



NAYANE DA SILVA SOUZA

**CONTROLE DA FERRUGEM DO CAFEIEIRO COM ÓLEOS
ESSENCIAIS**

**LAVRAS-MG
2020**

NAYANE DA SILVA SOUZA

CONTROLE DA FERRUGEM DO CAFEIEIRO COM ÓLEOS ESSENCIAIS

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

Dr. Paulo Estevão de Souza
Orientador

Dr. Edson Ampélio Pozza
Coorientador

LAVRAS-MG
2020

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

Souza, Nayane da Silva.

Controle da ferrugem do cafeeiro com óleos essenciais /
Nayane da Silva Souza. - 2020.

49 p.

Orientador(a): Paulo Estevão de Souza.

Coorientador(a): Edson Ampélio Pozza.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2020.

Bibliografia.

1. Azadirachta indica. 2. Eremanthus erythropappus. 3.
Melaleuca alternifolia. I. de Souza, Paulo Estevão. II. Pozza, Edson
Ampélio. III. Título.

NAYANE DA SILVA SOUZA

CONTROLE DA FERRUGEM DO CAFEIEIRO COM ÓLEOS ESSENCIAIS

CONTROL OF COFFEE RUST WITH ESSENTIAL OILS

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

APROVADA em 20 de outubro de 2020.

Dr. Paulo Estevão de Souza
Dr. Edson Ampélio Pozza
Dr. Rubens José Guimarães

DFP-UFLA
DFP-UFLA
DAG-UFLA

Dr. Paulo Estevão de Souza
Orientador

Dr. Edson Ampélio Pozza
Coorientador

LAVRAS-MG
2020

*Aos meus pais, minhas avós, meus irmãos e sobrinhos,
Dedico!*

AGRADECIMENTOS

À DEUS, por tudo!

À minha família pelo apoio e carinho.

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 de estudos.

Ao professor Paulo Estevão de Souza pela orientação.

Ao professor Edson Ampélio Pozza pela acolhida e coorientação.

Ao Silvio, técnico do Laboratório de Epidemiologia, por todo o apoio e ajuda na condução dos experimentos.

À “Olinda Óleos Essenciais” pela doação dos óleos essenciais para realização da pesquisa.

Às minhas amigas Ironeide Lima e Kalyane Farias pelos momentos compartilhados e palavras de apoio e incentivo.

Às minhas amigas de curso e de república Carla Ribeiro e Janaína Martins pelos momentos de descontração e companheirismo.

À Ariane Alvarenga por todo apoio, ajuda e acolhida durante o curso.

À todos os professores do Departamento de Fitopatologia da UFLA.

Obrigado!

RESUMO

A ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) é a doença de maior importância ocorrendo praticamente em todas as regiões produtoras de café no Brasil e no mundo. A doença é de difícil manejo e o controle químico ainda é a principal forma para controlar a doença. Porém, o uso constante destes produtos, pode resultar na seleção de patógenos resistentes. Nesse contexto, a busca por métodos alternativos para controlar a ferrugem do cafeeiro com menor impacto ambiental ainda é um dos maiores desafios para os pesquisadores. Assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a eficiência dos óleos essenciais de *Melaleuca alternifolia*, *Eremanthus erythropappus* e *Azadirachta indica* em diferentes doses no controle da ferrugem do cafeeiro. Na primeira etapa, in vitro, foi avaliado o efeito de três óleos essenciais na germinação de urediniosporos de *H. vastatrix*. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições e análise de variância em esquema fatorial 3 x 5 + 1, sendo três tratamentos (óleos essenciais de melaleuca e candeia) e óleo comercial a base de Azadirachthina em cinco doses (0,0, 0,25, 0,50, 1,0 e 2,0%), e um tratamento adicional com fungicida (Azoxistrobina + Ciproconazol). Os três óleos estudados, inibiram a germinação de urediniosporos de *H. vastatrix*, em todas as doses testadas apresentando porcentagem de germinação semelhante ao tratamento com fungicida. Para o ensaio in vivo, foi selecionada a menor dose dos três óleos utilizadas no teste in vitro (0,25%), aplicadas em mudas de cafeeiro cultivar Catuaí 144, isoladamente e em mistura com o fungicida, na dose 0,5L/ha, e inoculadas com *H. vastatrix*. Foram quantificados a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade, índice SPAD (*Soil Plant Analysis Development*), altura das plantas e peso seco da parte aérea. O experimento in vivo foi instalado em delineamento em blocos casualizados com oito tratamentos (nim, melaleuca, candeia, nim + fungicida azoxistrobina + ciproconazol, melaleuca + fungicida azoxistrobina + ciproconazol, candeia + fungicida azoxistrobina + ciproconazol, fungicida azoxistrobina + ciproconazol e o tratamento controle-testemunha) com quatro repetições. As variáveis foram analisadas estatisticamente, aplicando-se o teste de Scott-Knott a 5% de significância. Foi observada menor incidência e severidade quando utilizada as doses dos óleos em mistura ao fungicida. A menor incidência ocorreu com aplicação de *E. erythropappus* + Azoxystrobina + Cyproconazole com eficiência de 92,3% e *M. alternifolia* + Azoxystrobina + Cyproconazole (90,7%) em relação a testemunha. Para severidade, o controle foi de 92,98% quando aplicado *A. indica* + Azoxystrobina + Cyproconazole e 92,45% para *M. alternifolia* + Azoxystrobina + Cyproconazole. Não houve diferença significativa para peso seco da parte aérea, teor de clorofila e altura. Os óleos estudados apresentam potencial para o controle da ferrugem do cafeeiro. No entanto, são necessários estudos para melhor compreensão dos efeitos dos componentes presentes nesses óleos sobre o patógeno.

Palavras-chave: *Azadirachta indica*. *Eremanthus erythropappus*. *Melaleuca alternifolia*.

ABSTRACT

Coffee rust (*Hemileia vastatrix*) is the most important disease that occurs in practically all coffee producing regions of Brazil and world. The disease is difficult to manage and chemical control is still the main form of disease control, however, constant use of these products can result in selection of resistant pathogens. In this context, search for alternative methods to control coffee rust with less environmental impact is still one of greatest challenges for researchers. Thus the objective of present work was to evaluate efficiency of essential oils of *Melaleuca alternifolia* and *Eremanthus erythropappus* and *Azadirachta indica* in different doses to control coffee rust. In first stage, in vitro, effect of three essential oils on germination of *H. vastatrix* urediniospores was evaluated. The experiment was carried out in a completely randomized design with four replications and analysis of variance in a 3 x 5 +1 factorial scheme, with three treatments (essential oils of tea tree and candeia) and commercial oil based on Azadirachtin in five doses (0.0, 0.25, 0.5, 1.0 and 2.0%), and an additional fungicide treatment (Azoxystrobin + Cyproconazole). The three oils studied, inhibited germination of *H. vastatrix* urediniospores, in all doses tested, showing a percentage of germination similar to treatment with fungicide. For in vivo test, the lowest dose of three oils used in in vitro test (0.25%) was selected, applied to coffee seedlings cultivar Catuaí 144, alone and in mixture with the fungicide, at dose 0.5L / ha, and inoculated with *H. vastatrix*. The area under disease progress curve (AACPD) for incidence and severity, SPAD index (Soil Plant Analysis Development), plant height and dry weight of aerial part were quantified. The in vivo experiment was set up in random blocks with eight treatments (neem, tea tree, candeia, neem + Azoxystrobin + Cyproconazole, tea tree + Azoxystrobin + Cyproconazole, candeia + Azoxystrobin + Cyproconazole, Azoxystrobin + Cyproconazole and control-treatment witness) with four repetitions. The variables were analyzed statistically, applying the Scott-Knott test at 5% significance. The lowest incidence and severity were observed when using doses of oils mixed with fungicide. The lowest incidence occurred with application of *E. erythropappus* + Azoxystrobin + Cyproconazole with 92.3% efficiency and *M. alternifolia* + Azoxystrobin + Cyproconazole (90.7%) in relation to control. For severity, control was 94.98% when applied to *A. indica* + Azoxystrobin + Cyproconazole and 92.45% for *M. alternifolia* + Azoxystrobin + Cyproconazole. There was no significant difference for shoot dry weight, chlorophyll content and height. The oils studied have potential to control coffee rust. But studies are needed to better understand effects of its components on plant and how it affects pathogen.

But studies are necessary to better understand the effects of its components on pathogens.

Key words: *Azadirachta indica*. *Eremanthus erythropappus*. *Melaleuca alternifolia*.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 Ferrugem do cafeeiro	10
2.2 Controle alternativo de doenças em plantas	11
2.3 Óleos essenciais no controle de fitopatógenos	12
2.4 <i>Azadirachta indica</i> L. (Nim)	13
2.5 <i>Melaleuca alternifolia</i> (Tea tree)	14
2.6 <i>Eremanthus erythropappus</i> (Candeia)	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Área de estudos	18
3.1.1 Obtenção do inóculo	18
3.1.2 Experimento in vitro	18
3.1.3 Delineamento experimental e tratamentos	18
3.2 Experimento em mudas	19
3.2.1 Inoculação	20
3.2.2 Incidência e Severidade	20
3.2.2 Área abaixo da curva do progresso da doença	21
3.2.3 Eficiência	22
3.2.4 Teor de clorofila	22
3.2.5 Altura e peso da parte aérea seca	22
3.2.6 Análise estatística	23
4. RESULTADOS	24
4.1 Avaliação in vitro da toxicidade dos óleos sobre <i>H. vastatrix</i>	24
4.2 Controle da ferrugem em mudas de cafeeiro	26
4.2.1 Teor de clorofila	28
4.2.2 Altura e peso da parte aérea seca	29
5. DISCUSSÃO	31
5.1 Toxicidade in vitro da aplicação de diferentes concentrações de óleos utilizados e tratamento adicional com fungicida sobre <i>H. vastatrix</i>	31
5.2 Área abaixo da curva do progresso da doença	33
5.3 Variáveis fisiológicas	34
6. CONCLUSÕES	36
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
ANEXOS	46

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo, produzindo cerca de 49 milhões de sacas no ano de 2019 (CECAFE, 2019) e expectativa de produção de cerca de 60 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado (CONAB, 2020). Minas Gerais é responsável por cerca de 50% de toda produção nacional com produção estimada de 30,7 a 32,08 milhões de sacas para o ano de 2020 (CONAB, 2020). A cadeia produtiva do café pode ser afetada por vários fatores bióticos e abióticos, reduzindo a produtividade, como exemplo, a ocorrência de pragas, doenças e condições ambientais desfavoráveis, entre outros. Dentre os fatores bióticos, causadores de perdas na produtividade, pode-se citar a ferrugem do cafeeiro, cujo agente etiológico é o fungo *Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome.

A ferrugem do cafeeiro causa perdas significativas na produtividade, devido a desfolha precoce, em decorrência da diminuição da área fotossintética das folhas, afetando a produtividade e qualidade da bebida (POZZA et al., 2010; LIMA et al., 2012). Quando práticas de manejo adequadas não são empregadas e as condições ambientais são favoráveis ao patógeno, as perdas na produtividade podem chegar a 50% (COLARES, 2018).

O manejo mais recomendado para essa doença seria o uso de cultivares resistentes, porém, cerca de 90% das áreas plantadas no Brasil são suscetíveis à doença (PEREIRA, 2018). Assim, a principal forma de controle da doença é com emprego de fungicidas de vários grupos químicos como triazóis, estrobilurinas, cúpricos e ditiocarbamatos, aplicados de forma isolada ou em mistura, além da aplicação alternada com os cúpricos (ZAMBOLIM et al., 2005). A utilização de fungicidas têm demonstrado efeito benéfico a curto prazo, porém, o uso constante desses produtos pode promover a seleção de populações resistentes, além da contaminação do ambiente e risco à saúde humana (PEREIRA, 2008).

Nesse sentido, a busca por medidas de controle alternativo se faz necessária na agricultura. O controle alternativo de doenças de plantas utilizando óleos essenciais extraídos de plantas tem apresentado grande potencial na agricultura, principalmente por apresentar baixa toxicidade a mamíferos e menores resíduos tóxicos ao ambiente, quando comparados ao controle químico de doenças (PINTO et al., 2014). Diversos trabalhos constataram a eficácia dos óleos essenciais no controle de fungos fitopatogênicos, entre eles o de melaleuca para *Cercospora beticola* (SOUZA et al., 2015), *Bipolaris oryzae* (SCHEUERMANN et al., 2011), *Macrophomina phaseolina*, *Sclerotinia sclerotiorum* e *Alternaria alternata* (MARTINS et al., 2010), o de candeia para *Alternaria carthami*, *Alternaria* sp. e de *Rhizoctonia solani* (HILLEN et al., 2012), *Cylindrocladium scoparium*, *Puccinia psidii*, *Hemileia vastatrix*, *Phakopsora*

pachyrhizi, e *Cerotelium fici* (SALUSTIANO et al., 2006) e nim para *Cercospora coffeicola* e *H. vastatrix* (PEREIRA, 2008; ANDROCIOLLI et al., 2012).

Os resultados satisfatórios no controle de doenças fitopatogênicas utilizando óleos essenciais foi possível devido as plantas produzirem metabólitos secundários, em muitos casos, apresentando propriedades antifúngicas e antibacterianas (MEDICE et al., 2007; BONALDO et al., 2007; SALGADO et al., 2003; ZANANDREA et al., 2004). As opções de produtos derivados de metabólitos secundários de plantas no mercado agrícola para tratamento de doenças fitopatogênicas ainda são poucas, e os produtos registrados, em sua maioria, como biológicos, de baixo impacto ambiental, indicado para agricultura orgânica.

A utilização de óleos essenciais na agricultura, surge como alternativa para controlar doenças de plantas diante da exigência dos consumidores para otimizar o emprego de fungicidas. Embora, alguns óleos já tenham sido testados anteriormente no controle da ferrugem do cafeeiro (PEREIRA et al., 2012b; SALUSTIANO et al., 2006), são necessários estudos da ação destes, não somente em laboratório, como também in vivo. A partir dos resultados obtidos na planta, é possível aprofundar em pesquisas voltadas ao uso, cada vez mais frequente, desses óleos no controle de doenças fitopatogênicas.

Diante do exposto, realizou-se o presente trabalho com os objetivos de avaliar o efeito in vitro dos óleos essenciais de *Melaleuca alternifolia* e *Eremanthus erythropappus* e óleo comercial a base de *Azadirachta indica* na inibição da germinação de *Hemileia vastatrix* e avaliar o efeito in vivo destes óleos no controle da doença em mudas de cafeeiro.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Ferrugem do cafeeiro

A ferrugem alaranjada do cafeeiro é uma das principais doenças capazes de comprometer a produtividade e qualidade do café (POZZA et al., 2010; LIMA et al., 2012). A doença pode reduzir em até 50% a produtividade quando não tomada nenhuma medida de controle (POZZA, et. al., 2010). Foi relatada pela primeira vez por J. M. Berkeley em 1869 no Ceilão, atual Sri Lanka (MCCOOK; VANDERMEEN, 2015). No Brasil, identificada na década de 1970, em Itabuna, região sul do estado Baiano e hoje, encontra-se disseminada em quase todas as regiões produtoras de café do Brasil (WELLMAN, 1970; POZZA et al., 2010).

Tem como agente causal o fungo *Hemileia vastatrix*, parasita obrigatório (biotrófico) pertencente à família Pucciniaceae, ordem Uredinales, classe dos Uredinomycetes. Trata-se de um patógeno com ciclo de vida incompleto, por não se ter conhecimento, até o momento, das fases de picnó e écio (ZAMBOLIM et al., 2005; AGRIOS, 2005). A fase sexuada do patógeno é formada por teliósporos, de ocorrência rara, com curtos pedicelados unicelulares, télio em forma de pústula com teliósporos produzidos em basídios externos. A fase assexuada é caracterizada pela formação de urediniósporos formados em urédias supraestomacais, podendo romper a epiderme vegetal. O formato dos urediniósporos é tipicamente reniforme, sendo metade da superfície côncava e equinulada e a outra, convexa e lisa (CUMMINS; HIRATSUKA, 1983).

Os primeiros sintomas da doença são caracterizados por pequenas manchas circulares de coloração amarelo alaranjada, apresentando diâmetros de 0,5 cm, na face abaxial da folha., formando uma massa pulverulenta (urediniósporos). Com o tempo as lesões aumentam de tamanho, causando necrose no centro da área afetada, onde a esporulação é reduzida, com a produção de esporos de coloração esbranquiçada de menor viabilidade, chegando a cessar (ZAMBOLIM et al., 2005). Em estágio mais avançado, parte dos tecidos foliares são destruídos e necrosados (POZZA et al., 2010). Plantios adensados, umidade relativa alta, baixa luminosidade, temperaturas entre 20 e 24°C, alto índice de enfolhamento, entre outros fatores, favorecem o processo de infecção da doença (MESQUITA et al., 2016). A disseminação é favorecida pela ação do vento, chuvas, por escorrimento de água pelas margens do limbo foliar para a superfície abaxial das folhas e pela ação do homem durante os tratos culturais (PEREIRA, 2008). A incidência da doença aumenta durante o período chuvoso e com o

aumento do tempo de duração de molhamento foliar, elevando o número de ciclos do patógeno (ZAMBOLIM et al., 2005; POZZA, 2004).

A ferrugem do cafeeiro é de difícil manejo e o método químico ainda é a principal forma para controlar a doença (PEREIRA, 2018). Porém, o uso excessivo destes produtos, embora eficiente e econômico (VEGRO; FERREIRA, 2000), pode resultar na seleção de patógenos resistentes, além de comprometer a sustentabilidade do agroecossistema e interferir de forma negativa na exportação e custo de produção do café (MÁXIMO; MACIEL, 2009). A busca por métodos alternativos para controlar a ferrugem do cafeeiro com menor impacto ambiental ainda é um dos maiores desafios para os pesquisadores (COSTA et al., 2007). Nos últimos anos, o uso constante de produtos químicos, do mesmo grupo químico, tem contribuído para seleção de isolados resistentes de fungos patogênicos (OOTANI et. al., 2013). Dessa forma, o uso de grupos químicos diferentes àqueles já utilizados no mercado, como os contidos em óleos essenciais, pode ser uma alternativa no controle da doença.

2.2 Controle alternativo de doenças em plantas

A procura crescente por alimentos com o mínimo de resíduos de fungicidas têm aumentado, como resultado da preocupação com a contaminação ambiental e consumo de alimentos decorrentes do uso constante de produtos químicos na agricultura (CARNEIRO et. al., 2007). No decorrer dos anos, pesquisadores buscam soluções consistentes à agricultura, de modo a não prejudicar a produtividade. Termos como “agricultura sustentável” tem grande notoriedade política (ZADOKS, 1992), quando a questão é estimular a busca por medidas racionais de proteção das plantas contra doenças (SCHWAN-ESTRADA et. al., 2000).

O controle alternativo de doenças de plantas inclui o controle biológico e a indução de resistência de plantas (BETTIOL, 1991), este último, ativa mecanismos de defesa da planta, encontrados de forma latente, obtida pelo tratamento biótico, extratos vegetais (PEREIRA, 2008), extratos fúngicos (STANDNIK, 1999), óleos essenciais (SCHWAN-ESTRADA, 2003a), ou por ativadores químicos (COHEN, 1996).

A integração de medidas de controle na qual viabilize a maior produtividade é fundamental no manejo de doenças de plantas, principalmente quando há a possibilidade de reduzir a intensidade da doença com uso de produtos alternativos como caldas, extratos, biofertilizantes e agentes de controle biológico (DINIZ et. al., 2006).

Dessa forma, pesquisas voltadas a desenvolver medidas alternativas para implementação de um manejo fitossanitário mais sustentável tem sido comum (SILVA et. al.,

2016). A redução drástica da utilização de pesticidas convencionais nos Estados Unidos e na União Europeia (DELIOPOULOS et. al., 2010), pode pressionar o Brasil, com restrições de entrada dos produtos nacionais nesses países (SILVA et. al., 2016).

2.3 Óleos essenciais no controle de fitopatógenos

Até a metade do século XIX, o controle de pragas e doenças agrícolas era realizado com uso de produtos naturais derivados de plantas. Espécies como *Chrysanthemum cinerariaefolium*, *C. roseum*, *C. coccineum* (fontes de piretro), *Derris* spp. e *Lonchocarpus* spp. (fontes de rotenona) e *Nicotiana* (fonte de nicotina) eram utilizados, principalmente, como inseticidas e fungicidas (MORAIS, 2009). A utilização de defensivos naturais foi substituída durante a Segunda Guerra Mundial com o surgimento de produtos sintéticos, aparentando serem a solução para a agricultura mundial (SAITO; LUCCHINI, 1998).

Porém, com o passar dos anos, a utilização intensa de produtos sintéticos no controle fitossanitário, contribuiu para seleção de organismos-alvo resistentes, ocasionando necessidade de mais aplicações e diferentes produtos, gerando desequilíbrio ecológico (MARICONI, 1981). O resgate da utilização de produtos naturais no controle fitossanitário surge a partir da necessidade em diminuir o inóculo no período de maior incidência em vez de erradicar por completo pragas e doenças, além do avanço do sistema orgânico de produção (MORAIS, 2009). Dessa forma, houve necessidade de se desenvolver práticas agrícolas, de baixo impacto ambiental, a fim de criar alternativas, além dos métodos convencionais, no controle de pragas e doenças. Uma dessas alternativas é a utilização de óleos essenciais, extraídos de algumas plantas, com grande potencial no controle fitossanitário.

Óleos essenciais são substâncias extraídas de partes de plantas por meio de destilação, possuindo características peculiares odoríferas, lipofílicas, líquidas e voláteis (PEREIRA, 2008). São sintetizados por todos os órgãos das plantas como flores, folhas, caules, sementes, frutas e desempenham papel importante na proteção de plantas como antifúngicos, antivirais e inseticidas (BRUM, 2012). Segundo Castro et. al., (2010), esses óleos podem ser formados por cem ou mais compostos orgânicos, sendo monoterpenos e sesquiterpenos os encontrados com maior frequência, responsáveis por grande parte das atividades biológicas dos óleos essenciais. Os metabólitos secundários, como são chamados, não estão diretamente ligados à manutenção da vida do vegetal, mas conferem vantagens à sua sobrevivência (SANTOS, 1999), permitindo melhor adaptação às condições ambientais adversas (GROS et al., 1985).

Esses compostos atuam como agentes fungistáticos e/ou fungicidas, dependendo das concentrações utilizadas e têm demonstrado potencial satisfatório no controle de doenças de plantas (FERNANDES, 2000). Compostos presentes nesses óleos podem funcionar seletivamente no controle de diversas doenças e serem menos agressivos ao meio ambiente (SHAN, 2002). Entre eles estão *Azadirachta indica*, *Melaleuca alternifolia* e *Eremanthus erythropappus*, no qual, em estudos anteriores, já apresentaram resultados promissores no controle de fitopatógenos (SALUSTIANO et al., 2006; PEREIRA, 2008; MARTINS et al., 2010; SOUSA et al., 2010; HILLEN et al., 2012).

Segundo Piper et al. (2001), os óleos essenciais, em contato com os microrganismos, promovem a permeabilidade das células, resultando na vazão de seus constituintes. A ação dos óleos essenciais e suas substâncias, podem causar danos severos às paredes, organelas e membranas celulares de fungos fitopatogênicos (RASOOLI et al. 2006).

Assim, a exploração da atividade biológica de compostos derivados do metabolismo secundário de plantas, como alcalóides, terpenóides e derivados de fenilpropanóides, presentes no extrato bruto ou em óleos essenciais de plantas pode constituir forma efetiva de controle de doenças em plantas cultivadas (SILVA et al., 2005).

2.4 *Azadirachta indica* L. (Nim)

O nim, (*Azadirachta indica* A. Juss), é uma árvore da família Meliaceae, originária da Índia e conhecida há séculos por sua ação medicinal e inseticida (CARNEIRO et. al., 2007), mas pouco por sua ação sobre fitopatógenos. É uma planta de crescimento rápido, podendo alcançar até 25 metros de altura, dependendo do tipo de solo e condições climáticas favoráveis ao seu crescimento e desenvolvimento (NEVES et a., 2003).

Produtos derivados do nim não deixam resíduos tóxicos nem contaminantes no ambiente, por serem biodegradáveis, possuindo ação inseticida, acaricida, fungicida e nematicida (ANDROCIOLI, 2008). Dentre os diversos componentes extraídos das sementes da planta, a azadiractina é o principal componente com ação inseticida comprovada, apresentando diversos efeitos endócrinos em insetos. Alguns autores já demonstraram a possibilidade no controle de fitopatógenos utilizando produtos derivados da planta. Diferentes produtos oriundos da planta como torta, extrato de folhas, óleo, têm sido testados para o controle de doenças do sistema radicular, parte aérea e pós-colheita, com resultados promissores.

Estudando doses de óleo de nim em oídio do tomateiro em casa de vegetação, Carneiro (2003) observou diminuição da área foliar lesionada com aplicações nas concentrações de

0,25% e 0,5% de óleo de nim. No mesmo estudo, os resultados foram semelhantes ao tratamento com fungicida, mantendo a área foliar lesionada abaixo de 3,0%. Do mesmo modo, Carneiro et. al., (2007) observaram redução da severidade de oídio, em feijoeiro, em 79% na concentração de 0,25% e 90% na concentração de 0,50%. No mesmo estudo, esses resultados foram semelhantes ao tratamento com fungicida.

Já Sousa et. al., (2012) testaram diferentes óleos essenciais em pós colheita, incluindo óleo de nim, observando eficiência de 46,0%, em relação a testemunha, na inibição de *Colletotrichum gloeosporioides* em pimenta. Bhutta et. al., (2001) verificaram na solução de nim a 1% obtida das sementes da planta, redução de quase 100% a porcentagem de incidência de fungos *Alternaria alternata* em sementes de girassol, além de controlar fungos como *Fusarium* spp.

Para *H. vastratix*, Pereira (2008) obteve 100% de inibição da germinação de urediniósporos na concentração de 1500 $\mu\text{L L}^{-1}$ utilizando óleo essencial de nim. Silva e Pereira (2008), estudando o efeito da incorporação de folhas de nim ao solo sobre o complexo *Fusarium* x *Meloidogyne* em quiabeiro, observaram um controle de 90% e 72%, para *Meloidgyne incognita* e *Fusarium oxysporum f. sp. vasinfectum*, respectivamente, quando incorporada 50g de folhas de nim ao solo. Dias-Arieira et. al., (2010) observaram, em laboratório, inibição de 84,4% do crescimento micelial de *Colletotrichum acutatum* utilizando concentrações de óleo de nim a 1% e 1,5%. No mesmo trabalho em campo, os autores observaram menor ocorrência de abortamento de flores de morangueiro inoculadas com *C. acutatum* utilizando dose de nim a 0,5%.

A utilização de óleo de nim, juntamente com outras estratégias de manejo de doenças, pode ser alternativa promissora no controle da ferrugem do cafeeiro, podendo propiciar a redução ou alternar a frequência de aplicação de produtos fitossanitários.

2.5 *Melaleuca alternifolia* (Tea tree)

A melaleuca (*Melaleuca alternifolia* Cheel) é uma espécie vegetal da família Myrtaceae, conhecida como “árvore de chá” ou “*Tea Tree*” originária da Austrália e das Ilhas do Oceano Índico (CRONQUIST, 1981). O principal produto derivado das folhas da planta é o óleo essencial, rico em terpinen-4-ol, constituição química responsável por suas propriedades medicinais, além do 1,8 cineol (VIEIRA et al., 2004). Trata-se de um produto de importância medicinal, por possuir comprovada ação bactericida e antifúngica contra diversos patógenos em humanos (CASTRO et al., 2005).

Por se tratar de um produto, geralmente importado, seu preço é elevado. Têm se observado no Brasil, indústrias de cosméticos adquirindo o produto e repassando ao consumidor final, agregando valores ao produto em forma de produtos farmacêuticos e cosméticos (CASTRO et al., 2005). Além de ter eficácia comprovada como bactericida e antifúngico de patógenos em humanos, sua constituição química tem sido testada em diversos ensaios no controle de fitopatógenos.

Zanetti (2018) estudando o efeito das doses do óleo de melaleuca sobre o crescimento micelial e germinação de esporos de *Colletotrichum* spp, *Fusarium* sp. e *Cylindrocladium* sp., observou redução do crescimento micelial, em relação ao controle negativo de 35,39, 50,13, 54,57, 86,73 e 98,80% para os fungos *C. truncatum*, *F. sacchari*, *Cylindrocladium* sp., *C. gloeosporioides* e *C. falcatum*, respectivamente, quando utilizado a maior dose do óleo (1600 ppm). No mesmo estudo, foi observado a redução do índice de crescimento micelial para *C. truncatum* de 56,25% na dose de 1600 ppm, quando comparado ao tratamento com fungicida.

Já Martins et al., (2010) estudando cinco concentrações de óleo de *M. alternifolia* no controle de crescimento micelial de três fungos fitopatogênicos, observaram inibição de micélios em todas as concentrações estudadas. No estudo, os fungos *Alternaria alternata* e *Macrophomina phaseolina* apresentaram sensibilidade ao óleo de melaleuca a partir da concentração 0,2%. Maia et al, (2015) relatam haver interferência no rendimento e composição dos óleos essenciais, influenciados pelas condições climáticas, idade das plantas, hora de coleta do material, localização geográfica, entre outros fatores, conseqüentemente minimizando a ação microbiana do óleo.

Óleo essencial de *M. alternifolia* também foi estudado por Bishop e Thornton (1997) sobre fungos como *Alternaria solani*, *Alternaria flavus*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium cepivorum* entre outros, proporcionando alto nível de inibição de crescimento micelial. Em estudo posterior e contínuo do primeiro, Bishop e Reagan (1998) verificaram redução no crescimento de *Botrytis cinerea* em folhas de repolho, em concentrações 1,6 e 3,2% e ainda em sua maior concentração, a inibição foi semelhante ao dos fungicidas metalaxyl, carbendazin, benomyl e iprodione.

2.6 *Eremanthus erythropappus* (Candeia)

A Candeia (*Eremanthus erythropappus*) pertence à família Asteraceae, é considerada precursora na invasão de campos. Sua distribuição geográfica abrange a América do Sul, encontrada no nordeste da Argentina, norte e leste do Paraguai e no Brasil (CARVALHO,

1994). No Brasil, pode ser encontrada nos estados de Minas Gerais, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Goiás, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Distrito Federal (PEDRALI et al., 1996; CARVALHO, 1994).

Dentre as várias espécies de candeias catalogadas, a espécie *Eremanthus erythropappus* é considerada a de maior importância econômica e de maior ocorrência no estado de Minas Gerais (GODINHO, 2016). Sua importância se deve ao fato de esta ser utilizada para extração de óleo essencial (SCOLFORO et al., 2004), além de utilização de sua madeira como moirões de cerca (TEIXEIRA et al., 1996). O componente principal do óleo essencial de candeia é o α -bisabolol, (2S)-6-methyl-2-(4-methylcyclohex-3-en-1-yl) hept-5-en-2-ol, um álcool terciário de fórmula molecular $C_{15}H_{26}O$, monocíclico, sesquiterpênico, insaturado e opticamente ativo, proveniente da condensação de moléculas de acetil CoA (THE MERCK INDEX, 1996).

O óleo essencial de candeia é amplamente utilizado na indústria de cosméticos e farmacêutica devido suas funções biológicas. Na natureza, o α -bisabolol pode existir em quatro formas possíveis de estereoisômeros, porém apenas a forma enantiomérica (-)- α -bisabolol possui atividades biológicas (NEMOTO et al., 1993; SCHWARTZ e SWANSON, 1979). As principais funções biológicas do α -bisabolol são inseticidas (ANDRADE et al., 2004), fungicidas (OLIVEIRA et al., 2005; PAULI, 2006; TABANCA et al.; 2007), antibacterianas (VILA et al., 2010) e anti-inflamatórias (KIM et al., 2011).

No controle de doenças de plantas, ainda são poucos os relatos. Os trabalhos disponíveis, em sua maioria, são realizados apenas com o teste em laboratório, não havendo relatos de resultados obtidos em plantas com doenças. Salustiano et al., (2006) avaliaram a atividade de extratos de folhas e óleo essencial de candeia na germinação de urediniosporos de quatro espécies de ferrugens, entre estas a *H. vastatrix*, e crescimento micelial de *Cylindrocladium scoparium*. No trabalho, os extratos das folhas de candeia foram efetivos no controle dessas ferrugens tanto quanto o óleo essencial, com 0,0% de germinação para todas as ferrugens. Quanto a inibição do crescimento micelial de *C. scoparium*, os autores obtiveram resultados de 25,89% utilizando concentração a 1% de óleo essencial e inibição de 52,97% quando utilizado extrato metanólico a 10%.

Hillen et al., (2012) testaram a eficiência de três óleos essenciais, incluindo *E. erythropappus* no controle de fungos fitopatogênicos. No estudo, o óleo essencial de candeia inibiu 100% do crescimento micelial de todos os fitopatógenos a partir da concentração de 200 μ L e inibiu totalmente o crescimento micelial de *Rhizoctonia solani* independentemente da concentração utilizada. Para *Alternaria* sp. a inibição total ocorreu a partir da alíquota 60 μ L e para *A. carthami* a partir de 100 μ L.

Observa-se nos estudos citados, intensa atividade fungicida nos mais diferentes fitopatógenos, devido quase todos os membros da família Asteraceae conterem sesquiterpenos em sua constituição (SALUSTIANO et al., 2006). Os sesquiterpenos estão presentes no alfabisabolol, principal constituinte encontrado nas folhas e no óleo essencial de cadeia, no qual são citotóxicos (BRAUM et al., 2003), explicando, dessa forma, a eficácia do óleo no controle dos fitopatógenos citados.

Na literatura, são diversos os relatos de atividade fúngica sobre patógeno de plantas, porém, em sua maioria, limitado a testes em laboratórios, não havendo comprovação eficaz do óleo sobre fungos em atividade direta na planta.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudos

Para realização do presente estudo, foram realizados dois experimentos, um “in vitro”, no Laboratório de Epidemiologia e Manejo de Doenças de Plantas da Universidade Federal de Lavras e outro “in vivo”, conduzido em casa de vegetação, na mesma universidade, ambos repetidos ao longo do tempo

3.1.1 Obtenção do inóculo

O patógeno foi obtido de folhas infectadas no campo, na região de Lavras-MG. As folhas foram submetidas previamente a câmara úmida por 24 horas. Após esse período foram lavadas com água deionizada e com auxílio de um pincel a suspensão foi adicionada em Becker de vidro. Logo após a calibragem da mesma, foi determinada em hemacitômetro, as concentrações ajustadas para cada teste.

3.1.2 Experimento in vitro

Para o teste in vitro, foram instalados dois experimentos em laboratórios, nas mesmas condições. Os resultados apresentados são referentes as médias de ambos testes.

No presente estudo foram utilizados dois óleos essenciais, o de *M. alternifolia* e *E. erythropappus*, doados por “Olinda Óleos Essenciais” e óleo comercial a base de *A. indica*, registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento sob nº 6718.

3.1.3 Delineamento experimental e tratamentos

O ensaio de germinação foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo cada placa de Petri considerada uma parcela experimental. A análise de variância foi em esquema fatorial 3 x 5 + 1, sendo três óleos (nim, melaleuca e candeia) e cinco concentrações (0,0, 0,25, 0,50, 1,0 e 2,0%, correspondentes a 0,0, 2.125, 4.250, 8.500 e 17.000 mg.kg⁻¹, para *A. indica* e 0,0, 2.500, 5.000, 10.000 e 20.000 mg.kg⁻¹ para *M. alternifolia* e *E. erythropappus*) e um tratamento adicional com o fungicida Azoxistrobina + Ciproconazol na dose de 525 mg.kg⁻¹ (0,75 L/ha).

O teste de germinação foi instalado em placas de Petri de 8,0 cm de diâmetro, contendo 20 mL de meio ágar-água (2%). No meio fundente foi diluído o tratamento, e posteriormente

vertido na placa de Petri. Após a solidificação do meio, foram depositados 200 μL da suspensão de inóculo, na concentração de $2,3 \times 10^5 \text{ mL}^{-1}$ de uredinósporos de *H. vastatrix*, contados em hemacitômetro e homogeneizados com o auxílio de alça de Drigalsky. As placas foram incubadas em BOD (Biochemical Oxygen Demand) a 23°C por 16 h no escuro. Após esse período, utilizou-se 0,15 mL por placa de solução de lactoglicerol, para paralisar a germinação dos urediniósporos.

As avaliações foram realizadas por meio de microscópio estereoscópio, avaliando a porcentagem de germinação dos urediniósporos. Em cada repetição foram avaliados 100 urediniósporos. Foi considerado germinado o urediniósporo com tubo germinativo superior ao seu tamanho.

A porcentagem de esporos germinados foi submetida à análise de variância, sendo que os valores são referentes as médias da repetição do ensaio. Os pressupostos da análise de variância normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade (Barlett) foram verificados. Como os dados não atenderam aos pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias, os mesmos foram transformados. Utilizou-se a transformação $\sqrt{x} + 0,5$. O efeito das variáveis foi comparado (Teste F, $p < 0,05$) e quando significativo, as respectivas médias, foram agrupadas (Teste de Scott-Knott, $p < 0,05$) ou ajustadas a modelos de regressão linear. As análises foram realizadas no Software R 4.0.2

3.2 Experimento em mudas

Foram conduzidos dois experimentos simultaneamente com mudas de café Cultivar Catuaí IAC-144 de mesma idade e mesmas condições climáticas e ambientais, adquiridas em viveiro registrado, no município de Lavras, MG.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 8 tratamentos e 4 repetições (Tabela 1). Foi utilizada a menor dose, 0,25% (2.125 mg.kg^{-1} para *A. indica* e 2.500 mg.kg^{-1} para *M. alternifolia* e *E. erythropappus*) de cada óleo, para os tratamentos em mudas, além da dose comercial de Azoxistrobina + Ciproconazol (0,5 L/ha), escolhidas a partir do teste in vitro. Cada parcela experimental foi composta por três mudas de café com seis pares de folhas.

Tabela 1. Tratamentos e doses utilizados no teste in vivo. Lavras-MG, 2020.

Tratamentos	Dose/ha*	Dose/500 mL	Dose (mg.kg ¹)
Testemunha	-	-	-
Azoxistrobina + Ciproconazol	0,5 L	0,625 mL	350
<i>A. indica</i>	1,0 L	1,25 mL	2125
<i>M. alternifolia</i>	1,0 L	1,25 mL	2500
<i>E. erythropappus</i>	1,0 L	1,25 mL	2500
<i>A. indica</i> + Azoxistrobina + Ciproconazol	1,0 L + 0,5L	1,25 mL + 0,625 mL	-
<i>M. alternifolia</i> + Azoxistrobina + Ciproconazol	1,0 L + 0,5 L	1,25 mL + 0,625 mL	-
<i>E. erythropappus</i> + Azoxistrobina + Ciproconazol	1,0 L + 0,5 L	1,25 mL + 0,625 mL	-

*Doses para 400 litros de calda por hectare.

3.2.1 Inoculação

Foi utilizada a concentração ajustada de $5,0 \times 10^5$ urediniósporos/mL e aplicada com pulverizador manual de 500 mL na face abaxial das folhas de café a partir do ápice até o ponto de escorrimento. A inoculação foi realizada seis dias após a aplicação dos tratamentos ao final da tarde com a temperatura ambiente de 23°C. Após a inoculação, os vasos foram cobertos com saco plástico por 72 horas, para gerar as condições adequadas para penetração do fungo (CRUZ FILHO; CHAVES, 1973).

3.2.2 Incidência e Severidade

As avaliações foram iniciadas quando observado os primeiros sinais do patógeno. As avaliações de incidência e de severidade da doença foram realizadas em intervalos de 5 dias.

Foram realizadas 07 avaliações de incidência e severidade. Para avaliar a incidência, foi determinada a porcentagem de folhas com sintomas da doença em relação ao total amostrado. As folhas foram avaliadas aleatoriamente por método não- destrutivo, sendo amostradas 06

folhas por planta, em 03 plantas, totalizando 18 folhas por parcela. A incidência da doença foi obtida por meio da fórmula proposta por Campbell e Madden (1990) (Equação 1).

Equação 1

$$I (\%) = \left(\frac{Nf}{Nt} \right) \times 100$$

Onde:

I (%) = Incidência da ferrugem do cafeeiro;

Nf: Número de folhas lesionadas;

Nt: Número total de folhas do hospedeiro.

A severidade da doença foi avaliada usando a escala diagramática de Cunha et. al., (2001), atribuindo-se notas de 1 – de 0 a 3% de severidade; 2 – de 3 a 6% de severidade; 3 – de 6 a 12% de severidade; 4 – de 12 a 25% de severidade; 5 – de 25 a 50% de severidade; 6 – mais de 50% de severidade.

3.2.2 Área abaixo da curva do progresso da doença

O resultado referente ao índice médio de incidência da doença foi plotado em gráfico da curva de progresso da doença durante o período de avaliação. Os dados obtidos da incidência e severidade nas folhas de cafeeiro, ao longo das avaliações e por períodos separados, foram integrados em área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), segundo a equação de Shaner e Finney (1977), equação (2).

Equação 2

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1} + 1}{2} \right) \times (t_{i+1} - t_i)$$

Onde:

AACPD = Área abaixo da curva de progresso da doença;

Y_i = Proporção de doença na i-ésima observação;

T_i = Tempo, em dias, na i-ésima observação;

n = Número total de observações.

3.2.3 Eficiência

Foi calculada a porcentagem da eficiência entre os tratamentos por meio da equação (3) proposta por Abbott (1925) para AACPD.

Equação 3

$$E(\%) = \left(\frac{T1 - T2}{T1} \right) \times 100$$

Onde:

E (%) = Porcentagem de eficiência;

T1= Valores obtidos pela testemunha;

T2= Valores obtidos com as doses utilizadas dos produtos.

3.2.4 Teor de clorofila

O teor de clorofilas *a*, *b* e total foi calculado indiretamente (Equação 4), a partir das leituras feitas com o medidor portátil de clorofila SPAD-502[®] (*Soil Plant Analysis Development*). As avaliações foram feitas na primeira folha completamente expandida, a partir do primeiro par de folhas e fez-se a diferença entre a sétima e primeira avaliação (SPAD relativo). As avaliações foram realizadas semanalmente, com início 15 dias após a inoculação com o fungo *H. vastatrix*, totalizando sete avaliações.

Equação 4

$$\text{Clorofila } a = (0,0008 * \text{Valor} - 0,0053)$$

$$\text{Clorofila } b = (0,0004 * \text{Valor} - 0,0032)$$

$$\text{Clorofila total} = (\text{Clorofila } a + \text{Clorofila } b)$$

3.2.5 Altura e peso da parte aérea seca

Foram realizadas duas avaliações de altura da planta. A primeira, realizada um dia antes da pulverização dos tratamentos em 15/05/2020 e a segunda avaliação, realizada em 14/06/2020. A altura foi medida com régua milimetrada, a partir do coleto até a gema apical.

Com o término das avaliações, a parte aérea das mudas foi seccionada e coletada para análise do peso seco. As amostras foram armazenadas em sacos de papel, secos em estufa de circulação forçada a 60°C até atingirem peso constante e então mensurados.

3.2.6 Análise estatística

As variáveis AACPDI, AACPDS, os teores de clorofila total, altura e peso da parte aérea seca foram submetidas ao teste de Shapiro-Wilk para avaliar os pressupostos da análise de variância, entre eles a distribuição normal de resíduos. Devido a cumprir esses pressupostos, essas variáveis foram submetidas à análise de variância sem a necessidade de transformação dos dados. As médias entre os tratamentos foram comparadas por teste F ($p < 0,05$). As variáveis qualitativas significantes foram submetidas a teste de Scott Knott. As análises foram realizadas no Software R e no programa SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2008).

4. RESULTADOS

4.1 Avaliação in vitro da toxicidade dos óleos sobre *H. vastatrix*

Na Tabela 2 é apresentada o resumo da análise de variância dos dados de germinação. Os resultados apresentados são referentes às médias de ambos os testes. Não houve diferença significativa para os óleos utilizados. Quando comparados o efeito das doses, observa-se diferença significativa entres estas apenas na dose 0,0. Do mesmo modo, observa-se efeito significativo entre o tratamento adicional e fatorial, nesse caso, o tratamento adicional (fungicida) foi diferente apenas da dose 0,0, e igual as demais doses dos óleos.

Tabela 2. Análise de variância e coeficiente de variação (CV) para percentual de germinação de esporos no teste in vitro. Lavras, MG, UFLA, 2020.

FV	GL	Quadrados Médio
Óleo	2	0,6403 ^{ns}
Dose	4	79,6215 ^{**}
Óleo x Dose	8	0,8199 ^{ns}
Adicional vs fatorial ¹	1	3,8682 [*]
Resíduo	48	
CV (%)	25,73	

Dados transformados para raiz (x) + 0,5. ** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo a 5%; ns -não significativo. ¹Contraste fatorial x tratamento adicional (fungicida) significativo a P <0,05 (*).

No estudo, o efeito das doses foi significativo apenas quando comparadas a menor dose (0,0). Observa-se diminuição na taxa de germinação de urediniósporos a partir da dose 0,25%, independente do óleo utilizado.

Na Figura 1 é apresentada a porcentagem de germinação de urediniósporos de *H. vastatrix* em função das doses (médias) de nim, candeia e melaleuca. Na dose 0,25% a porcentagem média de germinação foi de 4,42%. Já na dose 2,0% a germinação foi de 3,33%, a menor entre todas as doses utilizadas. Observa-se menor porcentagem de germinação quando aumentada as doses, independente do óleo utilizado.

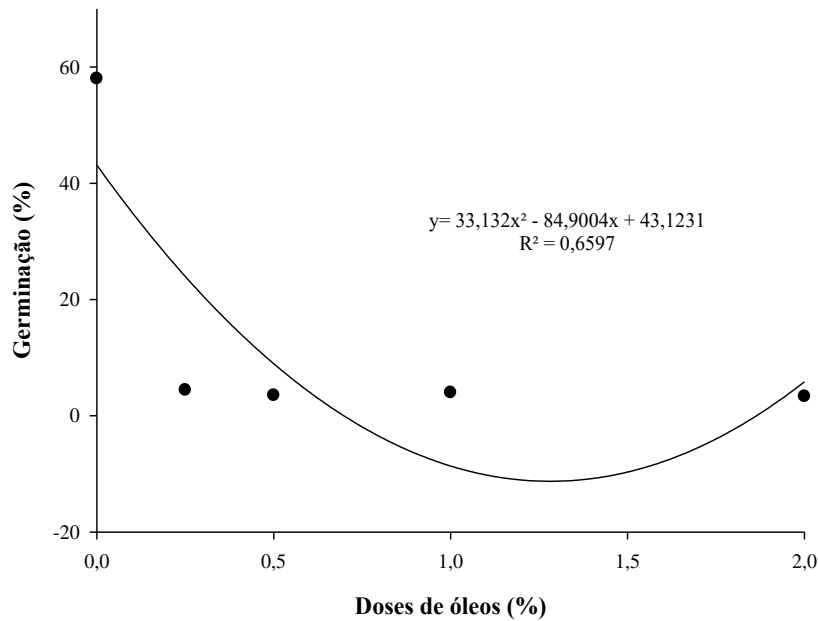


Figura 1. Germinação de uredinósporos de *H. vastatrix* em função das concentrações médias de *A. indica*, *E. erythropappus* e *M. alternifolia*. Lavras-MG, 2020.

Na Tabela 3 é apresentada a porcentagem média de inibição, de acordo com as doses testadas. Independente da dose utilizada, a porcentagem de inibição foi superior a 92,24% (inibição do tratamento adicional). A maior porcentagem de inibição ocorreu na maior dose dos óleos (2,0%).

Tabela 3. Média da porcentagem de inibição de uredinósporos de *H. vastatrix* nas diferentes doses de óleos utilizados. Lavras, MG, UFLA, 2020.

Tratamentos	Inibição (%)
Dose 0,0%	-
Dose 0,25%	92,39
Dose 0,50%	93,97
Dose 1,0%	93,10
Dose 2,0%	94,25
Azoxistrobina + Ciproconazol	92,24

Fonte: Autor (2020).

4.2 Controle da ferrugem em mudas de cafeeiro

No experimento em casa de vegetação não foi observado sintomas de fitotoxicidez após aplicação dos tratamentos. A doença ocorreu durante todo o período de avaliação do experimento (15 de maio a 14 de junho) com incidência e severidade máxima na testemunha de 42,3% e 3,2%, respectivamente (Figura 2). Observa-se aumento de incidência da doença, utilizando apenas os óleos essenciais, aos 29 dias após a inoculação.

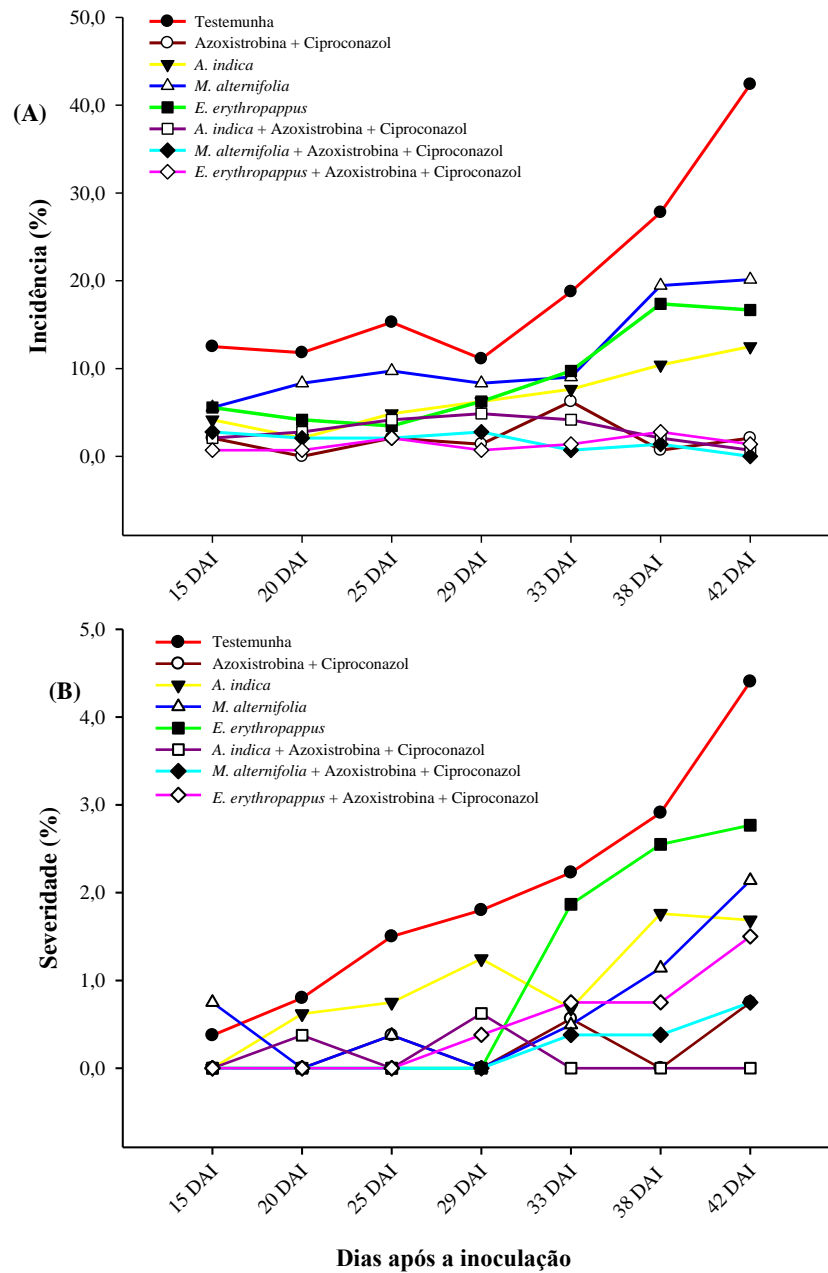


Figura 2. Curva de progresso da incidência (A) e severidade (B) da ferrugem em mudas de cafeeiro nas diferentes datas de avaliações. UFLA, Lavras-MG, 2020.

Houve diferença estatística ($p < 0,05$) para os tratamentos em relação a testemunha tanto para incidência quanto para severidade (Figura 3). Foi possível obter menor área abaixo da curva do progresso da incidência da ferrugem do cafeeiro (AACPDIF) nos tratamentos com fungicida, óleo de nim e nos tratamentos utilizando óleos misturados ao fungicida.

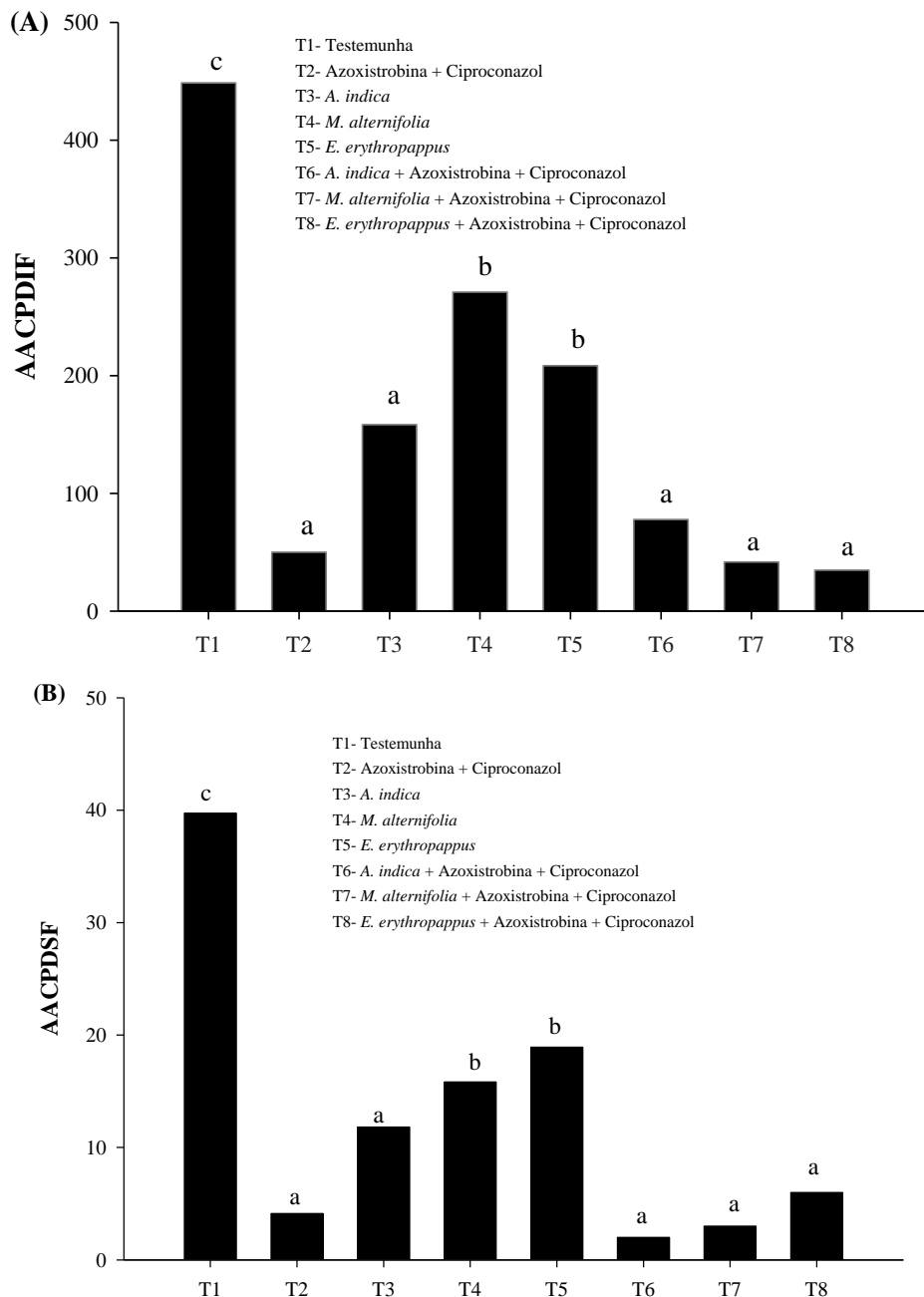


Figura 3. (A) Área abaixo da curva do progresso da incidência da ferrugem (AACPDIF) e (B) Área abaixo da curva do progresso da severidade da ferrugem do cafeeiro (AACPDSF) em mudas de cafeeiro em função dos tratamentos aplicados. UFLA, Lavras-MG, 2020.

Os tratamentos Azoxistrobina + Ciproconazol, *M. alternifolia* + Azoxistrobina + Ciproconazol e *E. erythropappus* + Azoxistrobina + Ciproconazol reduziram a AACPDIF em 88,9, 90,7 e 92,3%, respectivamente. (Tabela 4). Para AACPDSF, houve redução de 94,98% no tratamento com *A. indica* + Azoxistrobina + Ciproconazol, seguido do tratamento *M. alternifolia* + Azoxistrobina + Ciproconazol com redução de 92,45%.

Tabela 4. Efeito dos tratamentos para área abaixo da curva do progresso da incidência (AACPDIF) e área abaixo da curva do progresso da severidade (AACPDSF) e eficiência no controle (E%) para ferrugem, em mudas de cafeeiro. Lavras-MG, 2020.

Tratamentos	AACPDIF ¹	E (%) ²	AACPDSF ¹	E (%)
Testemunha	448,6 a	-	39,73 a	-
Azoxistrobina + Ciproconazol	50,0 c	88,9	4,13 c	89,62
<i>A. indica</i>	158,3 c	64,7	11,81 c	70,27
<i>M. alternifolia</i>	270,8 b	39,6	15,83 b	60,15
<i>E. erythropappus</i>	208,3 b	53,6	18,92 b	52,39
<i>A. indica</i> + Azoxistrobina + Ciproconazol	77,8 c	82,7	2,00 c	94,98
<i>M. alternifolia</i> + Azoxistrobina + Ciproconazol	41,7 c	90,7	3,00 c	92,45
<i>E. erythropappus</i> + Azoxistrobina + Ciproconazol	34,7 c	92,3	6,00 c	84,90
CV (%)	51,84	-	60,60	-

¹Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

²Eficiência do controle em relação à testemunha

4.2.1 Teor de clorofila

Não houve diferença significativa (p<0,05) para os teores de clorofila (Tabela 5). O “SPAD relativo”, refere-se à diferença na quantidade de clorofila entre a sétima e a primeira avaliação.

Tabela 5. Índice SPAD em mudas de cafeeiro, em função dos tratamentos aplicados. Lavras-MG, 2020.

Tratamentos	Teor de clorofila ¹ (SPAD)			SR ²
	<i>a</i>	<i>b</i>	total	
Testemunha	0,036 a	0,018 a	0,054 a	0,0000
Azoxistrobina + Ciproconazol	0,039 a	0,019 a	0,060 a	0,0002
<i>A. indica</i>	0,039 a	0,019 a	0,059 a	0,0000
<i>M. alternifolia</i>	0,038 a	0,018 a	0,057 a	0,0000
<i>E. erythropappus</i>	0,039 a	0,018 a	0,057 a	0,0000
<i>A. indica</i> + Azoxistrobina + Ciproconazol	0,039 a	0,019 a	0,059 a	0,0000
<i>M. alternifolia</i> + Azoxistrobina + Ciproconazol	0,039 a	0,019 a	0,059 a	0,0030
<i>E. erythropappus</i> + Azoxistrobina + Ciproconazol	0,040 a	0,020 a	0,060 a	0,0206
CV (%)	6,52	7,11	6,86	-

¹Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

²SPAD Relativo.

4.2.2 Altura e peso da parte aérea seca

Não houve diferença estatística ($p > 0,05$) para a altura e peso da parte aérea seca (PPAS). A altura das mudas aumentou entre as avaliações. O “crescimento relativo”, refere-se à diferença de altura entre a segunda e a primeira avaliação, conforme critérios estabelecidos por Abbott (1925) (Tabela 6).

Tabela 6. Efeito dos tratamentos na altura (AP) e peso seco da parte área (PSPA). Lavras-MG, 2020.

Tratamentos	AP ¹ (cm)	CR ² (cm)	PSPA (g)
Testemunha	29,15 a	0,65 a	4,52 a
Azoxistrobina + Ciproconazol	29,93 a	1,12 a	5,18 a
<i>A. indica</i>	30,35a	0,39 a	5,86 a
<i>M. alternifolia</i>	29,77 a	0,55 a	4,64 a

<i>E. erythropappus</i>	29,58 a	0,88 a	4,45 a
<i>A. indica</i> + Azoxistrobina + Ciproconazol	29,70 a	0,55 a	5,08 a
<i>M. alternifolia</i> + Azoxistrobina + Ciproconazol	29,92 a	0,62 a	4,74 a
<i>E. erythropappus</i> + Azoxistrobina + Ciproconazol	30,76 a	0,64 a	4,88 a
CV (%)	3,31	0,0	17,61

¹Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

²CR: Crescimento relativo.

5. DISCUSSÃO

5.1 Toxicidade in vitro da aplicação de diferentes concentrações de óleos utilizados e tratamento adicional com fungicida sobre *H. vastatrix*

Mesmo não apresentando diferença significativa, os três óleos estudados, inibiram a germinação de urediniósporos de *H. vastatrix*, a partir da dose 0,25%, apresentando, em laboratório, serem produtos em potencial no controle da ferrugem do cafeeiro. Para Wolffenbuttel (2007), os óleos essenciais não são produtos simples de um único composto, podendo conter mais de 300 componentes químicos diferentes. Bizzo et al., (2009) relatam componentes químicos como sesquiterpenos, álcoois, cetonas, aldeídos, ácidos carboxílicos, entres outros, presentes nestes óleos, podendo estes, serem os compostos responsáveis pela redução na porcentagem de germinação.

Os três óleos em questão, apresentaram porcentagem de germinação semelhante ao tratamento com fungicida, sendo os tratamentos diferentes apenas da dose 0,0. Os óleos essenciais possuem em sua composição substâncias capazes de inibir a germinação de fungos fitopatogênicos. Ponce et al., (2003) relatam ação antimicrobiana do óleo de melaleuca, sobre bactérias fitopatogênicas. A toxicidade do óleo sobre o patógeno ocorre devido a presença do composto antimicrobiano terpinen-4-ol, encontrados em grandes concentrações no óleo (VIEIRA et al., 2004). Um dos mecanismos de ação antifúngica do óleo essencial de melaleuca é a alteração na permeabilidade da membrana plasmática e mitocondrial (HAMMER et al., 2004), podendo ocorrer a inibição da respiração mitocondrial, produção de energia, inibição da biossíntese de ergosterol e aumento de espécies reativas de oxigênio (ROS), no qual causam uma lesão primária e indução da perda da membrana, interferindo na integridade e fisiologia do microrganismo (COTMORE et al., 1979; COX et al., 2000). O óleo essencial de melaleuca atua diretamente em enzimas respiratórias (COX et al. 2000), inibindo a formação do tubo germinativo ou conversão micelial, afetando o desenvolvimento e crescimento do fungo (HAMMER et al., 2000; D´AURIA et al., 2001).

Já no óleo de candeia, o composto majoritário encontrado é o alfa-bisabolol. Praticamente todos os membros da família Asteraceae são conhecidos por serem constituídos de sesquiterpenos. O Alfabisabolol encontrado no óleo essencial da candeia contém sesquiterpenos, estes citotóxicos, explicando, dessa forma, sua eficiência no presente estudo (BRAUM et al., 2003). O alfa-bisabolol é considerado um antifúngico natural inibidor não-tóxico da biossíntese do ergosterol (PAULI, 2006). O ergosterol é um esteróide presente na

constituição da membrana dos fungos. É um composto importante para sobrevivência dos microorganismos, participando como modulador de fluidez da membrana fúngica e qualquer efeito no metabólito secundário, resultará em desequilíbrio nessa fluidez, promovendo alterações homeostáticas intracelulares (BRANDÃO, 2017). Segundo Souza et al., (2011), qualquer alteração na estrutura celular pode tornar o ambiente fúngico intracelular incompatível com sua sobrevivência. Em estudos anteriores, Pinto et al. (2006) já haviam comprovado potencial de óleos essenciais na redução na síntese de ergosterol na membrana celular de fungos. Estudando diferentes óleos essenciais, entre eles o de *E. erythropappus*, Brandão (2017) demonstrou como esses óleos proporcionam uma redução na síntese de ergosterol na membrana celular de fungos como *A. carbonarius*, *A. flavus* e *A. ochraceus*. A autora relaciona a atividade antimicrobiana dos óleos essenciais à sua característica hidrofóbica e lipofílica, das quais passam pela parede celular e da membrana citoplasmática, interrompendo a estrutura das diferentes camadas de polissacarídeos, ácidos graxos e fosfolipídios, alterando a permeabilidade, resultando no vazamento do conteúdo celular.

O óleo de nim contém como principal constituinte, a azadiractina, um triterpeno, com eficácia comprovada em diversos estudos visando o controle de insetos pragas na agricultura. Segundo estudos utilizando compostos derivados de nim, a azadiractina causa distúrbios fisiológicos no organismo, comprometendo o desenvolvimento e funcionalidade de várias espécies de insetos, devido constituir ação repelente (SCHANUTTERER, 1990, ASHER, 1993). Kwankua et al., (2010) sugerem haver efeitos direto sobre a divisão celular afetando a fase mitótica dos organismos, quando utilizado compostos de azadiractina.

Todos os óleos, independente da dose, inibiram a germinação de *H. vastatrix* no presente estudo, sendo os resultados comparados a porcentagem de inibição apresentada pelo fungicida. Alguns autores utilizaram os óleos de nim, melaleuca e candeia em outros estudos, para verificar sua eficácia no controle de outros fungos fitopatogênicos, incluindo *H. vastatrix*. Pereira et al. (2012a) testaram diferentes óleos essenciais na germinação do fungo *H. vastatrix*. No estudo, foi possível observar a diminuição na germinação do fungo com o aumento gradativo das doses de óleo de nim e melaleuca, atingindo 100% na inibição a partir da dose a 1,0% para melaleuca e 2,0% para o óleo de nim, corroborando, em parte, com o presente estudo. O rendimento e composição dos óleos essenciais, segundo Maia et al. (2015), podem ser influenciados pelas condições climáticas, localização geográfica, idade da planta no momento da extração dos componentes, bem como o horário da coleta do material, podendo estes fatores, minimizarem a ação microbiana dos óleos e como consequência, apresentar resultados diferentes sobre o mesmo patógeno. Do mesmo modo, Salustiano et al. (2006), observaram

inibição de 100% na germinação de *H. vastatrix* quando utilizaram extratos brutos e metanólicos extraídos de folhas de nim a 10% e óleo essencial de nim a 1%.

5.2 Área abaixo da curva do progresso da doença

Tanto para a área abaixo da curva de progresso da incidência e severidade da ferrugem do cafeeiro (AACPDI e AACPDS) os tratamentos com os óleos de *A. indica*, *M. alternifolia* e *E. erythropappus* (dose 0,25%) foram eficientes no controle da doença em relação a testemunha. Porém, quando aplicados em doses isoladas, sua eficiência foi significativamente menor, em relação ao fungicida Azoxistrobina + Ciproconazol. Quando os óleos foram aplicados em mistura com o fungicida, obteve-se eficiência de controle significativa tanto em relação a testemunha quanto ao fungicida. Possivelmente, o modo de ação dos óleos ocorreu de forma indireta.

Dentre os tratamentos à base de óleo, o de *A. indica* apresentou menor AACPID e AACPSD. Na literatura há poucos trabalhos com a utilização de óleo de nim no controle de ferrugem do cafeeiro, sendo os testes in vitro com melhores resultados. Androciolli et al., (2012) utilizando o óleo de nim comercial (1,0%) para avaliar incidência e severidade da ferrugem do cafeeiro em dois períodos distintos em condições de campo, observaram AACPD abaixo da testemunha apenas em um dos períodos de avaliação, demonstrando ação fungicida do óleo, mas com pouca eficiência. No mesmo estudo, os autores realizaram 6 aplicações com o óleo, elevando o custo de produção da cultura. Weintraub e Horowitz (1997) relacionam a pouca eficiência do óleo de nim no tratamento de doenças de plantas, devido à rápida fotodegradação sofrida pelas moléculas do óleo. Produtos à base de óleos essenciais são degradados rapidamente, apresentando baixa persistência, sendo necessárias aplicações frequentes, elevando os custos de produção (MENEZES, 2005).

O tratamento com óleo de melaleuca apresentou AACPDI e AACPDS menores em relação a testemunha. Porém, os melhores resultados foram obtidos quando este tratamento foi misturado ao fungicida, para ambas as variáveis. Grande parte dos trabalhos envolvendo óleos essenciais, são de testes em laboratório, com resultados promissores. Sousa et al. (2015) testaram diferentes doses de óleo de melaleuca para controle in vivo da cercospora da beterraba. Os autores observaram redução da incidência da doença a partir da concentração de 0,13% do óleo.

O tratamento com óleo de candeia foi eficiente no controle de incidência e severidade da ferrugem do cafeeiro. O efeito foi semelhante aos outros tratamentos com óleo, observando-

se maior eficiência do produto quando misturado ao fungicida. As diversas propriedades biológicas do óleo de candeia são atribuídas ao α -bisabolol, principal constituinte deste óleo, com funções bactericidas e fungicidas comprovadas (ANDRADE et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2005).

O uso de óleos essenciais no controle de fitopatógenos têm apresentado resultados promissores, principalmente em testes in vitro (GUIRALDO et al., 2004; SCHWAN-ESTRADA et al., 2003b; ZAMBONELLI et al., 1996; SALUSTIANO et al., 2006;). Segundo Androcioli et al. (2012), óleos essenciais apresentam ação fungicida eficiente em laboratório na redução de urediniósporos de fungos como *H. vastatrix*, porém, apresentam pouco efeito em campo sobre a incidência e severidade da ferrugem do cafeeiro, ocasionada possivelmente por uma menor ação residual. O baixo efeito residual do óleo está relacionado à rápida fotodegradação sofridas pelas moléculas presentes no óleo (WEINTRAUB; HOROWITZ, 1997).

A aplicação de óleos essenciais resultou em controle parcial da ferrugem do cafeeiro, possivelmente devido à presença de grandes quantidades de compostos tóxicos, fornecendo um efeito protetor (MONTES-BELMONT; CARVAJAL, 1998), não excluindo a possibilidade de o resultado no controle está relacionado a outros compostos em menores quantidades presentes nos óleos. Pereira et al. (2012a), sugerem estudos para quantificar enzimas relacionadas à defesa da planta quando utilizado óleos essenciais e comprovar quais componentes responsáveis pelo possível controle de doenças.

5.3 Variáveis fisiológicas

Não houve efeito significativo entre os tratamentos para teor de clorofila. As clorofilas são pigmentos responsáveis pela captura de luz usada na fotossíntese, sendo elas essenciais na conversão da radiação luminosa em energia química, na forma de ATP e NADPH (JESUS; MARENCO, 2008). Dessa maneira, quanto maior esse teor, provavelmente maior será a realização de fotossíntese e conseqüentemente a planta terá mais energia para seu desenvolvimento. Porém, a aplicação de produtos na superfície foliar pode mudar essa fisiologia. Segundo Reis et al., (2016) as estrobilurinas interferem nos processos fisiológicos da planta, como aumento de clorofila. Isso ocorre devido a produção de etileno diminuir na planta. A diminuição da produção de etileno, reduz a senescência e dessa forma, a área foliar verde se mantém por mais tempo na planta, mantendo a radiação solar por mais tempo. Concentrações baixas de etileno induzem o aumento de clorofila e aumentam a atividade de

enzimas antioxidantes (MARCOLINO, 2019). A ação de estrobilurinas e triazóis no aumento de clorofila já foi estudada anteriormente. Junior et al. (2013), observou aumento nos teores de clorofilas em mudas de café aplicando esses compostos.

Mesmo não sendo significativo, todos os tratamentos apresentaram maiores alturas em relação a testemunha. Os óleos essenciais possuem, de modo geral, compostos responsáveis por diversos mecanismos de ação, principalmente o de proteção da própria planta. Porém, o conhecimento de como esses compostos agem no crescimento de outras plantas ainda é desconhecido na literatura. Já os fungicidas do grupo dos triazóis, têm ação conhecida por serem inibidores da desmetilação e possuem atividade reguladora de crescimento das plantas. Tal efeito está relacionado à inibição de giberelinas e biossíntese de esteróis, reduzindo ou retardando o crescimento do vegetal (REIS et al., 2016).

São poucos os trabalhos relatando a eficiência de óleos essenciais no aumento do peso seco. Cogo et al., (2012) utilizando óleo de nim para avaliar *C. coffeicola* em mudas de café, observaram aumento de peso seco da parte aérea quando aumentada as doses do óleo. O mesmo efeito foi observado no mesmo trabalho para altura da planta e peso seco das raízes, quando aumentada as doses de óleo de nim. Os demais óleos mantiveram o peso seco da parte aérea menores, inclusive em relação a testemunha, sugerindo a necessidade de estudos para avaliar os efeitos destes óleos no desenvolvimento fisiológico de plantas. É possível haver nesses óleos compostos atuantes na defesa da planta contra as doenças, podendo estes, atuarem no encurtamento de folhas e ramos, como forma de protegerem o vegetal. No entanto, são necessários estudos capazes de comprovarem melhor sua ação.

6. CONCLUSÕES

Houve efeito inibitório na germinação de urediniósporos de *Hemileia vastatrix* independente das doses de óleo de *Azadirachta indica*, *Melaleuca alternifolia* e *Eremanthus erythropappus* utilizadas no teste in vitro, podendo seus efeitos, comparados ao efeito obtido com o fungicida.

Dentre os tratamentos com óleo, o de *A. indica* apresentou melhor eficiência na redução da incidência e severidade da ferrugem do cafeeiro, sendo o resultado comparado ao fungicida. Os demais óleos, apresentaram melhores resultados quando misturados ao fungicida Azoxistrobina + Ciproconazol.

Os óleos estudados apresentam potencial para o controle da ferrugem do cafeeiro. No entanto, são necessários estudos para melhor compreensão dos efeitos de seus componentes no patógeno, bem como estudos voltados para avaliação dos componentes dos óleos de forma isolada.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of insecticide. **Journal Economic Entomology**, Lanham, v.18, n.2, p.265-267, 1925.
- AGRIOS, G. M. **Plant pathology**. 5ed. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 922 p, 2005.
- ANDRADE, I. L.; BEZERRA, J. N. S.; LIMA, M. A. U.; FARIA, R. A. PG.; LIMA, M. A. S.; ANDRADE-NETO, M.; CAVALCANTI, F. S.; MESQUITA, A. L. M. Chemical composition and insecticidal activity of essential oils from *Vanillosmopsis pohlii* Baker against *Bemisia argentifolii*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 52, n.19, p.5879-5881, 2004.
- ANDROCIOLI, H. G. **Avaliação de produtos alternativos na sanidade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. (2008- Dissertação). Universidade Estadual de Londrina-PR, 80p, 2008.
- ANDROCIOLI, H. G.; MENEZES JÚNIOR, A. O.; HOSHIMO, A. T.; ANDROCIOLI, L. G. Produtos alternativos no controle da *Hemileia vastatrix* (Berkeley & Broome) e *Cercospora coffeicola* (Berkeley & Cooke) em cafeeiros. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 2, p. 187-197, 2012.
- ASHER, K.R.S. Nonconventional insecticidal effects of pesticide available from neem tree (*Azadirachta indica*). **Archives Insect Biochemistry and Physiology** v. 22, p. 433-449, 1993.
- BETTIOL, W. **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA (Documentos, 15), 388p, 1991.
- BHUTTA, A.R.; BHATTI, M.H.R.; IFTIKHAR, A. Effect of seed diffusates on fungal population and germination of sunflower seeds. **Hélia**, Novi Sad, v.24 n.34, p.77-81, 2001.
- BISHOP, C.D.; THORNTON, I.B. Evaluation of the antifungal activity on the essential oils of *Monarda citriodora* var. *citriodora* and *Melaleuca alternifolia* on post-harvest pathogens. **Journal of Essential Oil Research** 9: 77-82. 1997.
- BISHOP, C.D.; REAGAN, J. Control of the storage pathogen *Botrytis cinerea* on dutch white cabbage (*Brassica oleraceae* var. *Capitata*) by the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. **Journal of Essential Oil Research** 10: 57-60. 1998.
- BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, Vol. 32, No. 3, 588-594, 2009.
- BONALDO, S.M.; SCHWAN-STRADA, K.R.F.; STANGARLIN, J.R.; CRUZ, M.E.S.; FIORI-TUTIDA, A.C.G. Contribuição ao estudo das atividades antifúngica e elicitoras de fitoalexinas em sorgo e soja por eucalipto (*Eucalyptus citriodora*). **Summa Phytopathologica** 33: 383-387. 2007.
- BRANDÃO, R. M. **Óleos essenciais de *Lippia organoides* Kunth. e *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish : quantificação do ergosterol sobre os fungos *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus flavus* e *Aspergillus ochraceus*, atividade antiocrotogênica e**

antiaflatoxigênica. 2017. 108 p. Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2017.

BRAUM, N. A.; MEIER, M.; KOHLENBERG, B.; HARMMERSCHMIDT, F. J. Two new bisabolene diols from the stem wood essential oil *Vanillosmopsis erythropappa* Schultz-Bip. (Asteraceae). **Journal of Essential Oil Research**, San Francisco, 2003.

BRUM, R. B.C. S.; CASTRO, H. G. de.; CARDON, C. H.; PEREIRA, A. S.; CARDOSO, D. P.; SANTOS, G. R. dos. Atividade antifúngica de óleos essenciais sobre fungos fitopatogênicos. **Magistra**. V. 26, n. 3, p. 361 – 371, 2012.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. Wiley, New York, 532p, 1990.

CARNEIRO, S.M. de T.P.G. Efeito de extratos de folhas e do óleo de nim sobre o oídio do tomateiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.29, n.3, p.262-265, 2003.

CARNEIRO, S. M. T. P.; PIGNONI, E.; VASCONCELLOS, M. E. C.; GOMES, J. C. Eficácia de extratos de nim para o controle do oídio do feijoeiro. **Summa Phytopathologica**. Vol.33, n.1, Botucatu, 2007.

CARVALHO, P. E. R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira. Brasília: **EMBRAPA-CNPQ**, 1994. 640 p.

CASTRO, C.; SILVA, M. L.; PINHEIRO, A. L.; JACOVINE, L. A. G. Análise econômica do cultivo e extração do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 241-249, 2005.

CASTRO, H.G.; PERINI, V. B. M.; SANTOS, G. R. dos.; LEAL, T. C. A. B. Avaliação do teor e composição do óleo essencial de *Cymbopogon nardus* (L.) em diferentes épocas de colheita. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.2, p.308- 314, 2010.

COGO, F. D.; MAPELLI, A. R.; CAMPOS, K. A.; SILVA, E. A. Efeito do óleo de nim no controle alternativo da cercosporiose em mudas de cafeeiro. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**. João Pessoa, v.6, n.2, p.23-28, jun. 2012.

COHEN, Y. Induced resistance against fungal diseases by aminobutyric acids. In: LYR, H.; RUSSEL, P. E.; SISLER, H. D. (Ed.). **Modern fungicides and antifungal compounds**. Andover: Intercept, p. 461-466, 1996.

COLARES, M. R. N. **Modelagem de perdas de produtividade do cafeeiro relacionada à ferrugem**. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, 2018.

CONAB (2020) - ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA DE CAFÉ. v. 6 - Safra 2020, n. 1- primeiro levantamento, janeiro de 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/cafes>>.

COTMORE, J. M.; BURKE, A.; LEE, N. H.; SHAPIRO, I. M. Respiratory inhibition of isolated rat liver mitochondria by eugenol. **Archives of Oral Biology**, v.24, p.565-568, 1979.

COX, S.D.; MANN, C. M.; MARKHAM, J. L.; BELL, H. C.; GUSTAFSON, J.E.; WARMINGTON, J. R.; WYLLIE, S. G. The mode of antimicrobial action of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). **Journal of Applied Microbiology**, v.88, p.170–175, 2000.

CRONQUIST, A.; **An Integrated System of Classification of Flowering Plants**, Columbia: New York, 1981.

CONSELHO DOS EXPORTADORES DO CAFÉ DO BRASIL – CECAFE (2019). Relatório mensal de exportações, maio de 2017. São Paulo, 2019. Disponível em: <<http://www.cecafe.com.br/publicacoes>>.

COSTA, M. J. N.; ZAMBOLIM, L.; RODRIGUES, F. A. Avaliação de produtos alternativos no controle da ferrugem do cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**. 32 (2), 2007.

CRUZ, F.J.; CHAVES, G.M. Efeito da adubação N, P, K e micronutrientes (F.T.E) na incidência da Ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.). In: **Congresso Brasileiro de Pragas e Doenças do Cafeeiro**, Vitória, 1973. Resumos, Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 60 p.1973.

CUMMINS, G. B.; HIRATSUKA, Y. **Illustrated genera of rust fungi**. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1983. 152 p.

CUNHA, R. L. da; POZZA, E. A.; DIAS, W. P.; BARRETTI, P. B. Desenvolvimento e validação de uma escala diagramática para avaliar a severidade da Ferrugem (*Hemileia vastatrix*) do cafeeiro. In: **Simpósio Brasileiro de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 2001, Vitória. Resumos. Vitória: Embrapa Café. p. 77-78. 2001.

DELIOPOULOS, T.; KETTLEWELL, P. S.; HARE, M.C. Fungal disease suppression by inorganic salts: a review. **Crop Protection**, v. 29, n. 10, p. 1059-1075, 2010.

DIAS-ARIEIRA, C. R.; FERREIRA, L. R.; ARIEIRA, J. O.; MIGUEL, E. G.; DONEGA, M. A.; RIBEIRO, R. C. F. Atividade do óleo de *Eucalyptus citriodora* e *Azadirachta indica* no controle de *Colletotrichum acutatum* em morangueiro. **Summa Phytopathologica**. V. 36, n. 3, 2010.

DINIZ, L. P.; MAFFIA, L. A.; DHINGRA, O. D.; CASALI, V. W. D.; SANTOS, R. H.S.; MIZUBUTI, E. S. G. Avaliação de Produtos Alternativos para Controle da Requeima do Tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**. 31(2), 2006.

FERNANDES, M. C. A. Emprego de métodos alternativos de controle de pragas e doenças na olericultura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 110-112, 2000.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium** (Lavras), v. 6, p. 36-41, 2018.

- GODINHO, B. T. V. **Isolamento, identificação e antagonismo de fungos endofíticos de *Eremanthus* sp.** (Dissertação-2016). Universidade Federal de Lavras, 47p, 2016.
- GROS, E.G.; POMILIO, A.B.; SELDES, A.M.; BURTON, G. Introducción al Estudio de los Productos Naturales. Washington. **The General Secretariat of the Organization of the American States**. 1985.
- GUIRALDO, N.; AMBROSANO, E. J.; MENDES, P. C. D.; ROSSI, F.; AVÉRALO, R. A. Controle de doenças em sistemas agroecológicos. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 30, n. 1, p. 153-156, 2004.
- HAMMER, K. A.; CARSON, C. F.; RILEY, T. V. *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil inhibits germ tube formation by *Candida albicans*. **Medical Mycology**, v.38, p.355–362, 2000.
- 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, p.1081–1085, 2004.
- HILLEN, T.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; MESQUINI, R. M.; CRUZ, M. E. S.; STANGARLIN, J. S.; 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**, Botucatu, v. 14, n. 3, p. 439-445, 2012.
- JESUS, S. V.; MARENCO, R. A. O SPAD-502 como alternativa para determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. **Acta Amazonica**, v. 28, p. 815-818, 2008.
- JUNIOR, J. P.; FOGAN, E. B.; CORREA, L. V.; SOARES, J. N.; PEREIRA, I. S.; SILVA, L. G. **Resposta fisiológica de mudas de café à aplicação foliar de estrobilurina-piraclostrobina e silício.** Revista do Centro Universitário de Patos de Minas. ISSN 2178-7662 Patos de Minas, UNIPAM, (4):42–57, nov. 2013
- KIM, S.; JUNG, E.; KIM, JH.; YOUNG-HO, P.; LEE, J.; PARK, D. Inhibitory effects of (–)- α -bisabolol on LPS-induced inflammatory response in RAW264.7 macrophages. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 49, n. 10, p. 2580 - 2585, 2011.
- KWANKUA, W. et al. Sunlight decreased genotoxicity of azadirachtin on root tip cells of *Allium cepa* and *Eucrosia bicolor*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 73, n. 5, p. 949–954, jul. 2010.
- LIMA, L. M.; POZZA, E. A.; SANTOS, F. S. Relationship between Incidence of Brown Eye Spot of Coffee Cherries and the Chemical Composition of Coffee Beans. **Journal of Phytopathology**, v. 160, p. 209-211, 2012.
- MAIA, T. F.; DONATO, A.; FRAGA, M. E. Atividade antifúngica de óleos essenciais de plantas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v. 17, n.1, p. 105 – 116, 2015.
- MARCOLINO, E. **Determinação do intervalo da aplicação de produtos cúpricos a inoculação de *Hemileia vastatrix* em mudas de cafeeiro.** 2019, 50p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras. Lavras.

MARICONI, F. A. M. Inseticidas e seu Emprego no Combate às Pragas. v. 1. Defensivos. 5^a. Ed. São Paulo. Nobel. 1981.

MARTINS, J. A. S.; SAGATA, E.; SANTOS, V. A.; JULIATTI, F. C. Avaliação do efeito do óleo de *Melaleuca alternifolia* sobre o crescimento micelial in vitro de fungos fitopatogênicos. **Bioscience Journal.**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 49-51, 2010.

MÁXIMO, G. B.; MACIEL, A. L. de R. Manejo alternativo de Ferrugem e Cercosporiose em *Coffea arabica*. In: **VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 2009.

MCCOOK, S.; VANDERMEER, J. The big rust and the red queen: long-term perspectives on coffee rust research. **Phytopathology**, Estados Unidos, v. 105, n. 9, p. 1164-1173, Sept. 2015.

MEDICE, R.; ALVES, E.; ASSIS, R.T.; MAGNO-JUNIOR, R.G.; LOPES, H.A.G.L. Óleos essenciais no controle da ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. **Ciência e Agrotecnologia** 31: 83-90. 2007.

MENEZES, E. L. A. Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. **Embrapa Agrobiologia**. Seropédica, 58p, 2005.

MESQUITA, C. M.; REZENDE, J. E.; CARVALHO, J. S.; FABRI JÚNIOR, M. A.; MORAES, N. C.; DIAS, P. T.; CARVALHO, R. M.; ARAÚJO, W. G. **Manual do café: distúrbios fisiológicos, pragas e doenças do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 62 p. 2016.

MONTES-BELMONT, R.; CARVAJAL, M. Control of *Aspergillus flavus* in maize with plant essential oils and their components. **Journal of Food Protection**, Ames, v.61, n. 5, p. 616-619, maio 1998.

MORAIS, L. A. S. Óleos essenciais no controle de fitopatógenos. In: BETTIOL, W. & MORANDI, M. A. B. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Embrapa Meio Ambiente, 2009.

NEMOTO, H.; SHIRAKI, M.; NAGAMOCHI, M.; FUKUMOTO, K. A concise enantiocontrolled total synthesis of (-)- α -bisabolol and (+)-4-epi-a-abisabolol. **Tetrahedrom**, v.34, n.31, p. 4939-4942, 1993.

NEVES, B. P.; OLIVEIRA, I. P.; NOGUEIRA, J. C. M. Cultivo e utilização do nim indiano. **Embrapa**, 2003.

OLIVEIRA, J. T. S.; SOUZA, L. C.; LUCIA, R. M. D.; SOUZA JÚNIOR, W. P. Influência dos extrativos na resistência ao apodrecimento de seis espécies de madeira. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 5, p. 819 - 826, 2005.

OOTANI, M. A.; AGUIAR, R. W.; RAMOS, A. C. C.; BRITO, D. R.; SILVA, J. B CAJAZEIRA, J. P. Use of essential oils in agriculture. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. V. 4, n. 2: pp. 162-175, 2013.

PAULI, A. α -Bisabolol from chamomile: a specific ergosterol biosynthesis inhibitor? **The International Journal of Aromatherapy**, Oxford, v. 16, n. 1, p. 21-25, 2006.

PEDRALLI, G.; TEIXEIRA, M. C. B.; NUNES, Y. R. Estudos sinecológicos sobre a candeia (*Vanillosmopsis erythropappa* Schult. Bip) na estação ecológica do Tripui, Ouro Preto, MG. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 21, n. 2, p. 301-306, 1997.

PEREIRA, R. B. **Potencial dos óleos essenciais no manejo da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro**. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

PEREIRA, A. B. **Fontes de cobre no controle da ferrugem do cafeeiro**. 2018. 50p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras. Lavras.

PEREIRA, R. B.; LUCAS, G. C.; PERINA, F. J.; ALVES, E. Essential oils for rust control on coffee plants. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 36, n. 1, p. 16-24, jan./fev., 2012a.

PEREIRA, R. B.; LUCAS, G. C.; PERINA, F. J.; RIBEIRO JUNIOR, P. M.; ALVES, E. Óleo essencial de citronela no controle e ativação da resposta de defesa do cafeeiro contra ferrugem e cercosporiose. **Ciência Agrotecnologia**, vol.36, n.4, pp.383-390, 2012b.

PINTO, E. et al. Antifungal activity of the essential oil of *Thymus pulegioides* on *Candida*, *Aspergillus* and dermatophyte species. **Journal of Medical Microbiology**, v. 55, n. 10, p. 1367-1373, Oct. 2006.

PINTO D. A.; MANTOVANI E. C.; MELO E. de C.; SEDIYAMA G. C.; VIEIRA G. H. S. Produtividade e qualidade do óleo essencial de capim-limão, *Cymbopogon citratus* DC., submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 1, p. 54-61, 2014.

PIPER, P.; CALDERON, C. O.; HATZIXANTHIS, K.; MOLLAPOUR, M. Weak acid adaptation: the stress response that confers resistance to organic acid food preservatives. **Microbiology**, Washington, v.17, n.10, p. 2635-2642, 2001.

PONCE, A. G.; FRITZ, R.; VALLE, C.; ROURA, S. I. Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. **Lebensmittel-Wissenschaft-Technologie**, London, v.36, n.7, p.679-684, July 2003.

POZZA, E.A. **Manejo integrado de doenças do cafeeiro**. Lavras: UFLA, 111 p, 2004.

POZZA, E. A.; CARVALHO, V. L.; CHALFOUN, S. M. Sintomas de injúrias causadas por doenças em cafeeiro. In: Guimarães, R. J.; Mendes, A. N. G.; Baliza, D.P. **Semiologia do cafeeiro**: sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas. Lavras: UFLA, 215 p. 2010.

RASOOLI, I.; REZAEI, M. B.; ALLAMEH, A. Growth inhibition and morphological alterations of *Aspergillus niger* by essential oils from *Thymus eriocalyx* and *Thymus x-porlock*. **Food Control**, Reading, v.17, p.359-364, 2006.

REIS, E. M.; REIS, A. C.; CARMONA, M. A. **Manual de Fungicidas: Guia para o controle químico racional de doenças de plantas**. 7. Ed., versão editada e ampliada. – Passo Fundo. Berthier, 2016. 280 p.

SAITO, M.L.; LUCCHINI, F. Substâncias Obtidas de Plantas e a Procura por Praguicidas Eficientes e Seguros ao Meio Ambiente. Jaguariúna. Embrapa/CNPMA. 1998.

SALGADO, A.P.S.P.; CARDOSO, M.G.; SOUZA, P.E.; SOUZA, J.A.; ABREU, C.M.P.; PINTO, J.E.B.P. Avaliação da atividade fungitóxica de óleos essenciais de folhas de *Eucalyptus* sobre *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea* e *Bipolaris sorokiniana*. **Ciência e Agrotecnologia**, 27: 249-254. 2003.

SALUSTIANO, M. E.; FERRAZ FILHO, A. C.; POZZA, E. A.; CASTRO, H. A. Extratos de candeia (*Eremanthus erythropappus* (dc.) Macleish) na inibição in vitro de *Cylindrocladium scoparium* e de quatro espécies de ferrugens. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 2, p. 189-193, 2006.

SANTOS, R.I. Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. In: SIMÕES, C. M. O. *et al.* **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre. Ed. da UFRGS; Florianópolis. Ed. Ed. da UFSC. 1999. pp. 323-354.

SHAN, A. Y. K. V. **Constituição química e atividade fungitóxica de extratos de *Thymus vulgaris* L.** 2002, 58p. Dissertação (Mestrado em Agrobioquímica) – Universidade Federal de Lavras, MG.

SCHANUTTERER, H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree. **Annual Review of Entomology**, v.35, p. 271-297, 1990.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. S. Uso de extratos vegetais no controle de fungos fitopatogênicos. **Floresta**, v. 30, n. 1/2, 2000.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Potencial de extratos e óleos essenciais de vegetais como indutores de resistência – plantas medicinais. In: **Reunião Brasileira sobre Indução de Resistência em Plantas contra Fitopatógenos**, 1., 2003, São Pedro. Anais... São Pedro: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz/USP, 2003a.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. S. Uso de plantas medicinais no controle de doenças de plantas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 54-56s, 2003b.

SCHEUERMANN, K.K. et al. **Avaliação do potencial antifúngico in vitro de óleos essenciais e extratos vegetais contra *Bipolaris oryzae***. IN: CONGRESSO BRASILEIRO ARROZ IRRIGADO, 7. 2011, Balneário Camboriú. Anais. Florianópolis: Epagri, 2011. v.1. p.543-546.

SCOLFORO, J. R.; OLIVEIRA, A. D.; DAVIDE, A. C.; CAMOLESI, J. F. Manejo sustentado das candeias *Eremanthus erythropappus* Mc Leisch e *Eremanthus incanus* (Less.) Less. 2004. Disponível em: <http://www.nucleoestudo.ufla.br/nemaf/candeia/manual_completo.pdf>. Acesso em: 26/06/2020.

SHANER, G.; FINNEY, R.E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 67, n. 8, p. 1051-1056, ago. 1977.

SILVA, I. D.; TAKATSUKA, F. S.; ROCHA, M. R.; CUNHA, M. G. Efeito do extrato de sucupira (*Pterodon emarginatus* vog.) sobre o desenvolvimento de fungos e bactérias fitopatogênicos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 109-115, 2005.

SILVA, G. S.; PEREIRA, A. L. Efeito da incorporação de folhas de nim ao solo sobre o complexo *Fusarium* x *Meloidogyne* e quiabeiro. **Summa Phytopathologica**. V.34, n. 4, p. 368-370, 2008.

SILVA, A. C.; RESENDE, M. L. V.; SOUZA, P. E.; PÔSSA, K. F.; SILVA JÚNIOR, M. B. Extrato vegetal, fosfito e sulfato de zinco no controle do oídio em eucalipto. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 47, n. 1, p. 93-100, 2016.

SOUSA, R. M. S.; SERRA, I. M. R. S.; MELO, T. A. de. Efeito de óleos essenciais como alternativa no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, em pimenta. **Summa Phytopathologica**. V. 38, no.1, Botucatu, 2012.

SOUZA, A. B. et al. Antimicrobial activity of terpenoids from *Copaifera longsdorffi* Desf. Against cariogenic bacteria. **Phytotherapy research**, London, v. 25, n.2, p. 215-220, 2011.

SOUZA, A. D.; ROGGERIO, T.U; FURLAN, M.R.; AOYAMA, E.M. Óleo de melaleuca (*Melaleuca alternifolia* Maiden & Betche, Cheel) no controle de cercosporiose em beterraba. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.17, n.4, p.1078-1082, 2015.

STANDNIK, M. J. **Induction of resistance in wheat by a benzothiadiazole derivative against the powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*): practical aspects and mechanisms of action.** (Tese – PhD) – University of Hohenheim, Stuttgart, 1999.

SCHWARTZ, M.A.; SWANSON, G. Stereospecific syntheses of the diastereomeric (\pm)- α -bisabolols: A caveat on the assignment of stereochemistry to natural α -bisabolol. **Journal of Organic Chemistry**, v.44, n.6, p.953-958, 1979.

TABANCA, N.; DEMERCI, B.; CROCKETT, S. L.; BASER, K. H.C.; WEDGE, D. E. Chemical composition and antifungal activity of *Arnica longifolia*, *Aster hesperius*, and *Chrysothamnus nauseosus* essential oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 55, n. 21, p. 8430 - 8435, 2007.

TEIXEIRA, M.C.B.; NUNES, Y.R.F.; MAIA, K.M.P.; RIBEIRO, R.N. Influência da luz na germinação de sementes de candeia (*Vanillosmopsis erythropappa* Shuh. Bip.). In: ENCONTRO REGIONAL DE BOTÂNICA, 28., 1996, Belo Horizonte. Anais ... Belo Horizonte: **SBB**. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 1996. p.35-41.

THE MERCK Index.12th ed. London: Chapman and Hill, 1996.

VIEIRA, T. R.; BARBOSA, L. C. A.; MALTHA, C. R. A.; PAULA, V. F.; NASCIMENTO, E. A. Constituintes químicos de *Melaleuca alternifolia* (Myrtaceae). **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 4, 2004.

VEGRO, C. L. R.; FERREIRA, C. R. R. P. T. Evolução das despesas com defensivos agrícolas e fertilizantes para a safra de café 2000/01 nos estados de São Paulo e Paraná. **Informações Econômicas** 30:53-59. 2000.

VILA, R.; SANTANA, A. I.; PÉREZ-ROSES, R.; VALDERRANA, A.; CASTELLI, H. V.; MENDONÇA, S.; ZACCHINO, S.; GUPTA, M. P.; CAÑIGUERAL, S. Composition and biological activity of the essential oil from leaves of *Plinia cerrocampensis*, a new source of α -bisabolol. **Bioresource Technology**, New York, v.101, n. 7, p. 2510-2514, 2010.

WOLFFENBUTTEL, Adriana Nunes. Óleos essenciais. Informativo CRQ-V, ano XI, n.º105, págs. 06 e 07 novembro/dezembro/2007.

WEINTRAUB, P. G.; HOROWITZ, A. R. Systemic effects of a neem insecticide on *Liriomyza huidobrensis* larvae. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 25, n. 4, p. 283-289, 1997.

WELLMAN, F. L. The rust *Hemileia vastatrix* now firmly established on coffee in Brazil. **Plant Disease Reporter**, Washington, v. 54, n. 7, p. 539-541, Sept. 1970.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, E. M. Doenças do cafeeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v.2, p. 165-222, 2005.

ZAMBONELLI, A.; D'AURELIO, A. Z.; BIANCHI, A.; ALBASIN, A. Effects of essential oils on phytopathogenic fungi in vitro. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 144, n. 3, p. 491-494, 1996.

ZANANDREA, I.; JULIANO, D.S.; ANDRÉA, B.M.; JULIANE, L.; VERIDIANA, K.B. Atividade do óleo essencial de orégano contra fungos patogênicos do arroz: crescimento micelial em placas. **Revista Brasileira de Farmacognosia** 14: 14-16. 2004.

ZANETTI, G. F. B. **Efeito do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* na germinação de esporos e crescimento micelial de *Colletotrichum* spp., *Fusarium* sp. e *Cylindrocladium* sp.** Monografia (Graduação em agronomia) – Universidade Federal de Lavras, 2018.

ANEXOS

Anexo A. Germinação de uredinósporos de *Hemileia vastatrix* e porcentagem de inibição submetidos a diferentes doses de óleos. Lavras, MG, 2020.

Tratamento	Dose ^{1,2}			
	0,25%	0,50%	1,0%	2,0%
<i>A. indica</i>	6,00 b	4,75 b	1,75 b	2,00 b
<i>E. erythropappus</i>	5,25 b	3,00 b	5,75 b	4,00 b
<i>M. alternifolia</i>	2,00 b	2,75 b	4,50 b	4,00 b
Controle	58,00 a			
Fungicida ³	4,50*			

^aMédias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (P 0,05). ^bDados transformados para raiz (x) + 0,5. ^cContraste fatorial x tratamento adicional (Fungicida) significativo a 5%.

Anexo B. Análise de variância e coeficientes de variação (CV) para área abaixo da curva do progresso da incidência da ferrugem (AACPIF) e área abaixo da curva do progresso da severidade da ferrugem (AACPSF). Lavras, MG, UFLA, 2020.

FV	Quadrados Médio		
	GL	AACPIF	AACPSF
Tratamento	7	83696,211384**	632,465835**
Bloco	3	494,133646 ^{ns}	46,286428 ^{ns}
Resíduo	21	6991,994598	59.005250
CV (%)		51,84	60,60

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo a 5%; ns -não significativo.

Anexo C. Análise de variância e coeficientes de variação (CV) para altura, peso da parte aérea seca (PPAS) e SPAD. Lavras, MG, UFLA, 2020.

FV	Quadrados Médio			
	GL	Altura	PPAS	SPAD
Tratamento	7	948543,053571 ^{ns}	7,534629 ^{ns}	0,000013 ^{ns}
Bloco	3	407349,708333 ^{ns}	4,253692 ^{ns}	0,000022 ^{ns}
Resíduo	21	977396,208333	6,753215	0,000016
CV (%)		3,31	17,61	6,86

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo a 5%; ns -não significativo.