

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS – CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA
BACHARELADO EM AGRONOMIA

Clinton Júnior Garcia Quintão

**ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS EM FUNGOS
FITOPATOGÊNICOS À CULTURA DA SOJA**

São João Evangelista

2021

CLINTON JÚNIOR GARCIA QUINTÃO

**ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS EM FUNGOS
FITOPATOGÊNICOS À CULTURA DA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso Bacharelado em Agronomia, do Instituto Federal de Minas Gerais - *campus* São João Evangelista para obtenção do grau de bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof^ª Dr^a Natália Risso Fonseca

São João Evangelista

2021

Q7a Quintão, Clinton Júnior Garcia.

Atividade Antifúngica de Óleos Essenciais em Fungos Fitopatogênicos à Cultura da Soja / Clinton Júnior Garcia Quintão. - 2021

39 f. : il

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Natália Risso Fonseca

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Instituto Federal de
Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista

1.Inibição. 2.Controle Alternativo. 3.Antracnose. Mofo Branco.
I.Título.

CDD 632.96

Clinton Júnior Garcia Quintão

**ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS EM FUNGOS
FITOPATOGÊNICOS À CULTURA DA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso Bacharelado em Agronomia, do Instituto Federal de Minas Gerais - *campus* São João Evangelista para obtenção do grau de bacharel em Agronomia.

Aprovado em: 21 / 10 / 2021 pela banca examinadora:



Profa. Dra. Natália Risso Fonseca - IFMG *campus* São João Evangelista (Orientadora)



Prof. Me. Alisson José Eufrásio de Carvalho – IFMG *campus* São João Evangelista



Profa. Dra. Caroline Junqueira Sartori - IFMG *campus* São João Evangelista

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de chegar até o fim desta jornada, toda à minha família, meus pais Clinton e Rita, as minhas irmãs Izabela e Isadora por acreditarem em mim e pelo incentivo constante na realização deste trabalho.

Agradeço a minha orientadora Natália e a todos que me ajudaram a tornar possível este trabalho, em especial os amigos Fernando Rabelo e Luiz Carlos.

Também deixo meus agradecimentos aos amigos que conquistei durante essa caminhada e que uniram forças para que superássemos nossas dificuldades, em especial Agatha, Amanda, Analice, Jackson, João Vitor, Jucelia e Yuri.

RESUMO

A soja é uma commodity de grande importância para a alimentação humana e animal e as perdas na produção causados pela infecção por fungos fitopatogênicos como *Colletotrichum truncatum* e *Sclerotinia sclerotiorum* podem ser totais em condições favoráveis aos patógenos. A dificuldade no manejo desses fungos fitopatogênicos associado a necessidade de uso constante de fungicidas nas lavouras tem incentivado a realização de novas pesquisas na busca por medidas de manejo que sejam de baixo custo e menos danosas ao meio ambiente e à saúde humana. Os compostos antimicrobianos presentes nos óleos essenciais de algumas plantas tem sido alvo de estudos e tem gerado bons resultados em relação ao seu potencial de uso no controle de fitopatógenos. Nesse estudo, foi analisada a inibição do crescimento micelial *in vitro* dos fungos *S. sclerotiorum* e *C. truncatum* na presença dos óleos essenciais de copaíba (*Copaifera officinalis*), melaleuca (*Melaleuca alternifolia*) e capim limão (*Cymbopogon flexuosus*). Os óleos essenciais foram diluídos em DMSO, na proporção 1:1 e, em seguida, foram misturados, individualmente, ao meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar) e vertidos em placas de Petri. No centro de cada placa foi adicionado um disco de micélio do fungo fitopatogênico analisado. Os óleos essenciais tiveram bom desempenho na inibição do crescimento micelial dos fungos, com um destaque para o óleo essencial de capim limão que inibiu 100% o crescimento de ambos os fungos.

Palavras-chave: Inibição. Controle alternativo. Antracnose. Mofo branco.

ABSTRACT

Soy is a commodity of great importance for human and animal nutrition, however production losses caused by plant pathogenic fungi such as *Colletotrichum truncatum* and *Sclerotinia sclerotiorum* may be complete under favorable conditions to pathogens. The difficulty to managing these pathogens associated with the constant use chemicals fungicides in crops has encouraged the search for sustainable management practices that are low cost and less damage to the environment and human health. Plant-based antimicrobial compounds present in essential oils have been studied and generated good results regarding their potential use in the control of plant pathogens. In this study, growth inhibition *in vitro* of *S. sclerotiorum* and *C. truncatum* was analyzed in the presence of essential oils extracted from copaiba (*Copaifera officinalis*), tea tree (*Melaleuca alternifolia*) and lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*). The oils were diluted in DMSO 1:1 ratio, individually mixed with PDA medium and poured into Petri dishes. In the center of each plate, a mycelium disk of the fungi was placed. In general, the essential oils were effective inhibiting the fungi growth, highlighting lemongrass essential oil, which inhibited 100% the growth of both fungi.

Keywords: Inhibition. Alternative control. Anthracnose. White mold.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Crescimento micelial do fungo <i>S. sclerotiorum</i> em meio de cultura após cinco dias de incubação a 25°C.....	23
Figura 2 - Crescimento micelial do fungo <i>C. truncatum</i> em meio de cultura após sete dias de incubação a 25°C.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Crescimento micelial médio (cm) de <i>S. sclerotiorum</i> sob efeito dos tratamentos obtido após o período de incubação de 5 dias a 25°C.....	23
Tabela 2 - Crescimento micelial médio (cm) de <i>C. truncatum</i> sob efeito dos tratamentos obtido após o período de incubação de 7 dias a 25°C.....	24
Tabela 3 - Percentual de inibição de crescimento micelial de <i>S. sclerotiorum</i> e <i>C. truncatum</i> sob efeito dos óleos essenciais de copaíba (T1), capim-limão (T2), melaleuca (T3) e do fungicida específico (T4) obtidos após incubação a 25°C por 5 e 7 dias, respectivamente.....	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 Produção agrícola e a cultura da soja no Brasil.....	12
2.2 Mofo branco	14
2.3 Antracnose.....	16
2.5. Óleo essencial de copaíba	18
2.6 Óleo essencial de melaleuca (<i>Tea Tree</i>).....	19
3 METODOLOGIA	21
3.1 Obtenção dos fungos	21
3.2 Seleção de agentes antifúngicos	22
3.3 Teste de sensibilidade a compostos antimicrobianos	22
3.4 Avaliação e delineamento experimental	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5 CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados da FAO (2019), até 2050 a população mundial poderá atingir a marca de 9,7 bilhões de habitantes e o aumento da demanda por alimentos poderá crescer 60%. Os dados sobre o crescimento populacional têm gerado vários debates acerca da demanda mundial de alimentos, o que nos leva a pensar sobre o potencial agrícola de nosso país e as barreiras que podem nos impedir de produzir de acordo com nossa capacidade produtiva e acompanhar o ritmo de crescimento mundial nos próximos anos (SAATH, 2016).

Entre os entraves para a produção de alimentos, a influência de fatores climáticos, solos com baixa fertilidade, ataques de insetos e a ocorrência de doenças comprometem boa parte da produção brasileira (SOUZA, 2013). As doenças se destacam como um dos principais motivos para a redução da produtividade, podendo estas ser de origem biótica, em que estão envolvidos fungos, bactérias, nematoides ou vírus e, abiótica, acarretadas por distúrbios fisiológicos causados por falta ou excesso de nutrientes, água e temperatura (MICHEREFF, 2001).

A soja (*Glycine max* L.) é uma cultura acometida por uma vasta quantidade de patógenos, ocasionando doenças com grande potencial de dano econômico, entre elas podemos citar a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), mancha alva (*Corynespora cassiicola*), oídio (*Microsphaera diffusa*), antracnose (*Colletotrichum truncatum*) e a mela ou requeima (*Rhizoctonia solani*) como doenças fúngicas de grande relevância, além das doenças bacterianas causadas por *Pseudomonas savastanoi* e *Xanthomonas axonopodis* (GRIOLLI, 2015).

Entre as doenças que acarretam em perdas de produtividade da cultura da soja, destacasse o mofo branco, causado pelo fungo *S. sclerotiorum*, que pertence ao Filo Ascomycota, classe *Discomycetes*, ordem *Helotiales* e família *Sclerotiniaceae*, encontrado em quase todas as regiões produtoras de soja do mundo (GÖRGEN, 2009). Essa doença, de difícil controle, acomete as culturas da soja e feijão com alta agressividade (WENDLAND *et al.*, 2018). Caracterizada pela formação de micélio branco abundante na parte aérea da planta, atinge folhas, hastes, vagens e sementes (HENNING *et al.*, 2014). O controle da doença é feito, em geral, através do controle químico, devido à falta de variedades resistentes disponíveis (MUELLER *et al.*, 2002). Caso não sejam tomadas medidas preventivas para evitar os danos, a plantação pode sofrer prejuízos maiores que 30% na produção, principalmente nos períodos chuvosos do ano (OLIVEIRA, 2005).

A antracnose, causada por *Colletotrichum truncatum*, pertencente ao Filo Ascomycota, classe *Discomycetes*, ordem *Helotiales* e família *Sclerotiniaceae*, também é uma doença que causa danos a cultura da soja ocasionando diversos sintomas, como o surgimento de manchas escuras em folhas, vagens e sementes, que acarretam no apodrecimento e queda das vagens, além de tombamento de plântulas originadas a partir de sementes infectadas (MEYER; KLEPKER, 2007). A doença é disseminada principalmente pela água da chuva e irrigação, que atinge as partes colonizadas pelo fungo na planta doente levando gotículas de água contendo estruturas do patógeno para plantas saudáveis (SARAN, 2011).

O controle da antracnose é baseado em medidas de controle que reduzem a incidência do patógeno na área de plantio, como rotação de cultura, uso de sementes saudáveis, manejo físico e nutricional e aplicação de fungicidas protetores (MEYER; KLEPKER, 2007).

Como observado, a demanda de agroquímicos para uso nas lavouras é uma prática comum para o manejo de doenças, o que gera maior preocupação quanto aos efeitos negativos e os riscos destas substâncias ao meio ambiente e o corpo humano (BRASIL, 2002), além de tornar as atividades agrícolas mais onerosas.

A cada dia, a população se atenta mais aos métodos de produção dos alimentos consumidos, e isto tem levado os produtores a buscarem novas alternativas para a redução no uso de agrotóxicos (JOHANN *et al.*, 2019).

O controle alternativo de doenças em plantas se baseia no uso de técnicas de produção utilizando principalmente compostos naturais, que não causam potencialmente danos à saúde humana ou ao meio ambiente. Essas substâncias podem ativar o sistema de defesa das plantas ou ainda proteger a superfície da infecção por fitopatógenos, impedindo o desenvolvimento de doenças (MORAIS, 2009). Estas técnicas são muito utilizadas em sistemas de agroecologia e agricultura familiar pois reduzem os riscos de contaminação do meio ambiente e intoxicação de produtores e consumidores (DINIZ *et al.*, 2006).

O potencial do uso de óleos essenciais de plantas no controle de doenças tem sido alvo de muitos estudos devido a presença de substâncias antimicrobiana nesses compostos. Alguns experimentos já trazem resultados positivos para o uso desses óleos e extratos de diferentes espécies de plantas, como os realizados por Mondego *et al.* (2014), que testaram os efeitos do óleo de copaíba no controle alternativo da microflora de sementes de Embiratanha (*Pseudobombax marginatum*), obtendo resultados satisfatórios na inibição dos patógenos das sementes sem que ocorressem interferências na germinação.

Cortez *et al.* (2015), sabendo da atividade antimicrobiana dos óleos essenciais testaram a ação do óleo essencial de capim limão frente às cepas de *Candida albicans*, *C.*

tropicalis e *C. parapsilosis* e verificou que o óleo essencial *Cymbopogon citratus* apresentou atividade antifúngica frente a todas as cepas de *Candida*, sendo o óleo com maior potencial de controle desses patógenos.

A melaleuca (*Melaleuca alternifolia*), por sua vez, também apresentou bons resultados frente a ação contra os fungos fitopatogênicos *S. sclerotiorum* e *Alternaria alternata* de acordo com as pesquisas feitas por Martins *et al.* (2010).

Devido a necessidade de novas alternativas para o controle de doenças que sejam mais sustentáveis e, estudos mais aprofundados sobre a ação dos compostos antimicrobianos presentes em óleos e extratos vegetais no controle de fitopatógenos, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito inibitório dos óleos essenciais de copaíba (*C. officinalis*), melaleuca (*M. alternifolia*) e capim limão (*C. flexuosus*) no crescimento dos fungos *C. truncatum* e *S. sclerotiorum*, causadores das doenças antracnose e mofo branco na soja, respectivamente, em condições *in vitro*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Produção agrícola e a cultura da soja no Brasil

A demanda alimentar para os próximos anos, exige que medidas de redução de perdas nas lavouras seja uma das formas imediatas de se alcançar o aumento da produtividade das áreas de plantio e alavancar a produção de alimentos, visto que novas áreas viáveis para o avanço das fronteiras agrícolas já foram exauridas (BARROS *et al.*, 2019).

O Brasil tem um papel de destaque na produção mundial de alimentos, apresentando, em 2018, faturamento de R\$ 656 bilhões, aliados às vendas para o mercado interno e exportação, ajudando alavancar o PIB do país (ABIA, 2019).

Entre as principais culturas agrícolas produzidas no Brasil, temos a soja em primeiro lugar, seguindo pelo milho, algodão e feijão, com um aumento na produção de grãos na safra 2018/2019 de 13,7 milhões de toneladas e aproximadamente 2,5 milhões de hectares plantados a mais com estas culturas em relação as áreas do ano anterior. Este aumento em área plantada e produção visa atender à crescente demanda mundial por alimentos, a qual terá um aumento de 60% nos próximos anos, para atender uma população de aproximadamente 9 bilhões de habitantes até 2050 (FAO, 2019).

A soja é uma leguminosa que tem origem na Ásia e foi inicialmente cultivada há cerca de 4500 - 4800 anos para a alimentação humana. A soja começou a ser difundida no Brasil

em 1882, primeiramente no estado da Bahia, seguindo para São Paulo e chegando ao Rio Grande do Sul em 1914, onde obteve boa produtividade (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005). Ao final da década de 60, o Brasil viu na soja um produto com grande capacidade comercial, e começou a cultivá-la como uma opção de cultura de verão no lugar do trigo, para a produção do farelo, fonte de alimento para aves e suínos, atividade esta que na época estava em grande ascensão. Desde então, a cultura da soja só cresceu e hoje é o grão mais produzido no Brasil e no mundo (HIRAKURI, 2014).

A soja é uma cultura muito cultivada em todo mundo devido sua vantajosa composição química ser de grande importância para a alimentação humana e animal (GONDIN, 2019), sendo o grão mais produzido no país (CONAB, 2019). A produção nacional de soja, atualmente, é de 133.673,6 milhões de toneladas, equivalente a 35% da produção mundial, com 37.882,6 milhões de hectares plantados, referentes a 28% da área plantada mundialmente com a cultura, obtendo um rendimento médio de 3.529 Kg.ha⁻¹ (CONAB, 2021). O cultivo de soja é uma das atividades de maior crescimento nas últimas décadas devido um mercado internacional sólido aliado ao comércio de produtos derivados, o uso do grão como fonte de proteína vegetal para alimentação animal e o aumento de tecnologias que viabilizam e expandem a exploração sojicola, tornando a atividade altamente rentável ao produtor (HIRAKURI, 2014).

A cultura da soja necessita de diversos cuidados, apresentando-se como uma espécie altamente exigente quanto a condições hídricas e nutricionais. Somado a isso, a espécie é suscetível a diversas pragas e doenças, justificando a necessidade de constantes pesquisas a fim de evitar perdas na produção (LOPES, 2013).

Entre as principais doenças na cultura podemos citar a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow), mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary 1884), mancha alva (*Corynespora cassiicola* (Berk. & Curtis)), oídio (*Microsphaera diffusa* Cooke & Peck), antracnose (*Colletotrichum truncatum* (Schw.)) e a mela ou requeima de *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn 1858, como doenças fúngicas de grande relevância, além das doenças crestamento bacteriano, causado por *Pseudomonas savastanoi* e pústula bacteriana, causada por *Xanthomonas axonopodis* (Smith, 1897) (GRIOLLI, 2015).

Adicionalmente, os fungos fitopatogênicos *Fusarium* Link, *Cercospora kikuchii* ((Tak. Matsumoto & Tomoy.) M.W. Gardner), *Aspergillus* P. Micheli ex Haller, entre outros de menor impacto econômico, mas detectados com muita frequência, como os gêneros *Penicillium* Link, *Alternaria* Nees, *Chaetomium* Kunze, *Cladosporium* Link, *Curvularia*

Boedijn, *Epicoccum* Link, *Rhizopus* Ehrenb. e *Nigrospora* Zimm também são relatados causados danos à cultura (GOULART, 2005).

Entre as doenças de maior importância, o mofo branco (*S. sclerotiorum*) e antracnose (*C. truncatum*) são muito recorrentes devido sua facilidade de disseminação. A presença dessas doenças ocasiona perdas significativas devido a agressividade dos patógenos, além da necessidade de várias aplicações de fungicidas de diferentes grupos químicos para um manejo eficaz (GRIOLLI, 2015).

O controle convencional dessas doenças consiste no uso de cultivares resistentes as doenças, rotação de cultura e principalmente no uso de fungicidas protetores sobre as folhas, hastes e frutos que impedem a infecção do fungo às plantas, assim como a utilização dos fungicidas sistêmicos para situações em que a doença já esteja estabelecida (KIMATI, 1995; REIS *et al.*, 2007).

Os fungicidas que são constituídos de compostos químicos que inibem o crescimento dos fungos retardando o desenvolvimento das hifas são chamados de fungicidas de efeito fungistático, já os fungicidas que afetam a reprodução do fungo impedindo a esporulação sem afetar o desenvolvimento das hifas são chamados de antiesporulantes (JULIATTI, 2007). Os fungicidas de ação sistêmica são aqueles que apresentam substância com mobilidade que são absorvidos por raízes e órgãos aéreos que são transportados pelo xilema. As substâncias fungicidas que apresentam mobilidade (sistêmicos) são absorvidas por raízes e órgãos aéreos, e são translocados principalmente pelo xilema (REIS *et al.*, 2007).

No cultivo de soja, os fungicidas dos grupos químicos triazol e benzimidazol de ação sistêmica e as estrobilurinas com ação sistêmica ou protetora ou de contato, são os mais utilizados para controle e prevenção de doenças fungicas (GODOY; CANTERI, 2004).

2.2 Mofo branco

Entre as doenças de grande impacto econômico na cultura da soja, o mofo branco é uma doença de elevada agressividade, cujo agente etiológico é o fungo *S. sclerotiorum*, o qual sua ocorrência nas lavouras brasileiras vem aumentando nos últimos anos, principalmente nas áreas com sistema de irrigação por pivô central (PAULA JÚNIOR *et al.*, 2009).

O fungo pertence ao Filo Ascomycota, classe *Discomycetes*, ordem *Helotiales* e família *Sclerotiniaceae*. Este patógeno possui uma ampla gama de hospedeiros, atingindo 408 espécies, incluindo monocotiledôneas e dicotiledôneas. Entre seus principais hospedeiros, a

soja e o feijão são altamente suscetíveis, sendo que a doença pode ser encontrada em quase todas as áreas produtoras de soja e feijão do mundo (GÖRGEN, 2009).

A sintomatologia da doença é bem semelhante entre as culturas hospedeiras, se caracterizando pela formação de micélio branco abundante na parte aérea da planta, atingindo folhas, hastes, vagens e sementes, sendo as últimas as mais severamente atacadas, as quais apodrecem e caem. A planta infectada pode amarelecer e morrer de acordo com o local e intensidade da infecção (HENNING et al., 2014). Esta doença também se caracteriza pela produção de escleródios escuros, que atuam como estruturas de sobrevivência do fungo, o qual pode permanecer no solo na ausência do hospedeiro por até 10 anos (LEITE, 2005).

Uma das principais formas de disseminação da doença ocorre através do uso de sementes infectadas com o patógeno, com perdas no campo podendo ultrapassar 30% da produção (BOTELHO, 2011). As sementes infectadas pelo fungo morrem durante a germinação e ocorre o aparecimento de escleródios, que na próxima safra podem germinar em temperaturas favoráveis de 10°C a 25°C e alta umidade do solo produzindo ascocarpos do tipo apotécio, os quais produzem e ejetam ativamente esporos sexuais (ascósporos), os quais são lançados ao ar infectando flores e dando início a um novo ciclo infeccioso (SARAN, 2011). A infecção da parte aérea causada pelos ascósporos se inicia com pontos encharcados seguido de lesões que se expandem de forma irregular podendo causar o anelamento do caule (KIMATI et al., 1997).

O controle da doença é feito levando em consideração todas as formas de infecção, sobrevivência e a relação do patógeno com hospedeiro e o ambiente (GÖRGEN, 2009). O controle químico é realizado utilizando fungicidas foliares de proteção devido à dificuldade em se encontrar resistência genética entre as variedades disponíveis. Porém, o uso intensivo de compostos químicos é preocupante devido o surgimento de estirpes resistentes aos produtos disponíveis no mercado. Adicionalmente, o controle químico também se torna ineficiente caso não se consiga boa área de contato do fungicida com o filoplano da planta (MUELLER et al., 2002).

O tratamento de sementes é uma medida eficiente no controle do mofo branco, reduzindo a formação de escleródios em sementes infectadas (MUELLER et al., 1999). O controle cultural também é um forte aliado no combate de *S. sclerotiorum*, através da redução do inóculo, atuando na fase de sobrevivência do fungo (REI; FORCELINE, 1995), sendo a rotação de cultura o método mais utilizado. No entanto, para o controle de *S. sclerotiorum*, a rotação só será eficiente se a cultura em questão proporcionar alterações na microflora do solo, gerando antagonismo, o qual poderá aumentar a supressividade à doença (COSTA; RAVA, 2003).

2.3 Antracnose

A antracnose, causada principalmente pelo fungo *C. truncatum* (HYDE *et al.*, 2009), é uma doença que causa danos em todas as fases de desenvolvimento da cultura da soja, podendo atingir cotilédones, pecíolos, folhas, hastes e vagens.

O gênero *Colletotrichum* é caracterizado pela presença de corpos de frutificação do tipo acérvulos, com a presença de setas, onde são produzidos conídios hialinos em uma massa de coloração alaranjada (MENEZES; HANLIN, 1996). Além da cultura da soja, *C. truncatum* também infecta as culturas da lentilha, ervilha, grãos de bico e feijão (WEIDEMANN *et al.*, 1988). O gênero *Colletotrichum* tem uma ampla distribuição geográfica, sendo mais decorrente na região dos trópicos onde se tem altas temperaturas e umidade (JEFFRIES *et al.*, 1990)

A doença se caracteriza pela queda e o apodrecimento das vagens, que ao serem infectadas no início da formação, sessa a produção de sementes e adquirem coloração castanho escuro a negra, com aspecto retorcido. Já nas vagens que são contaminadas na fase de granação, surgem lesões encharcadas (anasarca) que, posteriormente, se tornam manchas negras derivada da aglomeração dos corpos de frutificação do tipo acérvulo. Outras partes da planta, quando atingidas, apresentam manchas necróticas escuras, ligeiramente deprimidas e brilhantes, sendo que em folhas podem ser observadas lesões necróticas nas nervuras (MEYER; KLEPKER 2007).

Sementes infectadas por *C. truncatum* apresentam manchas deprimidas, que adquirem coloração castanho-escuro, as quais podem não germinar (tombamento de pré-emergência) ou originar plântulas com necroses nos cotilédones, que podem acarretar em tombamento de pós emergência (HENNING *et al.*, 2014).

A doença é favorecida por temperaturas entre 18 °C e 25 °C e molhamento foliar causado por irrigação, chuva ou orvalho, além de alta umidade relativa do ar, o que pode levar a uma perda total da produção em casos extremos (ALMEIDA *et al.*, 2005). A disseminação da doença ocorre através do uso de sementes infectadas, permanência de restos culturais na lavoura e carregamento de conídios por vento e chuva (SARAN, 2011).

O controle da doença é realizado a partir de um conjunto de medidas protetivas, como a rotação de culturas, uso de sementes sadias e tratadas com fungicidas protetores, manejo físico do solo, manejo nutricional adequado para a cultura e aplicação de fungicidas protetores (MEYER; KLEPKER, 2007).

2.4. Controle alternativo de doenças de plantas

Existe uma grande preocupação com o uso intensivo de agrotóxicos na produção alimentos no Brasil. Segundo Forcelin (2015), os plantios de soja necessitam de, pelo menos, três aplicações de fungicidas protetores para uma produção segura e livre de doenças. A intoxicação por agrotóxicos pode gerar diversos problemas a saúde humana, desde sintomas brandos até doenças crônicas que atingem diversos sistemas do corpo humano (CARNEIRO *et al.*, 2015). Como alternativa ao uso de compostos químicos, métodos alternativos de controle de doenças de plantas têm sido muito buscados para reduzir o uso de agrotóxicos no campo e, também, por consequência, reduzir os custos de produção (DINIZ *et al.* 2006).

Os métodos alternativos se baseiam no uso de técnicas de produção utilizando principalmente compostos naturais, que não causam potencialmente danos à saúde humana ou ao meio ambiente. Tais técnicas são utilizadas principalmente na agricultura familiar e orgânica (EMBRAPA, 2006) como, por exemplo, a calda de leite para o controle de oídio, taninos para o controle da fusariose no abacaxi, urina de vaca no controle de gomose em plantas de abacaxi e extratos de plantas vendidos comercialmente como o Bioalho® e o Neemazal® (BETTIOL *et al.*, 2005).

As plantas produzem diversos tipos de compostos orgânicos, conhecidos como metabólitos primários e secundários. Os metabólitos primários segundo Taiz & Zeiguer (2009) são substâncias essenciais para a sobrevivência do vegetal exercendo funções metabólicas diretas como a classe dos hidratos de carbono, lipídeos, proteínas, ácidos nucleicos ou clorofilas. Já os metabólitos secundários são substâncias oriundas da transformação da energia solar em química, que ainda não tiveram suas funções amplamente definidas e não possuem relação com o crescimento e desenvolvimento da planta (TAIZ; ZEIGER, 2006).

Estudos têm relacionado a produção dos metabólitos secundários como mecanismos de proteção de algumas espécies de plantas contra fungos, bactérias e herbívoros. Esses metabólitos são compostos por terpenos, compostos fenólicos e compostos nitrogenados que apresentam toxinas e inibidores com atividade antimicrobiana, como por exemplo, as saponinas, pertencentes ao grupo dos terpenos, quando colocadas em contato com fungos, afetam sua membrana plasmática, impedindo sua atividade nas plantas (TAIZ; ZEIGER, 2009).

As plantas utilizadas como recursos terapêuticos, vêm sendo alvo de estudos para o controle alternativo de diversas doenças fúngicas em plantas (FONSECA *et al.*, 2014; GONÇALVES *et al.*, 2009; HILLEN *et al.*, 2012; REIS, 1996; SHELDON *et al.*, 1997). Esta nova possibilidade de uso tem gerado muitos estudos sobre técnicas de manejo de doenças

incluindo o uso destas espécies e contribuindo para a manutenção e equilíbrio do ecossistema na plantação.

Brum (2012) observou a ação de óleos essenciais de citronela (*Cymbopogon nardus*), capim-limão (*C. citratus*), erva cidreira (*Lippia alba*), eucalipto (*Eucalyptus* sp.) e hortelã pimenta (*Mentha piperita*) no controle de *Didymella bryoniae* e *Pyricularia grisea*. O experimento, realizado *in vitro*, mostrou-se eficiente na redução da produção de micélio dos fungos citados. O fungo *P. grisea* foi o que demonstrou maior sensibilidade a todos os extratos, tendo seu crescimento totalmente inibido, sendo o extrato de capim-limão o que gerou melhores resultados na redução do crescimento micelial dos fungos testados.

Souza *et al.* (2012) ao avaliar o crescimento micelial em meio de cultura de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides*, obtidos a partir de frutos de pimenta, quanto a ação dos óleos essenciais de pau rosa (*Aniba rosaeodora*) e hortelã (*Mentha* sp.), nas concentrações 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8% e 1,0%, obtiveram redução do crescimento micelial do patógeno em todas as concentrações dos dois óleos testados, comprovando o potencial antifúngico dos mesmos.

2.5. Óleo essencial de copaíba

A copaibeira é uma árvore nativa da América Latina e África Ocidental (FRANCISCO, 2005). A copaíba é pertencente à família *Leguminosae*, subfamília *Caesalpinoideae*, gênero *Copaifera* (OLIVEIRA *et al.*, 2006) possui 72 espécies descritas, sendo 16 delas encontradas somente no Brasil. Durante a colonização do Brasil, a copaíba foi uma árvore muito explorada para utilização da madeira. Além disso, a copaíba era fortemente utilizada pelos indígenas para uso terapêutico, o que despertou interesse dos primeiros médicos vindos com os colonizadores, os quais utilizaram os compostos de copaíba como medicamento, contornando a situação de escassez dos remédios empregados na Europa (VEIGA JUNIOR; PINTO, 2002).

O Brasil é o maior produtor e exportador do óleo de copaíba e a região amazônica é a principal fornecedora. Dentre as espécies de copaíba mais estudadas no mundo são *Copaifera officinalis* (Jacq.) L. (*Copaiva officinalis* Jacq.), *Copaifera duckei* Dwyer, Brittonia, *Copaifera glycyarpa* Ducke, Arch. Jard. Bot. Rio de Janeiro, que são típicas das regiões Sudeste, Centro-Oeste e Amazônica do Brasil, que também tem importância na atividade madeireira e ornamental (SANTANA *et al.*, 2014). As copaibeiras são árvores com altura de

10 a 40 metros, com folhagem densa e constituída de folhas compostas pinadas alternas (LORENZI; MATOS, 2002).

A extração do óleo essencial da copaíba é feita através de incisões no tronco da árvore, obtendo o bálsamo ou óleo de copaíba. O bálsamo é submetido a métodos de extração de óleo como a hidrodestilação que é o método mais barato e simples para obtenção do óleo essencial, entretanto, a exposição do óleo a altas temperaturas afeta a qualidade do produto modificando algumas propriedades do composto. Como alternativa pode ser utilizada a destilação molecular, que consiste na separação dos compostos presente no bálsamo através de um sistema de evaporação e condensação sob alto vácuo ($1,0 \times 10^{-3}$ mbar) (GALÚCIO *et al.*, 2016).

O óleo apresenta cor transparente e consistência viscosa com sabor amargo sendo utilizado na medicina popular como anti-inflamatório, antisséptico, cicatrizante, antimicrobiano, além de outras indicações (MASSON, 2011). Galúcio *et al.* (2016) em seu estudo sobre as propriedades dos óleos essenciais de copaíba identificou as seguintes proporções de terpenos no óleo-resina, 63,63% de sesquiterpenos e 36,38% de diterpenos. O óleo destilado de copaíba apresentou maior concentrações de compostos sendo os sesquiterpenos, entre 98 e 100%.

Os bons resultados do uso do óleo essencial de copaíba na medicina humana impulsionaram pesquisas buscando aplicar os benefícios do óleo em outras áreas. O óleo de copaíba foi utilizado *in vitro* no controle do *Fusarium solani* f. sp. *glycines*, causador da fusariose na soja. De acordo com os resultados apresentados por Nascimento *et al.* (2014), o óleo foi capaz de inibir 50% do crescimento micelial do fungo ao se colocar um disco de micélio no centro da placa com meio de cultura contendo o óleo. Em outro trabalho realizado por Mondego *et al.* (2014) foi testado os efeitos do óleo de copaíba no controle alternativo da microflora presente em sementes de *Pseudobombax marginatum*. O óleo de copaíba na concentração de 1% foi eficiente no controle dos gêneros *Aspergillus* sp. e *Chaetomium* sp. e nas concentrações de 1,5% no controle de *Curvularia* sp.

2.6 Óleo essencial de melaleuca (*Tea Tree*)

A melaleuca (*Melaleuca alternifolia*) é uma planta nativa da Austrália também conhecida como *Tea Tree*, pertencente à família das mirtáceas (Myrtaceae) que se subdivide em duas subfamílias: *Leptospermoideae*, que ocorre principalmente na Austrália, Malásia e Polinésia e a *Myrtoideae*, amplamente disseminada na América tropical onde é muito utilizada

para a produção de óleo essencial a partir da destilação a vapor ou hidrodestilação (HAMMER; CARSON; RILEY, 2004). Esta espécie de planta tem porte arbóreo, apresenta uma casca fina, as folhas são longas e pontiagudas que, ao se fazer a maceração exalam um aroma forte. A melaleuca pode atingir uma altura média de sete metros de altura, e sua colheita é feita após 15 meses de cultivo e, por apresentar um crescimento rápido de novas brotações é possível realizar novos cortes a cada ano (SIMÕES *et. al.*, 2002).

A extração do óleo por meio da hidrodestilação é feita utilizando aparelhos especiais, as folhas são submersas em água destilada e deixadas em aquecimento por volta de 4 a 6 horas, e é feita a separação do óleo do material vegetal (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

O óleo essencial de melaleuca apresenta ação antimicrobiana por apresentar mais de 100 componentes químicos, sendo alguns com maior potencial, como o cineol, com limite máximo estabelecido de 15% de concentração, e o terpinen-4-ol, principal responsável por suas propriedades medicinais, especialmente as antimicrobianas, com concentração acima de 30%, sendo apontado como o maior agente na atividade antimicrobiana dentre os componentes (GARCIA *et al.*, 2009).

O conhecimento sobre o potencial antimicrobiano da melaleuca gerou muitos estudos que comprovam sua eficácia, como o trabalho de Tedesco *et al.* (2014), em que foi avaliada a ação do óleo frente à cepa de *Staphylococcus aureus* e obtendo-se bons resultados ao se comparar com um antibiótico indicado ao patógeno. No controle de fitopatógenos, a melaleuca também apresentou bons resultados contra os fungos *S. sclerotiorum* e *A. alternata* de acordo com as pesquisas feitas por Martins *et al.* (2010), inibindo o desenvolvimento dos patógenos a partir da concentração de 0,2%.

Em outro trabalho, o óleo essencial de melaleuca apresentou efeito inibitório aos fitopatógenos *S. sclerotiorum* e *Fusarium* sp. em testes *in vitro* na concentração de 0,5% (STEFFEN *et al.*, 2019). Ao testar o uso do óleo em sementes de girassol, Mariano *et al.* (2014) verificou que dosagens entre 0,50% a 1,17% foram eficazes no controle de *Aspergillus* spp.. No entanto, elevadas dosagens interferiram negativamente no desenvolvimento das sementes.

2.7 Óleo essencial de capim-limão

O capim-limão (*Cymbopogon flexuosus*) é uma planta de origem indiana e pertence a família das *Poaceae*, é amplamente encontrada em países tropicais como o Brasil, sendo conhecido também como capim-santo, erva-cidreira e outros sinônimos (ADUKWU *et al.*, 2012; DESAI; PARIKH, 2012). O capim-limão é uma planta herbácea muito robusta e cresce

na forma de touceiras que podem ultrapassar um metro de altura e apresenta rizomas curtos. As folhas são longas (até 1,5 m de comprimento) e lanceoladas, de coloração verde pálida, cortante ao tato quando dilacerada manualmente. Apresentam inflorescências normalmente em pares de racimos espiciformes, destes um ou outro solitário, e terminais no colmo ou nos ramos de colmo, 30- 60 cm de comprimento, eretas (GOMES; NEGRELLE, 2003).

O óleo essencial de capim-limão é produzido através da hidrodestilação, onde a separação do óleo do material vegetal é feita utilizando vapor de água onde, a planta é submersa em água que ao entrar em ebulição promove a liberação do óleo que é facilmente separado da água (COSTA, 2005).

O óleo essencial de capim-limão é composto por substâncias químicas de interesse como o citral, constituído pela mistura natural de dois isômeros: geranial (trans-citral) e neral (cis-citral), este composto é muito usado pela indústria de alimentos e farmacêutica devido seu aroma característico de limão (MARTINAZZO *et al.*, 2007; SHAHI *et al.*, 2005). Na indústria de medicamentos, o citral que compõe até 85% do óleo essencial apresentar atividade anticancerígena, antimicrobiana e antifúngica (DESAI; PARIKH, 2012). O capim-limão é utilizado frequentemente na medicina popular em formas de chá, preparado a partir de suas folhas, ter devido aos efeitos calmante, analgésico, antipirético, antirreumático, diurético e em distúrbios digestivos (GOMES; NEGRELLE, 2003).

Cortez e seu colaboradores (2014) observaram ação inibitória do óleo essencial de capim limão no crescimento das espécies fúngicas *C. albicans* (ATCC 10231), *C. tropicalis* (ATCC 28707) e *C. parapsilosis* (ATCC 22019) *in vitro*. O mesmo resultado foi obtido por Andrade & Vieira (2016) ao avaliar o efeito no controle da do fungo *C. gloeosporioides*, concluindo que óleo de capim limão apresenta grande potencial de inibição do patógeno tanto em experimentos *in vitro* quanto *in vivo*.

3 METODOLOGIA

3.1 Obtenção dos fungos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *campus* São João Evangelista (IFMG – SJE), localizado na cidade de São João Evangelista, Minas Gerais.

Para a realização deste trabalho foram utilizados isolados fúngicos de *S. sclerotiorum* e *C. truncatum*, obtidos a partir de plantas de soja sintomáticas. O isolado de *S. sclerotiorum* foram doados da coleção micológica da Universidade de Passo Fundo-RS, já os

isolados de *C. truncatum* foram obtidos a partir de vagens de soja coletadas em plantações no estado do Pará que estavam infectadas pelo patógeno. Os isolados foram cultivados em placas de Petri contendo meio de cultura comercial batata-dextrose-ágar (BDA) e mantidos em incubadora do tipo B.O.D. com temperatura controlada de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, até o crescimento micelial cobrir totalmente a superfície do meio de cultura.

3.2 Seleção de agentes antifúngicos

Foram investigados os efeitos dos óleos essenciais de copaíba branca “destilada” (*C. officinalis*) (T1) produzida por destilação a vapor, capim limão (*C. flexuosus* var. *flexuosus*) (T2) obtido através da destilação a vapor e melaleuca (*M. alternifolia*/GT Brasil) (T3) obtido da extração de destilação de arraste a vapor, diluídos em dimetilsulfóxido (DMSO) na proporção 1:1, os quais foram obtidos em lojas especializadas. A escolha dos óleos foi realizada devido ao potencial efeito antifúngico dos compostos. Adicionalmente, foram avaliados os efeitos dos fungicidas Cercobin 700 WP[®] nos ensaios com *S. sclerotiorum*, e do fungicida Orthocide 500[®] nos ensaios com *C. truncatum*. O DMSO (dimetilsulfóxido) é um diluente com a função de diluir os óleos essenciais ao meio de cultura que possuem polaridades diferentes, desta forma o DMSO foi utilizado como tratamento testemunha, totalizando cinco tratamentos a serem testados com cada espécie fúngica fitopatogênica.

3.3 Teste de sensibilidade a compostos antimicrobianos

Para o teste de sensibilidade aos compostos antimicrobianos, adaptou-se a metodologia descrita por Martins *et al.* (2010). Para cada tratamento foram utilizadas cinco placas de Petri de 100 mm de diâmetro, cada uma contendo 8 mL do meio BDA resfriado e misturado previamente com 32 μL do óleo essencial diluído em DMSO na proporção 1:1. Para os tratamentos com fungicidas, cada fungicida foi adicionado ao meio de cultura antes de ser vertido na placa de Petri nas concentrações recomendadas pelos fabricantes. Para o tratamento testemunha, foi utilizado 32 μL de DMSO a cada 8 mL de meio de cultura BDA.

Após a solidificação do meio, no centro de cada placa foi adicionado na superfície do meio de cultura, um disco de cultura de 6 mm recoberto pelo crescimento micelial do fungo em estudo. As placas foram vedadas com filme plástico e mantidas em incubadora do tipo B.O.D. a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ por 7 dias, para o crescimento do patógeno.

3.4 Avaliação e delineamento experimental

O efeito fungitóxico dos compostos testados foi avaliado através da mensuração do diâmetro médio das colônias em dois sentidos diametralmente opostos. Após a montagem dos ensaios, foram realizadas medições diariamente por um período de até 7 dias após a inoculação do disco de micélio. As medições do crescimento do micélio de *S. sclerotiorum* cessaram no quinto dia de medição pois, o micélio já havia tomado toda a placa no tratamento testemunha.

Os ensaios com cada patógeno foram realizados de forma independente, seguindo delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e cinco repetições. A unidade experimental foi constituída por uma placa de Petri contendo um disco de micélio. Os dados foram submetidos à análise estatística pelos testes F e Tukey, empregando o software R 3.5.2 (2018), ao nível de 95% de probabilidade.

Adicionalmente, a porcentagem de inibição final de cada tratamento foi calculada por meio da fórmula adaptada de Edington *et al.* (1971): $I (\%) = [(CFC - CFT) / CFC] \times 100$, em que I = porcentagem de inibição; CFC = crescimento do fungo no tratamento testemunha; CFT = crescimento do fungo no tratamento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das médias de crescimento do fungo *S. sclerotiorum* ao final das medições aponta que todos os tratamentos diferiram estatisticamente entre si com um índice de probabilidade de 5%, sendo que o tratamento testemunha apresentou maior diâmetro de crescimento micelial ao final de 5 dias, preenchendo quase que completamente todo o meio de cultura da placa (Tabela 1). O óleo de capim limão (T2) apresentou o melhor resultado entre os tratamentos, inibindo completamente o crescimento fúngico, ao se desconsiderar o diâmetro do disco de micélio adicionado à placa pois não é considerado como um crescimento do patógeno. De acordo com a fórmula de Edington *et al.* (2019) (Tabela 3), o óleo de melaleuca (T3) inibiu 63,27% o crescimento micelial e o óleo de copaíba (T1) inibiu 24,85% do crescimento micelial do fungo. O fungicida utilizado (T4) permitiu o crescimento de uma colônia fúngica de 4,66 cm, resultado inferior ao apresentado pelos óleos essenciais de capim-limão e melaleuca, representando uma eficiência de apenas 54,12%, ao se comparar com a testemunha.

Os resultados encontrados na análise estatística também podem ser observados comparando o desenvolvimento do fungo nas placas de Petri, onde a testemunha (T0) ocupou toda a placa, não sendo observado alterações na placa que contém o óleo essencial e capim-

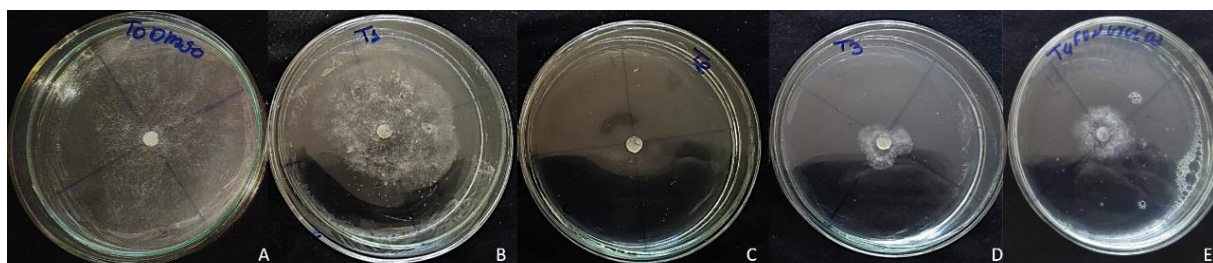
limão (T2), também podemos perceber que houve maior crescimento no fungicida (T4) que na placa que continha o óleo essencial de melaleuca (T3) (Figura 1).

Tabela 1 - Crescimento micelial médio (cm) de *S. sclerotiorum* sob efeito dos tratamentos obtido após o período de incubação de 5 dias a 25 °C.

Tratamento	Crescimento micelial médio (cm)
T0 (testemunha - DMSO)	9,45 a
T1 (óleo essencial de copaíba)	7,25 b
T4 (fungicida Cercobin 700 WP®)	4,66 c
T3 (óleo essencial de melaleuca)	3,85 d
T2 (óleo essencial de capim-limão)	0,60 e

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. O diâmetro de 0,6 cm do disco de micélio é considerado nos resultados. Fonte: Autor.

Figura 1 - Crescimento micelial do fungo *S. sclerotiorum* em meio de cultura após cinco dias de incubação a 25 °C. A) DMSO (testemunha); B) T1 (óleo essencial de copaíba); C) T2 (óleo essencial de capim limão); D) T3 (óleo essencial de melaleuca) e E) T4 (Fungicida Cercobin 700 WP®).



Fonte: Autor.

Em relação aos resultados obtidos com o fungo *C. truncatum*, a análise das médias de crescimento (Tabela 2) mostrou não haver diferença significativa entre o tratamento testemunha e o óleo essencial de copaíba, apresentando-se este como o óleo essencial com o menor poder de inibição de crescimento fúngico entre os testados.

Da mesma forma que para o fungo *S. sclerotiorum*, o óleo essencial de capim limão apresentou 100% de eficácia na inibição do crescimento micelial de *C. truncatum*, superando o tratamento com fungicida, o qual inibiu apenas 63,82% do crescimento, comparado a testemunha. Já o óleo essencial de melaleuca obteve uma ação muito satisfatória conseguindo inibir em até 40,82% o crescimento do fungo no meio de cultura (Tabela 2 e 3).

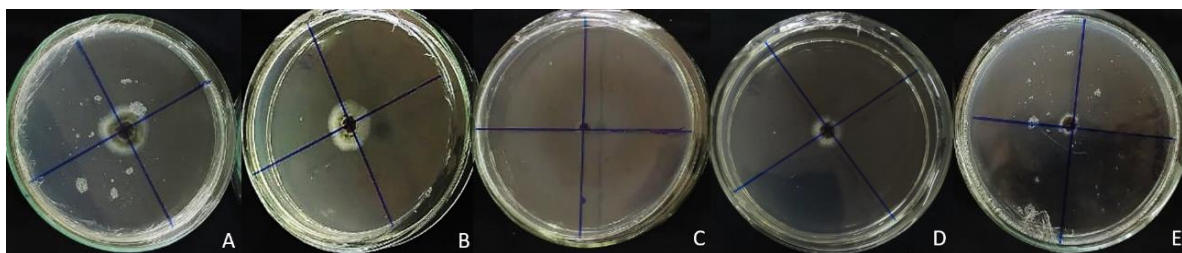
A placa de Petri que continha o óleo essencial de capim-limão (T2) não apresentou nenhum desenvolvimento do fungo, as placas que continham DMSO (T0) e copaíba (T1) aparentemente tiveram crescimento micelial muito semelhante entre si (Figura 2).

Tabela 2 - Crescimento micelial *médio* (cm) de *C. truncatum* sob efeito dos tratamentos obtido após o período de incubação de 7 dias a 25°C.

Tratamento	Crescimento micelial médio (cm)
T0 (testemunha - DMSO)	4,47 a
T1 (óleo essencial de copaíba)	4,20 a
T3 (óleo essencial de melaleuca)	2,89 b
T4 (fungicida Orthocide 500 [®])	2,00 c
T2 (óleo essencial de capim-limão)	0,60 d

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. O diâmetro de 0,6 cm do disco de micélio é considerado nos resultados. Fonte: Autor.

Figura 2 - Crescimento micelial do fungo *C. truncatum* em meio de cultura após sete dias de incubação a 25 °C. A) DMSO (testemunha); B) T1 (óleo essencial de copaíba); C) T2 (óleo essencial de capim limão); D) T3 (óleo essencial de melaleuca) e E) T4 (Fungicida Orthocide 500[®]).



Fonte: Autor.

Esses resultados corroboram com os obtidos por Queiroz *et al.* (2020), os quais verificaram eficiência no controle *in vitro* dos fungos *S. sclerotiorum* e *Sclerotium rolfsii* ao utilizar os óleos de essenciais de citronela (*Cymbopogon nardus*) e cidreira (*Cymbopogon citratus*), pertencentes ao mesmo gênero botânico que o capim limão. O óleo essencial de capim-limão tem como componente majoritário o citral, composto pelos isômeros geranial (trans-citral) e neral (cis-citral), de conhecida ação antifúngica e antibacteriana (COSTA *et al.*, 2005; GUIMARÃES *et al.*, 2011). O efeito do citral puro extraído a partir do óleo essencial foi avaliado por Guimarães *et al.* (2011) na inibição dos fungos fitopatogênicos *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, *C. gloesporioides*, *Bipolaris* sp. e *A. alternata*, obtendo-se resultados

semelhantes aos encontrados nesse trabalho, apontando para o citral como o principal composto responsável pela ação antimicrobiana do óleo.

Recentemente, estudos realizados por Steffen *et al.* (2019), utilizando o óleo essencial de melaleuca para o controle de fitopatógenos, encontraram resultados similares aos obtidos neste estudo. De acordo com os autores, o óleo essencial apresentou efeito antifúngico aos fitopatógenos *S. sclerotiorum* e *Fusarium* sp. em testes *in vitro*, inibindo 100% o desenvolvimento do micélio na concentração de 0,5% em 72 horas.

Estudos realizados por Powers *et al.* (2018) mostram que o óleo essencial de melaleuca apresenta os compostos terpinen-4-ol (47,5%), γ -terpinene (20,2%) e α -terpinene (8,6%). Tais compostos são classificados como terpenos e apresentam alta capacidade de inibir a ação microbiana (LUTFI; ROQUE, 2014; MARTINO *et al.*, 2015), o que corrobora com os resultados encontrados neste trabalho na inibição do crescimento dos fitopatógenos em estudo, em especial *S. sclerotiorum*, observando um desempenho *in vitro* melhor do que o apresentado pelo fungicida recomendado para seu manejo.

O óleo essencial de copaíba apresenta na sua composição substâncias biologicamente ativas como o diterpeno ácido copálico, e os sesquiterpenos beta-bisaboleno e beta-cariofileno (Pieri *et al.*, 2009). Apesar do óleo essencial de copaíba não ter apresentado diferença significativa para o fungo *C. truncatum* neste trabalho, Solino *et al.* (2012) obteve bons resultados no controle *in vivo* da antracnose no maracujá causada por *C. gloesporioides* na concentração de 0,25 mL⁻¹ do óleo essencial. Adicionalmente, Oliveira *et al.* (2018) testou o efeito do óleo essencial de copaíba em *C. truncatum* na concentração de 0,75 μ L/mL de meio BDA e obteve resultados positivos no controle *in vitro* deste patógeno. Sendo assim, os resultados de baixa eficiência da copaíba encontradas neste estudo pode estar relacionada a uma concentração muito baixa do óleo para controle do fungo sendo de apenas 0,5 μ L/mL de meio BDA.

Tabela 3 - Percentual de inibição de crescimento micelial de *S. sclerotiorum* e *C. truncatum* sob efeito dos óleos essenciais de copaíba (T1), capim-limão (T2), melaleuca (T3) e do fungicida específico (T4) obtidos após incubação a 25°C por 5 e 7 dias, respectivamente.

Tratamentos	Inibição (%)	
	<i>S. sclerotiorum</i>	<i>C. truncatum</i>
T0 (DMSO - testemunha)	0,0	0,0
T1 (óleo essencial de copaíba)	24,85	6,97

T2 – (óleo essencial de capim-limão)	100,0	100,0
T3 – (óleo essencial de melaleuca)	63,27	40,82
T4 – (fungicida Cercobin 700 WP®)	54,12	-
T4 – (fungicida Orthocide 500®)	-	63,82

O diâmetro do disco de micélio de 0,6 cm foi desconsiderado para a realização dos cálculos. Fonte: Autor.

O efeito fungistático dos óleos essenciais encontradas neste experimento pode ser atribuído à ação das substâncias presentes na composição dos óleos como os compostos fenólicos, monoterpenos e terpenóides como relata Gilles *et al.* (2010).

A ação destes compostos presentes nos óleos sobre os fungos pode estar relacionada a sua característica lipofílica, em que a hidrofobicidade do óleo essencial facilitaria sua interação com a lipoproteína da membrana citoplasmática das hifas, interferindo na sua permeabilidade e causando alterações nas estruturas do fungo (COSTA *et al.* 2011; BAKKALI *et al.* 2007). Essas alterações poderiam resultar no extravasamento do citoplasma, esvaziamento e murchamento das hifas, afetando seu desenvolvimento e, consequente, infecção (ZAMBONELLI *et al.*, 1996; CACCIONI & GUIZZARDI, 1994; DOS SANTOS *et al.* 2013; MAIA *et al.*, 2015).

5 CONCLUSÃO

O óleo essencial de capim-limão apresentou eficiência no controle in vitro dos fungos *S. sclerotiorum* e *C. truncatum*, com inibição de 100% do crescimento micelial. Já o óleo essencial de melaleuca apresentou resultados satisfatórios no controle do crescimento dos fungos tendo uma eficiência de 63,27% para *S. sclerotinia* superando a eficiência do fungicida

O óleo essencial de copaíba teve baixa eficiência na concentração testada neste trabalho, carecendo de novos estudos para a avaliação da eficácia e viabilidade do uso de dosagens maiores, devido ao custo de produção do óleo.

Os resultados encontrados neste estudo possibilitam a elaboração de novos trabalhos com o intuito de avaliar e potencializar o uso destes óleos essenciais no manejo do mofo branco e da antracnose em campo, podendo ser futuramente adotado como uma nova medida de controle no manejo dessas importantes doenças da cultura da soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIA (Brasil). Indústria de alimentos fecha 2018 com aumento de 2,08% em faturamento. **Associação Brasileira da indústria de alimentos**, ano 2019, 13 fev. 2019. Disponível em: <https://www.abia.org.br>. Acesso em: 22 set. 2020.

ADUKWU, E. *et al.* The anti-biofilm activity of lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*) and grapefruit (*Citrus paradisi*) essential oils against five strains of *Staphylococcus aureus*. **Journal of Applied Microbiology**, [S. l.], ano 2012, v. 113, p. 1217-1227, 12 jun. 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/261842776>. Acesso em: 21 set. 2021.

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5. ed. San Diego: Academic Press, 2005. 922 p.

ALMEIDA, A. M. R. *et al.* Doenças da soja (*Glycine max*). In: Kimati, H.; Amorim, L.; Rezende, J.A.M.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L.E.A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres. ano 2005. v. 4, p. 569-588, 2005.

ANDRADE, W. P.; VIEIRA, G. H. C. Efeito dos óleos essenciais sobre a antracnose in vitro e em frutos de mamoeiro. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. Campinas, ano 2016, v. 18, n. 1, p. 367-372, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/ffWfSKfFDQqCPWMbDbY3sNw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 set. 2021.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resíduos de agrotóxicos em alimentos. **Revista Saúde Pública**, Brasil, v. 40, n. 2, p. 361-363, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br>. Acesso em: 20 set. 2021.

BAKKALI, F. *et al.* Biological effects of essential oils – A review. **Food and Chemical Toxicology**, Tétouan, Marrocos, v. 46, n. 2, p. 446–475, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>. Acesso em: 21 set. 2021.

BARROS, G. *et al.* Mensuração econômica da incidência de pragas e doenças no brasil: uma aplicação para as culturas de soja, milho e algodão. **Cepea**, Piracicaba-SP, p. 4-11, 2019. Disponível em:

http://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_EstudoPragaseDoencas_Parte%201.pdf. Acesso em: 22 set. 2021.

BETTIOL, W.; GHINI, R.; MORANDI, M. A. B. **Alguns métodos alternativos para o controle de doenças de plantas disponíveis no Brasil**. Embrapa. v. 1, p. 171-181, 2005. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/130242/1/2005CL-030.pdf>. Acesso em: 25 set. 2021.

BOTELHO, L. S. **Deteção, transmissão e efeitos de sclerotinia sclerotiorum em sementes de soja**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br>. Acesso em: 22 set. 2021.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Agrotóxicos**, 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/agrotoxicos>. Acesso em: 25 set. 2021

BRUM, R. B. C. **Efeito de óleos essenciais no controle de fungos fitopatogênicos**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, 2012. Disponível em: https://silo.tips/queue/efeito-de-oleos-essenciais-no-controle-de-fungos-fitopatogenicos?&queue_id=-1&v=1632694061&u=MTY0LjE2My4zNi4z. Acesso em: 22 set. 2021.

CACCIONI, D. R. L.; GUIZZARDI, M. Inhibition of germination and growth of fruit and vegetable postharvest pathogenic fungi by essential oil components. **Journal of Essential Oil Research**. Camberra. v. 6, p. 173-9, 1994.

CARNEIRO, F. F. *et al.* Segurança Alimentar e nutricional e saúde. Parte 1. In: CARNEIRO, Fernando Ferreira *et al.* (org.). **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015. Disponível em: https://www.abrasco.org.br/dossieagrotoxicos/wpcontent/uploads/2013/10/DossieAbrasco_2015_web.pdf. Acesso: 22 ago. 2021.

CONAB (Brasil). Boletim de Monitoramento dos Cultivos de Verão-Inverno. **Monitoramento Agrícola**, Brasil, 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/monitoramento-agricola?start=30>. Acesso em: 20 set. 2021.

CONAB (Brasil). Acompanhamento da safra brasileira: safra 2020/21. **Companhia nacional de abastecimento**, Brasil, ano 2021, v. 8, n. 5, p. 9-94, 5 fev. 2021. Disponível em: https://www.conab.com.br/E-book_BoletimZdeZSafrasZ-Z5oZlevantamento.pdf. Acesso em: 19 ago. 2021.

COSTA, L. C. B. *et al.* Secagem e fragmentação da matéria seca no rendimento e composição do óleo essencial de capim-limão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 956-959, 2005. <https://periodicos.ufrb.edu.br/magistra/index.php/magistra/article/view/147>. Acesso em: 22 set. 2021.

COSTA, A. R. T. *et al.* Ação do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M. Perry sobre as hifas de alguns fungos fitopatogênicos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. São Paulo, v. 13, n. 2, p. 240-245, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000200018> Acesso em: 22 set. 2021.

COSTA, J. L.; RAVA, C. A. Influência da braquiária no manejo de doenças do feijoeiro com origem no solo. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. Eds. **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás. Embrapa Arroz e Feijão. p. 523-534. 2003. Disponível em: <http://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes> Acesso em: 23 set. 2021.

CORTEZ, L. E. R. *et al.* Evaluation of antifungal activity of essential oils of *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown (Verbenaceae) e *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf (Poaceae). **O Mundo da Saúde**, São Paulo, v. 1, p. 433-440, 2015. Disponível em: http://www.saocamilo-sp.br/pdf/mundo_saude/155572/A04.pdf. Acesso em: 22 set. 2021.

DESAI, M. A.; PARIKH, J. Hydrotropic Extraction of Citral from *Cymbopogon flexuosus* (Steud.) Wats. **Industrial & Engineering Chemical Research**. Gujarat, v. 51, n. 9, p. 3750–3757, 2012. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ie202025b>. Acesso em: 20 set. 2021.

DINIZ, L. P. *et al.* Avaliação de produtos alternativos para controle da requeima do tomateiro. Fitopatologia Brasileira. Brasília, **Fitopatologia Brasileira** Viçosa, v. 31, n. 2, p. 171- 179. 2006. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/fb/a/Lgb5WPzNnBM7LTPMVLsvjgc/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 23 set. 2021.

EDINGTON, L. V.; KHEW, K. L.; BARRON, G.L. Fungitoxic spectrum of benzimidazole compounds. **Phytopathology**, Saint Paul, ano 1970, v. 61, n. 1, p. 42-4, 1971. Disponível em: https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1971Articles/Phyto61n01_42.PDF. Acesso em: 21 set. 2021.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Controle alternativo de pragas e doenças das plantas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 1, p. 7-15, 2006. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/11942/2/00078790.pdf>. Acesso em: 23 set. 2021.

FAO (New York). Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Population Prospects 2019: Highlights. **Department of Economic and Social Affairs Population Division**, New York, ano 2019, p. 1-46, 1 jan. 2019. Disponível em: https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf. Acesso em: 18 ago. 2021.

FONSECA, M. C. M *et al.* Potencial de óleos essenciais de plantas medicinais no controle de fitopatógenos **Revista Brasileira. Pl. Med.**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 45-50, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/qxYhxnJbzSxy4jDXn88B8cc/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 22 set. 2021.

FORCELINI, C. A. Como controlar? Doenças Fúngicas na Cultura da Soja. **Syngenta**. v. 2, n. 1, p. 1-18, 2015. Disponível em: [Disponível em: https://www.portalsyngenta.com.br](https://www.portalsyngenta.com.br). Acesso em: 18 ago. 2021.

FRANCISCO, S. G. Uso do óleo de copaíba (*Copaifera officinalis*) em inflamação ginecológica. **Femina**, ano 2004, v. 33, n. 2, p. 89-93, 2005. Disponível em: <http://bases.bireme.br>. Acesso em: 22 set. 2021.

GALÚCIO A, C. *et al.* RECUPERAÇÃO DE SESQUITERPENOS DO ÓLEO-RESINA DE COPAÍBA A PARTIR DA DESTILAÇÃO MOLECULAR. **Quim. Nova**, Paulina-SP, ano

2016, v. 39, p. 795-800, 6 jun. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/0100-4042.20160096>. Acesso em: 22 set. 2021.

GARCIA, R. A. *et al.* Atividade antifúngica de óleos e extratos vegetais sobre *Sclerotinia sclerotiorum*. **Bioscience Journal**, Uberlândia, ano 2010, v. 28, p. 48-57, 2012. Disponível em: www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/8174/8232. Acesso em: 22 set. 2021.

GARCIA, C. C. *et al.* Desenvolvimento e avaliação da estabilidade físico-química de formulações de sabonete líquido íntimo acrescidas de óleo de Melaleuca. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 90, n. 3, p. 236-240, 2009. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br>. Acesso em: 28 ago 2021.

GILLES, M. *et al.* Chemical composition and antimicrobial properties of essential oils of three Australian Eucalyptus species. **Food Chemistry**. ano 2010, v. 119, p. 731-737, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/222240635_Chemical_composition_and_antimicrobial_properties_of_essential_oils_of_three_Australian_Eucalyptus_species Acesso em: 23 set. 2021

GUIMARÃES, L. G. L. *et al.* antioxidant and fungitoxic activities of the lemongrass essential oil and citra. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, ano 2011 v. 42, n. 2, p. 464-472, abr-jun, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/257706054_Antioxidant_and_fungitoxic_activities_of_the_lemongrass_essential_oil_and_citral. Acesso em: 22 set. 2021.

GOULAR, A. C. P. Fungos em Sementes de Soja: Detecção, Importância e Controle. **Embrapa soja**, Brasília, DF, Brasil, ano 2018, n. 2, p. 11-68, 1 jan. 2018. Disponível em: <http://www.ccarevista.ufc.br/>. Acesso em: 30 set. 2021.

GONDIN, P. H. R. **Industrialização da soja no brasil**. 2019. 33 f. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/24266/1/IndustrializacaoSojaBrasil.pdf>. Acesso em: 22 set. 2021.

GODOY, C. V; CANTERI, M. G. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 97-101, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-41582004000100016>. Acesso em: 25 set 2021.

GONÇALVES, G. G.; MATTOS, L. P. V.; MORAIS, L. A. S. Óleos essenciais e extratos vegetais no controle de fitopatógenos de grãos de soja. **Horticultura Brasileira**, Brasil, ano 2019, v. 27, n. 2, p. 102-107, 1 ago. 2019. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_3/A1837_T3735_Comp.pdf. Acesso em: 23 set. 2021.

GOMES, E. C; NEGRELLE, R. R. B. *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf: Aspectos botânicos e ecológicos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 137-144, Jul.- Dez./2003. Disponível em: <http://www.revista.ufpr.br> . Acesso em: 24 set. 2021.

GÖRGEN, C. A. *et al.* Controle do mofo-branco com palhada e *Trichoderma harzianum* 1306 em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, p. 1583-1590, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/gY9xrYvnsnc66RpRmBbBftj/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 set. 2021.

GRIGOLLI, J. **Manejo de Doenças na Cultura da Soja**. Fundação MS, Mato Grosso do Sul, ano 2015, p. 136-150, 12 nov. 2015. Disponível em: www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/216/216/newarchive-216.pdf. Acesso em: 22 set. 2021.

JOHANN, L *et al.* **Alimentos orgânicos: dinâmicas na produção e comercialização**. 1. ed. aum. Lajeado: Univates, 2019. 191 p. v. 1. ISBN 978-85-8167-284-7. Disponível em: https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/290/pdf_290.pdf. Acesso em: 29 set. 2021.

HAMMER, K. A.; CARSON, C. F.; RILEY, T. V. Antifungal effects of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil and its components on *Candida albicans*, *Candida glabrata* and *Saccharomyces*

cerevisiae. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 53, n. 6, p. 1081- 1085, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jac/dkh243> Acesso em: 23 set. 2021.

HENNING, A. A. *et al.* **Manual de identificação de doenças de soja**. Embrapa soja, Londrina-PR, ano 2014, n. 5, p. 7-44, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/105942/1/Doc256-OL.pdf>. Acesso em: 22 set. 2021.

HILLEN, T *et al.* Atividade antimicrobiana de óleos essenciais no controle de alguns fitopatógenos fúngicos *in vitro* e no tratamento de sementes, **Revista Brasileira. Pl. Med.**, Botucatu, v. 14, n. 3, p. 439-445, 2012. Disponível em: https://www1.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Botanica/RBPM-RevistaBrasileiradePlantasMedicinais/v14n3_03_439_445.pdf. Acesso em: 23 set. 2021.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Embrapa soja, Londrina-PR, n. 1, p. 9-68, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104753/1/O-agronegocio-da-soja-nos-contextos-mundial-e-brasileiro.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2021.

HYDE, K. D *et al.* *Colletotrichum* – names in current use. **Fungal diversity** 39: p. 147-183, 2009. Disponível em: <https://www.fungaldiversity.org/fdp/sfdp/FD39-7.pdf>. Acesso em: 23 set. 2021.

JEFFRIES, P *et al.* *Colletotrichum* species on tropical fruits. **Plant pathology**, London, v. 39, n. 3, p. 343-366, 1990. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1990.tb02512.x> Acesso em: 23 set. 2021.

JULIATTI, F. C. **Modo de ação dos fungicidas sobre plantas e fungos**. Uberlândia: Departamento de Fitopatologia, ICIAG/Universidade Federal de Uberlândia, 2005. 18p. Acesso em: 25 set. 2021

KIMATI, H. *et al.* Manual de fitopatologia: volume 2: Doenças das Plantas Cultivadas. **Ceres**, São Paulo-SP, ano 1997, v. 2, n. 3, p. 10-886, 1 jan. 1997.

LEITE, R. M. V. B. DE C. **Ocorrência de doenças causadas por *Sclerotinia sclerotiorum* em girassol e soja**. Embrapa Soja, Londrina, PR. v. 1. p. 1-3, 2005. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSo-2009-09/24980/1/comtec76.pdf>.

Acesso em: 23 set. 2021.

LOPES, A. L. C. **Cultivo e Manejo de Soja**. Brasília, v. 1, p. 1-32. 2013. Disponível em: <https://www.respostatecnica.org.br>. Acesso em: 23 set. 2021

LOURENÇO, J. A. A. Destilação industrial de óleos essenciais. In: Figueiredo, A. C., Barroso, L. G., Pedro, L. G. (Eds). *Potencialidades e Aplicações das Plantas Aromáticas e Medicinais*. Curso Teórico-Prático. 80 - 95, 3. Ed., Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa – Centro de Biotecnologia Vegetal, Lisboa, Portugal, 2007. Acesso em: 30 ago. 2021.

LUTFI, M.; ROQUE, N. F. **Histórias de Eugênicas**. Química Nova na Escola. São Paulo, v. 36, n 4, p. 252-260, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20140030> Acesso em: 23 set. 2021.

MAIA, T. F.; DONATO, A.; FRAGA, M. A.; Atividade Antifúngica de Óleos Essenciais de Plantas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 105-116, 2015. Disponível em: <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev171/Art17111.pdf>. Acesso em: 22 set. 2021

MASSON, D. S. **Atividades cicatrizante e antimicrobiana do óleo-resina de copaíba (*Copaifera langsdorffii*) em úlceras cutâneas**. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/17/17138/tde-12062012-133912/publico/Masson_DS_Doutorado_2011.pdf. Acesso em: 22 set. 2021.

MARIANO, D. C. *et al.* Uso de óleo de *melaleuca alternifolia* no tratamento de sementes de girassol. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 2962-2975, 2014. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014a/AGRARIAS/uso%20de%20oleo.pdf>. Acesso em: 23 set. 2021.

MARTINS, J. A. S *et al.* Evaluation of the effect of *melaleuca alternifolia* oil on mycelial growth of phytopathogenic fungi in vitro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 49-

51, 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/288381092> Acesso em: 22 set. 2021.

MARTINO, L *et al.* **Essencial Oils from Mediterranean Aromatic Plants**. The Mediterranean Diet. Academic Press. Chap. 58, p. 649-661, 2015. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2019b/controle.pdf> Acesso em: 25 set. 2021.

MARTINAZZO, A. P. *et al.* Difusidade efetiva em folhas de *Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf submetidas à secagem com diferentes comprimentos de corte e temperaturas do ar. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 9, n. 1, p. 68-72, 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/228622829> Acesso em: 23 set. 2021.

MENEZES, M.;HANLIN, R. T. Apressoria of Brazilian isolates of *Colletotrichum gloeosporioides*, causal agent of *anthracnoses diseases*. **Revista de Microbiologia** 27:247–251. 1996. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/34611/1/AAPCA-V3-Revisao-04.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2021

MEYER, M. C; KLEPKER, D. Manejo da antracnose em soja, **Fitopatologia Brasil**. Balsas-MA, v. 1, p. 31-34, 2007. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/470260/manejo-da-antracnose-em-soja>. Acesso em: 23 set. 2021.

MICHEREFF, S. J. **Fundamentos de Fitopatologia**. 1. Ed. aum. Recife-PE: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2001. 133 p. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/defesa/livros/FUNDAMENTOS%20DE%20FITOPATOLOGIA.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2021.

MONDEGO, J. M *et al.* Controle alternativo da microflora de sementes de *Pseudobombax marginatum* com óleo essencial de copaíba (*Copaifera sp.*) **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 2, p. 349-355, 2014. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/18119/13748>. Acesso em: 25 set. 2021

MORAIS, L. A. S. **Óleos Essenciais no Controle Fitossanitário**. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariuna-SP, ano 2009, p. 139-152, 1 jan. 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/144196/1/2009CL-08.pdf>. Acesso em: 1 out. 2021.

MUELLER, D. S.; HARTMAN, G. L.; PEDERSEN, W. L. Development of sclerotia and apothecia of *Sclerotinia sclerotiorum* from infected soybean seed and its control by fungicide seed treatment. **Plant Disease**. Saint Paul. V. 83 p. 1113-1115. 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1094/PDIS.1999.83.12.1113>. Acesso em: 24 set. 2021

MUELLER, D. S *et al.* Efficacy of fungicides on *Sclerotinia sclerotiorum* and their potential control of *Sclerotinia* stem rot on soybean. **Plant Disease**. Saint Paul. V. 86, n. 1, p. 26-31. 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1094/pdis.2002.86.1.26> Acesso em: 24 set. 2021.

MUNDSTOCK, C.; THOMAS, A. L. **Soja**: Fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos. 1. ed. Porto Alegre-RS: Evangraf, 2005. 31 p.

NASCIMENTO, D. M. *et al.* Efeito de óleos essenciais sobre o crescimento micelial *in vitro* de *fusarium solani f.sp glycines*. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 10, n. 19, p. 874-881. 2014. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014b/AGRARIAS/efeito%20de%20oleos.pdf>. Acesso em: 23 set. 2021.

OLIVEIRA, V. S. *et al.* Controle da antracnose em frutos de *Persea Americana* Miller com óleos essenciais. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Paraíba, ano 2018, v. 13, n. 5, p. 600-604, 18 out. 2018. Disponível em: <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS>. Acesso em: 31 ago. 2021.

OLIVEIRA, E. C. P. *et al.* Identificação da época de coleta do óleo-resina de copaíba (*Copaifera spp.*) no município de Moju-PA. **Revista Brasileira de Plantas medicinais**, Botucatu, v. 8, n. 3, p. 14-23, 2006. Disponível em: https://www1.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Botanica/RBPM-RevistaBrasileiradePlantasMedicinais/artigo3_v8_n3.pdf. Acesso em: 24 set. 2021.

OLIVEIRA, S. H. F. **Manejo do mofo branco**. Revista DBO Agrotecnologia, São Paulo, v. 2, n. 4, 2005. Acesso em: 21 set. 2021.

PAULA JÚNIOR, T. J. *et al.* White mold intensity on common bean in response to plant density, irrigation frequency, grass mulching, *Trichoderma spp.*, and fungicide. **Summa Phytopathologica**, v. 35, p. 44-48, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-54052009000100007>. Acesso em: 24 set. 2021.

PIERI, F. A *et al.* Óleo de copaíba (Copaifera sp.): histórico, extração, aplicações industriais e propriedades medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.11, n.4, p.465-472, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722009000400016>. Acesso em: 25 set. 2021.

POWERS, C. N. *et al.* Antifungal and cytotoxic activities of sixty commercially-available essential oils. **Molecules**, v. 23, n. 7, p. 1549, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules23071549>. Acesso em: 25 set. 2021.

QUEIROZ, T. N. *et al.* Extratos e óleos essenciais como alternativa no controle de *sclerotinia sclerotiorum* e *sclerotium rolfii* isolados de soja (*glycine max l.*). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 13, n. 2, p. 737-753, abr./jun. 2020 - e-ISSN 2176-9168. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/6238>. Aceso em: 24 set. 2021.

REIS, E. M; FORCELINE C. A. Controle Cultural. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Ceres, 1995. cap. 35 :710-716. Acesso em: 02 de set 2021.

REIS, E. M.; REIS, A. C.; FORCELINI, C. A. **Manual de fungicidas: guia para o controle químico de doenças de plantas**. 5. ed., Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2007. 153p. Acesso em: 25 set. 2021.

SAATH, K. C. O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil1. **Revista Economia Sociologia Rural**, Piracicaba-SP, v. 52,

n. 2, p. 195-212, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560201>. Acesso em: 30 set. 2021.

SANTANA, S. R *et al.* Uso medicinal do óleo de copaíba (*Copaifera sp.*) por pessoas da melhor idade no município de Presidente Médici, Rondônia, Brasil. **Acta Agronômica**, Rondônia, v. 1, p. 361-366, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267095888>. Acesso em: 20 ago. 2021.

SANTOS, A. F; DHINGRAN, O. D. Pathogenicity of Gliocladium on the sclerotia of *Sclerotinia Sclerotiorum*. **Fitopatologia Brasileira**, V. 14, p. 198-200, 1989. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/211346/1/PATHOGENICITY-OF-GLIOCLADIUM-ON-THE-SCLEROTIA....pdf>. Acesso em: 08 set. 2021.

SANTOS, G. R. *et al.* Efeito de óleos essenciais de plantas medicinais sobre a helmintosporiose do capim Tanzânia. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v. 44, n. 3, p. 587-593, 2013. Disponível em: <http://www.ccarevista.ufc.br>. Acesso em: 22 set. 2021.

SARAN, P. E. **Manual de identificação das doenças da soja**. Coletânea FMC. p. 195, 2011. Disponível em: www.faesb.edu.br/biblioteca/wp-content/uploads/2017/09/publication1.pdf. Acesso em: 15 set 2021.

STEFFEN, G. P. K *et al.* Controle de *Sclerotinia sclerotiorum* e *Fusarium sp.* com óleo essencial de melaleuca. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 16, n. 30, p. 682-694, 2019. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2019b/controle.pdf>. Acesso em: 23 set. 2021.

SILVA, L. S *et al.* Controle alternativo do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* com óleos essenciais. **Cadernos de Agroecologia**, Vol. 13, n° 1, 2018. Disponível em: <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br> Acesso em: 30 set. 2021

SHAHI, A. K. *et al.* Determination of essential oil quality index by using energy summation indices in a elite strain of *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf **Flavour and Fragrance Journal**. V. 20, p. 118 – 121, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ffj.1321>. Acesso em: 25 set. 2021.

SOLINO, A. J. S et al. Severidade da antracnose e qualidade dos frutos de maracujá-amarelo tratados com produtos naturais em pós-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, p.57-66, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452012000100010>. Acesso em: 25 set. 2021.

SOUSA, R. M. S; SERRA, I. M. R. S; MELO, T. A. Effect of essential oils as an alternative in the control of *Colletotrichum gloesporioides* in pepper. **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 1, p. 4247, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-54052012000100007> Acesso em: 24 set. 2021.

SOUZA, A. **Agroecologia**. V. 1, p. 1-37, 2013. Disponível em: <http://www.ifcursos.com.br>. Acesso em: 16 set. 2021.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed. rev. São Paulo: Artmed, 2009. 848 p. Acesso em: 30 ago. 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 4. ed. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates Inc., 2006. Acesso em: 30 ago 2021.

TEDESCO, L. Avaliação antibacteriana do extrato de Melaleuca (*Melaleuca alternifolia*) frente à cepa de *Staphylococcus aureus*. **Arquivo de Ciência de Saúde UNIPAR**, Umuarama, v. 18, n. 2, p. 89-94, maio/ago, 2014. Disponível em: <https://www.revistas.unipar.br/index.php/saude/article/view/5172>. Acesso em: 15 set. 2021.

VEIGA JUNIOR, V. F et al. Plantas medicinais: cura segura? **Química nova**, v.28, n.3, p.519-28, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000300026>. Acesso em: 21 set. 2021.

VIEIRA, T. R. et al. Constituintes químicos de Melaleuca alternifolia (Myrtaceae). **Química Nova**, São Paulo, n. 4, v. 27, p. 536-539, jul./ago. 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422004000400004> Acesso em: 20 de set. 2021.

WENDLAND, A; LOBO, J. M; FARIA. J. C. **Manual de Identificação das Principais Doenças do Feijoeiro-Comum**. Embrapa. V. 1, p. 49, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1102266>. Acesso em: 15 set. 2021.

ZAMBONELLI, A.; AULERIO, A.Z.; BIANCHI, A.; ALBASINI, A. Effects of essential oils on phytopathogenic fungi in vitro. **Journal of Phytopathology**. Berlim. v. 144, p. 491-494, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.1996.tb00330.x>. Acesso em: 25 set. 2021.