plantas e animais, onde catalisa a oxidação do hidrogênio e seus redutores. Algumas peroxidases são induzidas durante o estresse causado por patógenos (BOAVA et al., 2010), e desempenham um papel importante no crescimento e desenvolvimento das plantas, desintoxicação celular e mecanismos de defesa, como cicatrização de feridas e oxidação de compostos fenólicos (SOUSA et al., 2007).

O hidrolato de *Thymus capitatus* L. na concentração de 0,2 µg.mL foi utilizado para verificação da atividade antifúngica sobre *Penicillium italicum* em frutos de *Citrus sinensis*, os autores verificaram que a utilização do hidrolato reduziu totalmente o aparecimento da doença (TABTI et al., 2014). Belabbes et al. (2017) avaliaram a atividade fungicida *in vivo* do hidrolato de *Calendula arvensis* no desenvolvimento da doença de peras infectadas por *P. expansum*. A severidade da doença foi significativamente reduzida usando a concentração de hidrolato de 0,02 mg.L, que mostrou um efeito protetor de 100% em peras até 7 dias, contra a podridão causada por *P. expansum*. Tabet Zatla et al. (2017) avaliaram a atividade antifúngica de *Daucus* subsp. *sativus* no controle da podridão cinzenta do morango causada por *Aspergillus niger*, *Penicillium expansum* e *Botrytis cinerea*, durante o período de armazenamento. Os autores verificaram efeitos preventivos e protetores do hidrolato das raízes na infecção por fungos. A

concentração de hidrolato de 0,1 mL.L mostrou efeito preventivo de 100% até o quinto dia e 70% até o sétimo dia, enquanto o efeito protetor foi de 100% até o quarto dia e 60% até o sétimo dia.

Nohemí López-Anchondo et al. (2021) avaliando o efeito antifúngico *in vivo* em frutos de morango, tomate e cenoura do extrato de *Prosopis glandulos* obtido através de decocção, observaram redução do desenvolvimento de sintomas de *C. gloeosporioides* e *F. oxysporum*. Meinerz (2010) avaliando a indução de resistência de plantas de sorgo com frações obtidas do decocto de aveia, observou aumento na ativação de mecanismo de defesa das plantas em relação a testemunha. Costa et al. (2013) avaliando os decoctos de *Hyptis marrubioides*, *Aloysia gratissima* e *Cordia verbenacea* no controle do oídio em eucalipto em casa de vegetação, observaram a redução da severidade da doença em minicepas de eucalipto.

Neste estudo foi possível observar alterações morfológicas, efluxo de constituintes citoplasmático e inibição na germinação através da análise ultraestrutural dos conídios de *A. linariae* quando tratados com o óleo essencial, decocto e hidrolato utilizando microscópio eletrônico de varredura. A integridade celular é essencial para a sobrevivência do fungo quando exposto a condições de estresse (WANG et al., 2019) Miron et al. (2014) observaram que o efeito antifúngico dos componentes dos óleos essenciais (monoterpenos, por exemplo, timol e mentol) pode ser devido a alterações da permeabilidade da membrana e no vazamento de materiais intracelulares. Pode-se levantar a hipótese de que as atividades antimicrobianas dos hidrolatos e decoctos podem ser originadas dos componentes do óleo essencial e compostos fenólicos.

Perina et al. (2015) verificaram atividade antifúngica do óleo essencial de tomilho, por meio de análise ultraestrutural, os autores verificaram que a exposição dos conídios de *A. alternata* ao óleo essencial retardou a germinação de conídios e a penetração nos estômatos. Kumar, Chandra e Behera (2021) também verificaram por meio da microscopia eletrônica de varredura a deformação dos conídios de *A. solani* quando expostos aos extratos vegetais de *Datura stramonium*, *Allium sativum*, *Azadirachta indica*, *Eucalyptus globulus* e *Lantana câmera* na concentração de 20%. Os autores relatam que as hifas estavam colapsadas, enroladas e curtas. Baka e Rashad (2016) também verificaram que as hifas de *A. solani* quando expostas ao extrato vegetal de *Allium sativum* estavam colapsadas e enroladas, e curtas. Os terpenos presentes nos produtos vegetais invadem as membranas plasmáticas e causam distúrbios na integridade da membrana (KNOBLOCH et al., 1989). A ruptura das membranas plasmáticas torna as células fúngicas muito mais vulneráveis (WANG et al., 2019).

O modo de ação dos óleos essenciais e seus componentes está ligado à hidrofobicidade dos óleos essenciais, que pode particionar os lipídios das membranas celulares dos fungos e danificar a integridade das paredes celulares e membranas celulares, causando um desequilíbrio na pressão osmótica intracelular e o vazamento de ingredientes intracelulares vitais, como ATP, íons, ácidos nucleicos e aminoácidos (SOYLU; KURT; SOYLU, 2010). Segundo Burt (2004), produtos vegetais podem causar alterações estruturais e metabólicas em fungos, como ruptura da membrana do citoplasma, granulação do citoplasma, desacoplamento da fosforilação oxidativa, hiperacidez do citoplasma, ruptura da cadeia de transporte de elétrons, perda de metabólitos do pool e inibição de H⁺-ATPase e canais de transporte, quebra de RNA, DNA, síntese de proteínas, lipídios e polissacarídeos e, eventualmente, início de processos autolíticos.

A avaliação combinada dos resultados demonstra que compostos à base das plantas utilizadas neste estudo, possuem potencial para controle de fitopatógenos, na forma de óleos essenciais, decoctos e hidrolatos, possibilitando o desenvolvimento de produtos que não são prejudiciais ao meio ambiente e ao homem.

6. CONCLUSÃO

Os resultados deste trabalho indicam que os óleos essenciais, hidrolatos e decoctos das plantas do cerrado, pimenta de macaco, cagaita e algodãozinho possuem atividades antifúngicas contra *A. linariae in vitro*.

In vivo foi possível verificar a redução da área abaixo da curva de progresso da doença em cultivares de tomateiro tratadas com óleos essenciais, hidrolatos e decoctos de algodãozinho do cerrado, cagaita e pimenta de macaco.

A observação em microscópio eletrônico de varredura demonstrou fungitoxicidade do óleo essencial de pimenta de macaco, hidrolato de algodãozinho do cerrado e decocto de cagaita na morfologia do fungo, tendo como resultado causado danos as hifas e esporos.

O óleo essencial de pimenta de macaco, o decocto de cagaita e o hidrolato de algodãozinho se mostraram como produto natural promissores como agente de controle de *A. linariae* e redução da doença em tomateiro. No entanto, mais estudos são necessários para verificar a eficácia destes produtos vegetais em campo e aprofundar no conhecimento do modo de ação.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-MONAIM, M. F.; ABO-ELYOUSR, K. A. M.; MORSY, K. M. Effectiveness of plant extracts on suppression of damping-off and wilt diseases of lupine (*Lupinus termis* Forsik). **Crop Protection**, [S. l.], v. 30, n. 2, 2011. ISSN: 02612194. DOI: 10.1016/j.cropro.2010.09.016.
- ABDELMAGEED, Adil H. A.; GRUDA, Nazim. Influence of grafting on growth, development and some physiological parameters of tomatoes under controlled heat stress conditions. **European Journal of Horticultural Science**, [S. l.], v. 74, n. 1, 2009. ISSN: 16114434.
- ALCEDO, Yelitza Coromoto; REYES, Isbelia. Microorganismos promotores de crecimiento en el biocontrol de alternaria alternata en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). **Bioagro**, [S. l.], v. 30, n. 1, 2018. ISSN: 13163361.
- ALMEIDA, Catia A.; AZEVEDO, Mariana M. B.; CHAVES, Francisco C. M.; ROSEO DE OLIVEIRA, Marcelo; RODRIGUES, Igor A.; BIZZO, Humberto R.; GAMA, Paola E.; ALVIANO, Daniela S.; ALVIANO, Celuta S. Piper essential oils inhibit rhizopus oryzae growth, biofilm formation, and rhizopuspepsin activity. **Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology**, [S. l.], v. 2018, 2018. ISSN: 19181493. DOI: 10.1155/2018/5295619.
- ALVES, Eduardo; LUCAS, Gilvaine Ciavareli; POZZA, Edson Ampélio; DE CARVALHO ALVES, Marcelo. Scanning Electron Microscopy for Fungal Sample Examination. *In: Laboratory Protocols in Fungal Biology*. [s.l: s.n.]. DOI: 10.1007/978-1-4614-2356-0_8.
- ALVES, Suzana F.; BORGES, Leonardo Luiz; DE PAULA, Joelma A. M.; VIEIRA, Roberto F.; FERRI, Pedro H.; DO COUTO, Renê Oliveira; DE PAULA, José Realino; BARA, Maria Teresa Freitas. Chemical variability of the essential oils from fruits of *Pterodon emarginatus* in the Brazilian Cerrado. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [S. l.], v. 23, n. 2, 2013 b. ISSN: 0102695X. DOI: 10.1590/S0102-695X2013005000016.
- ALVES VELOSO, Ronice; URZEDO LEÃO, Evelynne; MOURÃO, Dalmácia de Souza Carlos; FERREIRA, Talita Pereira de Souza; FARIAS, David Ingsson Oliveira Andrade De; SANTOS, Gil Rodrigues Dos. EFEITO DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE A MICOFLORA ASSOCIADA ÀS SEMENTES DE MANJERICÃO. **AGRI-ENVIRONMENTAL SCIENCES**, [S. l.], v. 6, 2020. DOI: 10.36725/agries.v6i0.1959.
- ANDRADES, Thiago Oliveira; GANIMI, Rosângela Nasser. Revolução Verde e a Apropriação Capitalista. **CES Revista**, [S. l.], v. 21, 2007.
- ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA): relatório das amostras analisadas no período de 2017-2018. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PARA Plano Plurianual 2017-2020 – Ciclo 2017/2018**, [S. l.], 2019. ISSN: 1098-6596.
- ARAUJO, Thamires Da Silva; ALMEIDA, Adriano Da Silva; ARAÚJO, Fernando Silva; FERREIRA, Antônio Hosmylton Carvalho; PINTO, Thamires Da Pascoa. Produção e qualidade de tomates cereja fertirrigados com água residuária da piscicultura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [S. l.], v. 12, n. 3, 2017. DOI:

10.18378/rvads.v12i3.4775.

BABU, A. M.; PHILIP, T.; KUMAR, V.; KARIAPPA, B. K. Germination, penetration and sporulation of *Alternaria ricini* (Yoshii) Hansf. on castor leaf. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, [S. l.], v. 42, n. 10, 2009. ISSN: 03235408. DOI: 10.1080/03235400701541271.

BAKA, Zakaria A. M.; RASHAD, Younes M. Alternative control of early blight of tomato using plant extracts from *Acacia nilotica*, *Achillea fragrantissima* and *Calotropis procera*. **Phytopathologia Mediterranea**, [S. l.], v. 55, n. 1, 2016. ISSN: 15932095. DOI: 10.14601/Phytopathol_Mediterr-17161.

BELABBES, Rania; DIB, Mohammed El Amine; DJABOU, Nassim; ILIAS, Faiza; TABTI, Boufeldja; COSTA, Jean; MUSELLI, Alain. Chemical Variability, Antioxidant and Antifungal Activities of Essential Oils and Hydrosol Extract of *Calendula arvensis* L. from Western Algeria. **Chemistry and Biodiversity**, [S. l.], v. 14, n. 5, 2017. ISSN: 16121880. DOI: 10.1002/cbdv.201600482.

BELIK, Walter. **Sustainability and food security after COVID-19: relocating food systems?** **Agricultural and Food Economics** 2020. ISSN: 21937532. DOI: 10.1186/s40100-020-00167-z.

BELLAHSENE, Chafika; BENDAHOUE, Mourad; KHADIR, Abdelmounaïm; ZENATI, Fatima; BENBELAÏD, Fethi; AISSAOUI, Nadia; MUSELLI, Alain; COSTA, Jean. Antimicrobial activity and chemical composition of essential oil and hydrosol extract of *Nepeta nepetella* subsp. *amethystina* (Poir.) Briq. from Algeria. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, [S. l.], v. 5, n. 9, 2015. ISSN: 22313354. DOI: 10.7324/JAPS.2015.50904.

BENÍTEZ, Tahía; RINCÓN, Ana M.; LIMÓN, M. Carmen; CODÓN, Antonio C. **Biocontrol mechanisms of Trichoderma strains**. **International Microbiology** 2004. ISSN: 16181905.

BENMANSOUR, N.; BENMANSOUR, A.; EL HANBALI, F.; GONZÁLEZ-MAS, M. C.; BLÁZQUEZ, M. A.; EL HAKMAOUI, A.; AKSSIRA, M. Antimicrobial activity of essential oil of *Artemisia judaica* L. from Algeria against multi-drug resistant bacteria from clinical origin. **Flavour and Fragrance Journal**, [S. l.], v. 31, n. 2, 2016. ISSN: 10991026. DOI: 10.1002/ffj.3291.

BENTES, Jânia L. S.; MATSUOKA, Kiyoshi. Histologia da interação *Stemphylium solani* e tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, [S. l.], v. 30, n. 3, 2005. DOI: 10.1590/s0100-41582005000300002.

BERGOUIGNOUX, Véronique. **The history of tomato: From domestication to biopharming**. **Biotechnology Advances** 2014. ISSN: 07349750. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2013.11.003.

BERNAL, Roberto. **Enfermedades de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en invernaderos en las zona de Salto y Bella Union**. [s.l: s.n.].

BETTIOJ, Wagner; KUPPERL, Katia C.; DE GOES, Antonio; MORETTO, Cristiane; CORREA, Elida B. Mass production of *Bacillus subtilis* and *Trichoderma viride* for the control of *Phyllosticta citricarpa* (teleomorph: *Guignardia citricarpa*). **Summa**

Pllytopathologica, [S. l.], v. 31, 2005.

BETTIOL, Wagner. Biopesticide use and research in Brazil. **Outlooks on Pest Management**, [S. l.], v. 22, n. 6, 2011. ISSN: 17431026. DOI: 10.1564/22dec10.

BLANCARD, Dominique. **Tomato diseases: Identification, biology and control: A colour handbook, second edition**. [s.l: s.n.].

BOAVA, Leonardo P.; KUHN, Odair J.; PASCHOLATI, Sérgio F.; DI PIERO, Robson M.; FURTADO, Edson L. Atividade de quitinases e peroxidases em folhas de eucalipto em diferentes estágios de desenvolvimento após tratamento com acibenzolar-S-metil (ASM) e inoculação com *Puccinia psidii*. **Tropical Plant Pathology**, [S. l.], v. 35, n. 2, 2010. DOI: 10.1590/s1982-56762010000200009.

BORGES, Ivanildo Viana; PEIXOTO, Ana Rosa; CAVALCANTI, Leonardo Sousa; LIMA, Meridiana Araújo Gonçalves; E SILVA, Matheus Silva. Extratos de jurema preta no controle de mancha-dealternaria em melancia. **Revista Caatinga**, [S. l.], v. 26, n. 3, 2013. ISSN: 0100316X.

BOYRAZ, Nuh; ÖZCAN, Mehmet Musa. In vitro inhibition of sclerotinia sclerotiorum and colletotrichum circinans by summer savory (*satureja hortensis* L.) derivatives. **Journal of Essential Oil-Bearing Plants**, [S. l.], v. 9, n. 2, 2006 a. ISSN: 0972060X. DOI: 10.1080/0972060X.2006.10643480.

BOYRAZ, Nuh; ÖZCAN, Musa. Antifungal effect of some spice hydrosols. **Fitoterapia**, [S. l.], v. 76, n. 7–8, 2005. ISSN: 0367326X. DOI: 10.1016/j.fitote.2005.08.016.

BOYRAZ, Nuh; ÖZCAN, Musa. Inhibition of phytopathogenic fungi by essential oil, hydrosol, ground material and extract of summer savory (*Satureja hortensis* L.) growing wild in Turkey. **International Journal of Food Microbiology**, [S. l.], v. 107, n. 3, 2006 b. ISSN: 01681605. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2005.10.002.

BRANDÃO FILHO, José Usan Torres; GOTO, Rummy; BRAGA, Renato de Souza; HACHMANN, Tiago Luan. Solanáceas. *In: Hortaliças-fruto*. [s.l: s.n.]. DOI: 10.7476/9786586383010.0004.

BURT, Sara. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. **International Journal of Food Microbiology**, [S. l.], v. 94, n. 3, p. 223–253, 2004. ISSN: 0168-1605. DOI: 10.1016/J.IJFOODMICRO.2004.03.022.

CAICEDO, Ana; PERALTA, Iris. Basic information about Tomatoes and the Tomato group. *In: Genetics, Genomics, and Breeding of Tomato*. [s.l: s.n.]. DOI: 10.1201/b14578.

CAMLICA, Esra; TOZLU, Elif. Biological control of alternaria solani in tomato. **Fresenius Environmental Bulletin**, [S. l.], v. 28, n. 10, 2019. ISSN: 10184619.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. Introduction to plant disease epidemiology. **New York: Wiley-Interscience**, [S. l.], 1990.

CARDOSO, Suane Coutinho; SOARES, Ana Cristina Fermino; BRITO, Alexsandro dos Santos; CARVALHO, Lea Araújo De; PEIXOTO, Celma Cardoso; PEREIRA, Márcio Eduardo Canto; GOES, Elaine. Qualidade de frutos de tomateiro com e sem enxertia.

Bragantia, [S. l.], v. 65, n. 2, 2006. DOI: 10.1590/s0006-87052006000200008.

CARLOS PEREIRA DE MENEZES FILHO, Antonio; CRUVINEL DE SOUSA, Wendel; FREDERICO DE SOUZA CASTRO, Carlos. Atividades antioxidante e antifúngica dos óleos essenciais de *Cochlospermum regium* frente à *Sclerotinia sclerotiorum* e *Colletotrichum gloeosporioides*. **COLLOQUIUM AGRARIAE**, [S. l.], v. 16, n. 1, 2020. DOI: 10.5747/ca.2020.v16.n1.a353.

CARVALHO, C. R. F.; PONCIANO, N. J.; DE SOUZA, P. M.; DE SOUSA, E. F. Economic feasibility and risk of tomato production in the municipality of Cambuci/RJ, Brazil. **Ciencia Rural**, [S. l.], v. 44, n. 12, 2014. ISSN: 16784596. DOI: 10.1590/0103-8478cr20131570.

CARVALHO, R. S. et al. Antibacterial and antifungal activities of phenolic compound-enriched ethyl acetate fraction from *Cochlospermum regium* (mart. Et. Schr.) Pilger roots: Mechanisms of action and synergism with tannin and gallic acid. **South African Journal of Botany**, [S. l.], v. 114, p. 181–187, 2018. ISSN: 0254-6299. DOI: 10.1016/J.SAJB.2017.11.010.

CASTELO, Ana Virgínia Montenegro; DEL MENEZZI, Cláudio Henrique Soares; RESCK, Ines Sabioni. Yield and spectroscopic analysis (1H, 13 C NMR; IR) of essential oils from four plants of the Brazilian Savannah. **Cerne**, [S. l.], v. 16, n. 4, 2010. ISSN: 01047760. DOI: 10.1590/s0104-77602010000400017.

CATÃO, Hugo Cesar Rodrigues Moreira; SALES, Nilza Lima Pereira; MENEZES, João Batista De Campos; CAIXETA, Franciele; COSTA, Cândido Alves. Potencial produtivo de genótipos de tomateiro do grupo cereja diante à infecção por *alternaria tomatophila*. **Revista Caatinga**, [S. l.], v. 30, n. 2, 2017. ISSN: 19832125. DOI: 10.1590/1983-21252017v30n204rc.

CHAERANI, Reni; VOORRIPS, Roeland E. **Tomato early blight (*Alternaria solani*): The pathogen, genetics, and breeding for resistance**. **Journal of General Plant Pathology** 2006. ISSN: 13452630. DOI: 10.1007/s10327-006-0299-3.

CHEN, Jiaping; ZOU, Xin; LIU, Qin; WANG, Fei; FENG, Wu; WAN, Na. Combination effect of chitosan and methyl jasmonate on controlling *Alternaria alternata* and enhancing activity of cherry tomato fruit defense mechanisms. **Crop Protection**, [S. l.], v. 56, p. 31–36, 2014. ISSN: 0261-2194. DOI: 10.1016/J.CROPRO.2013.10.007.

COSTA, André et al. DECOCTOS ISOLADOS E EM MISTURA COM FUNGICIDA NO CONTROLE DO OÍDIO EM MINICEPAS DE EUCALIPTO 1 DECOCTIONS ISOLATED AND MIXING WITH FUNGICIDE ON THE CONTROL OF POWDERY MILDEW IN EUCALYPTUS MINISTUMPS. **Revista Caatinga**, [S. l.], v. 26, n. 3, p. 73–79, 2013. ISSN: 1983-2125. Disponível em: <http://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/sistema>. Acesso em: 3 jul. 2022.

COSTA, Olívia Bueno Da; DEL MENEZZI, Cláudio Henrique Soares; BENEDITO, Luiz Eduardo Celino; RESCK, Inês Sabioni; VIEIRA, Roberto Fontes; RIBEIRO BIZZO, Humberto. Essential Oil Constituents and Yields from Leaves of *Blepharocalyx salicifolius* (Kunt) O. Berg and *Myracrodruon urundeuva* (Allemão) Collected during Daytime . **International Journal of Forestry Research**, [S. l.], v. 2014, 2014. ISSN: 1687-9368. DOI: 10.1155/2014/982576.

COSTA, Théo R. et al. Antifungal activity of volatile constituents of *Eugenia dysenterica* leaf oil. **Journal of Ethnopharmacology**, [S. l.], v. 72, n. 1–2, 2000. ISSN: 03788741. DOI: 10.1016/S0378-8741(00)00214-2.

DE ARRUDA, Sebastião José; NETO, Egídio Bezerra; BARRETO, Levy Paes; RESENDE, Luciane Vilela. Podridão apical e produtividade do tomateiro em função dos teores de cálcio e amônio. **Revista Caatinga**, [S. l.], v. 24, n. 4, 2011. ISSN: 0100316X.

DE MENEZES CRUZ, Marcelo; DE OLIVEIRA LINS, Severina Rodrigues; DE OLIVEIRA, Sônia Maria Alves; BARBOSA, Maria Angélica Guimarães. Efeito de óleos essenciais e revestimentos comestíveis sobre podridões pós-colheita em manga, CV. Kent. **Revista Caatinga**, [S. l.], v. 25, n. 2, 2012. ISSN: 0100316X.

DE SOUSA, Wendel C.; FILHO, Josemar G. Oliveir.; ALVES, Cassia C. F.; FORIM, Moacir R.; DE M. CAZAL, Cristiane. Chemical composition and antifungal potential of essential oils from different aerial parts of *Protium ovatum* Engl. **Australian Journal of Crop Science**, [S. l.], v. 15, n. 4, 2021. ISSN: 18352707. DOI: 10.21475/ajcs.21.15.04.p2915.

DEHPOUR, A. A.; ALAVI, S. V.; MAJD, A. Light and Scanning Electron Microscopy Studies on the Penetration and Infection Processes of *Alternaria Alternata*, Causing Brown Spot on *Minneola Tangelo* in the West Mazandaran -Iran. **World Applied Sciences Journal**, [S. l.], v. 2, n. 1, 2007. ISSN: 1818-4952.

DERBALAH, Aly; SHENASHEN, Mohamed; HAMZA, Amany; MOHAMED, Ahmed; EL SAFTY, Sherif. Antifungal activity of fabricated mesoporous silica nanoparticles against early blight of tomato. **Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences**, [S. l.], v. 5, n. 2, 2018. DOI: 10.1016/j.ejbas.2018.05.002.

DIOP, Serigne Mbacké; DIOP, Michel Bakar; GUËYE, Momar Talla; NDIAYE, Ibrahima; NDIAYE, El Hadji Barka; THIAM, Abdoulaye; FAUCONNIER, Marie Laure; LOGNAY, Georges. Chemical Composition of Essential Oils and Floral Waters of *Ocimum basilicum* L. from Dakar and Kaolack Regions of Senegal. **Journal of Essential Oil-Bearing Plants**, [S. l.], v. 21, n. 2, p. 540–547, 2018. ISSN: 0972060X. DOI: 10.1080/0972060X.2018.1425640.

DOMINGUES, Ricardo José; YOUNG, Maria Cláudia Marx; TÖFOLI, Jesus Guerino; MATHEUS, Dácio Roberto. Potencial antifúngico de extratos de plantas e de basidiomicetos nativos sobre *Colletotrichum acutatum*, *Alternaria solani* e *Sclerotium rolfsii*. **Summa Phytopathologica**, [S. l.], v. 37, n. 3, 2011. ISSN: 01005405. DOI: 10.1590/S0100-54052011000300013.

DUARTE, Alessandra R.; NAVES, Ronaldo R.; SANTOS, Suzana C.; SERAPHIN, José C.; FERRI, Pedro H. Genetic and environmental influence on essential oil composition of *Eugenia dysenterica*. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, [S. l.], v. 21, n. 8, 2010. ISSN: 16784790. DOI: 10.1590/S0103-50532010000800008.

DUARTE, Yanisia; PINO, Oriela; INFANTE, Danay; SÁNCHEZ, Yaima; TRAVIESO, Maria; MARTÍNEZ, B. Efecto in vitro de aceites esenciales sobre *Alternaria solani* Sorauer. **Revista Protección Vegetal**, [S. l.], v. 28, n. 1, 2013.

DURMUS, Halil; GUNES, Ece Olcay; KIRCI, Murvet. Disease detection on the leaves of the tomato plants by using deep learning. In: 2017 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRO-GEOINFORMATICS, AGRO-GEOINFORMATICS 2017 2017, **Anais [...]**. [s.l.: s.n.]

DOI: 10.1109/Agro-Geoinformatics.2017.8047016.

DURRANT, W. E.; DONG, X. SYSTEMIC ACQUIRED RESISTANCE.

<http://dx.doi.org/10.1146/annurev.phyto.42.040803.140421>, [S. l.], v. 42, p. 185–209, 2004. ISSN: 00664286. DOI: 10.1146/ANNUREV.PHYTO.42.040803.140421. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.phyto.42.040803.140421>. Acesso em: 30 jun. 2022.

EDGINGTON, L. V. Fungitoxic Spectrum of Benzimidazole Compounds. **Phytopathology**, [S. l.], v. 61, n. 1, 1971. ISSN: 0031949X. DOI: 10.1094/phyto-61-42.

EDRIS, Amr E. Identification and Absolute Quantification of the Major Water-Soluble Aroma Components Isolated from the Hydrosols of Some Aromatic Plants.

<http://dx.doi.org/10.1080/0972060X.2009.10643705>, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 155–161, 2013. ISSN: 0972060X. DOI: 10.1080/0972060X.2009.10643705. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0972060X.2009.10643705>. Acesso em: 26 jun. 2022.

EL-SAPPAH, Ahmed H.; ISLAM, M. M.; EL-AWADY, Hamada H.; YAN, Shi; QI, Shiming; LIU, Jingyi; CHENG, Guo Ting; LIANG, Yan. **Tomato natural resistance genes in controlling the root-knot nematode**. **Genes** 2019. ISSN: 20734425. DOI: 10.3390/genes10110925.

ESCALONA ING AGR PABLO ALVARADO V ING AGR MS, Víctor C.; URBINA ING AGR, Claudio Z. MANUAL DE CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.). [S. l.], [s.d.]. Disponível em: www.agronomia.uchile.cl. Acesso em: 30 jun. 2022.

FALEIRO, Marcos Vinicios et al. Potencial inseticida do extrato etanoico de *Eugenia dysenterica* DC. no controle de *Atta laevigata*. **V congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG**, [S. l.], 2015.

FARMACÓPEIA BRASILEIRA. Farmacopeia Brasileira. **Farmacopeia Brasileira, 6ª edição Plantas medicinais**, [S. l.], v. II, 2019. ISSN: 00319422.

FAYAD, Jamil Abdalla; FONTES, Paulo Cesar Rezende; CARDOSO, Antônio Américo; FINGER, Fernando Luiz; FERREIRA, Francisco Affonso. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, [S. l.], v. 20, n. 1, 2002. DOI: 10.1590/s0102-05362002000100017.

FENG, Wu; ZHENG, Xiaodong. Essential oils to control *Alternaria alternata* in vitro and in vivo. **Food Control**, [S. l.], v. 18, n. 9, p. 1126–1130, 2007. ISSN: 0956-7135. DOI: 10.1016/J.FOODCONT.2006.05.017.

FENNER, R.; BETTI, A. H.; MENTZ, L. A.; RATES, S. M. K. Plants with potencial antifungal activity employed in Brazilian folk medicine. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas/Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, [S. l.], v. 42, n. 3, 2006. ISSN: 15169332.

FERNANDES, Adriano A.; MARTINEZ, Herminia Emilia P.; FONTES, Paulo Cesar R. Produtividade, qualidade dos frutos e estado nutricional do tomateiro tipo longa vida conduzido com um cacho, em cultivo hidropônico, em função das fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, [S. l.], v. 20, n. 4, p. 564–570, 2002. ISSN: 0102-0536. DOI:

10.1590/S0102-05362002000400011. Disponível em:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362002000400011&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 30 jun. 2022.

FERREIRA, Eric B.; CAVALCANTI, Pórtya P.; NOGUEIRA, Denismar A.; FERREIRA, Eric B.; CAVALCANTI, Pórtya P.; NOGUEIRA, Denismar A. ExpDes: An R Package for ANOVA and Experimental Designs. **Applied Mathematics**, [S. l.], v. 5, n. 19, p. 2952–2958, 2014. ISSN: 2152-7385. DOI: 10.4236/AM.2014.519280. Disponível em:
http://www.scirp.org/Html/4-7402250_51204.htm. Acesso em: 28 jun. 2022.

FERREIRA, S. B.; DANTAS, I. C.; CATÃO, R. M. R. Avaliação da atividade antimicrobiana do óleo essencial de sucupira (*Pterodon emarginatus* Vogel). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [S. l.], v. 16, n. 2, 2014. ISSN: 1983084X. DOI: 10.1590/S1516-05722014000200009.

FERREIRA, Sila Mary Rodrigues; FREITAS, Renato João Sossela De; LAZZARI, Elisa Noemberg. Padrão de identidade e qualidade do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) de mesa. **Ciência Rural**, [S. l.], v. 34, n. 1, 2004. DOI: 10.1590/s0103-84782004000100054.

FIGUEIREDO, Ana Rosa De; SILVA, Leirson Rodrigues Da; MORAIS, Lilia Aparecida Salgado De. Bioatividade do óleo essencial de *Eugenia caryophyllus* sobre *Cladosporium herbarum*, agente etiológico da verrugose em maracujá. **Scientia Plena**, [S. l.], v. 17, n. 2, 2021. DOI: 10.14808/sci.plena.2021.020201.

FIUZA, Tatiana S.; SABÓIA-MORAIS, Simone M. T.; PAULA, José R.; BARA, Maria Teresa F.; TRESVENZOL, Leonice M. F.; FERREIRA, Heleno D.; FERRI, Pedro H. Composition and chemical variability in the essential oils of *hyptidendron canum* (Pohl ex Benth.) Harley. **Journal of Essential Oil Research**, [S. l.], v. 22, n. 2, 2010. ISSN: 10412905. DOI: 10.1080/10412905.2010.9700292.

FLOREA, Antonia; PUIA, Carmen. Alternaria Genus and the Diseases Caused to Agricultural and Horticultural Plants. **Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Agriculture**, [S. l.], v. 77, n. 2, 2020. ISSN: 1843-5246. DOI: 10.15835/buasvmcn-agr:2020.0034.

FOOLAD, M. R.; NTAHIMPERA, N.; CHRIST, B. J.; LIN, G. Y. Comparison of field, greenhouse, and detached-leaflet evaluations of tomato germ plasm for early blight resistance. **Plant Disease**, [S. l.], v. 84, n. 9, 2000. ISSN: 01912917. DOI: 10.1094/PDIS.2000.84.9.967.

FOOLAD, Majid R.; MERK, Heather L.; ASHRAFI, Hamid. **Genetics, genomics and breeding of late blight and early blight resistance in tomato. Critical Reviews in Plant Sciences** 2008. ISSN: 07352689. DOI: 10.1080/07352680802147353.

FOOLAD, Majid R.; SHARMA, Arun; ASHRAFI, Hamid; LIN, Guoyang. Genetics of early blight resistance in tomato. **Acta Horticulturae**, [S. l.], v. 695, 2005. ISSN: 05677572. DOI: 10.17660/ActaHortic.2005.695.49.

FRANCESCA, Silvana; ARENA, Carmen; HAY MELE, Bruno; SCHETTINI, Carlo; AMBROSINO, Patrizia; BARONE, Amalia; RIGANO, Maria Manuela. The use of a plant-based biostimulant improves plant performances and fruit quality in tomato plants grown at elevated temperatures. **Agronomy**, [S. l.], v. 10, n. 3, 2020. ISSN: 20734395. DOI: 10.3390/agronomy10030363.

FRANCESCATO, Leandro Nicolodi; DEUSCHLE, Regis Augusto Norbert; MALLMANN, Carlos Augusto; ALVES, Sydney Hartz; HEINZMANN, Berta Maria. Atividade antimicrobiana de *Senecio heterotrichius* DC. (Asteraceae). **Revista Brasileira de Ciências Farmaceuticas/Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, [S. l.], v. 43, n. 2, 2007. ISSN: 15169332. DOI: 10.1590/s1516-93322007000200010.

FREITAS, Marinalva Oliveira; DE MORAIS, Selene Maia; SILVEIRA, Edilberto Rocha. Volatile constituents of *psidium myrsinoides* o. berg. **Journal of Essential Oil Research**, [S. l.], v. 14, n. 5, 2002. ISSN: 10412905. DOI: 10.1080/10412905.2002.9699885.

FRITZ, Maendy; JAKOBSEN, Iver; LYNGKJÆR, Michael Foged; THORDAL-CHRISTENSEN, Hans; PONS-KÜHNEMANN, Jörn. Arbuscular mycorrhiza reduces susceptibility of tomato to *Alternaria solani*. **Mycorrhiza**, [S. l.], v. 16, n. 6, 2006. ISSN: 09406360. DOI: 10.1007/s00572-006-0051-z.

GALDINO, Pablinny Moreira; NASCIMENTO, Marcus Vinícius Mariano; FLORENTINO, Iziara Ferreira; LINO, Roberta Campos; FAJEMIROYE, James Oluwagbamigbe; CHAIBUB, Beatriz Abdallah; DE PAULA, José Realino; DE LIMA, Thereza Christina Monteiro; COSTA, Elson Alves. The anxiolytic-like effect of an essential oil derived from *Spiranthera odoratissima* A. St. Hil. leaves and its major component, β -caryophyllene, in male mice. **Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry**, [S. l.], v. 38, n. 2, 2012. ISSN: 02785846. DOI: 10.1016/j.pnpbp.2012.04.012.

GERLING, Marina; PÄTZIG, Marlene; HEMPEL, Lina; BÜTTNER, Carmen; MÜLLER, Marina E. H. Arable Weeds at the Edges of Kettle Holes as Overwintering Habitat for Phytopathogenic Fungi. **Agronomy**, [S. l.], v. 12, n. 4, 2022. ISSN: 20734395. DOI: 10.3390/agronomy12040823.

GHAZANFAR, Muhammad Usman; RAZA, Mubashar; RAZA, Waqas. Efficacy of *Trichoderma* isolates as biocontrol agent against *Alternaria solani*. **International Journal of Botany Studies**, [S. l.], v. 4, n. 2, 2019. ISSN: 2455-541X.

GOMES, R. S. S. et al. Eficiência de óleos essenciais na qualidade sanitária e fisiológica em sementes de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [S. l.], v. 18, n. 1 suppl 1, p. 279–287, 2016. ISSN: 1516-0572. DOI: 10.1590/1983-084X/15_117. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722016000500279&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 30 jun. 2022.

GONZÁLEZ, I., YAILÉN, A., & PETEIRA, B. Aspectos generales de la interacción *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*-Tomate. **Revista de protección vegetal**, [S. l.], v. 27, n. 1, 2012.

GRIGOLLI, J. F. ...; KUBOTA, M. M.; ALVES, D. P.; RODRIGUES, G. B.; DA SILVA, D. J. H. GENÓTIPOS DE TOMATEIRO DO BANCO DE GERMOPLASMA DE HORTALIÇAS DA UFV RESISTENTES À PINTA PRETA. **Arquivos do Instituto Biológico**, [S. l.], v. 78, n. 4, 2011. ISSN: 0020-3653. DOI: 10.1590/1808-1657v78p5132011.

GUIMARÃES, M. A. S.; TEIXEIRA, J. H. S.; CARDOSO, S. C. Ocorrência de doenças do tomateiro na região de Guanambi, BA. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [S. l.], v. 10, n. 1, 2015. DOI: 10.18378/rvads.v10i5.3711.

GULATI, Ashok; WARDHAN, Harsh; SHARMA, Pravesh. Tomato, Onion and Potato (TOP) Value Chains. *In: [s.l.: s.n.]*. DOI: 10.1007/978-981-33-4268-2_3.

HALFELD-VIEIRA, Bernardo A.; NECHET, Kátia De Lima; DE SOUZA, Giovanni Ribeiro. Reação de cultivares comerciais de tomateiro à mancha-fuliginosa. **Tropical Plant Pathology**, [S. l.], v. 33, n. 5, 2008. ISSN: 19825676. DOI: 10.1590/S1982-56762008000500010.

HASTUTI, Utami Sri; UMMAH, Yunita Putri Irsadul; KHASANAH, Henny Nurul. Antifungal activity of Piper aduncum and Peperomia pellucida leaf ethanol extract against Candida albicans. *In: AIP CONFERENCE PROCEEDINGS 2017, Anais [...]. [s.l.: s.n.]* ISSN: 15517616. DOI: 10.1063/1.4983417.

HILLEN, T.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; MESQUINI, R. M.; CRUZ, M. E. S.; STANGARLIN, J. R.; NOZAKI, M. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais no controle de alguns fitopatógenos fúngicos in vitro e no tratamento de sementes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [S. l.], v. 14, n. 3, 2012. ISSN: 15160572. DOI: 10.1590/S1516-05722012000300003.

HOPKINS, William G.; HUNER, Norman P. A. Introduction to Plant Physiology 4th Edition. **John Wiley & Sons, USA**, [S. l.], v. 39, n. 5, 2008.

INÁCIO, Marielle Cascaes; PAZ, Tiago Antunes; BERTONI, Bianca Waléria; VIEIRA, Maria Aparecida Ribeiro; MARQUES, Márcia Ortiz Mayo; PEREIRA, Ana Maria Soares. Histochemical investigation of Cochlospermum regium (Schrank) Pilg. leaves and chemical composition of its essential oil. **Web of Science**, [S. l.], v. 28, n. 10, p. 727–731, 2014. ISSN: 1478-6419. DOI: 10.1080/14786419.2013.879133. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/113309>. Acesso em: 2 jul. 2022.

ISMAN, Murray B. Plant essential oils as green pesticides for pest and disease management. **ACS Symposium Series**, [S. l.], v. 887, 2004. ISSN: 00976156. DOI: 10.1021/bk-2004-0887.ch004.

JAMBHULKAR, Prashant Prakash; JAMBHULKAR, Nitiprasad; MEGHWAL, Madanlal; AMETA, Gauri Shankar. Altering conidial dispersal of Alternaria solani by modifying microclimate in tomato crop canopy. **Plant Pathology Journal**, [S. l.], v. 32, n. 6, 2016. ISSN: 20939280. DOI: 10.5423/PPJ.OA.06.2015.0101.

JIANG, Jia Feng; LI, Jian Gang; DONG, Yuan Hua. Effect of calcium nutrition on resistance of tomato against bacterial wilt induced by Ralstonia solanacearum. **European Journal of Plant Pathology**, [S. l.], v. 136, n. 3, 2013. ISSN: 09291873. DOI: 10.1007/s10658-013-0186-7.

JINDO, Keiji; EVENHUIS, Albartus; KEMPENAAR, Corné; POMBO SUDRÉ, Cláudia; ZHAN, Xiaoxiu; GOITOM TEKLU, Misghina; KESSEL, Geert. **Review: Holistic pest management against early blight disease towards sustainable agriculture. Pest Management Science** 2021. ISSN: 15264998. DOI: 10.1002/ps.6320.

JOÃO VICTOR DA SILVA MARTINS, Martins; GABRIEL GINANE BARRETO, Barreto; DANIELE BATISTA ARAÚJO, Araújo; ROMMEL DOS SANTOS SIQUEIRA GOMES, Gomes; LUCIANA CORDEIRO DO NASCIMENTO, Nascimento. EFICIÊNCIA DE ÓLEOS ESSENCIAIS NA QUALIDADE SANITÁRIA DE SEMENTES DE BERINJELA.

In: 2019, **Anais** [...]. [s.l.: s.n.] DOI: 10.31692/2526-7701.iiicointerpdvagro.2018.00457.

KAGALE, Sateesh; MARIMUTHU, T.; THAYUMANAVAN, B.; NANDAKUMAR, R.; SAMIYAPPAN, R. Antimicrobial activity and induction of systemic resistance in rice by leaf extract of *Datura metel* against *Rhizoctonia solani* and *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, [S. l.], v. 65, n. 2, 2004. ISSN: 08855765. DOI: 10.1016/j.pmpp.2004.11.008.

KNAAK, Neiva; FIUZA, Lidia. Potencial dos óleos essenciais de plantas no controle de insetos e microrganismos. **Neotropical Biology and Conservation**, [S. l.], v. 5, n. 2, 2010. ISSN: 18099939. DOI: 10.4013/nbc.2010.52.08.

KNOBLOCH, Karl; PAULI, Alexander; IBERL, Bernard; WEIGAND, Hildegunde; WEIS, Norbert. Antibacterial and antifungal properties of essential oil components. **Journal of Essential Oil Research**, [S. l.], v. 1, n. 3, 1989. ISSN: 10412905. DOI: 10.1080/10412905.1989.9697767.

KOLOMIETS, J. V.; GRYGORYUK, I. P.; BUTSENKO, L. M. Bacterial diseases of tomato plants in terms of open and covered growing of Ukraine. **Annals of Agrarian Science**, [S. l.], v. 15, n. 2, 2017. ISSN: 15121887. DOI: 10.1016/j.aasci.2017.05.010.

KONG, Q.; ZHANG, L.; AN, P.; QI, J.; YU, X.; LU, J.; REN, X.; KONG, Qingjun; ZHANG, Lingling. Antifungal mechanisms of α -terpineol and terpene-4-alcohol as the critical components of *Melaleuca alternifolia* oil in the inhibition of rot disease caused by *Aspergillus ochraceus* in postharvest grapes. [S. l.], 2019. DOI: 10.1111/jam.14193.

KUMAR, Sudheer; SINGH, Ruchi; KASHYAP, Prem Lal; SRIVASTAVA, Alok Kumar. Rapid detection and quantification of *Alternaria solani* in tomato. **Scientia Horticulturae**, [S. l.], v. 151, 2013. ISSN: 03044238. DOI: 10.1016/j.scienta.2012.12.026.

KUMAR, Sumit; CHANDRA, Ram; BEHERA, Lopamudra. Assessment of plant extracts and their in vitro efficacy against potato early blight incited by *Alternaria solani*. **Journal of Pure and Applied Microbiology**, [S. l.], v. 15, n. 3, 2021. ISSN: 2581690X. DOI: 10.22207/JPAM.15.3.55.

KUMAR, Vijay; SINGH, Gurvinder; TYAGI, Ankur. Evaluation of Different Fungicides Against *Alternaria* Leaf Blight of Tomato (*Alternaria solani*). **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, [S. l.], v. 6, n. 5, 2017. ISSN: 23197692. DOI: 10.20546/ijcmas.2017.605.262.

KUSHWAHA, Alka; YADAV, L. B.; HARSHITA; NARAIN, Udit. Diagnosis of *alternaria* diseases on underground vegetable crops. **Annals of Plant Protection Sciences**, [S. l.], v. 29, n. 1, 2021. ISSN: 0971-3573. DOI: 10.5958/0974-0163.2021.00009.4.

LAGHCHIMI, A.; ZNINI, M.; MAJIDI, L.; PAOLINI, J.; DESJOBERT, J. M.; COSTA, J. Liquid and vapour-phase antifungal activities of essential oil of *Salvia aucheri* boiss. var. *Mesatlantica* maire. (endemic from morocco) against fungi commonly causing deterioration of apple. **Der Pharma Chemica**, [S. l.], v. 6, n. 1, 2014. ISSN: 0975413X.

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**, [S. l.], v. 91, n. 3, 2001. ISSN: 13645072.

DOI: 10.1046/j.1365-2672.2001.01428.x.

LANZOTTI, Virginia; ROMANO, Adriana; LANZUISE, Stefania; BONANOMI, Giuliano; SCALA, Felice. Antifungal saponins from bulbs of white onion, *Allium cepa* L.

Phytochemistry, [S. l.], v. 74, p. 133–139, 2012. ISSN: 0031-9422. DOI: 10.1016/J.PHYTOCHEM.2011.11.008.

LAURINDO, Bruno Soares; LAURINDO, Renata Dias Freitas; AZEVEDO, Alcinei Místico; NICK, Carlos; DA SILVA, Derly José Henriques; MIZUBUTI, Eduardo Seiti Gomide.

Seleção de acessos de tomateiro resistentes à pinta-preta pela análise de agrupamento das curvas de progresso da doença. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S. l.], v. 50, n. 2, 2015. ISSN: 16783921. DOI: 10.1590/S0100-204X2015000200002.

LEE, Byung-Ho; ANNIS, Peter C.; TUMAALII, Ale; LEE, Sung-Eun. **Fumigant Toxicity of *Eucalyptus blakelyi* and *Melaleuca fulgens* Essential Oils and 1,8-Cineole against Different Development Stages of the Rice Weevil *Sitophilus oryzae* Phytoparasitica**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://www.phytoparasitica.org>.

LI, Tingdong; YANG, Xinping; YU, Yuan; SI, Xiaomin; ZHAI, Xiawan; ZHANG, Huawei; DONG, Wenxia; GAO, Caixia; XU, Cao. Domestication of wild tomato is accelerated by genome editing. **Nature Biotechnology**, [S. l.], v. 36, n. 12, 2018. ISSN: 15461696. DOI: 10.1038/nbt.4273.

LIU, Jiquan; XIE, Shulian; FENG, Jia; CAI, Jin. Protective effect of *Dryopteris crassirhizoma* extracts in the control of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. **Journal of Plant Diseases and Protection**, [S. l.], v. 120, n. 1, 2013. ISSN: 18613837. DOI: 10.1007/BF03356451.

LIU, Qingchun; QIAO, Kang; ZHANG, Shouan. molecules Potential of a Small Molecule Carvacrol in Management of Vegetable Diseases. [S. l.], 2019. DOI: 10.3390/molecules24101932. Disponível em: www.mdpi.com/journal/molecules.

LOGRIECO, A.; MORETTI, A.; SOLFRIZZO, M. Alternaria toxins and plant diseases: An overview of origin, occurrence and risks. *In*: WORLD MYCOTOXIN JOURNAL 2009, **Anais [...]**. [s.l.: s.n.] ISSN: 18750796. DOI: 10.3920/WMJ2009.1145.

LOPES, Carlos Alberto; ÁVILA, Antônio Carlos De. **Doenças do Tomateiro**. [s.l.: s.n.]. v. 2

LORENZETTI, E. R.; MONTEIRO, F. P.; SOUZA, P. E.; SOUZA, R. J.; SCALICE, H. K.; DIOGO JR, R.; PIRES, M. S. O. Bioatividade de óleos essenciais no controle de *Botrytis cinerea* isolado de morangueiro. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [S. l.], v. 13, n. spe, 2011. DOI: 10.1590/s1516-05722011000500019.

MACAULEY, B. J. Compendium of potato diseases. **Soil Biology and Biochemistry**, [S. l.], v. 14, n. 2, 1982. ISSN: 00380717. DOI: 10.1016/0038-0717(82)90064-5.

MACIEL, Gabriel M.; FERNANDES, Marco A. R.; MELO, Oswander D.; OLIVEIRA, Camila S. Potencial agrônomico de híbridos de minitomate com hábito de crescimento determinado e indeterminado. **Horticultura Brasileira**, [S. l.], v. 34, n. 1, 2016. ISSN: 01020536. DOI: 10.1590/S0102-053620160000100022.

MACUA GONZÁLEZ, Juan Ignacio; CAMPILLO TORRES, Carlos; LAHOZ GARCÍA,

Inmaculada. **Tomate de industria. Cultivos hortícolas al aire libre** 2017.

MAIA, T. F.; DONATO, A.; FRAGA, M. E. Atividade Antifúngica de Oleos Essenciais de Plantas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, [S. l.], v. 17, n. 1, 2015. DOI: 10.15871/1517-8595/rbpa.v17n1p105-116.

MAMGAIN A; ROYCHOWDHURY R; TAH J. Alternaria pathogenicity and its strategic controls. **Research Journal of Biology (RJB)**, [S. l.], v. 1, n. 1, 2013. DOI: https://www.researchgate.net/publication/305397582_Alternaria_pathogenicity_and_its_strategic_controls.

MARCHI, Carlos Eduardo; BORGES, Mirian de Freitas; MIZUBUTI, Eduardo Seiti Gomide. Atividades amilolítica e pectinolítica de *Alternaria solani* e a relação com a agressividade em tomateiro. **Summa Phytopathologica**, [S. l.], v. 32, n. 4, 2006. DOI: 10.1590/s0100-54052006000400005.

MARDARE, E.; CRISTEA, S.; GÂDEA, M.; TAMBA-BEREHOIU, R. The influence of some abiotic factors on the development of *Alternaria* spp. Pathogen (“in vitro”). **Romanian Biotechnological Letters**, [S. l.], v. 20, n. 5, 2015. ISSN: 12245984.

MASIKA, P. J.; AFOLAYAN, A. J. Antimicrobial activity of some plants used for the treatment of livestock disease in the Eastern Cape, South Africa. **Journal of Ethnopharmacology**, [S. l.], v. 83, n. 1–2, 2002. ISSN: 03788741. DOI: 10.1016/S0378-8741(02)00242-8.

MAYNARD, Donald N. Tomato Plant Culture. In *The Field, Greenhouse, And Home Garden*. **HortTechnology**, [S. l.], v. 9, n. 2, 2018. ISSN: 1063-0198. DOI: 10.21273/horttech.9.2.299a.

MEDJAHED, Fatiha; MEROUANE, Abdelaziz; SAADI, Abdelkader; BADER, Ammar; CIONI, Pier Luigi; FLAMINI, Guido. Chemical profile and antifungal potential of essential oils from leaves and flowers of *Salvia algeriensis* (Desf.): A comparative study. **Chilean Journal of Agricultural Research**, [S. l.], v. 76, n. 2, 2016. ISSN: 07185839. DOI: 10.4067/S0718-58392016000200009.

MEINERZ, CRISTIANE CLAUDIA. INDUÇÃO DE MECANISMOS BIOQUÍMICOS DE DEFESA EM SORGO (*Sorghum bicolor*) POR FRAÇÕES OBTIDAS DO DECOCTO DE AVENCA (*Adiantum capillus-veneris*). **Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade do Oeste do Estado do Paraná**, [S. l.], p. 1–103, 2010.

MELO, Nilvan Carvalho; SOUZA, Luma Castro De; SILVA, Vicente Filho Alves; GOMES, Rafaelle Fazzi; OLIVEIRA NETO, Cândido Ferreira De; COSTA, Deborah Luciany Pires. CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) HIDROPÔNICO SOB DIFERENTES NÍVEIS DE FÓSFORO E POTÁSSIO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA. **Revista Agroecossistemas**, [S. l.], v. 6, n. 1, 2014. DOI: 10.18542/ragros.v6i1.1845.

MELO, Tayonara dos Santos; MAGALHÃES, Abigail Eduarda de Miranda; SILVA, Auygna Pamyda Gomes Da; SILVA, Eniete Lívia Da; LINS, Hévellin Talita Sousa; FERRUCCIO, Maria Amélia Paiva; SILVA, Maria da Paz Rodrigues; MELO, Tuanne dos Santos. ESTUDO DA AÇÃO ANTIMICROBIANA DA *Curcuma longa* L. NO COMBATE AO *Staphylococcus aureus*: UMA REVISÃO. In: 2021, **Anais [...]**. [s.l.: s.n.] DOI: 10.51161/9786588884119/38.

MÉNDEZ-VÁZQUEZ, José Refugio; BENAVIDES-MENDOZA, Adalberto; JUÁREZ-MALDONADO, Antonio; CABRERA-DE LA FUENTE, Marcelino; ROBLEDO-OLIVO, Armando; GONZÁLEZ-MORALES, Susana. Efecto del riego deficitario en la acumulación de compuestos antioxidantes en plantas de tomate. **Ecosistemas y Recursos Agropecuarios**, [S. l.], v. 8, n. 2, 2021. ISSN: 2007-9028. DOI: 10.19136/era.a8n2.2822.

MENEZES FILHO, Antonio Carlos Pereira De; OLIVEIRA FILHO, Josemar Gonçalves De; CASTRO, Carlos Frederico de Souza. Avaliações antioxidante e antifúngica dos óleos essenciais de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne e *Hymenaea courbaril* L. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, [S. l.], v. 8, n. 2, 2020. DOI: 10.20873/jbb.uft.cemaf.v8n2.menezes.

MICHEL-ACEVES, A. C.; OTERO-SÁNCHEZ, M. A.; MARTÍNEZ-ROJERO, R. D.; ARIZA-FLORES, R.; BARRIOS-AYALA, A.; REBOLLEDO-MARTÍNEZ, A. Control biológico in vitro de enfermedades fungosas en tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. **Avances en Investigación Agropecuaria**, [S. l.], v. 12, n. 3, 2008. ISSN: 0188-7890.

MIM, C. W.; ROGERS, M. A.; VAN DYKE, C. G. Ultrastructure of conidia and conidium germination in the plant pathogenic fungus *Alternaria cassiae*. **Canadian Journal of Botany**, [S. l.], v. 75, n. 2, 1997. ISSN: 00084026. DOI: 10.1139/b97-027.

MIRON, Diogo et al. Antifungal activity and mechanism of action of monoterpenes against dermatophytes and yeasts. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [S. l.], v. 24, n. 6, p. 660–667, 2014. ISSN: 0102695X. DOI: 10.1016/j.bjp.2014.10.014. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0102695X15000149>. Acesso em: 2 jul. 2022.

MOURA, Ana Carolina Martins; LAGO, Izadora Neves; CARDOSO, Claudio Fernandes; DOS REIS NASCIMENTO, Abadia; PEREIRA, Igor; VAZ, Boniek Gontijo. Rapid monitoring of pesticides in tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) during pre-harvest intervals by paper spray ionization mass spectrometry. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 310, 2020. ISSN: 18737072. DOI: 10.1016/j.foodchem.2019.125938.

MUDYIWA, R.; CHIWARAMAKANDA, S.; MANENJI, B.; TAKAWIRA, M. Anti-*Alternaria solani* Activity of Onion (*Allium cepa*), Ginger (*Zingiber officinale*) and Garlic (*Allium sativum*) In vitro. **International Journal of Plant & Soil Science**, [S. l.], v. 10, n. 4, 2016. DOI: 10.9734/ijpss/2016/24488.

MUTHOMI, James W.; LENGAI, Geraldin M. W.; WAGACHA, Maina J.; NARLA, Rama D. In vitro activity of plant extracts against some important plant pathogenic fungi of tomato. **Australian Journal of Crop Science**, [S. l.], v. 11, n. 6, 2017. ISSN: 18352707. DOI: 10.21475/ajcs.17.11.06.p399.

NAGALINGAM, Arunkumar. Drug Delivery Aspects of Herbal Medicines. *In: Japanese Kampo Medicines for the Treatment of Common Diseases: Focus on Inflammation*. [s.l.: s.n.]. DOI: 10.1016/B978-0-12-809398-6.00015-9.

NAIKA, Shankara; JOEP, Van Lidt de Jeude; MARJA, De Goffau; MARTIN, Hilmi; BARBARA, Van DAM. **La culture des tomates production, transformation et commercialisation**. [s.l.: s.n.].

NARUZAWA, E. S.; PAPA, M. F. S. Antifungal activity of extracts from Brazilian Cerrado plants on *Colletotrichum gloeosporioides* and *Corynespora cassiicola*. **Revista Brasileira de**

Plantas Medicinais, [S. l.], v. 13, n. 4, 2011. DOI: 10.1590/s1516-05722011000400006.

NARWAL, S.; BALASUBRAHMANYAM, A.; SADHNA, P.; KAPOOR, H. C.; LODHA, M. L. A systemic resistance inducing antiviral protein with N-glycosidase activity from *Bougainvillea xbuttiana* leaves. **Indian Journal of Experimental Biology**, [S. l.], v. 39, n. 6, 2001. ISSN: 00195189.

NASCIMENTO, Abadia dos R.; SOARES JÚNIOR, Manoel S.; CALIARI, Márcio; FERNANDES, Paulo M.; RODRIGUES, Janaína P. M.; DE CARVALHO, Webber T. Qualidade de tomates de mesa cultivados em sistema orgânico e convencional no estado de Goiás. **Horticultura Brasileira**, [S. l.], v. 31, n. 4, 2013. ISSN: 01020536. DOI: 10.1590/S0102-05362013000400020.

NASCIMENTO, Fabiane Reis; CARDOSO, Maria Graças; SOUZA, Paulo Estevão; LIMA, Rafaela Karin; SALGADO, Ana Paula Soares Pinto; GUIMARÃES, Luiz Gustavo Lima. Efeito do óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC) e do emulsificante Tween® 80 sobre o crescimento micelial de *Alternaria alternata* (Fungi: Hyphomycetes). **Acta Amazonica**, [S. l.], v. 38, n. 3, p. 503–508, 2008. ISSN: 0044-5967. DOI: 10.1590/S0044-59672008000300015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672008000300015&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 1 jul. 2022.

NOHEMÍ LÓPEZ-ANCHONDO, Arely; LÓPEZ-DE LA CRUZ, Daniel; GUTIÉRREZ-REYES, • Edgar; JOSÉ, •; CASTAÑEDA-RAMÍREZ, Cristobal; NORMA, •; DE LA FUENTE-SALCIDO, Margarita. Antifungal Activity In Vitro and In Vivo of Mesquite Extract (*Prosopis glandulosa*) Against Phytopathogenic Fungi. [S. l.], 2088. DOI: 10.1007/s12088-020-00906-2. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12088-020-00906-2>.

NTANA, Fani; BHAT, Wajid W.; JOHNSON, Sean R.; JØRGENSEN, Hans J. L.; COLLINGE, David B.; JENSEN, Birgit; HAMBERGER, Björn. A Sesquiterpene Synthase from the Endophytic Fungus *Serendipita indica* Catalyzes Formation of Viridiflorol. [S. l.], 2021. DOI: 10.3390/biom11060898. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/biom11060898>.

O'BRIEN, Philip A. **Biological control of plant diseases**. **Australasian Plant Pathology** 2017. ISSN: 14486032. DOI: 10.1007/s13313-017-0481-4.

OLIVEIRA, Juliana Santos Batista; SCHWAN-ESTRADA, Kátia Regina Freitas; BONATO, Carlos Moacir; CARNEIRO, Solange M. de T. P. G. Homeopathy with essential oils in the germination of spores and induction of phytoalexins. **REVISTA CIÊNCIA AGRONÔMICA**, [S. l.], v. 48, p. 208–215, 2017. ISSN: 1806-6690. DOI: 10.5935/1806-6690.20170024. Disponível em: <http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/1806-6690.20170024>. Acesso em: 30 jun. 2022.

OUATTARA, S.; OUATTARA, L.; OUOBA, P.; BONZI, S.; SOMDA, I. ANTIFUNGAL ACTIVITY OF COCHLOSPERMUM PANCHONII HOOK RHIZOMES ESSENTIAL OIL ON EIGHT PHYTOPATHOGENIC FUNGI. [S. l.], 2018. DOI: 10.26479/2018.0404.55. Disponível em: www.rjlbpcs.com. Acesso em: 1 jul. 2022.

ÖZCAN, Musa; BOYRAZ, Nuh; ÖZCAN, M.; BOYRAZ, N. Antifungal properties of some herb decoctions. **Eur Food Res Technol**, [S. l.], v. 212, p. 86–88, 2000.

PAPADOPOULOS, I.; RENDIG, V. V. Interactive effects of salinity and nitrogen on growth

and yield of tomato plants. **Plant and Soil**, [S. l.], v. 73, n. 1, 1983. ISSN: 0032079X. DOI: 10.1007/BF02197756.

PEIXOTO, Joicy Vitória Miranda; MORAES, Emmerson Rodrigues De; PEIXOTO, Jéssica Laura Miranda; NASCIMENTO, Abadia dos Reis; NEVES, Jordana Guimarães. Tomaticultura: Aspectos Morfológicos E Propriedades Físico-Químicas Do Fruto. **Revista Científica Rural**, [S. l.], v. 19, n. 1, 2017. ISSN: 2525-6912.

PEREIRA, Ricardo Borges; DONIZETE, Agnaldo; CARVALHO, Ferreira De; PINHEIRO, Jadir Borges. Manejo da pinta preta: uma ameaça às lavouras de tomateiro a céu aberto. **Comunicado Técnico 95**, [S. l.], n. Figura 1, p. 5p, 2013.

PÉREZ-DÍAZ, Fabiola; ARÉVALO-GALARZA, Ma. de Lourdes; PÉREZ-FLORES, Laura J.; LOBATO-ORTIZ, Ricardo; RAMÍREZ-GUZMÁN, Martha E. CRECIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS POSTCOSECHA DE FRUTOS DE GENOTIPOS NATIVOS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.). **Revista Fitotecnia Mexicana**, [S. l.], v. 43, n. 1, 2020. ISSN: 0187-7380. DOI: 10.35196/rfm.2020.1.89.

PÉREZ, Sandra; AHMED, Ahmed I. S.; CABEZAS, Daniel. Molecular and biochemical characterization of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants cv. Micro-Tom under lead (Pb)-induced stress. **Biotecnologia Aplicada**, [S. l.], v. 30, n. 3, 2013. ISSN: 08644551.

PERINA, Fabiano J.; AMARAL, Douglas C.; FERNANDES, Rafael S.; LABORY, Claudia R. G.; TEIXEIRA, Glauco A.; ALVES, Eduardo. Thymus vulgaris essential oil and thymol against *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler: Effects on growth, viability, early infection and cellular mode of action. **Pest Management Science**, [S. l.], v. 71, n. 10, 2015. ISSN: 15264998. DOI: 10.1002/ps.3933.

PESSOA, Jonas Onis; MESCH, Felipe José; GUZMÁN, Maria José Correá. ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS SOBRE ISOLADOS DE *Alternaria solani*, CAUSADOR DA PINTA PRETA NO TOMATEIRO. In: **As Ciências Biológicas e a Interface com vários Saberes 2**. [s.l: s.n.]. DOI: 10.22533/at.ed.38220021014.

PHILIPPE, Sessou; SOUAÏBOU, Farougou; GUY, Alitonou; TINDO SÉBASTIEN, Djenontin; BONIFACE, Yèhouénu; PAULIN, Azokpota; ISSAKA, Youssao; DOMINIQUE, Sohounhloué. Chemical Composition and Antifungal activity of Essential oil of Fresh leaves of *Ocimum gratissimum* from Benin against six Mycotoxigenic Fungi isolated from traditional cheese wagashi. **International Research Journal of Biological Sciences**, [S. l.], v. 1, n. 4, 2012.

POCHON, Stephanie et al. The *Arabidopsis thaliana*-*Alternaria brassicicola* pathosystem: A model interaction for investigating seed transmission of necrotrophic fungi. **Plant Methods**, [S. l.], v. 8, n. 1, 2012. ISSN: 17464811. DOI: 10.1186/1746-4811-8-16.

PRICE, Bob. Electron Microscopy, Second Edition, John J. Bozzola and Lonnie D. Russell. Jones and Bartlett Publishers, Inc., Sudbury, MA, 1999, 670 pages (hardback, \$56.25). ISBN 0-7637-0192-0. **Microscopy and Microanalysis**, [S. l.], v. 8, n. 4, 2002. ISSN: 1431-9276. DOI: 10.1017/s1431927602029975.

QUINET, Muriel; ANGOSTO, Trinidad; YUSTE-LISBONA, Fernando J.; BLANCHARD-GROS, Rémi; BIGOT, Servane; MARTINEZ, Juan Pablo; LUTTS, Stanley. **Tomato Fruit**

Development and Metabolism. Frontiers in Plant Science 2019. ISSN: 1664462X. DOI: 10.3389/fpls.2019.01554.

QUINTANA-OBREGÓN, Eber Addí; SÁNCHEZ-MARIÑEZ, Reyna Isabel; CORTEZ-ROCHA, Mario Onofre; GONZÁLEZ-AGUILAR, Gustavo Alfonso; QUINTANA-OBREGÓN, Eber Addí; SÁNCHEZ-MARIÑEZ, Reyna Isabel; CORTEZ-ROCHA, Mario Onofre; GONZÁLEZ-AGUILAR, Gustavo Alfonso. Actividad antifúngica in vitro de mezcla de terpenos de naranja contra *Alternaria tenuissima*. **Revista mexicana de micología**, [S. l.], v. 45, p. 7–12, 2017. ISSN: 0187-3180. Disponível em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-31802017000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=. Acesso em: 2 jul. 2022.

RAMÍREZ, Fernando; FISCHER, Gerhard; DAVENPORT, Thomas Lee; PINZÓN, Julio Cesar Augusto; ULRICH, Christian. Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) phenology according to the BBCH phenological scale. **Scientia Horticulturae**, [S. l.], v. 162, 2013. ISSN: 03044238. DOI: 10.1016/j.scienta.2013.07.033.

REZABALA, Saltos. **Mecanismo de ação de óleos essenciais na redução da severidade da pinta preta do tomateiro**. 2022. Universidade Federal de Lavras, [S. l.], 2022.

REZENDE, F. M. R. ...; ROSADO, D. ...; MOREIRA, F. A. ...; CARVALHO, W. R. S. ... Vias de síntese de metabólitos secundários em plantas. **Universidade de São Paulo Instituto de Biociências**, [S. l.], 2016.

ROZWALKA, Luciene Cristina; LIMA, Maria Lúcia Rosa Zaksevskas da Costa; MIO, Louise Larissa May De; NAKASHIMA, Tomoe. Extracts, decoctions and essential oils of medicinal and aromatic plants in the inhibition of *Colletotrichum gloeosporioides* and *Glomerella cingulata* isolates from guava fruits. **Ciência Rural**, [S. l.], v. 38, n. 2, 2008. ISSN: 0103-8478.

SAAVEDRA, Tarsicio Medina; FIGUEROA, Gabriela Arroyo; CAUIH, Jorge Gustavo Dzul. Origin and evolution of tomato production *Lycopersicon esculentum* in México. **Ciência Rural**, [S. l.], v. 47, n. 3, 2017. DOI: 10.1590/0103-8478cr20160526.

SALUSTIANO, Maria Eloísa; VALE, Francisco Xavier Ribeiro Do; ZAMBOLIM, Laércio; FONTES, Paulo César Rezende. O manejo da pinta-preta do tomateiro em épocas de temperaturas baixas. **Summa Phytopathologica**, [S. l.], v. 32, n. 4, 2006. DOI: 10.1590/s0100-54052006000400006.

SAMAY, Bianca; BOMFIM, Angelina; MARIANI, Carina; LOPES, Leite. Efeito de extratos vegetais obtidos de plantas do Cerrado baiano no desenvolvimento de *Meloidogyne mayaguensis* Effect of plant extracts obtained from plants of the Cerrado Baiano in the development of *Meloidogyne mayaguensis*. **REVISTA DE BIOLOGIA E CIÊNCIAS DA TERRA**, [S. l.], v. 11, p. 75–82, 2011.

SANTOS NETO, José Dos; SCHWAN-ESTRADA, Kátia Regina Freitas; ALVES DE SENA, José Ozinaldo; JARDINETTI, Virilene do Amaral; RODRIGUES ALENCAR, Marianna dos Santos. Qualidade de frutos de tomateiro cultivado em sistema de produção orgânico e tratados com subprodutos de capim limão. **Revista Ciencia Agronomica**, [S. l.], v. 47, n. 4, 2016. ISSN: 18066690.

SARMENTO-BRUM, R. B. G.; DE CASTRO, H. G.; SILVA, M. L.; SARMENTO, R. A.;

NASCIMENTO, I. R.; SANTOS, G. R. **Vista do Efeito de óleos vegetais na inibição do crescimento micelial de fungos fitopatogênicos**. 2014. DOI: <https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v5n1.brum>. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/JBB/article/view/732/411>. Acesso em: 2 jul. 2022.

SASIKALA, A.; LINGA RAO, M.; SAVITHRAMMA, N.; PRASAD, T. N. V. K. V. Synthesis of silver nanoparticles from stem bark of *Cochlospermum religiosum* (L.) Alston: an important medicinal plant and evaluation of their antimicrobial efficacy. **Applied Nanoscience (Switzerland)**, [S. l.], v. 5, n. 7, p. 827–835, 2015. ISSN: 21905517. DOI: 10.1007/S13204-014-0380-8/FIGURES/9. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13204-014-0380-8>. Acesso em: 2 jul. 2022.

SEIXAS, P. T. L.; CASTRO, H. C.; SANTOS, G. R.; CARDOSO, D. P. Controle fitopatológico do *Fusarium subglutinans* pelo óleo essencial do capim-citronela (*Cymbopogon nardus* L.) e do composto citronelal. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [S. l.], v. 13, n. spe, p. 523–526, 2011. ISSN: 1516-0572. DOI: 10.1590/S1516-05722011000500003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722011000500003&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 1 jul. 2022.

SHAFIQUE, Shazia; SHAFIQUE, Sobiya; BAJWA, Rukhsana; AKHTAR, Nosheen; HANIF, Sana. Fungitoxic activity of aqueous and organic solvent extracts of *tagetes erectus* on phytopathogenic fungus-*ascochyta rabiei*. **Pakistan Journal of Botany**, [S. l.], v. 43, n. 1, 2011. ISSN: 05563321.

SHAMI, Najua Juma Ismail Esh; MOREIRA, Emilia Addison Machado. **Lycopene as an antioxidant agent**. **Revista de Nutricao** 2004. ISSN: 14155273. DOI: 10.1590/s1415-52732004000200009.

SIMMONS, Emory G. *Alternaria* themes and variations (244-286): Species on solanaceae. **Mycotaxon**, [S. l.], v. 75, 2000. ISSN: 00934666.

SIRIPORNVISAL, Sirirat; RUNGPRON, Wimolpun; SAWATDIKARN, Sanit. Antifungal activity of essential oils derived from some medicinal plants against grey mould (*botrytis cinerea*). **Asian Journal of Food and Agro-Industry**, [S. l.], 2009.

SOUSA, Cleyton Marcos De M. et al. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Quimica Nova**, [S. l.], v. 30, n. 2, 2007. ISSN: 01004042. DOI: 10.1590/S0100-40422007000200021.

SOUSA, Rosa Maria Souto De; SERRA, Ilka Marcia Ribeiro de Souza; MELO, Thiago Anchieta De. Efeito de óleos essenciais como alternativa no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, em pimenta. **Summa Phytopathologica**, [S. l.], v. 38, n. 1, p. 42–47, 2012. ISSN: 0100-5405. DOI: 10.1590/S0100-54052012000100007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-54052012000100007&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 30 jun. 2022.

SOUZA, Lúcia Kioko Hasimoto e; OLIVEIRA, Cecília Maria Alves De; FERRI, Pedro Henrique; SANTOS, Suzana Costa; OLIVEIRA JÚNIOR, Juldásio Galdino De; MIRANDA, André Thiago Borges; LIÃO, Luciano Moraes; SILVA, Maria do Rosário Rodrigues.

Antifungal properties of Brazilian cerrado plants. **Brazilian Journal of Microbiology**, [S. l.], v. 33, n. 3, p. 247–249, 2002. ISSN: 1517-8382. DOI: 10.1590/S1517-83822002000300012. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/bjm/a/tCCQLHsDShWcdRJk3h93BBym/?lang=en>. Acesso em: 27 jun. 2022.

SOYLU, Emine Mine; KURT, Şener; SOYLU, Soner. In vitro and in vivo antifungal activities of the essential oils of various plants against tomato grey mould disease agent *Botrytis cinerea*. **International Journal of Food Microbiology**, [S. l.], v. 143, n. 3, 2010. ISSN: 01681605. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.08.015.

STENGER, Luma Dalmolin; LIBARDONI, Gabriela; WAGNER JÚNIOR, Américo; ZANELA, Juliano; ALVES, Leonardo Tozzetti; VARPECHOSKI, Gabriela Osowski; LOZANO, Everton Ricardi; POTRICH, Michele. Essential oils in pathogen resistance induction of *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. **Ciência Rural**, [S. l.], v. 51, n. 9, 2021. ISSN: 1678-4596. DOI: 10.1590/0103-8478cr20190915. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782021000900301&tlng=en. Acesso em: 2 jul. 2022.

TABET ZATLA, Amina; DIB, Mohammed El Amine; DJABOU, Nassim; ILIAS, Faiza; COSTA, Jean; MUSELLI, Alain. Antifungal activities of essential oils and hydrosol extracts of *Daucus carota* subsp. *sativus* for the control of fungal pathogens, in particular gray rot of strawberry during storage. **Journal of Essential Oil Research**, [S. l.], v. 29, n. 5, 2017. ISSN: 10412905. DOI: 10.1080/10412905.2017.1322008.

TABTI, Leila; EL AMINE DIB, Mohammed; DJABOU, Nassim; BENYELLES, Nassira Gaouar; PAOLINI, Julien; COSTA, Jean; MUSELLI, Alain. Control of fungal pathogens of *citrus sinensis* L. by essential oil and hydrosol of *Thymus capitatus* L. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, [S. l.], v. 87, 2014. ISSN: 1439040X. DOI: 10.5073/JABFQ.2014.087.039.

TELES, Valérya Carneiro; ANDREANI, Larissa; FONSECA VALADARES, Leonardo. Uso de Microscopia de Luz e Eletrônica como Técnicas de Análise Morfológica. [S. l.], p. 1–9, 2017.

THOMMA, Bart P. H. J. **Alternaria spp.: From general saprophyte to specific parasite**. **Molecular Plant Pathology** 2003. ISSN: 14646722. DOI: 10.1046/j.1364-3703.2003.00173.x.

TOKESHI, H. **Manual de Fitopatologia: Doenças das PLantas Cultivadas**. [s.l: s.n.]. v. 2

TOMAZONI, Elisa Z.; PANSERA, Márcia R.; PAULETTI, Gabriel F.; MOURA, Sidnei; RIBEIRO, Rute T. S.; SCHWAMBACH, Joséli. In vitro antifungal activity of four chemotypes of *Lippia alba* (Verbenaceae) essential oils against *Alternaria solani* (Pleosporaceae) isolates. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [S. l.], v. 88, n. 2, 2016. ISSN: 16782690. DOI: 10.1590/0001-3765201620150019.

VAKALOUNAKIS, D. Evaluation of tomato cultivars for resistance to *Alternaria* blight. **Annals of applied Biology**, [S. l.], v. v. 102, p. 138– 139., [s.d.].

VALADARES, Anna Carolina F.; ALVES, Cassia Cristina F.; ALVES, José Milton; DE DEUS, Isabella P. B.; DE OLIVEIRA FILHO, Josemar G.; DOS SANTOS, Tainá Caroline L.; DIAS, Herbert Júnior; CROTTI, Antônio Eduardo M.; MIRANDA, Mayker L. D.

Essential oils from piper aduncum inflorescences and leaves: Chemicacomposition and antifungal activity against sclerotinia sclerotiorum. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [S. l.], v. 90, n. 3, 2018. ISSN: 16782690. DOI: 10.1590/0001-3765201820180033.

VERMA, Ram S. Analysis of the Hydrosol Aroma of Indian Oregano. **Medicinal & Aromatic Plants**, [S. l.], v. 01, n. 07, 2012. DOI: 10.4172/2167-0412.1000112.

VIDA, João Batista; ZAMBOLIM, Laércio; TESSMANN, Dauri J.; BRANDÃO FILHO, J. Usan T.; VERZIGNASSI, Jaqueline R.; CAIXETA, Marilda P. Manejo de doenças de plantas em cultivo protegido. **Fitopatologia Brasileira**, [S. l.], v. 29, n. 4, p. 355–372, 2004. ISSN: 0100-4158. DOI: 10.1590/S0100-41582004000400001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-41582004000400001&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 30 jun. 2022.

VOS, C. M.; YANG, Y.; DE CONINCK, B.; CAMMUE, B. P. A. **Fungal (-like) biocontrol organisms in tomato disease control**. **Biological Control** 2014. ISSN: 10499644. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2014.04.004.

WAMSER, Anderson Fernando; MUELLER, Siegfried; BECKER, Walter Ferreira; SANTOS, Janaína Pereira Dos. Produção do tomateiro em função dos sistemas de condução de plantas. **Horticultura Brasileira**, [S. l.], v. 25, n. 2, p. 238–243, 2007. ISSN: 0102-0536. DOI: 10.1590/S0102-05362007000200021. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362007000200021&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 30 jun. 2022.

WANG, L.; JIANG, N.; WANG, D.; WANG, M. Effects of Essential Oil Citral on the Growth, Mycotoxin Biosynthesis and Transcriptomic Profile of *Alternaria alternata*. [S. l.], 2019. DOI: 10.3390/toxins11100553. Disponível em: www.mdpi.com/journal/toxins.

WARNER, J.; ZHANG, T. Q.; HAO, X. Effects of nitrogen fertilization on fruit yield and quality of processing tomatoes. **Canadian Journal of Plant Science**, [S. l.], v. 84, n. 3, 2004. ISSN: 00084220. DOI: 10.4141/P03-099.

WOLTERS, P. J.; FAINO, L.; VAN DEN BOSCH, T. B. M.; EVENHUIS, B.; VISSER, R. G. F.; SEIDL, M. F.; VLEESHOUWERS, V. G. A. A. Gapless genome assembly of the potato and tomato early blight pathogen *alternaria solani*. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, [S. l.], v. 31, n. 7, 2018. ISSN: 08940282. DOI: 10.1094/MPMI-12-17-0309-A.

WOUDENBERG, J. H. C.; TRUTER, M.; GROENEWALD, J. Z.; CROUS, P. W. Large-spored *Alternaria* pathogens in section *Porri* disentangled. **Studies in Mycology**, [S. l.], v. 79, n. 1, 2014. ISSN: 01660616. DOI: 10.1016/j.simyco.2014.07.003.

ZACARONI, L. M.; CARDOSO, M. G.; SOUZA, P. E.; PIMENTEL, F. A.; GUIMARÃES, L. G. de L.; SALGADO, A. P. S. P. Potencial fungitóxico do óleo essencial de *Piper hispidinervum* (pimenta longa) sobre os fungos fitopatogênicos *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium oxysporum* e *Colletotrichum gloeosporioides*. **Acta Amazonica**, [S. l.], v. 39, n. 1, 2009. DOI: 10.1590/s0044-59672009000100020.

ZAHIRUL, I. M.; YOUNG-TACK, L.; AKTER, M. M.; HO-MIN, K. Effect of pre-harvest potassium foliar spray and postharvest storage methods on quality and shelf life of cherry tomatoes. **Research Journal of Biotechnology**, [S. l.], v. 13, n. 7, 2018. ISSN: 22784535.

ZAKI, S. Z. M.; ZULKIFLEY, M. A.; MOHD STOF, M.; KAMARI, N. A. M.; MOHAMED, N. A. Classification of tomato leaf diseases using mobilenet v2. **IAES International Journal of Artificial Intelligence**, [S. l.], v. 9, n. 2, 2020. ISSN: 22528938. DOI: 10.11591/ijai.v9.i2.pp290-296.

ZANANDREA, I.; JULIANO, D. S.; ANDRÉA, B. M.; JULIANE, L.; VERIDIANA, K. B. Atividade do óleo essencial de orégano contra fungos patogênicos do arroz: crescimentos micelial em placas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [S. l.], v. 14, 2004. DOI: 10.1590/s0102-695x2004000300006.

ZORZI TOMAZONI, E.; RIBEIRO, R. T. S.; PAULETTI, G. F.; SOARES, G. L. G.; SCHWAMBACH, J. Inhibition of Alternaria stem canker on tomato by essential oils from Baccharis species. **Journal of Environmental Science and Health - Part B Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes**, [S. l.], v. 54, n. 9, 2019. ISSN: 15324109. DOI: 10.1080/03601234.2019.1633212.