

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - DOUTORADO

MÔNICA JASPER

ÓLEOS ESSENCIAIS NO MANEJO DA FERRUGEM NA CULTURA DO FIGO

Ponta Grossa - PR

2016

MÔNICA JASPER

ÓLEOS ESSENCIAIS NO MANEJO DA FERRUGEM NA CULTURA DO FIGO

Tese apresentada à Universidade Estadual de
Ponta Grossa para obtenção do título de Doutora
em Agronomia - Área de concentração:
Agricultura.

Orientadora: Profa. Dra. Maristella Dalla Pria

Co-orientadora: Profa. Dra. Louise Larissa May-
de-Mio

Ponta Grossa

2016

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

J39 Jasper, Mônica
 Óleos essenciais no manejo da ferrugem
 na cultura do figo/ Mônica Jasper. Ponta
 Grossa, 2016.
 108f.

 Tese (Doutorado em Agronomia - Área de
 Concentração: Agricultura), Universidade
 Estadual de Ponta Grossa.

 Orientadora: Prof^a Dr^a Maristella Dalla
 Pria.

 Coorientadora: Prof^a Dr^a Louise Larissa
 May-de-Mio.

 1.Condições ambientais. 2.Controle
 alternativo. 3.Ceroteliumfici. 4.Óleos
 essenciais. I.Dalla Pria, Maristella. II.
 May-de-Mio, Louise Larissa. III.
 Universidade Estadual de Ponta Grossa.
 Doutorado em Agronomia. IV. T.

CDD: 661.806



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título da Tese: “Óleos essenciais no manejo da ferrugem na cultura do figo”.

Nome: Mônica Jasper

Orientador: Maristella Dalla Pria

Aprovado pela Comissão Examinadora:


Profª Drª Maristella Dalla Pria


Profª Drª Cacilda Márcia Duarte Rios Faria


Drª Aline José Maia


Prof. Dr. David de Souza Jaccoud Filho


Prof. Dr. Ricardo Antonio Ayub

Data da Realização: 27 de julho de 2016.

Aos meus pais, minhas irmãs, meu marido e meus filhos,
Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permanecer presente orientando os meus passos.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa, por possibilitar esta carreira acadêmica e pelo apoio como instituição.

Às Professoras Maristella Dalla Pria e Louise Larissa May de Mio, pela orientação dos trabalhos e pelo aprendizado, mas acima de tudo pela amizade inestimável.

Aos professores do curso de Agronomia, assim como da Pós-graduação de Agronomia da UEPG, por todos os ensinamentos reunidos para a elaboração deste trabalho.

Aos amigos que estiveram presentes, pelo apoio e colaboração.

À minha família, que é a estrutura que me mantém e o apoio que preciso em todos os momentos.

Ao meu marido Edson, meus filhos Joana e Luiz Roberto, pela paciência com meus compromissos e pela presença constante, sempre me incentivando a continuar.

RESUMO

A ferrugem do figo (*Ficus carica* L) é causada por *Cerotelium fici* (Cast.) Arth., doença que causa desfolha prematura e danos significativos na produtividade de frutos de figo. O objetivo geral do trabalho é estudar a epidemiologia de *C. fici*, assim como métodos de controle da doença para o manejo em sistemas orgânicos. Avaliou-se a melhor temperatura e fotoperíodo para a germinação *in vitro* de uredósporos de *C. fici*, através da utilização de temperaturas de 10, 20, 23, 30 e 35°C, e fotoperíodos de escuro contínuo de 12 horas de luz, em BOD, com diferentes quantidades de suspensão de esporos. A temperatura ótima para a germinação dos uredósporos de *C. fici* situou-se entre 20 e 30°C. O fotoperíodo de 12 horas proporcionou menores porcentagens de germinação de esporos do que o escuro contínuo. A germinação dos esporos foi favorecida pelo aumento da quantidade de suspensão de 0,5 mL para 1 mL, devido ao secamento da gota de suspensão quando as quantidades são menores. Depois, foram testadas diferentes concentrações de óleos essenciais extraídos de plantas para inibição da germinação de uredósporos de *C. fici* em placas de poliestireno contendo suspensão de esporos na concentração de 10^4 esporos mL⁻¹ e meio de cultura ágar-água a 2%. Foram avaliadas as concentrações de 1, 10, 100 e 1000 ppm de óleo essencial, em duas repetições de experimento. Depois, avaliou-se as concentrações de 5, 10, 15 e 20 ppm dos mesmos óleos essenciais, também em duas repetições do experimento. Os óleos essenciais utilizados foram os de alecrim, alfazema, camomila, canela, capim limão, citronela, coentro, cravo da Índia, erva cidreira, erva doce, eucaliptos, gengibre, hortelã, laranja, lima, manjerição, melaleuca, orégano e tomilho. Utilizando concentrações de 1 a 1000 ppm de cada óleo, destacaram-se os óleos de canela, orégano, alecrim, citronela, capim limão, alfazema, coentro e cravo da Índia com efeitos superiores aos demais na inibição da germinação de uredósporos. Concentrações maiores de óleo essencial apresentam melhor controle da germinação dos uredósporos de ferrugem. Nas concentrações de 5 a 20 ppm, o melhor controle da germinação de esporos foi constatado com óleo de canela, seguido dos óleos de capim limão e alfazema, diferindo dos óleos de manjerição, erva doce, hortelã, coentro, lima, camomila, melaleuca, citronela, gengibre e alecrim. Posteriormente, foram testados 9 tratamentos para controle de ferrugem em mudas de figo em casa de vegetação (óleos essenciais de alecrim, alfazema, canela, capim limão, citronela, cravo da Índia, coentro e orégano mais a testemunha com aplicação de água), em quatro concentrações (5, 10, 15 e 20 ppm), com duas repetições do experimento. Foi avaliada a severidade da ferrugem e calculada a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD). Os óleos essenciais extraídos de canela, alfazema, capim limão, alecrim, citronela, orégano, cravo da Índia e coentro obtiveram resultados na diminuição da severidade de ferrugem da figueira, com os melhores resultados associados ao óleo essencial de canela, seguido do óleo de alfazema, nas maiores concentrações. O aumento da concentração dos óleos essenciais, de 5 para 20 ppm, mostrou tendência linear de incremento no controle da ferrugem.

Palavras-chave: condições ambientais, controle alternativo, *Cerotelium fici*

ABSTRACT

Rust fig (*Ficus carica* L) is caused by *Cerotelium fici* (Cast.) Arth., a disease that causes premature defoliation and significant damage to fruit production. The general objective is to study the epidemiology of *C. fici*, as well as disease control methods for the management in organic systems. We evaluated the best temperature and photoperiod for in vitro germination of *C. fici* urediniospores, through the use of temperatures of 10, 20, 23, 30 and 35 ° C, and the fotoperíodos of 12-hours of light ou dark complete, in BOD with different amounts of spore suspension. The optimum temperature for germination of urediniospores was between 20 and 30 ° C. The 12-hour photoperiod provided smaller spore germination percentages than the continuous darkness. Germination of spores was favored by increasing the amount of suspension 0.5 mL to 1 mL, due to the suspension droplet drying while the amounts are smaller. Then, different concentrations of essential oils extracted from plants were tested for inhibition of germination of urediniospores in microtiter plates containing spores in this suspension concentration of 10^4 spores mL⁻¹ and agar- water 2% culture. Concentrations of 1, 10, 100 and 1000 ppm of essential oil were evaluated, in two repeats of the experiment. Then we assessed concentrations of 5, 10, 15 and 20 ppm of these essential oils also into two repetitions of the experiment. The essential oils used were those of rosemary, lavender, chamomile, cinnamon, lemon grass, lemongrass, coriander, clove, lemongrass, fennel, eucalyptus, ginger, mint, orange, lime, basil, melaleuca, oregano and thyme. Using concentrations of 1-1000 ppm of each oil, stood out the cinnamon oil, oregano, rosemary, citronella, lemongrass, lavender, coriander and cloves with effects superior to others in inhibiting urediniosporal germination. Higher concentrations of essential oil have better control of germination of rust urediniospores. In concentrations of 5-20 ppm, better control of spore germination was found in cinnamon oil, followed by lemon grass oil and lavender, differing from basil oil, fennel, mint, cilantro, lime, chamomile, melaleuca, lemongrass, ginger and rosemary. Subsequently, we tested nine treatments for rust control in fig seedlings in the greenhouse (essential oils of rosemary, lavender, cinnamon, lemongrass, citronella, clove, coriander and oregano over the witness with application of water), in four concentrations (5, 10, 15 and 20 ppm) with two replications of the experiment. The severity of rust and calculated the area under disease progress curve were evaluated. The essential oils from cinnamon, lavender, lemon grass, rosemary, lemongrass, oregano, clove and coriander obtained results in the reduction of the fig tree rust severity, with the best results associated with cinnamon essential oil, followed by lavender oil, in higher concentrations. Increasing the concentration of essential oils from 5 to 20 ppm, showed linear trend of increment in controlling the disease.

Keywords: alternative control, *Cerotelium fici*, environmental

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 ORIGEM E CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DO FIGO.....	10
2.2 A CULTURA DO FIGO NO BRASIL.....	12
2.3 DOENÇAS DA CULTURA DA FIGUEIRA.....	13
2.3.1 Ferrugem da figueira.....	13
2.3.1.1 Agente causal.....	13
2.3.1.2 Distribuição e importância da doença.....	14
2.3.1.3 Sintomas.....	14
2.3.1.4 Sinais do patógeno.....	15
2.3.1.5 Manejo da doença.....	17
2.4 CONTROLE DE DOENÇAS COM ÓLEOS ESSENCIAIS EXTRAÍDOS DE PLANTAS.....	18
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

CAPÍTULO 1. GERMINAÇÃO DE UREDÓSPOROS DE <i>Cerotelium fici</i> SOB DIFERENTES TEMPERATURAS E FOTOPERÍODOS <i>in vitro</i>.....	31
RESUMO.....	31
ABSTRACT.....	32
1 INTRODUÇÃO.....	33
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	34
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3.1 OBTENÇÃO E PREPARO DA SUSPENSÃO DE UREDÓSPOROS DE <i>Cerotelium fici</i>	36
3.2 GERMINAÇÃO DE UREDÓSPOROS DE <i>Cerotelium fici</i> SOB DIFERENTES TEMPERATURAS.....	36
3.3 GERMINAÇÃO DE UREDÓSPOROS DE <i>Cerotelium fici</i> SOB DIFERENTES FOTOPERÍODOS.....	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1 GERMINAÇÃO DE UREDÓSPOROS DE <i>Cerotelium fici</i> SOB DIFERENTES TEMPERATURAS.....	39
4.2 GERMINAÇÃO DE UREDÓSPOROS DE <i>Cerotelium fici</i> SOB DIFERENTES FOTOPERÍODOS.....	40
5 CONCLUSÃO.....	43
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
ANEXOS.....	47

CAPÍTULO 2. ÓLEOS ESSENCIAIS EXTRAÍDOS DE PLANTAS PARA INIBIÇÃO DA GERMINAÇÃO DE UREDÓSPOROS DE <i>Cerotelium fici</i> <i>in vitro</i>.....	48
RESUMO.....	48
ABSTRACT.....	49
1 INTRODUÇÃO.....	50
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	51
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	54
3.1 OBTENÇÃO E PREPARO DA SUSPENSÃO DE UREDÓSPOROS DE <i>Cerotelium fici</i>	54
3.2 GERMINAÇÃO DE UREDÓSPOROS DE <i>Cerotelium fici</i> SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE DIFERENTES ÓLEOS ESSENCIAIS - PARTE I.....	54

3.3 GERMINAÇÃO DE UREDÓSPOROS DE <i>Cerotelium fici</i> SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE DIFERENTES ÓLEOS ESSENCIAIS - PARTE II.....	55
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	55
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
4.1 GERMINAÇÃO DE UREDÓSPOROS DE <i>Cerotelium fici</i> SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE DIFERENTES ÓLEOS ESSENCIAIS - PARTE I.....	56
4.2 GERMINAÇÃO DE UREDÓSPOROS DE <i>Cerotelium fici</i> SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE DIFERENTES ÓLEOS ESSENCIAIS - PARTE II.....	61
5 CONCLUSÃO.....	68
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
ANEXOS.....	76

CAPÍTULO 3. ÓLEOS ESSENCIAIS EXTRAÍDOS DE PLANTAS PARA CONTROLE DE FERRUGEM EM MUDAS DE FIGO EM CASA DE VEGETAÇÃO.....	76
RESUMO.....	76
ABSTRACT.....	77
1 INTRODUÇÃO.....	78
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	79
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	82
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	84
5 CONCLUSÃO.....	99
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	100
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101
ANEXOS.....	106

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cultura do figo (*Ficus carica* L) representa uma importante frutífera cultivada em clima subtropical. No Brasil, apresenta grande importância na exportação de frutas frescas, principalmente por ser colhida no momento da entressafra internacional (PINTO et al., 2014).

Apesar de também ser utilizada como planta ornamental, tem como principal utilização a colheita de frutos verdes para a indústria, ou frutos maduros para consumo *in natura*. Este fruto é classificado como uma infrutescência, onde a parte comestível é uma expansão do parênquima não originado do ovário. As plantas utilizadas comercialmente raramente ultrapassam três metros de altura, possuem folhas decíduas e podem ter vida útil de até 30 anos (MAIORANO et al., 1997).

Com relação ao manejo da cultura, as principais doenças que ocorrem são a ferrugem, causada por *Cerotelium fici* (Cast.) Arth., a seca da figueira (*Ceratocystis fimbriata* Ell & Halst), a mancha foliar de *Phyllosticta sycophila* Thuem, antracnose dos frutos (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz), a podridão dos frutos (*Phytophthora* sp. e *Rhizopus nigricans* Ehr), o cancro dos ramos (*Phomopsis cinerescens* Sacc. e *Fusarium* sp.) e a podridão de raízes, provocada por *Rosellinia* sp. São poucos os trabalhos realizados, estudando populações dos patógenos bem como o controle químico e/ou alternativo, ou ainda referente ao comportamento das epidemias que ocorrem na cultura (GALLETI; REZENDE, 2005).

A doença mais importante no manejo de figo é a ferrugem. Faltam informações sobre formas de controle desta, principalmente em relação ao manejo orgânico da cultura. A falta de conhecimento sobre o comportamento de epidemias de ferrugens em figo constitui um dos principais obstáculos para manejo desta em pomares (EMBRAPA, 2006).

Quando se fala em manejo orgânico de doenças, o controle alternativo através de óleos essenciais extraídos de plantas tem se apresentado como uma grande possibilidade, principalmente por apresentar baixa toxicidade a mamíferos e menor contaminação ambiental em relação ao controle químico através de agrotóxicos (PINTO et al., 2014).

Óleos essenciais são metabolitos secundários produzidos pelas plantas, que em muitos casos apresentam propriedades antifúngicas e antibacterianas. Diversos óleos essenciais têm sido testados no controle dos mais diferentes tipos de patógenos, em diferentes culturas (MOREIRA et al., 2008).

No momento são poucos os trabalhos publicados, considerando aspectos relacionados ao patógeno (monociclo, etilologia e condições favoráveis) ou ao manejo com controle

químico ou alternativo. Assim, o objetivo geral do trabalho foi estudar a epidemiologia de *C. fici*, agente causal da ferrugem na cultura do figo, assim como métodos de controle da doença para o manejo em sistemas orgânicos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ORIGEM E CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DO FIGO

A planta de figo pertence à família Moraceae e ao gênero *Ficus*, e abrange mais de 750 espécies, sendo a maioria de interesse para jardinagem. No Brasil, a espécie plantada nos pomares com fins de consumo é a *Ficus carica* (DOMINGUEZ, 1990). O gênero *Ficus* possui mais de 600 espécies. A planta pertence ao sub-gênero *Eusyce*, caracterizado por apresentar flores unissexuais e ginodioicismo. Esta espécie é originária do Sul da Arábia, posteriormente difundida para a Europa e a América (PINHEIRO; MELO; MANCIN, 2014).

A introdução mais provável das plantas de figo no Brasil seria pelos participantes da primeira expedição de Martin Afonso de Souza em 1532, na Capitania de São Vicente. A cultura passa a ser importante comercialmente apenas no início do século XX, por volta de 1910, no Estado de São Paulo (SILVA; RODRIGUES; SCARPARE FILHO, 2011).

É considerada uma planta de clima temperado, mas possui ampla adaptação a diferentes tipos de clima e solo, cultivada em regiões tropicais e subtropicais (SILVA; RODRIGUES; SCARPARE FILHO, 2011).

Segundo a morfologia da planta, o sistema radicular possui grande expansão lateral e desenvolvimento superficial (RIGITANO, 1955; SIMÃO, 1971). Em condições favoráveis ao seu desenvolvimento, este pode apresentar um desenvolvimento lateral de até 12 metros e atingir seis metros de profundidade (CHALFUN; PASQUAL; HOFFMANN, 1998). Na natureza a parte aérea pode atingir até 10 metros de altura, porém, em sistemas de cultivo a planta raramente ultrapassa três metros. As folhas são decíduas, com queda total no inverno. Em geral, a vida útil produtiva fica em torno de 30 anos, com variações de acordo com o manejo. O caule apresenta ramos robustos, frágeis e quebradiços. Existem células lactíferas que produzem látex rico em fissiona, uma enzima proteolítica que causa irritação em contato com a pele (PINHEIRO; MELO; MANCIN, 2014).

Segundo Maiorano et al. (1997), as flores se encontram dentro de um receptáculo botanicamente denominado de sicônio, o qual se desenvolve independente da fecundação sendo conhecido como o fruto de figo. O fruto comercial é, na verdade, uma infrutescência constituída de tecido parenquimatoso não originado do ovário. O fruto verdadeiro e individual é um pequeno aquênio formado por meio do desenvolvimento do ovário após a fecundação, não sendo encontrado nas condições brasileiras. Os primórdios florais encontram-se na axila

de cada folha, onde existe uma gema central vegetativa e duas gemas florais. Algumas cultivares desenvolvem apenas um fruto por nó, enquanto que outras tem a capacidade de desenvolver ambas as gemas florais (PINHEIRO; MELO; MANCIN, 2014).

As plantas de figos são classificadas em quatro tipos pomológicos gerais, baseado no comportamento da frutificação: Caprifigo, Smirna, Comum e São Pedro Branco. No Brasil, são cultivadas somente variedades do tipo Comum, com flores exclusivamente femininas. Estas variedades pertencem às espécies *Ficus carica violaceae* ou *Ficus carica hortensis* (PINHEIRO; MELO; MANCIN, 2014).

A produção de mudas se dá principalmente por estaquia, tanto com estacas lenhosas quanto com herbáceas, enraizadas em viveiros, diretamente no pomar ou em recipientes (SILVA; RODRIGUES; SCARPARE FILHO, 2011).

O figo, assim como outras frutíferas de clima temperado, entra em repouso vegetativo durante o inverno, sendo este o período ideal para a realização de podas. Esta poda de inverno, no Brasil, acontece normalmente nos meses de julho e agosto (CARVALHO; ALVARENGA, 2003). É comum a utilização da poda específica, também chamada de poda drástica, ou seja, a eliminação quase total da copa formada no ciclo anterior. Esta é realizada reduzindo-se os ramos para 5 a 10 cm de comprimento, de forma a ficarem com pelo menos duas gemas em suas extremidades, voltadas para fora da planta, para a formação da nova copa. A produção é obtida nos ramos novos, também chamados de ramos do ano, emitidos no mesmo ciclo (CHALFUN; PASQUAL; HOFFMANN, 1998).

No Brasil, a cultivar plantada em escala comercial de forma expressiva é a Roxo de Valinhos, isto devido à sua alta produtividade, precocidade, vigor, rusticidade e excelente qualidade dos frutos. Esta cultivar foi introduzida pelo imigrante italiano Lino Busatto, através de mudas vindas de uma região próxima ao Mar Adriático, na Itália (SILVA; RODRIGUES; SCARPARE FILHO, 2011).

A cultivar Roxo de Valinhos apresenta as seguintes características: o fruto é periforme, alongado e grande, com pedúnculo curto, coloração roxo-escuro na parte externa e na região interna da polpa, rosa-violácea. As frutas podem ser utilizadas tanto para o consumo *in natura* quanto para a industrialização, como doces em calda e cristalizados. Possui limitações com relação ao ostíolo muito aberto, com tendência a rachaduras, favorecendo a ocorrência de pragas e doenças. Em outros países, esta cultivar apresenta diversos sinônimos, como “Nero”, “Corbo”, “Brown Turkey”, “Granata” e “San Pairo” (PINHEIRO; MELO; MANCIN, 2014).

Com relação às exigências climáticas, a planta de figo adapta-se melhor ao clima temperado, com invernos suaves e úmidos e verões quentes e secos. No Sul e nos planaltos do Sudeste, onde se encontram as maiores áreas cultivadas, o clima é mesotérmico, com invernos suaves e verões quentes ou relativamente suaves e úmidos. Apesar disso, comporta-se satisfatoriamente bem nas regiões semi-úmidas, subúmidas e semi-áridas do Nordeste, se irrigada. É uma espécie com pouca exigência em frio para completar o repouso hibernar. Nas regiões de clima seco, a estação seca ajuda induzir o repouso vegetativo, complementando o efeito do frio. Tolerar temperaturas de até 35 a 42°C, podendo acontecer maturação antecipada com altas temperaturas e queda dos figos em formação em consequência de geadas. Exige em torno de 1200 mm anuais de precipitação (PINHEIRO; MELO; MANCIN, 2014).

2.2 A CULTURA DO FIGO NO BRASIL

O cultivo comercial de figo no Brasil começou na década de 1920, em São Paulo. Na década de 1970, a região de Valinhos era responsável por cerca de 2 milhões de pés de figo, 500 produtores e aproximadamente 1000 ha. Na década de 1980, houve um declínio devido à grande ocorrência de doenças e à concorrência com outras espécies frutíferas (PINHEIRO; MELO; MANCIN, 2014).

No mercado internacional, o Brasil é o segundo maior exportador de figos, sendo os Estados de São Paulo e Rio Grande do Sul, os que apresentam maior expressão. O país que mais produziu figo em 2012 foi a Turquia, com cerca de 274 mil toneladas, correspondendo a 25% da produção mundial, seguido pelo Egito (171 mil toneladas) e Argélia (110 mil toneladas). O Brasil é o oitavo maior produtor, com 28 mil toneladas (FAO, 2015).

A área plantada com a cultura do figo no Brasil em 2014, segundo o IBGE (2014), foi de 2807 ha, distribuída nos Estados do Ceará, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Goiás, Distrito Federal, São Paulo, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul. A produção total brasileira foi de 28.044 toneladas de frutos em 2014, representando um valor agregado de R\$ 76.072.000,00 e uma produtividade média de 9.991 kg ha⁻¹.

No Paraná, a produção de figo em 2014 foi de 1.354 toneladas, com área plantada de 150 ha, distribuídos em 67 municípios do Estado (IBGE, 2014). A maior área plantada está na Região Sudoeste (58 ha), representada principalmente pelos municípios de Capanema e Bela Vista da Caroba. Esta média de produtividade é baixa, entretanto, a tecnologia de produção aliada ao manejo das principais doenças pode conferir produtividades na ordem aproximadamente 12 ton ha⁻¹ (CAETANO et al., 2005).

Uma das principais vantagens da produção de figo no Brasil é a época de oferta da fruta. A colheita brasileira ocorre num período de entressafra da produção da fruta fresca no hemisfério Norte e nos países do Mercosul, com amplas possibilidades de exportação. Aliado a isto, pode-se citar a alternativa de venda do fruto verde para a indústria (AMARO; VIEIRA; MAIA, 1998).

2.3 DOENÇAS DA CULTURA DO FIGO

Existem diversos patógenos associados à cultura do figo, como o mosaico da figueira, causada por um vírus não identificado, que é uma doença cosmopolita em decorrência do uso de estacas contaminadas na formação de novos pomares. A seca da figueira, causada pelo fungo *C. fimbriata*, apresenta sintomas que variam desde murcha, amarelecimento e queda das folhas, até seca e morte das plantas. Os primeiros sintomas da doença são murcha dos ponteiros, amarelecimento e progressiva queda das folhas. Posteriormente, os ramos secam e ocorre a morte total da planta. Pode-se observar necrose no córtex, câmbio e lenho nos ramos e no tronco. Além das doenças de maior importância econômica, pode-se citar também a mancha foliar de *P. sycophila*, antracnose dos frutos, causada por *C. gloeosporioides*; podridão dos frutos causada por *Phytophthora* sp. e por *R. nigricans*; cancro dos ramos causado por *P. cinerescens* e *Fusarium* sp. e podridão de raízes, provocada por *Rosellinia* sp. (GALLETI; REZENDE, 2005).

A doença mais conhecida e importante da cultura é a ferrugem, causada por *C. fici*. Esta doença acontece em todas as regiões produtoras de figo do Brasil, e suas perdas podem ser expressivas, especialmente quando não é feito o controle do patógeno e as condições são favoráveis ao seu desenvolvimento (PINHEIRO; MELO; MANCIN, 2014).

2.3. 1 A ferrugem do figo

2.3.1.1 Agente causal

O agente causal da ferrugem do figo é classificado como *Cerotelium fici* (Classificação hierárquica - McKenzie, 1986 e 1998): Domínio: Eukaryota, Reino: Fungi, Sub-reino: *Dikarya*, Filo: Basidiomycota, Sub-filo: *Pucciniomycotina*, Classe: Urediniomycetes, Ordem: Uredinales, Família: Phakopsoraceae, Gênero: *Cerotelium*, Espécie: *Cerotelium fici* (Castagne). Sinonímias do fungo: *Kuehneola fici* E.J. Butler - Annls mycol. 12: 79 (1914); *Malupa fici* (Castagne) Buriticá - Revta ICNE, Instit. Cienc. Nat. Ecol.

5(2): 175 (1994); *Phakopsora nishidana* S. Ito - Trans. Sapporo nat. Hist. Soc. 15: 117 (1938).

2.3.1.2 Distribuição e importância da doença

A ferrugem do figo ocorre em várias partes do mundo, como na África (Argélia, Cameroon, Egito, Etiópia, Gana, Costa do Marfim, Quênia, Malagasy Republic, Malawi, Mauritius, Marrocos, Moçambique, Nigéria, Rhodesia, Senegal), África do Sul (Tanzânia, Tunísia, Uganda, República do Zaire – Congo, Zâmbia), Ásia [(Cambódia, Ceilão, China, Hong-Kong, Índia, Indonésia (Java), Irã, Israel, Líbano, Malásia, Nepal, Paquistão, Filipinas, Arábia Saudita, Singapura, Taiwan (Formosa)], Austrália e Oceania (Austrália - Queensland, Easter Islands, Nova Calcedônia, Papua – Nova Guiné), Europa (Açores, Cyprus, França, Grécia, Itália, Malta, Portugal (incluindo Madeira), USSR (Caucasus), Iugoslávia), América do Norte e Central (Barbados, Bermuda, Cuba, República Dominicana, Jamaica, Panamá, Trindade), e América do Sul (Argentina, Brasil, Colômbia, Peru, Uruguai e Venezuela) (GALLETI; REZENDE, 2005).

No Brasil, a doença foi constatada pela primeira vez em São Paulo, os danos ocasionados pela ferrugem podem ser elevados, especialmente quando há condições favoráveis ao seu desenvolvimento. Em situações de alta pluviosidade, a ferrugem pode causar desfolhamento total da planta em cerca de 20 a 30 dias, provocando danos de até 80% na produção de frutos. A permanência do inóculo da doença de um ciclo para outro no pomar ocorre em folhas remanescentes sobre a planta ou caídas recentemente. A disseminação se dá por ação dos ventos e de respingos de chuva (GALLETI; REZENDE, 2005).

É considerada a doença de maior importância da cultura, e se encontra difundida por todas as áreas de cultivo de figo. É uma ameaça grave e constante e, se não for controlada, pode ocasionar prejuízo de 50% ou mais na produção (PINHEIRO; MELO; MANCIN, 2014).

2.3.1.3 Sintomas

Os sintomas inicialmente são pequenas manchas angulosas verde-amareladas (posteriormente pardas) nas folhas, com o desenvolvimento da doença, as manchas tornam-se maiores e de coloração parda. Na parte abaxial das folhas há a formação de pústulas recobertas por uma massa pulverulenta ferruginosa constituída de esporos do fungo (BURNETT, 1964). As folhas severamente afetadas amarelecem, secam e caem

prematuramente (Figura 1). Caso a infecção ocorra nos estádios iniciais de desenvolvimento vegetativo da planta, pode acarretar a ausência total de frutificação. Se a planta for infectada no período de frutificação, pode interferir no processo de maturação dos frutos, acarretando a redução do valor comercial dos frutos (GALLETI; REZENDE, 2005).



Figura 1. Sintoma de ferrugem (*Cerotelium fici*) em folha de figo (*Ficus carica*). Fonte: o autor.

2.3.1.4 Sinais do patógeno

As ferrugens são pleomórficas, podem apresentar diferentes estruturas esporogênicas e esporos com diferentes morfologias e funções, produzidas nos diversos estágios ou fases de seus ciclos vitais. Algumas espécies possuem até cinco tipos de esporos diferentes, e dois hospedeiros não relacionados entre si podem completar seus ciclos vitais (espécies heteroécias), portanto as ferrugens estão entre os microrganismos de ciclo biológico mais complexo (CUMMINS; HIRATSUKA, 1983).

Muitas ferrugens, mesmo precisando de dois hospedeiros diferentes para seu ciclo completo, podem sobreviver em um único hospedeiro por meio de reprodução vegetativa ou clonal (uredósporos). Em ferrugens onde todos os estados esporíferos se desenvolvem no mesmo hospedeiro (autoécias), existe grande variabilidade entre as espécies, o que não torna seu ciclo mais simples. Nestas espécies, a morfologia das estruturas de reprodução e os esporos não coincidem com as funções normalmente desempenhadas no ciclo vital das ferrugens mais estudadas. Assim o pleomorfismo, a complexidade dos ciclos de vida e as dificuldades inerentes aos estudos de parasitas biotróficos são os principais fatores que desestimulam as pesquisas nessa área (FIGUEIREDO; PASSADOR, 2008).

Alexopoulos; Mims; Blackwell (1996) afirmam que os fungos do grupo das ferrugens podem produzir cinco diferentes estágios em seu ciclo de vida: estágio 0

(espermogônios produtores de espermásias e hifas receptivas), estágio I (aécia produzindo aeciósporos), estágio II (urédia produzindo uredósporos), estágio III (télia produzindo teliósporos) e estágio IV (basídias produzindo basidiósporos).

Sobre as estruturas do patógeno *C. fici*, a espermogônia e aécio são desconhecidos. As uredinias na parte inferior das folhas são espalhadas, pequenas, vesiculosas, de coloração marrom e cobertas pela epiderme, a qual se rompe pelo poro central, circundadas por paráfises curvadas marrons empalidecidas (Figura 2). Os uredósporos apresentam-se amplamente elipsóides ou oblongo-globulosos, de coloração amarela, com dimensões de 22-26 x 16-20 μm e espessura da parede 1-1,5 μm e equínulos dispersos. Os télios na face inferior da folha caracterizam-se por estarem dispersos e serem muito pequenos. Os teliósporos são formados por cadeias de 2-7 esporos, os quais são angular-esféricos, amplamente elipsóides ou oblongos, medindo 19-22 x 10-17 μm e a espessura da parede 1-1,5 μm . As paredes destes esporos são hialinas e lisas (HUSEYIN; SELCUK, 2004). Os teliósporos ainda não foram observados nas condições brasileiras (GALLETI; REZENDE, 2005).

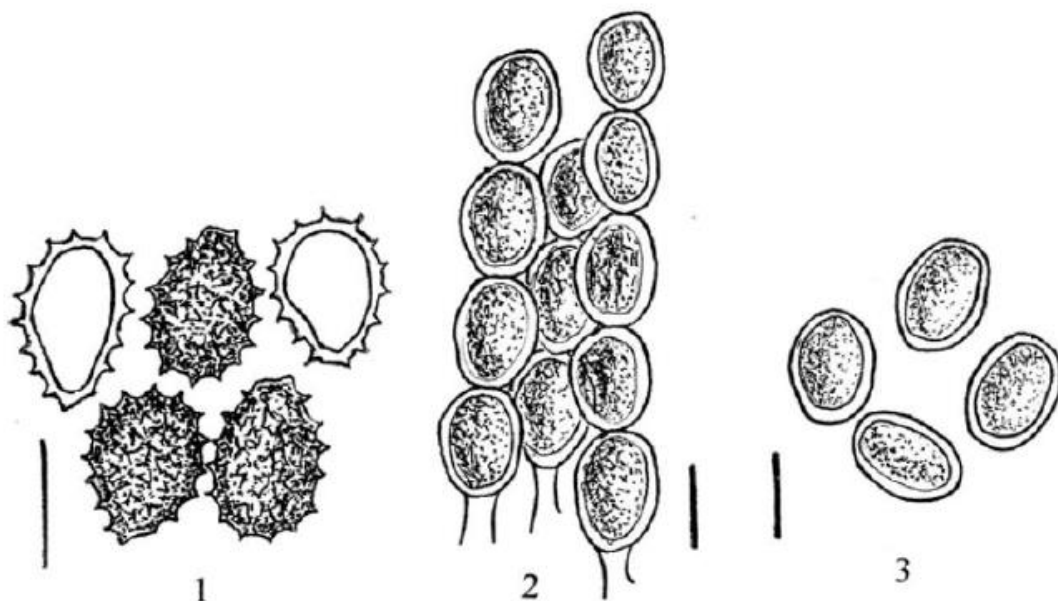


Figura 2. Estruturas de *C. fici*: Uredósporos. Bar = 20 μm (1); Cadeias de teliósporos. Bar = 15 μm (2) e Teliósporos. Bar = 15 μm (3). Fonte: Huseyin e Selcuk (2004)

O agente causal é um parasita obrigatório, que pode parasitar além da figueira outras espécies da família *Moraceae*, como por exemplo, amora (*Morus alba* L.) (AGRIOS, 2005).

A ferrugem nas plantas de figo inicia quando os uredósporos, dispersos pelo vento, são depositados sobre a superfície intacta das folhas. A interação leva ao surgimento do sintoma típico da doença e os eventos que ocorrem entre a deposição e a formação de novos

uredósporos constituem um único ciclo de infecção, ou o monociclo (BEDENDO, 2005). O fungo *C. fici* pode apresentar vários ciclos primários durante o ciclo anual da planta, definindo então esta doença como policíclica (AGRIOS, 2005).

2.3.1.5 Manejo da doença

O controle da ferrugem deve ser feito primeiro através de tratamentos de inverno, poda, eliminação da fonte de inóculo primário para a estação seguinte, inclusive as folhas caídas no chão, as quais devem ser queimadas. Pulverizações com calda-sulfocálcica são úteis como preventivos. Na fase vegetativa, que vai da brotação até a maturação dos frutos, as folhas devem ser protegidas com calda bordalesa a 1%, através de pulverizações quinzenais. Podem ser utilizados outros fungicidas, como aqueles a base de cobre insolúvel. A calda bordalesa é o fungicida mais utilizado, pelo menor custo e porque confere maior rigidez à casca do figo, um fator desejável para a comercialização (PINHEIRO; MELO; MANCIN, 2014).

A respeito do controle empregado, usualmente no Brasil utilizam-se aplicações de calda sulfocálcica a 4° bé (1 L de calda a 32° Bé em 8 l de H₂O) ou polissulfato de bário (3 Kg/100L de H₂O) no período de repouso. Em Minas Gerais, são recomendadas pulverizações quinzenais preventivas, com produtos à base de cobre e mancozebe, quando as brotações atingem 10 à 15 cm de comprimento. Pulverizações curativas com o emprego de fungicidas sistêmicos, no surgimento dos primeiros sintomas da doença, também são utilizadas. Sreekantappa e Naik (2004) verificaram em experimentos *in vitro* a eficiência de fungicidas não-sistêmicos (clorotalonil, mancozebe e enxofre molhável) e sistêmicos (hexaconazole, propiconazole, tridemorfe e triadimefon). Entre os não-sistêmicos, o mancozebe inibiu em 77,4% a germinação dos uredósporos. Já entre os fungicidas sistêmicos, o hexaconazole foi significativamente superior, inibindo em 91,3% a germinação dos uredósporos. Em campo, os menores índices de incidência da doença (31%) foram observados no tratamento hexaconazole.

Com relação ao controle alternativo da ferrugem, Conceição et al. (2007) testaram em laboratório diferentes óleos essenciais (palma-rosa - *Cymbopogon Martini* Stapf, limão - *Citrus limonum* L., cravo da índia - *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M. Perry, eucalipto - *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, e hortelã - *Mentha piperita* L.) na inibição da germinação dos uredósporos e constataram que todos tratamentos proporcionaram bons resultados.

2.4. CONTROLE DE DOENÇAS COM ÓLEOS ESSENCIAIS EXTRAÍDOS DE PLANTAS

O estudo de métodos alternativos para o controle de pragas e doenças na agricultura, é necessário visando minimizar os danos ao meio ambiente e à saúde pública (RANASINGHE; JAYAWARDENA; ABEYWICKRAMA, 2002; COITINHO et al., 2006; SOUZA et al., 2006). As pesquisas com plantas medicinais representam uma contribuição na busca de novos ativos no intuito de substituir o uso de agrotóxicos por outros produtos. Dentre esses produtos, os óleos essenciais apresentam baixa toxicidade a mamíferos e são amplamente testados no controle de fitopatógenos em diferentes culturas (DAFERERA; ZIOGAS; POLISSIOU, 2003; BASTOS; ALBUQUERQUE, 2004; GAYOSO et al., 2005; DINIZ et al., 2006; SILVA; BASTOS, 2007; SILVA, 2008; COSTA et al., 2011; PASSOS et al., 2012; VELOSO et al., 2012; YOKOMIZO; NAKAOKA-SAKITA, 2014).

Existem inúmeros problemas relacionados ao uso intensivo de controle químico de fitopatógenos, como resistência microbiana adquirida, contaminação do meio ambiente (água, solo, produtor e consumidor) e elevação dos custos de produção. A utilização de plantas medicinais como controle alternativo tem sido estudado, principalmente em função de apresentarem menor risco ambiental, geralmente serem inócuas aos animais e seres humanos, e apresentarem menor custo (MOREIRA et al., 2008).

Diversas plantas medicinais vêm sendo avaliadas para o controle de fungos fitopatogênicos. A extração de óleos essenciais é a principal forma de utilização destas plantas (CHAO; YOUNG, 2000 apud SEIXAS et al, 2011; VELOSO et al., 2012).

Óleos essenciais são normalmente produzidos por células secretoras ou grupos de células, através de metabolismo secundário de plantas, em diversas partes do vegetal, como folhas e talos (SCHERER et al., 2009; SEIXAS et al., 2011). Os óleos essenciais são constituintes de um grupo variável e complexo, por isso existe a necessidade de se estudar e compreender os mecanismos que regulam a sua produção e sua expressão na natureza (YOKOMIZO; NAKAOKA-SAKITA, 2014).

Os principais constituintes dos óleos essenciais são substâncias voláteis produzidas pelo metabolismo secundário, os fenilpropanóides e, especialmente, os terpenóides. Grande parte destes são voláteis com ação biológica e são extraídos, com arraste a vapor, substâncias com baixo peso molecular (YOKOMIZO; NAKAOKA-SAKITA, 2014).

De acordo com Sridhar et al. (2003) apud Mallet (2014), sabe-se que os óleos essenciais contêm uma gama natural de monoterpenos e sesquiterpenos, com diferentes

grupos funcionais que são responsáveis pelas propriedades antifúngicas e antibacterianas. Os compostos constituintes de óleos essenciais pertencem a várias classes de substâncias químicas, como alcalóides, terpenos, lignanas, flavonóides, cumarinas, benzenóides, quinonas, xantonas, lactonas e esteróides, entre outras. Esta diversidade de substâncias ativas em plantas medicinais é um dos motivos para o desenvolvimento de pesquisas envolvendo o seu uso no controle de fungos e bactérias (FRANZENER; STANGARLIN; SCHWAN-ESTRADA, 2003; VENTUROSIO et al., 2011).

Diversos estudos indicam que extratos e óleos essenciais extraídos de plantas podem apresentar efeito direto sobre o patógeno, alterando a germinação ou produção de esporos, a formação de apressório, o crescimento de hifas, ou ainda apresentar efeito sobre a planta, através da indução de mecanismos de resistência (MOTOYAMA et al, 2003; BONALDO et al, 2004; MOREIRA et al, 2008; DIAS- ARIEIRA et al., 2010).

Com relação aos fungos, a inibição do desenvolvimento pode ser relacionada tanto com sua ação direta, por inibir crescimento micelial e germinação de esporos, quanto pela indução de resistência a diversos patógenos (SCHWAN-ESTRADA; STANGARLIN; CRUZ, 2003; SCHWAN-ESTRADA; STANGARLIN, 2005; DEUS et al., 2011; PERINI et al., 2011; SEIXAS et al., 2011; GARCIA et al., 2012; PASSOS et al., 2012; VELOSO, 2012).

Schwan-Estrada; Stangarlin; Cruz (2000), desenvolveram trabalhos com extratos brutos ou óleos essenciais obtidos de plantas medicinais, indicando o potencial destas substâncias no controle de fitopatógenos. Este controle pode ser causado por sua ação fungitóxica direta, por inibição do crescimento micelial e da germinação de esporos, ou pela ação indireta pela indução de fitoalexinas, possivelmente pela presença de compostos com características de elicitores (VIEIRA et al., 2011).

A eficiência de extratos vegetais e óleos essenciais de diferentes espécies tem sido verificada na literatura, como por exemplo alho (*Allium sativum* L.), arruda (*Ruta graveolens* L.), melão de são caetano (*Momordica charantia* L.), eucalipto (*E. grandis*), cavalinha (*Equisetum arvense* L.), hortelã (*M. piperita*), canela (*Cinnamomum zeylanicum* J.Presl.), cravo da índia (*S. aromaticum*), jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* L.), nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), tomilho (*Thymus vulgaris* L.), erva cidreira (*Melissa officinalis* L.), citronela (*Cymbopogon nardus* L.), entre outros, na promoção da inibição do desenvolvimento de vários fitopatógenos (PEREIRA et al., 2011).

A diversidade de substâncias poderia possibilitar a utilização direta pelo produtor, cultivando a planta que possui estes compostos secundários, preparando os extratos e aplicando-os nas culturas comerciais (CELOTO et al., 2008).

Os extratos e óleos essenciais de plantas apresentam atividade antifúngica direta eficiente contra uma ampla gama de fungos, como *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid., *C. gloeosporioides*, *Didymella bryoniae* (Auersw.) Rehn, *Fusarium moniliforme* J. Sheld. e *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Sclerotium rolfsii* Sacc (BENINI, 2010), *Aspergillus* sp. (DINIZ et al., 2008), entre outros.

Benini (2010) concluiu que o óleo essencial de *Ocimum gratissimum* L. nas doses de 20, 40 e 60 μL , inibiu o crescimento micelial *in vitro* dos fungos *R. solani*, *S. rolfsii*, *Phytophthora* sp. e *A. alternata*.

Segundo Diniz et al. (2008) a ação fungitóxica do óleo de *Mentha arvensis* L. causou 100% de inibição no crescimento micelial dos fungos *Aspergillus* sp., *Penicillium rubrum* Stoll e *F. moniliforme*, mostrando a eficácia deste óleo no controle destes patógenos *in vitro*.

Celoto et al. (2008) concluíram que de 20 extratos avaliados somente os de espirradeira (*Nerium oleander* L.), eucalipto (*E. grandis*) e melão de são caetano (*M. charantia*) inibiram mais de 50% do crescimento de *C. gloeosporioides*.

Pereira et al. (2011), observaram que em doses a partir de 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ dos óleos essenciais de tomilho, canela, erva cidreira (*Lippia alba* Mill) e citronela, ocorre a inibição completa na germinação de conídios de *Cercospora coffeicola* Berk & Cook, enquanto os óleos essenciais de cravo da índia e árvore de chá (*Melaleuca alternifolia* Cheel) inibiram 100% da germinação dos conídios a partir de 1500 e 2000 $\mu\text{L L}^{-1}$, respectivamente.

O óleo proveniente de capim limão apresentou atividade antifúngica sobre o desenvolvimento micelial de *C. gloeosporioides* (ROZWALKA et al., 2008). Para Lima et al. (2008), o óleo essencial de citronela mostrou-se eficiente no controle da ramulose (*Colletotrichum gossypii* South) na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.).

Venturoso et al. (2011) constatou atividade antifúngica dos extratos aquosos de cravo da índia, alho e canela, incluindo a inibição completa do crescimento de *Aspergillus* sp., em meio de cultura com o extrato de cravo da índia. Os resultados foram promissores sobre vários fitopatógenos, além de apresentarem atividade antifúngica os extratos de hortelã sobre *Aspergillus* sp., de jabuticaba e de eucalipto sobre *Colletotrichum* sp. e de melão de são caetano sobre *Cercospora kikuchii*.

Embora muitos trabalhos demonstrem a eficiência de extratos vegetais e óleos essenciais no controle de fitopatógenos, ainda existem divergências, mesmo entre trabalhos com a mesma planta. Isso pode estar associado às condições ambientais de cultivo das plantas, época do ano em que foram coletadas e parte da planta processada. O ciclo da planta

influencia na concentração de princípios ativos, apresentando variações de acordo com as condições de cultivo, colheita e processamento do material vegetal (VENTUROSOSO et al., 2011).

Amaral e Bara (2005) também relatam o favorecimento no crescimento de fitopatógenos, com o contato com extratos da planta *Albizzia lebbbeck* L., que estimulou o crescimento de *F. solani* e *S. rolfsii*, pressupondo a existência de alguma substância ativadora de crescimento nos extratos desta planta.

Para Venturoso et al. (2011), estudando a eficiência de extrato de nim sobre o crescimento de *F. solani*, verificaram maior crescimento do patógeno em contato com o extrato, com crescimento micelial de 13,6% superior em relação à testemunha.

Vários trabalhos identificam compostos secundários de plantas como responsáveis pelo controle dos fitopatógenos, como o geraniol, proveniente do óleo de citronela e do óleo de palmarosa (*Cymbopogon martinii* L.) (JIROVETZ et al., 2007; DUARTE et al., 2007), o citronelal e o citronelol, identificados no óleo de citronela (SATO et al., 2006; KORDALI et al., 2007; SEIXAS et al., 2011).

Amaral e Bara (2005), citam como possível fator de controle de fitopatógenos pelos óleos essenciais, a atuação na parede celular dos fungos, tendo como consequência o vazamento do conteúdo celular. Rasooli; Rezaei; Allameh (2006) também citaram esse efeito, em imagens de microscopia eletrônica de transmissão, observando danos severos nas paredes, membranas e organelas celulares de *Aspergillus niger* Tiegh. em contato com o óleo essencial de *Thymus eriocalyx* (Ronniger) Jas. Oliveira et al. (2011) e Seixas (2011), também citam como mecanismo de ação dos monoterpenos, os efeitos tóxicos à estrutura e à função da membrana celular.

Sendo assim, Venturoso et al. (2011) concluem que os compostos presentes nas plantas evidenciam a efetividade da ação antifúngica *in vitro*, apresentando-se como alternativas potenciais no controle alternativo dos fungos fitopatogênicos.

A camomila (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert) é uma planta herbácea, anual e aromática (LORENZI; MATOS, 2008). Seus capítulos florais possuem óleo essencial composto por terpenos, flavonoides e outras substâncias orgânicas (SILVA JÚNIOR, 2003). O óleo essencial é produzido a partir das flores e possui como principais componentes o camazuleno e bisabolol. Estudos comprovam que o óleo essencial da camomila possui propriedades anti-inflamatórias, antissépticas, bactericidas, cicatrizantes e calmantes, de interesse alimentício, cosmético e principalmente farmacológico (RODRÍGUEZ et al., 1996;

SIMÕES; SPITZER, 1999; AMARAL et al., 2003; MAPELI et al., 2005; AMARAL et al., 2014).

O *C. citratus* é originário da Índia, e é conhecido popularmente como capim limão, capim santo, capim cidreira. Tem ampla utilização na forma de chá, além da indústria farmacêutica e de perfumaria (MARTINAZZO et al., 2007). O componente mais importante do óleo essencial de capim limão é o citral, uma mistura de isômeros, geranial (a-citral) e neral (b-citral) (65 - 80%), além de limoneno, citronelal, mirceno e geraniol (GUERRA et al., 2000; NASCIMENTO et al., 2003; LEAL et al., 2003; SANTOS et al., 2009; PINTO et al., 2014).

A citronela tem como fonte de óleo essencial as folhas, e como componentes principais o geraniol e o citronelal (BARBOSA et al., 2008). São plantas originárias da Índia e utilizadas na Indonésia e no Brasil como chá calmante e digestivo (CASTRO et al., 2007, 2010). Esse óleo apresenta atividade repelente a insetos e ação fungicida e bactericida, além de ser utilizado na fabricação de perfumes e cosméticos (TRONGTOKIT et al., 2005; WONG et al., 2005; REIS; SACRAMENTO; OLIVEIRA, 2006).

Para Veloso et al. (2012), o óleo essencial de citronela inibiu o crescimento micelial de *Amphobotrys ricini* (Buchw.) Hernnebert e *C. gloeosporioides* em todas as alíquotas testadas (5 a 30 µL), e de *D. bryoniae* nas alíquotas maiores que 10 µL.

O óleo essencial extraído do alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) apresenta como principal componente o eucaliptol (1,8-cineol). A alfazema ou lavandim (*Lavandula hybrida* Reverchon) possui em seu óleo essencial extraído das floras como principais componentes o acetato de linalila e linalol. O óleo essencial de canela é extraído da casca da madeira, sendo composto principalmente por aldeído cinâmico ou cinamaldeído. O óleo essencial de coentro (*Coriandrum sativum* L.) é feito a partir das sementes maduras, e possui linalol como principal componente. O óleo essencial de cravo da Índia é obtido a partir dos botões florais, com eugenol como componente (QUINARI, sd).

As folhas de erva cidreira ou melissa são fonte de óleo essencial com citral. O óleo essencial de erva doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) possui anetol com principal componente. O óleo essencial de eucalipto citriodora (*Corymbia citriodora* Hill & Johnson) é extraído a partir das folhas, e é constituído de citronelal e rhodinal. A partir da raiz de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe.), extrai-se um óleo essencial com zingerona. O principal componente do óleo essencial de hortelã (*M. piperita*) é o mentol (QUINARI, sd).

Diversas espécies de laranja (*Citrus vulgaris* Risso, *Citrus aurantium* L., *Citrus sinensis* (L.) Osbeck.) podem ser utilizadas para a produção de óleo essencial a partir da casca

dos frutos, contendo limoneno como principal constituinte. A lima (*Citrus medica* L., *Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle.) pode ser utilizada para extração de óleo essencial rico em limoneno. O óleo essencial de manjerição (*Ocimum basilicum* L.), produzido a partir das folhas, tem metil chavicol com principal componente. A melaleuca (*M. alternifolia*) é usada para a extração de óleo essencial rico em terpinen-4-ol. Folhas de orégano (*Origanum vulgare* L.) produzem óleo essencial rico em carvacrol. Folhas de tomilho são fonte de óleo essencial rico em timol; todos estes segundo os dados do fabricante do produto comercial (QUINARI, sd).

Entre as plantas comumente utilizadas como plantas medicinais, inúmeras podem ser consideradas fontes de óleos essenciais com diversos componentes. Algumas delas possuem eficiência comprovada no controle de microorganismos patogênicos, sejam eles fungos ou bactérias. Porém, é necessário estudar a eficiência destes óleos essenciais associados à interação patógeno, hospedeiro e ambiente, visando determinar sua viabilidade para o controle de doenças de plantas a campo.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5th. Ed. Elsevier Academic Press, Amsterdam, 2005.

ALEXOPOULOS, G. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. **Introductory Mycology** 4th Ed. New York, Jhon Wiley e Sons, 1996.

AMARAL, M. F. Z. J.; BARA, M. T. F. Avaliação da atividade antifúngica de extratos de plantas sobre o crescimento de fitopatógenos. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 2, n. 2, p. 5-8, 2005.

AMARAL, W.; DESCHAMPS, C.; MACHADO, M. P.; KOELER, H. S.; SCHEER, A. P.; CÔCCO, L. C. Desenvolvimento da camomila, rendimento e qualidade do óleo essencial em diferentes idades de colheita. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 16, n. 2, p. 237-242, 2014.

AMARO, A. A.; VIEIRA, L. C.; MAIA, M. L. Fruticultura brasileira e o Mercosul. **Informações Econômicas**, v. 28, n. 3, p. 7-20, 1998.

BARBOSA, L. C. A.; PEREIRA, U. A.; MARTINAZZO, A. P.; MALTHA, C. R. A.; TEIXEIRA, R. R.; MELO, E. C. Evaluation of the chemical composition of Brazilian commercial *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf samples. **Molecules**, v. 13, p. 1864-1876, 2008.

BASTOS, C. N.; ALBUQUERQUE, P. S. B. Efeito do óleo de *Piper aduncum* no controle pós-colheita de *Colletotricum musae* em banana. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, n. 5, p. 555-557, 2004.

BEDENDO, I. P. Ferrugens. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia, Doenças das plantas cultivadas**. 4 ed. Agronômica Ceres, São Paulo, v. 2, p. 872-880, 2005.

BENINI, P.C. Efeito in vitro do óleo essencial e extrato aquoso em *Ocimum gratissimum* colhido nas quatro estações do ano sobre fitopatógenos. **Arquivos Instituto Biológico**, v. 77, n. 4, p. 677-683, 2010.

BONALDO, S. M.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; TESSMANN, D. J.; SCAPIM, C. A. Fungitoxicidade, atividade elicitora de fitoalexinas e proteção de pepino contra *Colletotrichum lagenarium*, pelo extrato aquoso de *Eucalyptus citriodora*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 128-134, 2004.

BURNETT, H. Rust, *Cerotelium fici* (Butl.) Arth. on fig, *Ficus carica* L. **Plant Pathology**, Circular n. 20, 1964. Revised May 1980.

CAETANO, L. C. S.; CARVALHO, A. J. C.; CAMPOSTRINE, E.; DE SOUSA, E. F.; MURAKAMI, K. R. N.; CEREJA, B. S. Efeito do número de ramos produtivos sobre o desenvolvimento da área foliar e produtividade da figueira. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 426-429, 2005.

CASTRO, H. G.; BARBOSA, L. C. A.; LEAL, T. C. A. B.; SOUZA, C. M.; NAZARENO, A. C. Crescimento, teor e composição do óleo essencial de *Cymbopogon nardus* (L.). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 9, p. 55-61, 2007.

CARVALHO, V. L.; ALVARENGA, A. A. Tratamento de inverno em fruteiras temperadas. Circular Técnica, n. 160, EPAMIG/CTSM, Lavras, 2003.

CELOTO, M. I. B.; PAPA, M. F. S.; SACRAMENTO, L. V. S.; CELOTO, F. J. Atividade antifúngica de extratos de plantas a *Colletotrichum gloeosporioides*. **Acta Scientiarum**, v. 30, n. 1, p. 1-5, 2008.

CHALFUN, N. N. J.; PASQUAL, M.; HOFFMANN, A. Cultura da figueira. In: **Fruticultura comercial: frutíferas de clima temperado**. Ufla/Faepe, Lavras, 1998.

CHAO, S. C.; YOUNG, D. C. Screening for inhibitory activity of essential oils ou selected bacteria, fungi and viruses. **Journal Essential Oil Research**, v. 12, n. 4, p. 856-862, 2000.

COITINHO, R. L. B. C.; OLIVEIRA, J. V.; GONDIM JR, M. G. C.; CAMARA, C. A. G. Efeito residual de inseticidas naturais no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. em milho armazenado. **Revista Caatinga**, v. 19, n. 2, p. 18391, 2006.

CONCEICAO, D. M.; LORENZETTI, E. R.; BOCARDO, P. J.; SACRAMENTO, L. V. S.; FURTADO, E. L. Controle 'in vitro' com óleos essenciais da ferrugem do figo (*Ficus carica*) causada por *Phakopsora nishidana*. In: Encontro Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado, Fraiburgo. **Anais**, v. 2, p. 68-68, 2007.

COSTA, A. R. T.; AMARAL, M. F. Z. J.; MARTINS, P. M.; PAULA, J. A. M.; FIUZA, T. S.; TRESVENZOL, L. M. F.; PAULA, J. R.; BARA, M. T. F. Ação do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M. Perry sobre as hifas de alguns fungos fitopatogênicos. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 13, n. 2, p. 240-245, 2011.

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

DAFERERA, D. J.; ZIOGAS, B. N.; POLISSIOU, M. G. The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp., and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. **Journal of Crop Protection**, v. 22, p. 39-44, 2003.

DEUS, R. J. A.; ALVES, C. N.; ARRUDA, M. S. P. Avaliação do efeito antifúngico do óleo resina e do óleo essencial de copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 13, p. 1-7, 2011.

DIAS-ARIEIRA, C. R.; FERREIRA, L. DA R.; ARIEIRA, J. DE 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, p.228-232, 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**, v. 31, n. 2, p. 171-179, 2006.

DINIZ, S. P. S. S.; COELHO, J.S.; ROSA, G.S.; SPECIAN, V.; OLIVEIRA, R.C.; OLIVEIRA, R.R. Bioatividade do óleo essencial de *Mentha arvensis* L. no controle de fungos fitopatógenos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 10, n. 4, p. 911, 2008.

DOMINGUEZ, A.F. **La higuera**. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 1990.

DUARTE, M. C. T.; LEME, E. E.; DELARMELINA, C.; SOARES, A. A.; FIGUEIRA, G. M.; SARTORATTO, A. Activity of essential oils from Brazilian medicinal plants on *Escherichia coli*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 111, n. 2, p. 197-201, 2007.

FIGUEIREDO, M. B.; PASSADOR, M. M. Morfologia, funções dos soros e variações dos ciclos vitais das ferrugens. Artigo de revisão. **Arquivo do Instituto Biológico**, v. 75, n. 1, p. 117-134, 2008.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). FAOSTAT. Disponível em: < <http://faostat.fao.org/> >. Acesso em: 30 de mai. de 2015.

FRANZENER, G.; STANGARLIN, J. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, M. E. S. Atividade antifúngica e indução de resistência em trigo a *Bipolaris sorokiniana* por *Artemisia camphorata*. **Acta Scientiarum**, v. 25, n. 2, p. 503-507, 2003.

GALLETI, S. R.; REZENDE, J. A M. Doenças da figueira. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia. Doenças das plantas cultivadas**. 4 ed. Agronômica Ceres, São Paulo, v. 2, p. 400-405, 2005.

GARCIA, R. A.; JULIATTI, F. C.; BARBOSA, K. A. G.; CASSEMIRO, T. A. Atividade antifúngica de óleo e extratos vegetais sobre *Sclerotinia sclerotiorum*. **Bioscience Journal**, v. 28, p. 48-57, 2012.

GAYOSO, C.W.; LIMA, E. O.; OLIVEIRA, V. T.; PEREIRA, F.O.; SOUZA, E. L.; LIMA, I. O.; NAVARRO, D. F. Sensitivity of fungi isolated from onychomycosis to *Eugenia cariophyllata* essential oil and eugenol. **Fitoterapia**, v. 76, p. 247-249, 2005.

HUSEYIN, E.; SELCUK, F. Observations on the genera *Cerotelium*, *Melampsoridium* and *Pileolaria* (Uredinales) in Turkey. **Pakistan Journal of Botany**, v. 36, n. 1, p. 203-107, 2004.

IBGE. **Anuário estatístico do Brasil**. v. 72, 2012. ISSN 0100-1299. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 16 de maio de 2014.

IBGE. **Anuário estatístico do Brasil**, 2014. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/>> Acesso em: 07 de abril de 2016.

JIROVETZ, L.; BUCHBAUER, G.; SCHMIDT, E.; DENKOVA, Z.; SLAVCHEV, A.; STOVANOVA, A.; GEISLER, M. Purity, antimicrobial activities and olfactory evaluations of geraniol/nerol and various of their derivatives. **Journal of Essential Oil Research**, v. 19, n. 3, p. 288-291, 2007.

KORDALI, S.; CAKIR, A.; COTAN, R. Screening of antifungal activities of 21 oxygenated monoterpenes in vitro as plant disease control agents. **Allelopathy Journal**, v. 19, n. 2, p. 373-391, 2007.

LEAL, T. C. A. B.; FREITAS, S. P.; SILVA, J. F.; CARVALHO, A. J. C. Produção de biomassa e óleo essencial em plantas de capim cidreira (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) em diferentes idades. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 5, p. 61-64, 2003.

LIMA, G.T.; SANTOS, R. C.; CAMARA, C. A. G.; CAMARA, M. P. S.; MELO FILHO, P. A. Citronella oil inhibits cotton ramulosis in controlled conditions. **Pest Technology**, v. 2, n. 1, p. 24-27, 2008.

LORENZI, H.; MATOS, F.J. **Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 512p.

MAIORANO, J. A.; ANTUNES, L. E. C.; REGINA, M. de A.; ABRAHÃO, E.; PEREIRA, A. F. Botânica e caracterização de cultivares de figueira. **Informe Agropecuário**, v. 18, n. 188, p. 22-24, 1997.

MAPELI, N.C.; VIEIRA, M. C.; HEREDIA, N. A.; SIQUEIRA, J. M. Produção de biomassa e de óleo essencial dos capítulos florais da camomila em função de nitrogênio e fósforo. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 42-46, 2005.

MARTINAZZO, A. P.; CORREA, P. C.; MELO, E. C.; BARBOSA, F. F. 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 Medicinais**, v. 9, n. 1, p. 68-72, 2007.

MOREIRA, C. G. A.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; BONALDO, S. M.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. S. Caracterização parcial de frações obtidas de extratos de *Cymbopogon nardus* com atividade elicitora de fitoalexinas em sorgo e soja e efeito sobre *Colletotrichum lagenarium*. **Summa Phytopathologica**, v.34, n.4, p. 332-7, 2008.

MOTOYAMA, M. M.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; FIORI-TUTIDA, A. C. G.; SCAPIM, C. A. Indução de fitoalexinas em soja e em sorgo e efeito fungitóxico de extratos cítricos sobre *Colletotrichum lagenarium* e *Fusarium semitectum*. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 25, n. 2, p. 491-496, 2003.

NASCIMENTO, I. B. do; INNECCO, R.; MARCO, C. A.; MATTOS, S. H.; NAGAO, E. O. Efeito do horário de corte no óleo essencial de capim-santo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n. 2, p. 169-172, 2003.

OLIVEIRA, M. M. M.; BRUGNERA, L. C. A.; CARDOSO, M. G.; GUIMARÃES, L. G. L.; PICCOLI, R.H. Rendimento, composição química e atividade antilisterial de óleos essenciais de espécies de *Cymbopogon*. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 13, n. 1, p. 8-16, 2011.

PASSOS, J. L.; BARBOSA, L. C. A.; DEMUNER, A. J.; ALVARENGA, E. S.; SILVA, C. M.; BARRETO, R. W. Chemical characterization of volatile compounds of *Lantana camara* L. and *L. radula* Sw. and their antifungal activity. **Molecules**, v. 17, p. 11447-11455, 2012.

PERINI, V.B. de M.; CASTRO, H.G. de; SANTOS, G.R. dos; AGUIAR, R.W. de S.; LEÃO, E. U.; SEIXAS, P. T. L. Avaliação do efeito curativo e preventivo do óleo essencial do capim citronela no controle de *Pyricularia grisea*. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 2, p. 23-27, 2011.

PINHEIRO, S. O.; MELO, B.; MANCIN, C. A. **Cultura da Figueira**. Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG). Uberlândia, MG. Disponível em: <www.fruticultura.iciag.ufu.br> Acesso em: 16 de maio de 2014.

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 Medicinais**, v. 16, n. 1, p. 54-61, 2014.

RANASINGHE, L.; JAYAWARDENA, B.; ABEYWICKRAMA, K. Fungicidal activity of essential oil of *Cinnamomum zeylanicum* (L.) and *Syzygium aromaticum* (L.) L.M. Perry against crown rot and anthracnose pathogens isolated from banana. **Letters in Applied Microbiology**, v. 35, p. 208-211, 2002.

RASOOLI, I.; REZAEI, M. B.; ALLAMEH, A. Growth inhibition and morphological alterations of *Aspergillus niger* by essential oils from *Thymus eriocalyx* and *Thymus xporlock*. **Food Control**, v. 17, n. 5, p. 359-364, 2006.

REIS, T. V.; SACRAMENTO, C. K.; OLIVEIRA, R. A. Óleos essenciais extraídos dos talos e frutos do craveiro-da-Índia. In: Seminário de iniciação científica da UESC/Ciências exatas da terra e engenharias, **Anais**, v. 12, v. 284-285, Ilhéus, 2006.

RIGITANO, O. **A figueira cultivada no estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1955.

RODRÍGUEZ, F. M.; MOURELLE, J. F.; GUTIÉRREZ, Z. P. Actividad espasmolítica del extrato fluido de Matricaria (Manzanilla) en órganos aislados. **Revista cubana de Plantas Medicinales**, v. 1, n. 1, p. 19-24, 1996.

ROZWALKA, L.C.; COSTA LIMA, M. L. R. Z.; MAY DE MIO, L. L.; NAKASHIMA, T. Extratos, decoctos e óleos essenciais de plantas medicinais e aromáticas na inibição de *Glomerella cingulata* e *Colletotrichum gloeosporioides* de frutos de goiaba. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 301-307, 2008.

SATO, K.; KRIST, S.; BUCHBAUER, G. Antimicrobial effect of transcinamaldehyde, (-)-perillaldehyde, (-) citronellal, citral, eugenol and carvacrol on airborne microbes using an airwasher. **Biological and Pharmaceutical Bulletin**, v. 29, n. 11, p. 2292-2294, 2006.

SCHERER, R.; WAGNER, R.; DUARTE, M. C. T.; GODOY, H. T. Composição e atividade antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo da Índia, citronela e palmarosa. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 11, n. 4, p. 442-9, 2009.

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, p. 129-138, 2000.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. S. Uso de plantas medicinais no controle de doenças de plantas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 554-556, 2003.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R. **Extratos e óleos essenciais de plantas medicinais na indução de resistência**. In: CAVALCANTI, L. S.; DI PIERO, R. M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S. F.; RESENDE, M. L.; ROMEIRO, R. S. (Ed.). Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos. Piracicaba, FEALQ, 2005.

SEIXAS, P. T. L.; CASTRO, H. C.; SANTOS, G. R.; CARDOSO, D. P. Controle fitopatológico do *Fusarium subglutinans* pelo óleo essencial do capim-citronela (*Cymbopogon nardus* L.) e do composto citronelal. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, p. 523-526, 2011.

SILVA JÚNIOR, A. A. **Essentia Herba Plantas Bioativas**. Vol.1. Florianópolis: Epagri, 2003.

SILVA, F. C. **Efeito in vitro e in vivo dos óleos essenciais de condimentos sobre fungos que ocorrem em pós-colheita em frutos de morango e mamão**. 2008. 85p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2008.

SILVA, D. M.; BASTOS, C. N. Atividade antifúngica de óleos essenciais de espécies de *Piper* sobre *Criniphellis perniciosa*, *Phytophthora palmivora* e *Phytophthora capsici*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 143-144, 2007.

SILVA, S. R. da; RODRIGUES, K. F. D.; SCARPARE FILHO, J. A. **Propagação de árvores frutíferas**. Piracicaba: USP/ESALQ/ Casa do Produtor Rural, 2011.

SIMÃO, S. **Manual de Fruticultura**. São Paulo: Editora Ceres, 1971. 503 p.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. **Óleos voláteis**. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P. DE; MENTZ, L. A.; PETROVCK, P. R. (Eds.). Farmacognosia: da planta ao medicamento. Porto Alegre: UFRGS, 1999.

SOUZA, M. A. A.; SOUZA, S. R.; VEIGA JR, V. F.; CORTEZ, J. K. P. C.; LEAL, R. S.; DANTAS, T. N. C.; MACIEL, M. A. M. Composição química do óleo fixo de Croton cajucara e determinação das suas propriedades fungicidas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, p. 599-610, 2006.

VELOSO, R. A.; CASTRO, H. G. de; CARDOSO, D. P.; SANTOS, G. R. dos; BARBOSA, L. C. de A.; SILVA, K. P. da. Composição e fungitoxicidade do óleo essencial de capim citronela em função da adubação orgânica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 12, p. 1707-1713, 2012.

VENTUROSOSO, L. DOS R.; BACCHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L.; CONUS, L. A.; PONTIM, B. C. A.; BERGAMIN, A. C. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 1, p. 18-23, 2011.

VIEIRA, M. C.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; ZÁRATE, N. A. H.; PELISSON, N.; SANGALLI, C. M. DE S.; PAULA, M. F. dos S. Desinfecção das mudas com óleo de

eucalipto na produção e controle de doenças da mandioquinha-salsa. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 421-432, 2011.

WONG, K. K. Y.; SIGNAL, F. A.; CAMPION, S. H.; MOTION, R. L. Citronella as an insect repellent in food packaging. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 4633-4636, 2005.

YOKOMIZO, N. K. S.; NAKAOKA-SAKITA, M. Atividade antimicrobiana e rendimento do óleo essencial de *Pimenta pseudocaryophyllus* var. *pseudocaryophyllus* (Gomes) Landrum, Myrtaceae. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 16, n. 3, p. 513-520, 2014.

CAPÍTULO 1. GERMINAÇÃO DE UREDÓSPOROS DE *Cerotelium fici* SOB DIFERENTES TEMPERATURAS E FOTOPERÍODOS *in vitro*

RESUMO

O fungo *Cerotelium fici* (Cast.) Arth. é o agente causal de ferrugem na cultura do figo, doença que causa desfolha prematura, podendo provocar danos significativos na produtividade de plantas de figo. Conhecer as condições ambientais mais favoráveis para a infecção do patógeno sobre o hospedeiro é fator primordial para a criação de estratégias de controle. O presente trabalho tem por objetivo avaliar a influência da temperatura e do fotoperíodo na germinação de uredósporos de *C. fici in vitro*. Após a obtenção da suspensão de esporos a partir de folhas infectadas de figo, foram testadas cinco temperaturas (10, 20, 23, 30 e 35°C) em câmara do tipo BOD. A suspensão de esporos foi depositada em placas de Petri acomodadas em caixas plásticas tipo gerbox contendo papel filtro umedecido com 20 mL de água esterilizada, em dois experimentos. No primeiro, foram depositadas três gotas equidistantes de 10 µL da suspensão de esporos de *C. fici* na concentração 10^4 esporos mL⁻¹, em cada placa. Já no experimento 2, foi colocado 1 mL de suspensão de esporos no centro da placa. A avaliação da germinação consistiu na contagem dos 100 primeiros uredósporos encontrados em cada gota. O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, com nove repetições para o experimento 1 e 5 repetições para o experimento 2. Após a determinação da melhor temperatura, a germinação dos uredósporos foi avaliada em diferentes fotoperíodos (12 horas de luz *versus* escuro contínuo) e quantidade de suspensão de esporos diferentes (0,5 mL ou 1 mL), em experimento fatorial 2 x 2 (2 fotoperíodos x 2 quantidades de suspensão de esporos), com seis repetições. A temperatura ótima para a germinação dos uredósporos de *Cerotelium fici* foi de 23,84°C para o primeiro experimento, e 20,84°C para o segundo experimento. O fotoperíodo de 12 horas proporcionou menores porcentagens de germinação de esporos do que o escuro contínuo. A germinação dos esporos foi favorecida pelo aumento da quantidade de suspensão de 0,5 mL para 1 mL, devido ao secamento da gota de suspensão quando as quantidades são menores.

Palavras-chave: condições ambientais, esporos, ferrugem do figo

ABSTRACT

The fungus *Cerotelium fici* (Cast.) Arth. is the causal agent of rust on the fig tree, a disease that causes premature defoliation, which can cause significant losses to the productivity of fruits of fig. Knowing the most favorable environmental conditions for the pathogen infection of the host is a key factor for the creation of control strategies. This study aims to evaluate the influence of temperature and photoperiod on germination fig rust urediniospores (*C. fici*) in vitro. After obtaining the spore suspension from infected leaves fig five temperatures were tested (10, 20, 23, 30 and 35°C) in BOD. The spore suspension was placed in Petri dishes accommodated in gerbox plastic boxes containing filter paper moistened with 20 mL of sterile water in two experiments. In the first three equidistant were deposited drops of 10 µL of the suspension of spores of *C. fici* in 10⁴ mL⁻¹ concentration spores in each plate. In the experiment 2, was added 1 mL spore suspension in the center of the plate. The evaluation of germination was the count of 100 urediniospores found in every drop. The experimental design was completely randomized (DIC) with nine replicates for the experiment 1 and 5 reps for the experiment 2. After the germination of urediniospores was assessed in different photoperiod (12 hours of light versus continuous darkness) and amount of suspension different spores (0.5 mL or 1 mL), in 2 x 2 factorial design with six replicates. The optimum temperature for germination of urediniosporal *Cerotelium fici* was between 20 and 30°C. The 12-hour photoperiod provided smaller spore germination percentages than the continuous darkness. Germination of spores was favored by increasing the amount of suspension 0.5 mL to 1 mL, probably because the drying hanging drop when the amounts are lower.

Key-words: environmental conditions, fig rust, spores

1 INTRODUÇÃO

A ferrugem do figo é causada pelo fungo *Cerotelium fici* (Cast.) Arth. é uma doença cosmopolita, que pode causar total desfolha em 20 a 30 dias, provocando danos de até 80% na produção de frutos. É a maior causa de perdas na cultura do figo (PASTORE et al., 2015). Sob condições ambientais favoráveis, a ferrugem pode causar desfolha prematura em pomares de figo (GALLETI; REZENDE, 2005). Além disso, a doença afeta o processo fotossintético através da retirada de nutrientes pelo fungo, assim como pela destruição da área foliar decorrente da formação das pústulas ou pela própria desfolha (BEDENDO, 2005).

A ausência de controle desta doença interfere negativamente na produtividade e na qualidade dos frutos de figo, segundo Mezzalira et al. (2015).

A deposição do uredósporo pelo vento sobre a folha da figueira caracteriza o monociclo, ou seja, o primeiro ciclo da infecção do patógeno na interação patógeno-hospedeiro. Detalhar esta etapa é de grande importância para o conhecimento da doença, bem como para criar estratégias de controle (BEDENDO, 2005). Após a deposição na folha, fatores ambientais podem influenciar a germinação dos uredósporos, como temperatura e umidade, entre outros. No caso das ferrugens, esta fase é considerada crítica, sendo tais informações úteis para estudos sobre epidemiologia e manejo das doenças (GILLES; KENNEDY, 2003).

Após os processos de germinação e penetração, os eventos relacionados com a colonização finalizam o monociclo, ou seja, o primeiro contato entre o patógeno e o hospedeiro até a morte da lesão, constituindo o ciclo de infecção, sendo importante o conhecimento destas etapas (BERGAMIM; AMORIM, 2011).

Sendo assim, conhecer as condições climáticas que favorecem o desenvolvimento do patógeno e o processo de infecção torna-se importante para se determinar estratégias de controle da doença. O presente trabalho tem por objetivo avaliar a influência da temperatura e do fotoperíodo na germinação de uredósporos de ferrugem da figueira *in vitro*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A cultura do figo (*Ficus carica* L.) pertence à família Moraceae, com maior interesse para jardinagem e cultivo de frutos *in natura* (DOMINGUEZ, 1990). O gênero caracteriza-se por apresentar flores unissexuais que se encontram dentro do sicônio, que se desenvolve sem fecundação (MAIORANO et al., 1997; PINHEIRO; MELO; MANCIN, 2014).

A figueira é considerada uma planta de clima temperado, porém com ampla adaptação a diferentes climas e solos, podendo ser cultivada em regiões tropicais e subtropicais (SILVA; RODRIGUES; SCARPARE FILHO, 2011).

Entre as diversas doenças que podem ser associadas à cultura, destaca-se a ferrugem, causada pelo fungo *C. fici*. Esta doença causa perdas expressivas em todas as regiões produtoras de figo do Brasil, especialmente em condições favoráveis ao seu desenvolvimento (EMBRAPA, 2006).

As ferrugens podem apresentar diferentes estruturas esporogênicas, com esporos de diferentes morfologias e funções, produzidas nos diversos estágios ou fases de seus ciclos vitais (CUMMINS; HIRATSUKA, 1983). Sobre as estruturas de *C. fici*, as uredínias na parte inferior das folhas são espalhadas, pequenas, vesiculosas, de coloração marrom e cobertas pela epiderme, a qual se rompe pelo poro central, circundadas por paráfises curvadas marrons empalidecidas. Os uredósporos são de coloração amarela, amplamente elipsóides ou oblongo-globulosos. Os télios, quando estão presentes, caracterizam-se por estarem dispersos e serem muito pequenos, na face inferior da folha. Os teliósporos são formados por cadeias de 2-7 esporos angular-esféricos, amplamente elipsóides ou oblongos, com paredes hialinas e lisas (HUSEYIN; SELCUK, 2004). Porém, Galleti e Rezende (2005) observam que os teliósporos ainda não foram observados nas condições brasileiras.

O agente causal da ferrugem é um parasita obrigatório, que pode parasitar também outras espécies da família Moraceae, como por exemplo, amoreira (*Morus alba* L.) (AGRIOS, 2005).

O ciclo da ferrugem da figueira começa com a deposição dos uredósporos sobre a superfície da folha, depois de dispersos pelo vento. A interação leva ao surgimento do sintoma típico da doença e os eventos que ocorrem entre a deposição e a formação de novos uredósporos constituem um único ciclo de infecção, ou o monociclo (BEDENDO, 2005). A doença é definida como policíclica, ou seja, o fungo *C. fici* pode apresentar vários ciclos primários durante o ciclo anual da figueira (AGRIOS, 2005).

As condições ambientais consideradas mais favoráveis ao desenvolvimento da ferrugem da figueira são temperaturas acima de 22°C e umidade relativa do ar acima de 80% (EMBRAPA, 2006). Czaja (2014), avaliando porcentagem de germinação de uredósporos em diferentes temperaturas *in vitro*, após 24 horas de incubação, obteve como temperatura ótima para germinação a de 25,49° C, e as temperaturas de 26 e 28°C apresentaram menor período de incubação (6 dias).

A luz também pode ser considerada um fator ambiental importante para o desenvolvimento das ferrugens, normalmente exercendo influência negativa na germinação dos esporos (PIZA; RIBEIRO, 1988; NARUZAWA et al., 2006; COSTA et al., 2011). Porém, algumas ferrugens, como a ferrugem da teca (*Tectona grandis* L.), *Olivea tectonae* Thirum., não apresentam influência do fotoperíodo na germinação dos esporos, que se mostraram capazes de germinar tanto na presença quanto na ausência de luz (HACKBARTH et al., 2014).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 OBTENÇÃO E PREPARO DA SUSPENSÃO DE UREDÓSPOROS DE *Cerotelium fici*

As folhas de figueira com sintomas de ferrugem (Figura 1) foram coletadas no pomar conduzido sob sistema orgânico da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), no Paraná. As folhas foram trazidas ao laboratório de Fitopatologia da UEPG e raspadas com pincel para obtenção dos uredósporos para preparo da suspensão. A suspensão de uredósporos foi preparada com água destilada esterilizada e Tween 20 (1 gota 1000 mL⁻¹). A suspensão foi ajustada para a concentração de 10⁴ esporos mL⁻¹, com auxílio da câmara de Neubauer.

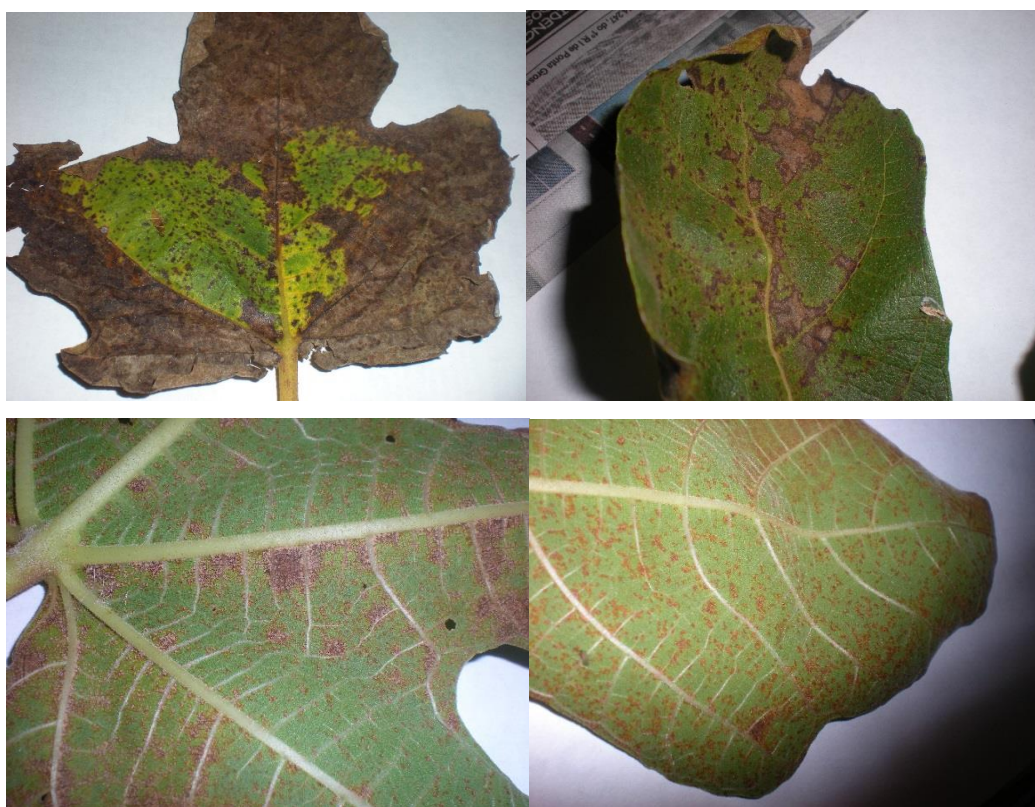


Figura 1. Folhas de figo (*Ficus carica*) utilizadas para a coleta de esporos de *Cerotelium fici* para o experimento 1. Fonte: o autor (2012)

3.2 GERMINAÇÃO DE UREDÓSPOROS DE *Cerotelium fici* SOB DIFERENTES TEMPERATURAS

Foram testadas duas formas diferentes de contagem de uredósporos germinados. No experimento 1 (abril de 2012), foram depositadas três gotas equidistantes de 10 µL da suspensão de esporos de *C. fici* na concentração 10⁴ esporos mL⁻¹, em cada placa de petri. Já

no experimento 2 (dezembro de 2012), foi colocado 1 mL de suspensão de esporos no centro da placa, com o intuito de evitar o secamento da gota antes da germinação dos esporos, como aconteceu no primeiro experimento.

Em ambos experimentos, as placas abertas foram acomodadas em caixas plásticas tipo gerbox contendo papel filtro umedecido com 20 mL de água esterilizada, e mantidas em câmara tipo BOD nas temperaturas: 10, 20, 23, 30 e 35°C durante 48 horas, sob escuro contínuo (SOARES; LOURENÇO; AMORIM, 2008). Após 48 horas, a germinação dos uredósporos foi interrompida com a adição de 20 µL de lactofenol de Amann à gota de suspensão fúngica. A avaliação da germinação consistiu na contagem dos 100 primeiros uredósporos encontrados em cada gota, sendo considerado uredósporos germinado aquele que possuía tubo germinativo de tamanho igual ou superior ao seu comprimento.

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado (DIC). Considerando-se como repetição, para o experimento 1, três placas para cada temperatura, contendo cada placa três gotas da suspensão fúngica, totalizando assim nove repetições por tratamento. Para o experimento 2, foram utilizadas 5 repetições, ou seja, 5 placas por tratamento.

3.3 GERMINAÇÃO DE UREDÓSPOROS DE *Cerotelium fici* SOB DIFERENTES FOTOPERÍODOS

As placas contendo a suspensão de esporos descrita anteriormente foram colocadas em temperatura constante de 20°C, em caixas tipo gerbox com papel filtro umedecido, a fim de avaliar a germinação dos uredósporos em fotoperíodo de doze horas e em escuro contínuo, com a utilização de 0,5 mL ou 1 mL de suspensão de esporos na concentração 10^4 esporos mL^{-1} no centro da placa, constituindo um experimento fatorial de 2 x 2 (2 fotoperíodos x 2 quantidades de suspensão de esporos), com 6 repetições, em delineamento inteiramente casualizado (DIC).

Interrompeu-se a germinação dos uredósporos após 48 horas com lactofenol de Amann e foi realizada a contagem dos esporos germinados entre os 100 primeiros esporos encontrados. Em cada placa foram realizadas três contagens.

3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística pelo programa Sasm-Agri® (CANTERI et al., 2001), primeiramente por meio de teste de F, com a transformação dos

dados por $\arcsen \sqrt{x/100}$. Quando os resultados revelaram existir diferenças estatísticas significantes entre médias de tratamentos, foi realizada a análise de regressão para as temperaturas, determinando o ponto de máximo das curvas, ou no caso do fotoperíodo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 GERMINAÇÃO DE UREDÓSPOROS DE *Cerotelium fici* SOB DIFERENTES TEMPERATURAS

Todas as análises de variância e testes de F estão apresentados em Anexo (Anexos 1 a 3).

A germinação dos uredósporos foi considerada baixa para todas as temperaturas estudadas, a porcentagem máxima obtida foi de 15% em 20°C. Isso pode ser relacionado com a idade variada das pústulas obtidas no campo para a realização do experimento, assim como a característica biotrófica do patógeno envolvido. Diversos autores encontraram diferentes níveis de germinação de uredósporos de ferrugem *in vitro*. Salustiano et al. (2006), trabalhando com *C. fici* e outras ferrugens, obtiveram para este patógeno, germinação de 31%, após 48 horas de incubação das placas de Petri. Já Zambenedetti et al. (2007), observaram germinação entre 87 a 90% para a ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd), e Capucho et al. (2011), de 76% para ferrugem do café (*Hemileia vastatrix* Berk & Br).

As porcentagens de germinação deste experimento variaram de 0 a 15% no primeiro experimento, fato este que pode ser explicado pelo secamento das gotas na placa de Petri, dificultando a germinação dos esporos. Já para o experimento 2, onde foi utilizada maior quantidade de suspensão de esporos, passando de 10 µL para 1 mL, observou-se uma porcentagem de germinação variando de 5 a 54%. Nos dois casos, o teste de F mostrou significância entre as temperaturas a 1%, o que possibilitou a utilização do teste de Regressão.

As curvas da análise de regressão, (Figura 2), mostram a mesma tendência nos dois experimentos, ou seja, a temperatura ótima para a germinação dos uredósporos situou-se entre 20 e 30° C.

No experimento 1 (Figura 2), a temperatura de 20°C apresentou as maiores porcentagens de germinação, com média de 9,5% dos esporos germinados. A menor taxa de germinação foi encontrada na temperatura de 35°C, com apenas 1% dos esporos germinados. O ponto de máximo da curva calculado foi o de 23,84°C.

Devido às dúvidas que surgiram quanto ao secamento da gota e à época de coleta das folhas, foi realizado o segundo experimento, onde utilizou-se gotas de maior volume (1 mL de suspensão de esporos), além da coleta ter sido realizada na primeira fase de desenvolvimento da doença, em dezembro de 2012, visto que a planta de figo é uma espécie caducifólia, e

começaram a aparecer sinais da doença após o crescimento das primeiras folhas, no verão. Possivelmente, a associação destes dois fatores acarretou em maiores porcentagens de germinação em todos os tratamentos (Figura 2), com médias de 41% para a temperatura de 20°C e de 8,8% para a menor germinação, na temperatura de 10°C. Neste caso, o ponto de máximo ficou em 20,84° C.

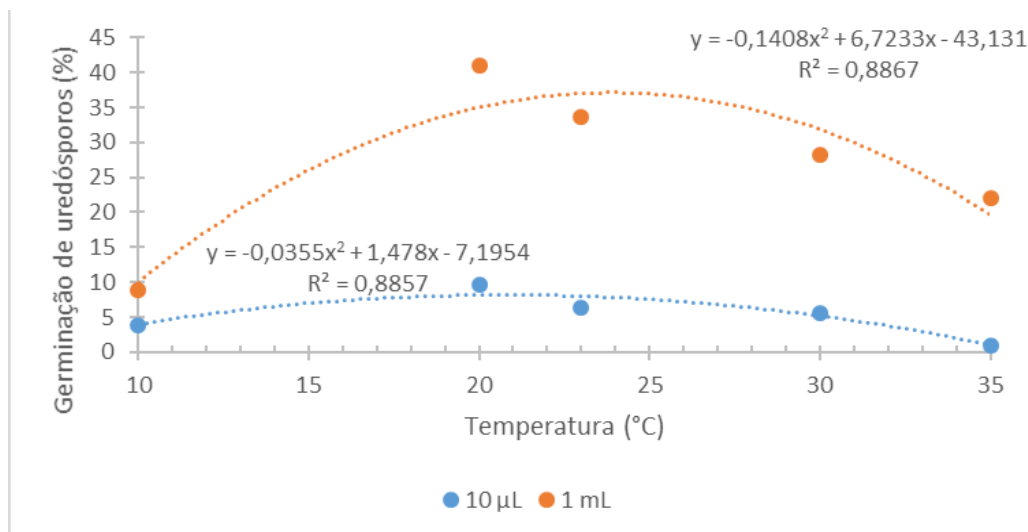


Figura 2. Germinação (%) de uredósporos de *Cerotelium fici* em cinco diferentes temperaturas, sob escuro contínuo, em microgotas de 10 µL (experimento 1) e de 1 mL (experimento 2) da suspensão de esporos na concentração 10^4 esporos mL^{-1} . UEPG, Ponta Grossa, PR, 2012. (**Dados originais, para análise os dados foram transformados em $\arcsin\sqrt{x/100}$).

Estes resultados concordam com a descrição da Embrapa (2006), que diz que a doença se torna severa em temperaturas acima de 22°C e umidade relativa do ar acima de 80%. Também para Czaja (2014), a temperatura ótima para germinação de *C. fici*, foi de 25,49°C, avaliando porcentagem de germinação de uredósporos em diferentes temperaturas *in vitro*, após 24 horas de incubação. No mesmo trabalho, quando avaliada a germinação de uredósporos em folhas destacadas, as temperaturas de 26 e 28°C apresentaram menor período de incubação (6 dias), seguidos posteriormente pelas temperaturas de 24 e 25°C (7 dias), assim como os maiores números médios de pústulas foram observados a 24 e 25°C (583,5 e 571,5 pústulas $3,18 \text{ cm}^{-2}$ de área foliar, respectivamente), mostrando o favorecimento destas temperaturas a este patógeno.

4.2 GERMINAÇÃO DE UREDÓSPOROS DE *Cerotelium fici* SOB DIFERENTES FOTOPERÍODOS

As placas mantidas em temperatura constante, porém em diferentes fotoperíodos e quantidades de suspensão mostraram diferenças estatisticamente significativas na

porcentagem de germinação de uredósporos de *C. fici* (Tabela 1). O teste de F mostra diferenças estatísticas nas avaliações do fator 1 (fotoperíodo) e do fator 2 (quantidades de suspensão), porém a interação entre os dois não foi significativa.

Pode-se observar que o fotoperíodo de 12 horas proporcionou menores porcentagens de germinação de esporos do que o escuro contínuo (Tabela 1), o que corrobora com os resultados de diferentes autores a respeito de vários agentes causais de ferrugens. Para Blum (2009), avaliando a germinação de uredosporos de *P. pachyrhizi*, agente causal da ferrugem asiática da soja, na ausência de luz observou-se as germinações máximas e os máximos comprimentos dos tubos germinativos. Porém, a exposição à luz contínua não inibiu, totalmente, a germinação e nem o crescimento dos tubos germinativos dos uredósporos. Para o mesmo fungo, *P. pachyrhizi*, Furtado et al (2009), também concluíram que este mostra-se apto a causar infecção tanto na luz quanto no escuro. Zambenedetti et al. (2007) avaliando diferentes métodos de armazenamento na viabilidade de uredósporos de *P. pachyrhizi*, determinaram a germinação após período de incubação de quatro horas, a 25°C e na ausência de luz.

Tabela 1. Germinação (%) de uredósporos de *Cerotelium fici* em diferentes fotoperíodos a 20° C, em gotas de 0,5 mL e de 1 mL da suspensão de esporos na concentração 10⁴ esporos mL⁻¹. UEPG, Ponta Grossa, 2012.

Fator 1	Germinação (%)	Fator 2	Germinação (%)
Fotoperíodo de 12 horas	9,33** b*	0,5 mL	9,00 b*
Escuro contínuo	14,16 a	1 mL	14,50 a

*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. **Dados originais, para análise os dados foram transformados em $\arcsin \sqrt{x/100}$

Para a maioria das ferrugens, a luz se apresenta como fator de inibição na germinação dos uredósporos, exercendo influência negativa, como no caso de esporos de *Puccinia psidii* Winter, que apresentam maior germinação em condições de temperaturas amenas de 18°C associadas à ausência de luz por cerca de 8 (oito) horas (PIZA; RIBEIRO, 1988).

Analizando a germinação de esporos de *Olivea tectonae*, agente causal da ferrugem da teca (*Tectona grandis*), Hackbarth et al. (2014), concluíram que o fotoperíodo influenciou pouco no índice de germinação de esporos, e estes mostraram-se capazes de germinar tanto na presença quanto na ausência de luz.

Naruzawa et al. (2006), observando a germinação de uredósporos de *Phakopsora euvtis* Ono para avaliar o efeito da luz (claro e escuro) e da temperatura (5, 10, 15, 20 25, 30 35 e 40°C), observaram que as maiores porcentagens ocorreram na condição ausência de luz, até chegar à temperatura de 25°C, acima desta temperatura o regime de luz foi indiferente.

Costa et al. (2011) relataram máxima germinação de uredósporos de *Puccinia substriata* var. *penicillariae* Ellis & Barthol., a 17,5°C na condição de ausência de luz.

5 CONCLUSÃO

A temperatura ótima para a germinação dos uredósporos de *Cerotelium fici* foi de 23,84°C para o primeiro experimento, e 20,84°C para o segundo experimento.

O fotoperíodo de 12 horas proporcionou menores porcentagens de germinação de esporos do que o escuro contínuo.

A germinação dos esporos foi favorecida pelo aumento da quantidade de suspensão de 0,5 mL para 1 mL, pelo secamento da gota de suspensão quando as quantidades são menores.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5th. Ed. Elsevier Academic Press, Amsterdam, 2005.

BEDENDO, I. P. Ferrugens. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia, Doenças das plantas cultivadas**. 4 ed. Agronômica Ceres, São Paulo, v. 2, p. 872-880, 2005.

BERGAMIM, A.; AMORIM, L. Epidemiologia de doenças de plantas. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia, Doenças das plantas**. 5 ed. Agronômica Ceres, São Paulo, v. 1, p. 90-97, 2011.

BLUM, M. M. C. **Sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas**. 2009, 109 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2009.

CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C. V. SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v. 1, n. 2, p. 18-24, 2001.

CAPUCHO, A. S.; ZAMBOLIM, L.; CABRAL, P. G., ZAMBOLIM, E. M., CAIXETA, E. T. Germinação e infecção da ferrugem em cafeeiro Conilon sob diferentes temperaturas e molhamentos foliares. **VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. Araxá, MG, p. 1-6, 2011.

COSTA, A. R. T.; AMARAL, M. F. Z. J.; MARTINS, P. M.; PAULA, J. A. M.; FIUZA, T. S.; TRESVENZOL, L. M. F.; PAULA, J. R.; BARA, M. T. F. Ação do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M. Perry sobre as hifas de alguns fungos fitopatogênicos. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 13, n. 2, p. 240-245, 2011.

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

CZAJA, E. A. R. **Monociclo, progresso temporal e estudos sobre o dano da ferrugem da figueira**. 2014, 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

DOMINGUEZ, A.F. **La higuera**. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 1990.

EMBRAPA. Doenças da figueira no Estado do Ceará. **Circular Técnica 26**. Fortaleza, CE. 2006.

FURTADO, G. Q.; ALVES, S. A. M.; GODOY, C. V.; SALATINO, M. L. F.; MASSOLA JÚNIOR, N. S. Influência da luminosidade e da camada de cera epicuticular de superfícies de folhas de soja na infecção de *Phakopsora pachyrhizi*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, n. 5, p. 306-312, 2009.

GALLETI, S. R.; REZENDE, J. A. M. Doenças da figueira. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia, Doenças das plantas cultivadas**. 4 ed. Agronômica Ceres, São Paulo, v. 2, p. 400-405, 2005.

GILLES, T.; KENNEDY, R. Effects of an interaction between inoculums density and temperature on germination of *Puccinia allii* urediniospores and leek rust progress. **Phytopathology**, St. Paul, v. 93, p. 413-420, 2003.

HACKBARTH, A. C.; BONALDO, S. M.; TRENTO, R. A.; RIBEIRO, A. S. Influência da concentração, do fotoperíodo e da temperatura de armazenamento na germinação de urediniosporos de *Olivea tectonae*. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 2, p. 340-348, Mar./Apr. 2014.

HUSEYIN, E.; SELCUK, F. Observations on the genera *Cerotelium*, *Melampsorium* and *Pileolaria* (Uredinales) in Turkey. **Pakistan Journal of Botany**, vol 36, n 1, 2004.

MAIORANO, J. A.; ANTUNES, L. E. C.; REGINA, M. de A.; ABRAHÃO, E.; PEREIRA, A. F. Botânica e caracterização de cultivares de figueira. **Informe Agropecuário**, v. 18, n. 188, p. 22-24, 1997.

MEZZALIRA, E. J.; PIVA, A. L.; NAVA, G. A.; PAULUS, D.; SANTIN, A. Controle da ferrugem e da broca-dos-ramos da figueira com diferentes fungicidas e inseticidas. **Revista Ceres**, v. 62, n. 1, p. 44-51, 2015.

NARUZAWA, E. S.; CELOTO, M. I. B.; PAPA, M. F. S.; TOMQUELSKI, G. V.; BOLIANI, A. C. Estudos epidemiológicos e controle químico de *Phakopsora euveitidis*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 041-045, 2006

PASTORE, R. L.; BOFF, P.; GOLINSKI, N. G.; BOFF, M. I. C. Resistência de figueiras “crioulas” à ferrugem sob sistema orgânico de cultivo. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2015.

PINHEIRO, S. O.; MELO, B.; MANCIN, C. A. **Cultura da Figueira**. Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG). Uberlândia, MG. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br>>. Acesso em: 16 de maio de 2014.

PIZA, S. M. T.; RIBEIRO, I. J. A. Influência da luz e da temperatura na germinação de uredósporos de *Puccinia psidii*. **Bragantia**, Campinas, v. 47, n. 1, p. 75-78, 1988.

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. **Nota Técnica**, Lavras, v. 12, n. 2, p. 189-193, 2006.

SILVA, S. R. da; RODRIGUES, K. F. D.; SCARPARE FILHO, J. A. **Propagação de árvores frutíferas**. Piracicaba: USP/ESALQ/ Casa do Produtor Rural, 2011.

SOARES, A. R.; LOURENÇO, S. A.; AMORIM, L. Infecção de goiabas por *Colletotrichum gloeosporioides* e *Colletotrichum acutatum* sob diferentes temperaturas e períodos de molhamento. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 33, p. 265-272, 2008.

ZAMBENEDETTI, E. B.; ALVES, E.; POZZA, E. A.; ARAÚJO, D. V. Germinação de urediniósporos de *Phakopsora pachyrhizi* em diferentes métodos de armazenamento. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 1, p. 83-85, 2007.

ANEXOS

Anexo 1. Análise de variância e teste de F do experimento 1. Ponta Grossa, UEPG, 2012.

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Tratamentos	4	0,250218	0,062554	24,1221	2,605959	3,828209	significativo (1%)
Resíduo	40	0,10373	0,002593				
Total	44	0,353948					
C.V. (%)	23,63019						

Anexo 2. Análise de variância e teste de F do experimento 2. Ponta Grossa, UEPG, 2012.

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)	
Tratamentos	4	0,46130	0,115327	37,17483	2,866062	4,430577	significativo (1%)
Resíduo	20	0,06204	0,003102				
Total	24	0,52335					
C.V. (%)	10,49147						

Anexo 3. Análise de variância e teste de F do experimento 3. Ponta Grossa, UEPG, 2012.

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F		
Fator 1 (F1)	1	71,5753	71,5753	7,4663*	significativo (5%)	
Fator 2 (F2)	1	95,5181	95,5181	9,9638*	significativo (5%)	
Int F1xF2	1	37,5818	37,5818	3,9203	Ns	
Tratamentos	3	204,6752	68,2250	7,1168	significativo (5%)	
Resíduo	8	76,6920	9,5865			
Total	11	281,3673				
C.V. (%)	15,86					

CAPÍTULO 2. ÓLEOS ESSENCIAIS EXTRAÍDOS DE PLANTAS PARA INIBIÇÃO DA GERMINAÇÃO DE UREDÓSPOROS DE *Cerotelium fici* *in vitro*

RESUMO

Foram testadas diferentes concentrações de óleos essenciais extraídos de plantas para inibição da germinação de uredósporos de *Cerotelium fici* (Cast.) Arth. As folhas de figueira infectadas foram coletadas no pomar conduzido sob sistema orgânico, obtendo-se uma suspensão de esporos na concentração 10^4 esporos mL^{-1} . Foram preparadas placas de poliestireno com 10 mL de meio de cultura ágar-água a 2%, onde foi depositado 1 mL de solução de cada concentração de cada óleo essencial, a fim de avaliar a germinação dos uredósporos. Em um primeiro momento, foram avaliadas as concentrações de 1, 10, 100 e 1000 ppm de óleo essencial, em duas repetições de experimento. Depois, avaliou-se as concentrações de 5, 10, 15 e 20 ppm dos mesmos óleos essenciais, também em duas repetições do experimento. Os óleos essenciais utilizados foram os de alecrim, alfazema, camomila, canela, capim limão, citronela, coentro, cravo da índia, erva cidreira, erva doce, eucaliptos, gengibre, hortelã, laranja, lima, manjerição, melaleuca, orégano e tomilho. Utilizando concentrações de 0 a 1000 ppm de cada óleo, destacaram-se os óleos de canela, orégano, alecrim, citronela, capim limão, alfazema, coentro e cravo da índia com efeitos superiores aos demais na inibição da germinação de uredósporos. A testemunha apresentou as maiores porcentagens de germinação de esporos, diferente de todos os óleos utilizados, o que demonstra que na média das concentrações de 1 a 1000 ppm, todos os óleos apresentaram algum efeito inibitório na germinação de uredósporos de ferrugem. Concentrações maiores de óleo essencial apresentam melhor controle da germinação dos uredósporos de ferrugem. Nas concentrações de 5 a 20 ppm, o melhor controle da germinação de esporos foi constatado com óleo de canela, seguido dos óleos de capim limão e alfazema, diferindo dos óleos de manjerição, erva doce, hortelã, coentro, lima, camomila, melaleuca, citronela, gengibre e alecrim. Os óleos de cravo da índia, orégano, erva cidreira, tomilho, laranja e eucaliptos nestas concentrações não diferiram estatisticamente da testemunha no primeiro experimento, porém no segundo experimento, todos os óleos diferiram da testemunha, o que mostra, neste caso, que mesmo em concentrações baixa de óleo, houve algum tipo de efeito na germinação dos uredósporos de ferrugem.

Palavras-chave: controle alternativo, ferrugem da figueira, produtos alternativos

ABSTRACT

Different concentrations of essential oils extracted from plants for inhibition of germination urediniosporal *Cerotelium fici* were tested. The infected fig leaves were collected in the orchard conducted under the body system to yield a spore suspension at a concentration 10^4 espores mL^{-1} . Polystyrene plates were prepared with 10 ml of water-agar culture 2%, which was deposited 1 ml solution of each concentration of each essential oil in order to evaluate the germination of urediniospores. At first, the concentrations were evaluated 1, 10, 100 and 1000 ppm of essential oil in two repetitions of the experiment. Then we assessed concentrations of 5, 10, 15 and 20 ppm of these essential oils also into two repetitions of the experiment. The essential oils used were those of rosemary, lavender, chamomile, cinnamon, lemon grass, lemongrass, coriander, clove, lemongrass, fennel, eucalyptus, ginger, mint, orange, lime, basil, melaleuca, oregano and thyme. Using concentrations from 0 to 1000 ppm of each oil, we highlight the cinnamon oil, oregano, rosemary, citronella, lemongrass, lavender, coriander and cloves with effects superior to others in inhibiting urediniosporal germination. The witness showed the highest spore germination percentages, different from all the oils used, which shows that the average concentrations of 1-1000 ppm, all oils had some inhibitory effect on germination of rust urediniospores. essential oil higher concentrations have better control of germination of rust urediniospores. In concentrations of 5-20 ppm, better control of spore germination was carried out by Cinnamon oil, followed by lemon grass oil and lavender, differing from basil oil, fennel, mint, cilantro, lime, chamomile, melaleuca, lemongrass, ginger and rosemary. Clove oil, oregano, lemon balm, thyme, orange and eucalyptus trees at these concentrations did not differ statistically from the witness in the first trial, but in the second experiment, all oils differ from the control, which shows in this case that even at low concentrations oil, there was some kind of effect on germination of rust urediniospores.

Key-words: alternative control, fig rust, alternative products

1 INTRODUÇÃO

A ferrugem (*Cerotelium fici* (Cast.) Arth.) é considerada a doença de maior importância da cultura do figo (*Ficus carica* L), e se encontra difundida por todas as áreas de cultivo. É uma ameaça grave e constante e, se não for controlada, pode ocasionar prejuízo de 50% ou mais na produção (PINHEIRO; MELO; MANCIN, 2014).

Com relação ao controle empregado, diferentes fungicidas podem ser utilizados, porém, a crescente resistência dos microorganismos patogênicos frente aos produtos sintéticos intensifica a procura por novos agentes antimicrobianos, a partir de plantas (AMARAL; BARA, 2005). A estratégia da agricultura tende a buscar métodos alternativos de controle, com objetivo de causar menos danos ao ambiente e a saúde humana. Existe potencial de óleos e extratos obtidos a partir de plantas medicinais para o controle de fitopatógenos (BAUTISTA-BAÑOS et al., 2003).

Diversos trabalhos apresentam o controle fitossanitário com a utilização de óleos essenciais ou extratos botânicos como opção relevante no controle de bactérias e fungos fitopatogênicos (CARVALHO et al., 2008; SILVA et al., 2010; DEMUNER et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2011; VELOSO et al., 2012).

Segundo Veloso et al. (2014), óleos essenciais são misturas complexas que podem conter mais de uma centena de compostos orgânicos. Seus constituintes químicos pertencem à diversas classes de compostos, com maior ênfase aos terpenos e fenilpropenos, metabólitos derivados da rota do ácido chiquímico (GONÇALVES et al., 2003; CASTRO et al., 2010).

Com relação aos fungos, a inibição do desenvolvimento pode ser relacionada tanto com a sua ação direta, por inibir crescimento micelial e a germinação de esporos, quanto pela indução de resistência a diversos patógenos (SCHWAN-ESTRADA; STANGARLIN; CRUZ, 2003; SCHWAN-ESTRADA; STANGARLIN, 2005; DEUS; ALVES; ARRUDA, 2011; PERINI et al., 2011; SEIXAS et al., 2011; GARCIA et al., 2012; PASSOS et al., 2012, VELOSO et al., 2012)

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes óleos essenciais extraídos de plantas na germinação de uredósporos de ferrugem da figueira *in vitro*, em diferentes concentrações.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A ferrugem, causada por *Cerotelium fici*, é uma importante doença da cultura do figo, que pode ocasionar grandes danos a produtividade e qualidade de frutos (PINHEIRO; MELO; MANCIN, 2014).

O inóculo da doença permanece de um ciclo para outro no pomar em folhas remanescentes sobre a planta ou caídas recentemente. A disseminação se dá por ação dos ventos e de respingos de chuva (GALLETI; REZENDE, 2005).

A dispersão acontece através de uredósporos produzidos na parte inferior das folhas, elipsóides ou oblongo-globulosos, de coloração amarela (HUSEYIN; SELCUK, 2004). Teliósporos ainda não foram observados nas condições brasileiras (GALLETI; REZENDE, 2005). A doença é policíclica, ou seja, apresenta vários ciclos primários de infecção durante o ciclo anual do figo (AGRIOS, 2005).

O controle da ferrugem pode ser feito primeiro através de tratamentos de inverno, poda, eliminação da fonte de inóculo primário, ou pulverizações com calda-sulficálcica ou bordalesa, ou através de controle químico com fungicidas, como aqueles a base de cobre insolúvel ou outros (SREEKANTAPPA; NAIK, 2004; PINHEIRO; MELO; MANCIN, 2014).

Como controle alternativo para a ferrugem, foram testados diferentes óleos essenciais (palma-rosa - *Cymbopogon Martini* Stapf, limão - *Citrus limonum* L., cravo da índia - *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M. Perry, eucalipto - *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. e hortelã - *Mentha piperita* L.) por Conceição et al. (2007). Todos os tratamentos proporcionaram bons resultados.

Pesquisas com plantas medicinais podem contribuir na busca de novos ativos, a fim de substituir o uso de agrotóxicos. Dentre esses produtos, os óleos essenciais apresentam baixa toxicidade a mamíferos e são amplamente testados no controle de fitopatógenos em diferentes culturas (DAFERERA et al., 2003; BASTOS; ALBUQUERQUE, 2004; GAYOSO et al., 2005; DINIZ et al., 2006; SILVA; SILVA, 2008; COSTA et al., 2011; PASSOS et al., 2012; VELOSO et al., 2012; YOKOMIZO et al., 2014).

Óleos essenciais são produzidos normalmente por células secretoras ou grupos de células, através de metabolismo secundário de plantas, em diversas partes do vegetal, como folhas e talos, sendo constituintes de um grupo variável e complexo (SCHERER et al., 2009; SEIXAS et al., 2011; YOKOMIZO; NAKAOKA-SAKITA, 2014).

As propriedades antifúngicas e antibacterianas dos óleos essenciais são devidas a diferentes grupos funcionais constituintes, como mono e sesquiterpenos (MALLET et al., 2014).

Extratos de plantas ou óleos essenciais podem apresentar efeito direto sobre o patógeno, através da influência na germinação ou produção de esporos, na formação de apressório, no crescimento de hifas, ou por apresentar efeito sobre a planta, através da indução de mecanismos de resistência (MOTOYAMA et al., 2003; BONALDO et al., 2004; MOREIRO et al., 2008; DIAS- ARIEIRA et al., 2010; SEIXAS et al., 2011; GARCIA; JULIATTI; BARBOSA, 2012; PASSOS et al., 2012; VELOSO et al., 2012).

A eficiência de extratos vegetais e óleos essenciais de diferentes espécies tem sido verificada na literatura, como por exemplo alho (*Allium sativum* L.), arruda (*Ruta graveolens* L.), melão de são caetano (*Momordica charantia* L.), eucalipto, cavalinha (*Equisetum arvense* L.), hortelã, canela (*Cinnamomum zeylanicum* J. Presl.), cravo da índia, jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* L.), nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), tomilho (*Thymus vulgaris* L.), erva cidreira (*Melissa officinalis* L.), citronela (*Cymbopogon nardus* L.), entre outros, na inibição do desenvolvimento de vários fitopatógenos (PEREIRA et al., 2011).

O óleo proveniente de capim limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf) apresentou atividade antifúngica sobre o desenvolvimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz (ROZWALKA et al., 2008). Para Lima et al. (2008), o óleo essencial de citronela (*C. nardus*) mostrou-se eficiente no controle da ramulose (*Colletotrichum gossypii* South) na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.).

Venturoso (2011) constatou atividade antifúngica dos extratos aquosos de cravo da índia, alho e canela, incluindo a inibição completa do crescimento de *Aspergillus* sp., em meio de cultura com o extrato de cravo da índia. Os resultados foram promissores sobre vários fitopatógenos, além de apresentarem atividade antifúngica os extratos de hortelã sobre *Aspergillus* sp., de jabuticaba, e eucalipto sobre *Colletotrichum* sp. e de melão de são caetano sobre *Cercospora kikuchii*.

O óleo essencial extraído de canela pode ser considerado antifúngico e antibacteriano, devido ao seu componente, o cinamaldeído (JHAM et al., 2005; LIMA et al., 2005).

A atividade antifúngica dos extratos de cravo da índia, alho e canela foi constatada por Venturoso et al. (2011). O efeito antibacteriano de óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) e de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) foi comprovada por Papachritstos et al. (2004), porém com diferentes níveis de controle dependendo da estação do ano em que as folhas foram coletadas. Souza et al. (2007) apresentaram resultados de inibição no

desenvolvimento de fungos em alimentos, através da diminuição da viabilidade das células do fungo do gênero *Candida*.

O efeito de óleo essencial de *R. officinalis* na inibição do crescimento de microrganismos foi relatado por Angioni et al. (2004), apresentando uma fraca atividade antimicrobiana, além de efeito indutor de crescimento em fungos do gênero *Fusarium*.

Óleo essencial de citronela apresenta atividade repelente contra insetos e ação bactericida e fungicida, segundo Trongtokit et al. (2005) e Wong et al. (2005). Além disso, Veloso et al. (2014), relatam inibição no crescimento micelial de *Amphobotrys ricini* (Buchw.) Hernnebert, *C. gloeosporioides* e de *Didymella bryoniae* (Auersw.) Rehn na presença do óleo de citronela. Scherer et al. (2009) apontam fraca ação antioxidante e moderada a forte ação antimicrobiana do óleo essencial de citronela e palmarosa.

Propriedades inseticidas do óleo essencial de capim limão, e o efeito deste óleo no controle de doenças de pele em humanos, causadas pelo gênero *Candida*, foram relatados por Souza et al. (2006) e por Silva et al. (2008).

Foram comprovadas propriedades de repelência de insetos e antifúngicas, mesmo que fracas, do óleo essencial de alfazema (PAPACHRISTOS et al., 2004; GIORDANI et al., 2004).

A atividade antimicrobiana de óleo essencial de coentro (*Coriandrum Sativum* L.) foi comprovada por Matasyoh et al. (2009), contra bactérias dos gêneros *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Escherichia*, *Salmonella*, *Klebsiella*, *Proteus* e *Pseudomonas*, e fungos do gênero *Candida*. Cantore et al. (2004) também atestaram o efeito antomicrobiano de óleo essencial de coentro sobre *Escherichia coli* T. Escherich e *Bacillus megaterium* de Bary.

O óleo essencial de cravo da índia apresentou atividade antifúngica contra *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. e *Fusarium oxysporum* Schltdl., nos estudos de Costa et al. (2011) e de Silvestri et al. (2010).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 OBTENÇÃO E PREPARO DA SUSPENSÃO DE UREDÓSPOROS DE *Cerotelium fici*

As folhas de figueira infectadas foram coletadas no pomar conduzido sob sistema orgânico, e raspadas com pincel para obtenção dos uredósporos para preparo da suspensão. Aos uredósporos foram acrescidas água destilada esterilizada e Tween 20 (1 gota 1000 mL⁻¹). A suspensão foi ajustada para a concentração de 10⁴ esporos mL⁻¹, com auxílio da câmara de Neubauer.

3.2 GERMINAÇÃO DE UREDÓSPOROS DE *Cerotelium fici* SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE DIFERENTES ÓLEOS ESSENCIAIS - PARTE I

Foram preparadas placas de poliestireno com 10 mL de meio de cultura ágar-água a 2%, a fim de manter a umidade necessária para a germinação dos uredósporos. Sobre a superfície de ágar-água, em cada placa foi depositado 1 mL de solução de cada concentração de cada óleo essencial, diluído em água e agitado vigorosamente, e 1 mL da suspensão de esporos preparada previamente com 1 mL de Tween e espalhado com o auxílio da alça de Drigalsky. As placas foram mantidas em câmara tipo BOD, na temperatura de 20°C e no escuro, durante 48 horas.

Após 48 horas, a germinação dos uredósporos foi interrompida com a adição de 20 µL de lactofenol de Amann sobre a superfície de ágar-água. A avaliação da germinação consistiu na contagem dos 100 primeiros uredósporos encontrados em cada placa, sendo considerado uredósporo germinado aquele que desenvolve tubo germinativo de tamanho igual ou superior ao seu comprimento. Em cada placa foram realizadas três contagens, totalizando 300 uredósporos.

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com três repetições por tratamento, em esquema fatorial 20 tratamentos x 4, ou seja, o fator 1 é o tratamento utilizado (19 óleos essenciais mais a testemunha), e o fator 2 são as concentrações de cada óleo (1, 10, 100 e 1000 ppm). Este experimento foi realizado duas vezes, em março e maio de 2013.

Os óleos essenciais testados foram os relacionados na Tabela 1. Todos foram obtidos em estabelecimentos comerciais. Como tratamento testemunha utilizou-se uma placa de petri contendo apenas o meio de cultura e a suspensão de esporos.

Tabela 1. Óleos essenciais extraídos de plantas com seus respectivos nomes científicos utilizados no experimento. Ponta Grossa-PR, 2013.

Nome comum	Nome científico
Alecrim	<i>Rosmarinus officinalis</i>
Alfazema ou lavandim	<i>Lavandula hybrida</i>
Camomila	<i>Chamomilla recutita</i>
Canela	<i>Cinnamomum zeylanicum.</i>
Capim-limão	<i>Cymbopogon citratus</i>
Citronela	<i>Cymbopogum nardus</i>
Coentro	<i>Coriandrum sativum</i>
Cravo da índia	<i>Syzygium aromaticum</i>
Erva cidreira ou melissa	<i>Melissa officinalis</i>
Erva doce	<i>Foeniculum vulgare</i>
Eucalipto citriodora	<i>Corymbia citriodora</i>
Gengibre	<i>Zingiber officinale</i>
Hortelã	<i>Mentha piperita</i>
Laranja	<i>Citrus vulgaris</i>
Lima	<i>Citrus medica</i>
Manjerição	<i>Ocimum basilicum</i>
Melaleuca	<i>Melaleuca alternifolia</i>
Orégano	<i>Origanum vulgare</i>
Tomilho	<i>Thymus vulgaris</i>

3.3 GERMINAÇÃO DE UREDÓSPOROS DE *Cerotelium fici* SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE DIFERENTES ÓLEOS ESSENCIAIS - PARTE II

A fim de determinar o efeito de concentrações mais baixas de óleos essenciais na germinação dos uredósporos, foram testadas também as concentrações de 5, 10, 15 e 20 ppm de todos os óleos testados previamente (Tabela 1). As placas foram preparadas como descrito no item anterior, e avaliadas após a adição do lactofenol de Amman, após 48 horas. Este experimento foi realizado em maio de 2014 e repetido em setembro de 2014.

O delineamento estatístico também foi inteiramente casualizado, com três repetições por tratamento, em esquema fatorial 20 x 4 (19 óleos essenciais mais a testemunha e 4 concentrações dos óleos).

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística pelo programa Sisvar[®] (FERREIRA, 2014), primeiramente por meio de teste de F, com a transformação dos dados por $\text{arc sen } \sqrt{(x+1)/100}$. Quando os resultados revelaram existir diferenças estatísticas significantes entre médias de tratamentos, as médias do fator 1 (óleos essenciais) foram comparadas pelo teste de Scott-Knot no nível de 5% de probabilidade e foi realizada a análise de regressão para o fator 2 (concentrações de óleos essenciais).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 GERMINAÇÃO DE UREDÓSPOROS DE *Cerotelium fici* SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE DIFERENTES ÓLEOS ESSENCIAIS - PARTE I

Os resultados de porcentagem de germinação de uredósporos encontrados no experimento estão dispostos na Tabela 2. Os testes de F e as análises de variância estão apresentados em Anexo (Anexos 1 a 4), evidenciando diferenças significativas entre os tratamentos do fator 1 (óleos essenciais) e entre os tratamentos do fator 2 (concentrações), mostrando que a inibição da germinação dos esporos é diferente de acordo com o óleo essencial utilizado e de acordo com a sua concentração, nas duas repetições deste experimento. A porcentagem de germinação máxima encontrada foi a de 18%, na testemunha, no estudo realizado em maio de 2013.

Tabela 2. Germinação (%) e inibição da germinação (%) de uredósporos de *Cerotelium fici* em sob diferentes concentrações de 20 óleos essenciais extraídos de plantas, em dois experimentos. UEPG, Ponta Grossa-PR, 2016.

Experimento 1			Experimento 2		
Óleos essenciais	Germinação***	Inibição da germinação	Óleos essenciais	Germinação****	Inibição da germinação
Canela	1,00** a *	93,48	Orégano	1,25 a	93,06
Orégano	1,16 a	92,43	Citronela	1,41 a	92,17
Alecrim	1,42 a	90,74	Canela	1,41 a	92,17
Citronela	1,50 a	90,22	Alfazema	1,50 a	91,67
Capim limão	1,67 a	89,11	Coentro	1,75 a	90,28
Alfazema	1,67 a	89,11	Cravo da Índia	1,75 a	90,28
Coentro	1,75 a	88,58	Camomila	1,92 a	89,33
Cravo da Índia	1,75 a	88,58	Tomilho	2,25 a	87,50
Camomila	2,08 b	86,43	Capim limão	2,25 a	87,50
Tomilho	2,50 b	83,69	Alecrim	2,33 a	87,06
Lima	2,67 b	82,58	Lima	2,66 a	85,22
Melaleuca	3,25 c	78,80	Melaleuca	3,33 b	81,50
Gengibre	3,83 c	75,02	Manjeriço	4,00 b	77,78
Manjeriço	4,25 c	72,28	Gengibre	4,17 b	76,83
Hortelã	4,41 c	71,23	Erva doce	4,67 b	74,06
Erva doce	4,67 c	69,54	Hortelã	5,00 b	72,22
Laranja	4,83 c	68,49	Laranja	5,17 b	71,28
Erva cidreira	5,25 c	65,75	Erva cidreira	5,50 b	69,44
Eucaliptus	6,17 c	59,75	Eucaliptus	6,00 b	66,67
Testemunha	15,33 d	--	Testemunha	18,00 c	--

*As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott Knot ao nível de 5% de probabilidade.; **Dados originais, para análise os dados foram transformados em $\sqrt{(x+1)/100}$; ***C.V.= 19,02%; **** C.V.= 20,35%

Entre os tratamentos realizados no primeiro experimento (Tabela 2), utilizando concentrações de 0 a 1000 ppm de cada óleo, destacam-se os óleos de canela, orégano,

alecrim, citronela, capim limão, alfavaca, coentro e cravo da Índia com efeitos superiores aos demais na inibição da germinação de uredósporos. Em seguida, os óleos de camomila, tomilho e lima, depois os óleos essenciais de melaleuca, gengibre, manjerição, hortelã, erva doce, laranja, erva cidreira e eucalipto, sem diferença estatística entre eles. A testemunha apresentou as maiores porcentagens de germinação de esporos, diferente de todos os óleos utilizados, o que demonstra que na média das concentrações, todos os óleos apresentaram algum efeito inibitório na germinação de uredósporos de ferrugem.

No segundo experimento (Tabela 2), também utilizando concentrações de 0 a 1000 ppm, a maior inibição da germinação de esporos foi com a aplicação dos óleos de orégano, citronela, canela, alfavaca, coentro, cravo da Índia, camomila, tomilho, capim limão, alecrim e lima, sendo superiores aos óleos de melaleuca, manjerição, gengibre, erva doce, hortelã, laranja, erva cidreira e eucalipto. A testemunha novamente apresentou os maiores índices de germinação de esporos, diferindo estatisticamente de todos os óleos testados.

Com relação à dose de óleo utilizada, houve diferença estatística entre as doses, na maioria dos óleos, exceto nos óleos essenciais de alfavaca, camomila, gengibre, tomilho e lima. No caso dos óleos essenciais de canela e cravo da Índia, a diferença estatística entre as doses foi significativa apenas em um dos experimentos. Os demais óleos essenciais mostraram diferença estatística entre as concentrações de 1 a 1000 ppm nos dois experimentos (Figuras 1 a 4).

O óleo essencial extraído de canela proporcionou menor germinação de uredósporos de *C. fici* com o aumento da concentração, de 1 a 1000 ppm no segundo experimento realizado, porém no primeiro não houve diferença estatística entre as doses. O mesmo acontece com o óleo de cravo da Índia (Figura 1). No tratamento com óleos essenciais de orégano e de citronela, o aumento da concentração proporcionou menor germinação dos esporos de *C. fici* (Figura 1).

Os tratamentos com óleos essenciais extraídos de capim limão, coentro, alecrim, erva cidreira (Figura 2), erva doce, eucalipto, hortelã, laranja (Figura 3), e de manjerição e melaleuca (Figura 4) obtiveram menores porcentagens de germinação do que a testemunha, e com o aumento da concentração destes óleos proporcionou maior controle da germinação dos uredósporos de *C. fici*, em todos os casos.

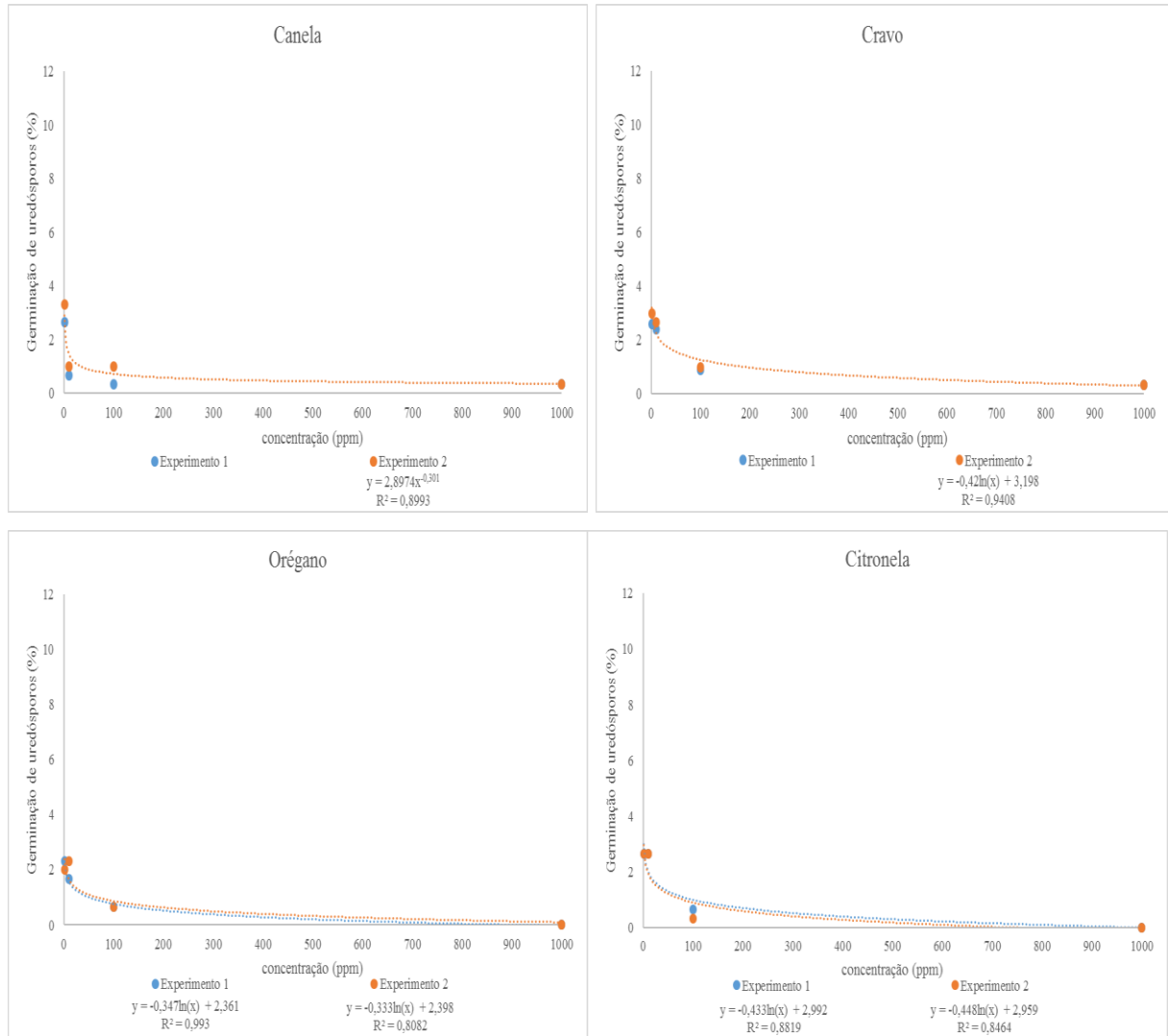


Figura 1. Germinação (%) de uredósporos de *Cerotelium fici* sob diferentes concentrações de óleo essencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*), cravo da Índia (*Syzygium aromaticum*), orégano (*Origanum vulgare*) e citronela (*Cymbopogon nardus*). UEPG, Ponta Grossa, 2016. *Dados originais, para análise os dados foram transformados em $\arcsin \sqrt{(x+1)/100}$

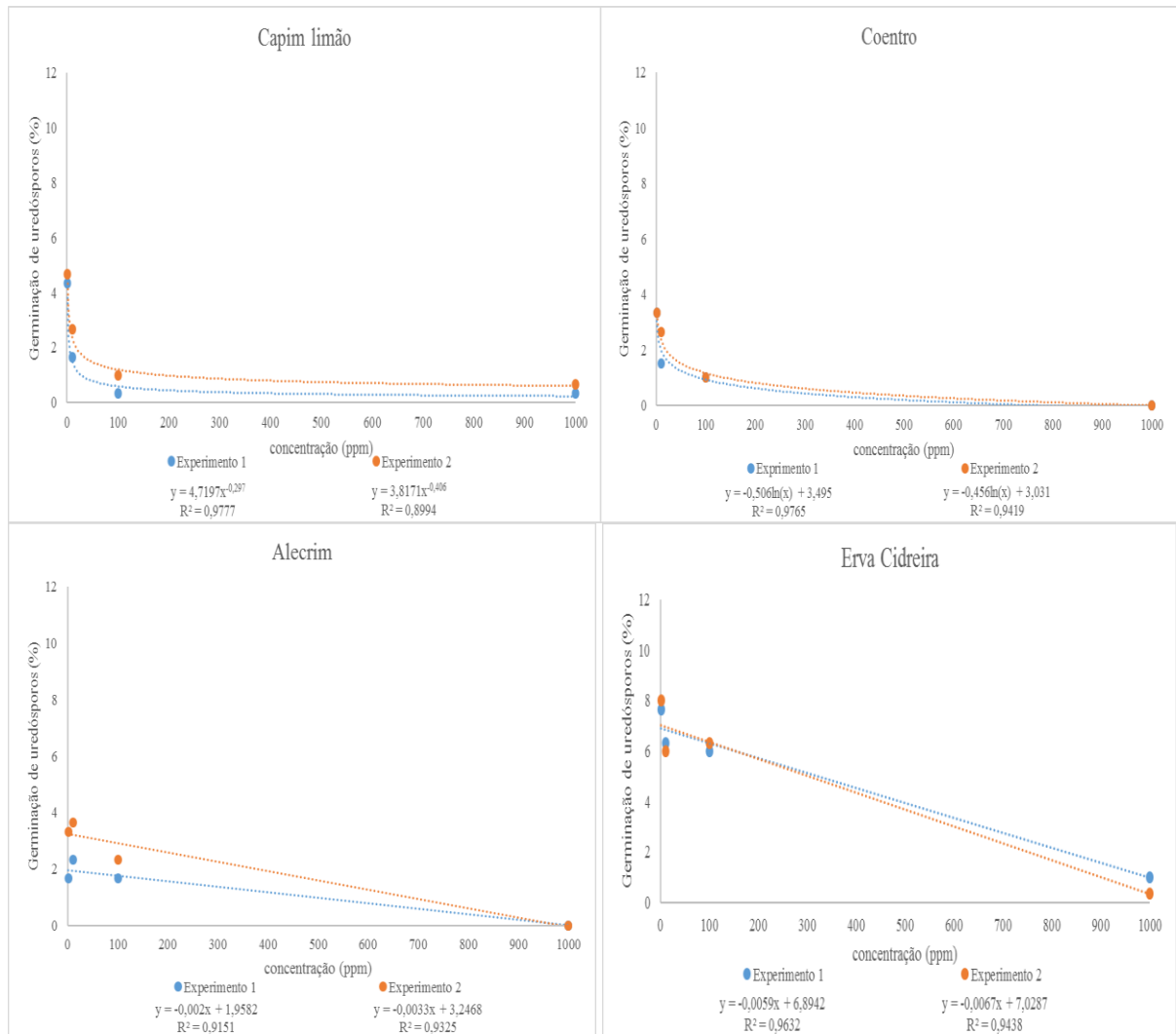


Figura 2. Germinação (%) de uredósporos de *Cerotelium fici* sob diferentes concentrações de óleo essencial de Capim limão (*Cymbopogum citratus*), coentro (*Coriandrum sativum*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*) e erva cidreira (*Melissa officinalis*). UEPG, Ponta Grossa, 2016. *Dados originais, para análise os dados foram transformados em $\arcsin \sqrt{(x+1)/100}$

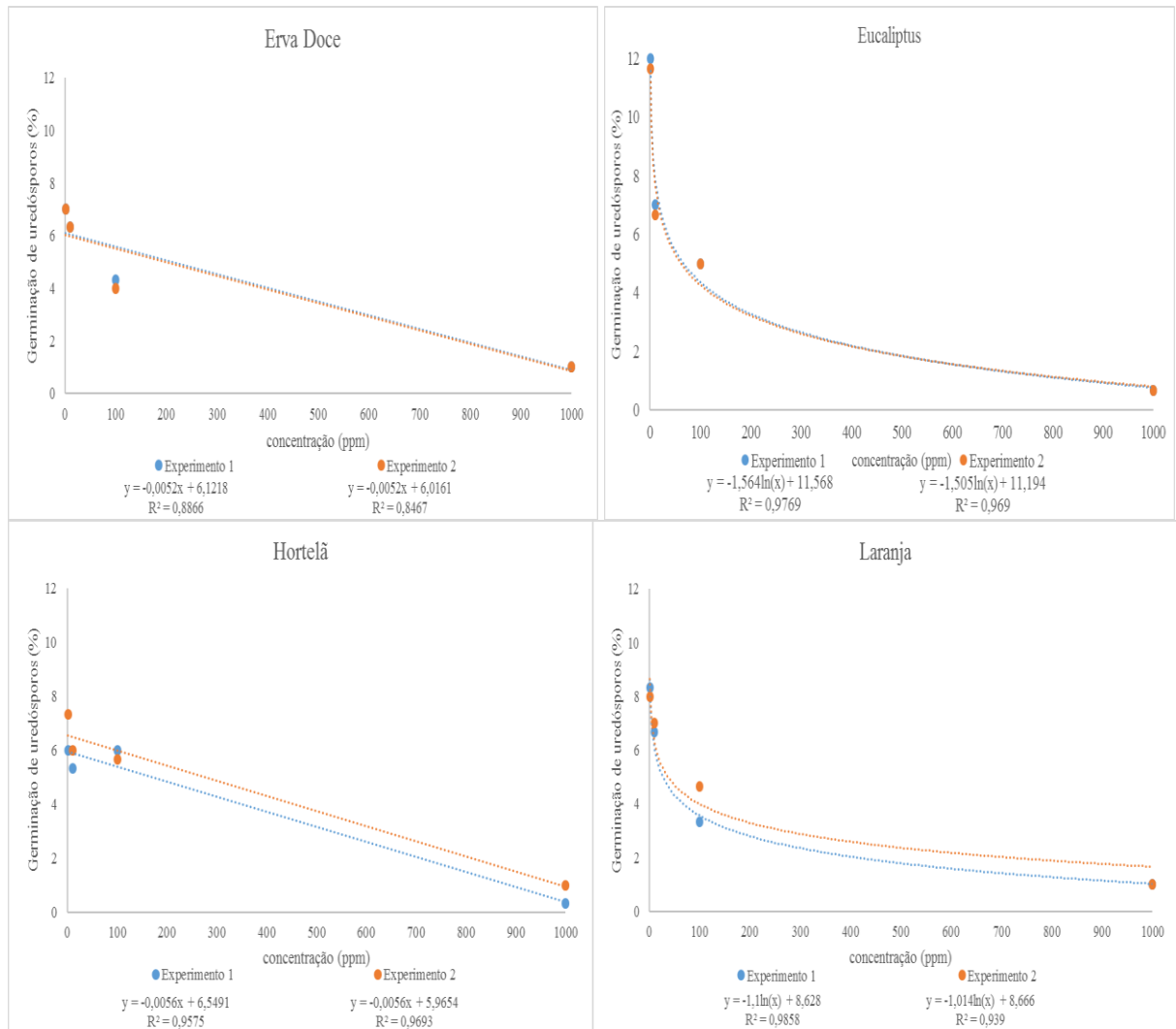


Figura 3. Germinação (%) de uredósporos de *Cerotelium fici* sob diferentes concentrações de óleo essencial de erva doce (*Foeniculum vulgare*), eucalipto (*Corymbia citriodora*), hortelã (*Mentha piperita*) e laranja (*Citrus vulgaris*). UEPG, Ponta Grossa, 2016. *Dados originais, para análise os dados foram transformados em $\arcsin \sqrt{(x+1)/100}$

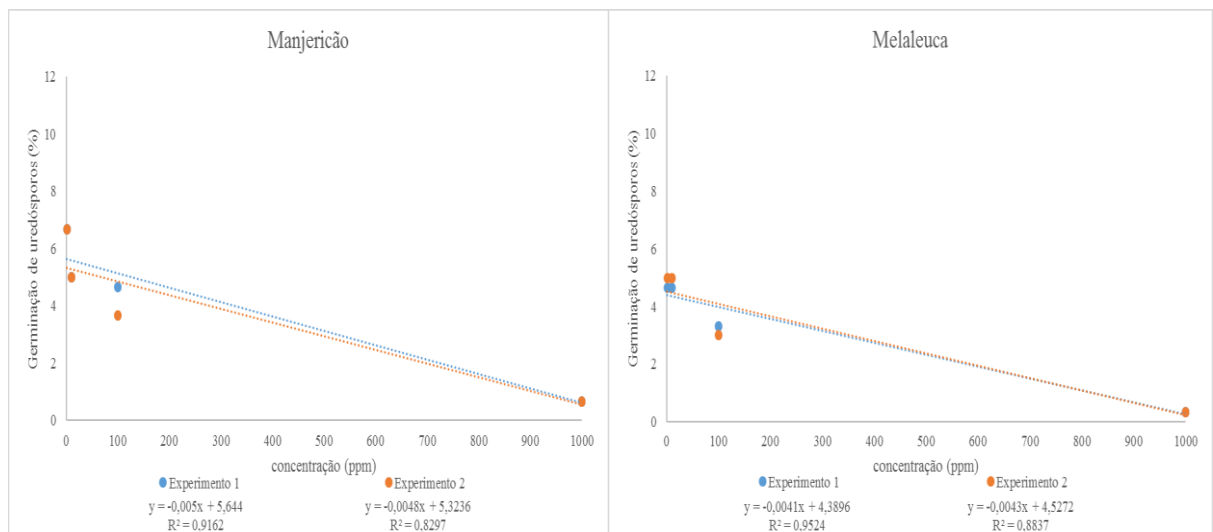


Figura 4. Germinação (%) de uredósporos de *Cerotelium fici* em sob diferentes concentrações de óleo essencial de manjerição (*Ocimum basilicum*) e melaleuca (*Melaleuca alternifolia*) - B. UEPG, Ponta Grossa, 2016. *Dados originais, para análise os dados foram transformados em $\arcsin \sqrt{(x+1)/100}$

A eficiência na inibição da germinação de uredósporos nestes experimentos se deu provavelmente pela alta concentração dos óleos essenciais utilizados. Quanto maior a concentração, melhor foi o efeito dos óleos, na maioria dos óleos essenciais testados. Já em relação ao tipo de óleo essencial testado, os óleos de canela, orégano, alecrim, citronela, capim limão, alfavaca, coentro, cravo da Índia, camomila, tomilho e lima merecem destaque, por apresentar os melhores resultados na inibição da germinação de esporos de ferrugem.

4.2 GERMINAÇÃO DE UREDÓSPOROS DE *Cerotelium fici* SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE DIFERENTES ÓLEOS ESSENCIAIS - PARTE II

A fim de determinar o efeito de concentrações menores dos óleos essenciais sobre a germinação de esporos de ferrugem, foram realizados dois experimentos com concentrações de 0 a 20 ppm de cada óleo essencial. Houve diferença estatística entre os tratamentos (Fator 1 - óleo) e entre as concentrações utilizadas (Fator 2) (Tabela 3).

No primeiro experimento (Tabela 3), o melhor controle da germinação de esporos foi realizado pelo óleo de canela, seguido dos óleos de capim limão e alfavaca, diferindo dos óleos de manjeriço, erva doce, hortelã, coentro, lima, camomila, melaleuca, citronela, gengibre e alecrim. Os óleos de cravo da Índia, orégano, erva cidreira, tomilho, laranja e eucalipto não diferiram estatisticamente da testemunha demonstrando que seriam necessárias concentrações maiores destes para inibir a germinação dos esporos, como pode ser visualizado nos experimentos anteriores.

No segundo experimento (Tabela 3), o óleo de canela também se destacou com o melhor controle, seguido do óleo de capim limão. Na sequência, os óleos de manjeriço, hortelã, camomila, alfavaca, cravo da Índia e melaleuca, depois os óleos de lima, coentro, erva doce, orégano, erva cidreira, citronela, gengibre, tomilho, laranja e alecrim. O óleo de eucalipto diferiu de todos os demais, apresentando menor efeito inibitório, porém, ainda diferiu estatisticamente da testemunha, o que mostra, neste caso, que mesmo em concentrações baixa de óleo, houve algum tipo de efeito na germinação dos uredósporos de ferrugem.

Analisando as concentrações utilizadas, nos óleos essenciais de capim limão, coentro, cravo da Índia, erva doce, eucalipto, hortelã, laranja, manjeriço, orégano e tomilho, não houve diferença estatística entre as concentrações até 20 ppm. Nos óleos essenciais de canela, alecrim, alfavaca, lima e erva cidreira (Figura 5), houve diferença entre as concentrações

apenas no segundo experimento, no primeiro experimento as concentrações destes óleos se mostraram iguais estatisticamente.

Tabela 3. Germinação (%) e inibição da germinação (%) de uredósporos de *Cerotelium fici* em sob diferentes concentrações (0 a 20 ppm) de 20 óleos essenciais extraídos de plantas. UEPG, Ponta Grossa, 2016.

Experimento 1***			Experimento 2****		
Óleos essenciais	Germinação	Inibição da germinação	Óleos essenciais	Germinação	Inibição da germinação
Canela	4,33** a*	51,46	Canela	4,00 a	69,23
Capim limão	6,17 b	30,83	Capim limão	5,75 b	55,77
Alfazema	6,58 b	26,23	Manjerição	6,67 c	48,69
Manjerição	6,91 c	22,53	Hortelã	6,67 c	48,69
Erva doce	7,17 c	19,62	Camomila	6,92 c	46,77
Hortelã	7,17 c	19,62	Alfazema	6,92 c	46,77
Coentro	7,25 c	18,72	Cravo da índia	7,33 c	43,62
Lima	7,33 c	17,83	Melaleuca	7,33 c	43,62
Camomila	7,42 c	16,82	Lima	7,50 d	42,31
Melaleuca	7,42 c	16,82	Coentro	7,50 d	42,31
Citronela	7,50 c	15,92	Erva doce	7,67 d	41,00
Gengibre	7,50 c	15,92	Orégano	7,75 d	40,38
Alecrim	7,67 c	14,01	Erva cidreira	7,83 d	39,77
Cravo da índia	7,92 d	11,21	Citronela	7,83 d	39,77
Orégano	7,92 d	11,21	Gengibre	8,00 d	38,46
Erva cidreira	8,25 d	7,51	Tomilho	8,42 d	35,23
Tomilho	8,50 d	4,71	Laranja	8,42 d	35,23
Laranja	8,58 d	3,81	Alecrim	8,50 d	34,62
Testemunha	8,67 d	2,80	Eucaliptus	9,58 e	26,31
Eucaliptus	8,92 d		Testemunha	13,00 f	

*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott Knot ao nível de 5% de probabilidade; **Dados originais, para análise os dados foram transformados em $\sqrt{(x+1)/100}$;

C.V.= 8,98%; *C.V.= 8,06%

Os óleos de citronela, camomila, melaleuca e gengibre (Figura 6) apresentaram diferenças estatísticas entre as concentrações utilizadas.

O efeito inibitório encontrado nos tratamentos com óleo essencial extraído de canela pode ser atribuído ao seu componente, o cinamaldeído (JHAM et al., 2005). O óleo essencial extraído de galhos de canela foi analisado por Lima et al. (2005), que identificaram componentes diferentes de outras partes da planta, e variáveis entre espécimes de plantas. Entre estes componentes, estão o linalol (10,6%), a-pineno (9,9%), acetato de (E)-cinamila (9,7%), a-felandreno (9,2%), (E)-cinamaldeído (7,8%), limoneno (7,9%) e b-cariofileno (6,7%). Já para Koketsu et al. (1997), em estudos realizados no Paraná, o cinamaldeído constitui cerca de 55% do total de óleo produzido, porém, com grandes diferenças entre árvores do mesmo gênero.

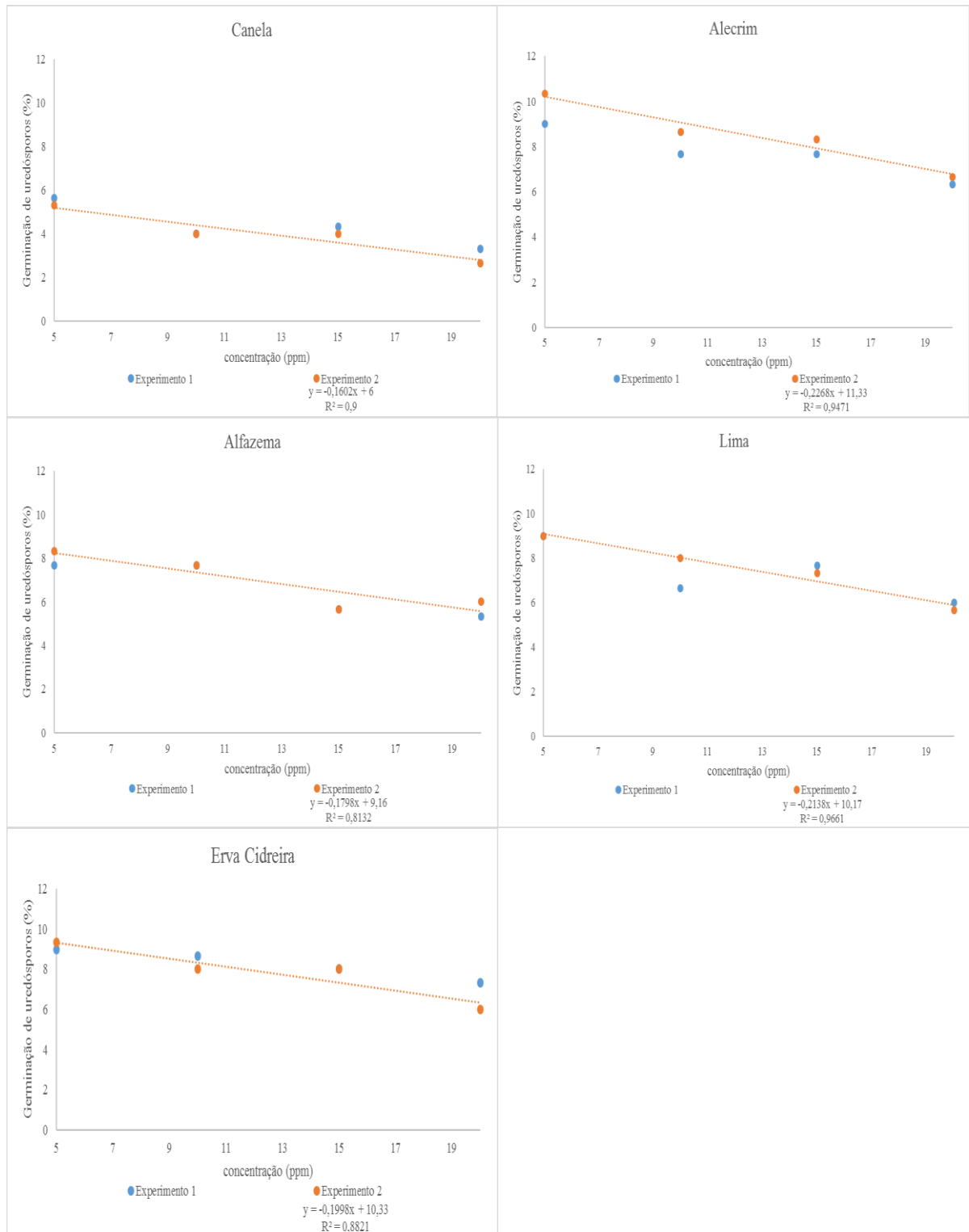


Figura 5. Germinação (%) de uredósporos de *Cerotelium fici* em sob diferentes concentrações de óleo essencial de canela (*C. zeylanicum*); alecrim (*Rosmarinus officinalis*); alfazema (*Lavandula hybrida*); lima (*Citrus medica*) e erva cidreira (*Melissa officinalis*). UEPG, Ponta Grossa, 2016. *Dados originais, para análise os dados foram transformados em $\arcsen \sqrt{(x+1)/100}$

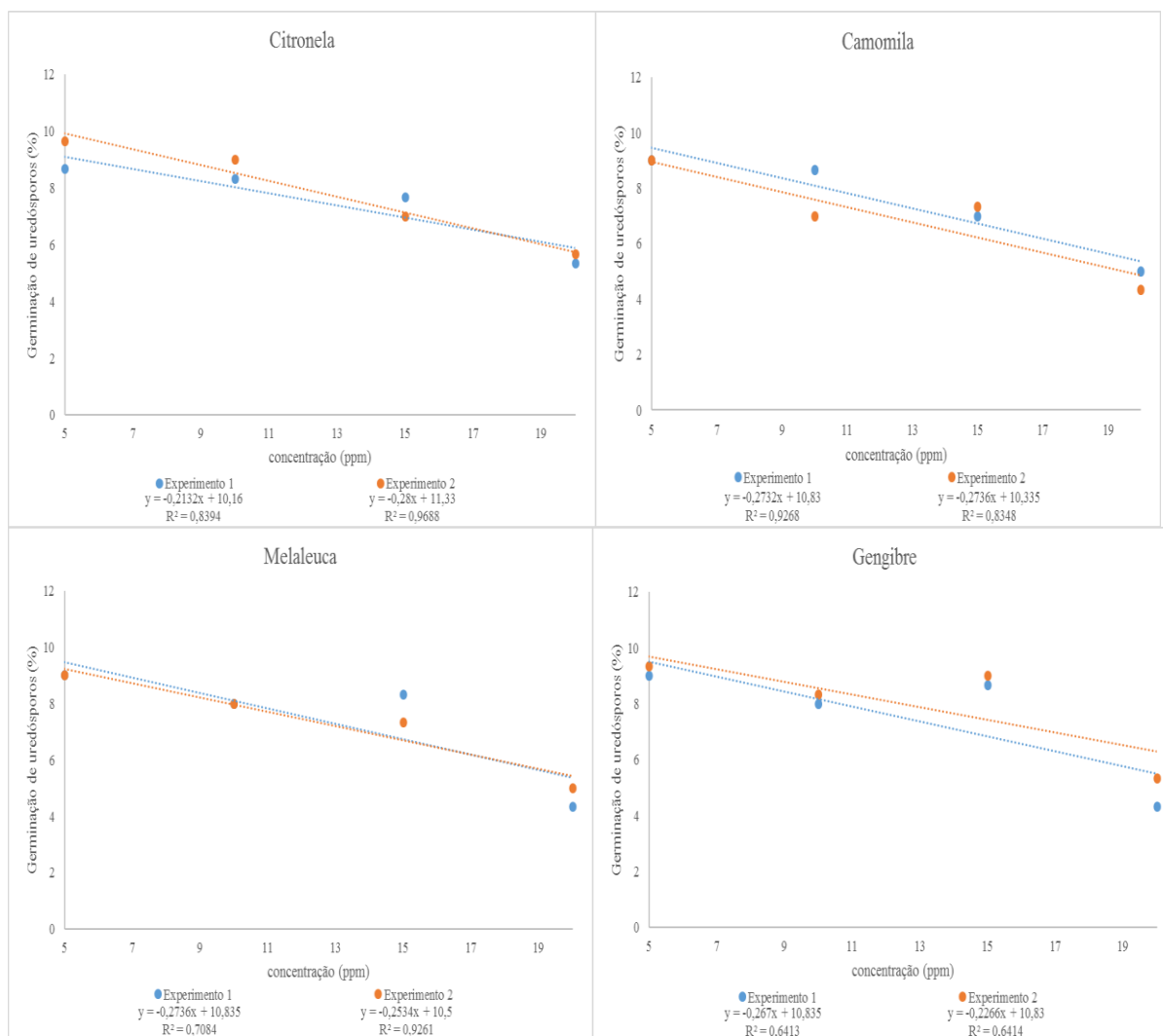


Figura 6. Germinação (%) de uredósporos de *Cerotelium fici* em sob diferentes concentrações de óleo essencial de citronela (*Cymbopogum nardus*); camomila (*Chamomila recutita*); melaleuca (*Melaleuca alternifolia*) e de gengibre (*Zingiber officinale*). UEPG, Ponta Grossa, 2016. *Dados originais, para análise os dados foram transformados em $\arcsen \sqrt{(x+1)/100}$

Chang; Chen; Chang (2001) afirmam que a presença do cinamaldeído é responsável pelo efeito antibacteriano do óleo essencial de canela. Este efeito pode ser atribuído também à presença de eugenol, porém com menor eficiência.

Ferhout et al. (1999) e Chang; Chen; Chang (2001) demonstraram a atividade antimicrobiana do óleo essencial de canela de diferentes espécies. Singh et al. (1995) também demonstraram a atividade antifúngica do óleo essencial de canela sobre o gênero *Aspergillus*, e Pereira et al. (2011), observaram que em doses a partir de 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ (1000 ppm) do óleo essencial de canela ocorre a inibição completa na germinação de conídios de *Cercospora coffeicola* Berk & Cook.

Nos resultados de inibição da germinação de *C. fici*, observa-se efeito do óleo essencial de canela, mesmo em concentrações de 5 a 20 ppm, demonstrando alta eficiência no controle deste patógeno.

A atividade antifúngica dos extratos de cravo da Índia, alho e canela foi constatada por Venturoso et al. (2011), sobre fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cercospora*, *Colletotrichum*, *Fusarium* e *Phomopsis*.

Os tratamentos com óleo essencial extraído das folhas de orégano também proporcionaram alta eficiência no controle da germinação de *C. fici*. Este óleo é rico em carvacrol, cuja eficiência no controle de microrganismos foi relatada por Papachristos et al. (2004), porém com diferentes níveis de controle dependendo da estação do ano em que as folhas foram extraídas. Souza et al. (2007) apresentam resultados de inibição no desenvolvimento de fungos do gênero *Candida* em alimentos. O efeito antioxidante e antimicrobiano deste óleo essencial também foi observado por Sahin et al. (2004) e por Adam et al. (1998), que mostraram redução de 95% na quantidade de células vivas de *Candida* após seis horas de exposição ao óleo.

Da mesma forma, o óleo essencial de alecrim mostrou-se eficiente como inibidor de germinação de *C. fici*. Seu principal componente é o eucaliptol (1,8-cineol). Os componentes deste óleo foram testados por Papachristos et al. (2004) e Szumny et al. (2010), que afirmam que folhas de alecrim possuem mais compostos oxigenados do que hidrocarbometos, incluindo grande quantidade de canfora (16,7–20,8%) e 1,8-cineol (11,3–17,3%), além de α -pineno, borneol, verbenona, limoneno, linalool, entre outros em menor quantidade. Estes componentes apresentam atividades antimicrobianas, segundo Celiktas et al. (2007) e Gachkar et al. (2007), contra bactérias dos gêneros *Staphylococcus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Enterococcus*, *Escherichia*, *Bacillus* e *Candida*, com efeitos diferentes de acordo com a localidade e época de extração das plantas.

Angioni et al. (2004) também estudaram o efeito de óleo essencial de alecrim na inibição do crescimento de microrganismos, apresentando uma fraca atividade antimicrobiana, porém um efeito indutor de crescimento em fungos do gênero *Fusarium*, ao contrário do que foi encontrado no presente trabalho, para o fungo *C. fici*.

Dentre os óleos testados que mostraram alta eficiência, está o óleo essencial de citronela (Figuras 1 e 6). Este é extraído das folhas, e tem composição baseada em geraniol e citronelal (BARBOSA et al., 2008), porém com diferentes quantidades de acordo com a idade da planta cortada e do tipo de estruturas presentes na folha no momento do corte (MARCO et al., 2007). Trongtokit et al. (2005) e Wong et al. (2005) apontam a atividade repelente contra insetos e ação bactericida e fungicida deste óleo. Veloso et al. (2012), concluíram que houve inibição no crescimento micelial de *Amphobotrys ricini* (Buchw.) Hernnebert e *Colletotrichum gloeosporioides* Penz em todas as alíquotas testadas (5 a 30 ppm), e de

Didymella bryoniae (Auersw.) Rehn nas alíquotas maiores que 10 ppm. Scherer et al. (2009) apontam fraca ação antioxidante e moderada a forte ação antimicrobiana do óleo essencial de citronela e palmarosa, contra bactérias dos gêneros *Staphylococcus*, *Escherichia*, *Salmonella*, *Pseudomonas* e *Clostridium*.

No caso da germinação de esporos de *C. fici* *in vitro*, o óleo de citronela teve eficiência maior em maiores concentrações, porém a partir de 5 ppm já apresentou diferenças na porcentagem de germinação de uredósporos em relação à testemunha (Tabelas 1 e 2).

O capim limão (*C. citratus*) foi outro óleo essencial eficiente na redução da germinação dos esporos de *C. fici* (Figura 2). Esta ação antifúngica pode ser devida ao citral, seu principal componente (MARTINAZZO et al., 2007). O citral é uma mistura de isômeros, geranial (a-citral) e neral (b-citral) (65 – 80%), além de limoneno, citronelal, mirceno e geraniol (GUERRA et al., 2000; NASCIMENTO et al., 2003; LEAL et al., 2003).

Souza et al. (2006) relataram as propriedades inseticidas do óleo essencial de capim limão, principalmente larvicida e repelente de insetos, e Silva et al. (2008) demonstraram o efeito do óleo no controle de doenças de pele em humanos, causadas pelo gênero *Candida*, além de registrar ação calmante e espasmolítica comprovada, atribuída à presença do citral, enquanto a atividade analgésica é devida ao mirceno.

As flores de *L. hybrida* (alfazema ou lavandim) originam um óleo essencial rico em acetato de linalila e linalol, além de cânfora e 1,8 cineole (ARABACI et al, 2007). O principal grupo de constituintes identificado por Papachristos et al. (2004) foi o de monoterpenos oxigenados, cuja quantidade e qualidade da composição, dependem mais das partes da planta utilizadas do que da época de coleta. Papachristos et al. (2004) e Giordani et al. (2004) relataram propriedades de repelência de insetos e antifúngicas, mesmo que fracas, do óleo essencial de alfazema.

A atividade antimicrobiana de óleo essencial de coentro (*C. sativum*) foi testada por Matasyoh et al. (2009), que definiram como principais constituintes deste óleo o 2E-decenal, 2E dodecenal, dodecanal, undecanol e undecanal. Sua ação antimicrobiana foi eficiente contra bactérias dos gêneros *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Escherichia*, *Salmonella*, *Klebsiella*, *Proteus* e *Pseudomonas*, e fungos do gênero *Candida*. Cantore et al. (2004) também atestaram o efeito antimicrobiano de óleo essencial de coentro sobre *Escherichia coli* T. Escherich e *Bacillus megaterium* de Bary.

O óleo essencial de cravo da índia apresentou atividade antifúngica contra *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. e *Fusarium oxysporum* Schltdl., nos estudos de Costa et al. (2011) e de Silvestri et al. (2010). Esta atividade se deve à sua constituição, com

eugenol, acetato de eugenila e cariofileno. Foi possível observar neste estudo diversas alterações morfológicas na estrutura dos fungos, como a presença de vacúolos, desorganização de conteúdos celulares, diminuição da nitidez da parede celular, intensa fragmentação e menor turgência das hifas.

Pode-se observar, através da diminuição da concentração dos óleos essenciais, maiores diferenças entre os óleos testados, ou seja, a eficiência de alguns óleos é reduzida quando se trabalha com concentrações abaixo de 20 ppm, mesmo que estes sejam tão eficientes quanto os demais em altas concentrações (1000 ppm). Sendo assim, em menores concentrações, os óleos de canela, e em segundo nível, de capim limão e de alfazema mostram capacidade superior de inibir a germinação dos uredósporos de *C. fici* do que os demais óleos testados e consequentemente, do que a testemunha sem aplicação de óleos. O objetivo de se trabalhar com menores concentrações de óleo é aumentar a viabilidade econômica de aplicação, uma vez que a utilização destes visa controle de *C. fici* em mudas de figueira.

5 CONCLUSÃO

Todos os óleos testados apresentaram efeito inibitório na germinação de uredósporos de ferrugem.

Concentrações maiores de óleo essencial apresentam melhor controle da germinação dos uredósporos de ferrugem.

Utilizando concentrações de 0 a 1000 ppm de cada óleo, destacam-se os óleos de canela, orégano, alecrim, citronela, capim limão, alfazema, coentro e cravo da índia com efeitos superiores aos demais na inibição da germinação de uredósporos, chegando a 93% de inibição da germinação dos uredósporos.

Nas concentrações de 5 a 20 ppm, o melhor controle da germinação de esporos foi realizado pelo óleo de canela, seguido dos óleos de capim limão e alfazema, mais eficientes que os óleos de manjerição, erva doce, hortelã, coentro, lima, camomila, melaleuca, citronela, gengibre e alecrim.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAM, K.; SIVROPOULOU, A. KOKKINI, S.; LANARAS, T.; ARSENAKIS, M. Antifungal activities of *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, *Mentha spicata*, *Lavandula angustifolia*, and *Salvia fruticosa* essential oils against human pathogenic fungi. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 46, n. 5, p. 1739-1745, 1998.
- AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5th. Ed. Elsevier Academic Press, Amsterdam, 2005.
- AMARAL, M. F. Z. J.; BARA, M. T. F. Avaliação da atividade antifúngica de extratos de plantas sobre o crescimento de fitopatógenos. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 2, n. 2, p. 5-8, 2005.
- ANGIONI, A.; BARRA, A.; CERETI, E.; BARILE, D.; COISSON, J. D.; ARLORIO, M.; DESSI, S.; CORONEO, V.; CABRAS, P. Chemical composition, plant genetic differences, antimicrobial and antifungal activity investigation of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* L. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 52, n. 11, p. 3530-3535, 2004.
- ARABACI, O.; BAYRAM, E.; BAYDAR, H.; SAVRAN, A. F.; KARADOĞAN, T.; OZAY, N. Chemical composition, yield and contents of essential oil of *Lavandula hybrida* Reverchon grown under different nitrogen fertilizer, plant density and location. **Asian Journal of Chemistry**, v. 19, n. 3, p. 2184-2192 2007.
- BARBOSA, L. C. A.; PEREIRA, U. A.; MARTINAZZO, A. P.; MALTHA, C. R. A.; TEIXEIRA, R. R.; MELO, E. C. Evaluation of the chemical composition of Brazilian commercial *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf samples. **Molecules**, v. 13, p. 1864-1876, 2008.
- BASTOS, C. N.; ALBUQUERQUE, P. S. B. Efeito do óleo de *Piper aduncum* no controle pós-colheita de *Colletotrichum musae* em banana. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, n. 5, p. 555-557, 2004.
- BAUTISTA-BAÑOS, S.; HERMANDEZ L. M.; BOSQUEZ-MOLINA, E.; WILSON, C. L. Effects of chitosan and plant extracts on growth of *Colletotrichum gloeosporioides*, anthracnose levels and quality of papaya fruit. **Crop Protection**, v. 22, P. 1087 – 1092, 2003.
- BONALDO, S. M.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; TESSMANN, D. J.; SCAPIM, C. A. Fungitoxicidade, atividade elicitora de fitoalexinas e proteção de pepino contra *Colletotrichum lagenarium*, pelo extrato aquoso de *Eucalyptus citriodora*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 128-134, 2004.
- CANTORE, P. L.; IACOBELLIS, N. S.; DE MARCO, A.; CAPASO, F.; SENATORE, F. Antibacterial activity of *Coriandrum sativum* L. and *Foeniculum vulgare* Miller var. *vulgare* (Miller) essential oils. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 52, n. 26, p. 7862-7866, 2004.
- CARVALHO, J. B. et al. Fungitoxicidade de *Cymbopogon citratus* e *Cymbopogon martinii* a *Colletotrichum gloeosporioides* em frutos de pimentão. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 10, n. 1, p. 88-93, 2008.

CASTRO, H. G. de; PERINI, V. B. de 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, p. 308-314, 2010.

CELIK TAS, O. Y.; KOCABAS, E. E. H.; BEDIR, E.; SUKAN, F. V.; OZEK, T.; BASER, K. H. C. Antimicrobial activities of metanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis*, depending on location and seasonal variations. **Food Chemistry**, v. 100, n. 2, p. 555-559, 2007.

CHANG, S. T.; CHEN, P. F.; CHANG, S. C. Antimicrobial activity of leaf essential oils and their constituents from *Cinnamomum osmophloeum*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 77, p. 123-127, 2001.

CONCEICAO, D. M.; LORENZETTI, E. R.; BOCARDO, P. J.; SACRAMENTO, L. V. S.; FURTADO, E. L. Controle 'in vitro' com óleos essenciais da ferrugem do figo (*Ficus carica*) causada por *Phakopsora nishidana*. In: Encontro Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado, Fraiburgo. **Anais**, v. 2, p. 68-68, 2007.

COSTA, A. R. T.; AMARAL, M. F. Z. J.; MARTINS, P. M.; PAULA, J. A. M.; FIUZA, T. S.; TRESVENZOL, L. M. F.; PAULA, J. R.; BARA, M. T. F. Ação do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M. Perry sobre as hifas de alguns fungos fitopatogênicos. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 13, n. 2, p. 240-245, 2011.

DAFERERA, D. J.; ZIOGAS, B. N.; POLISSIOU, M. G. The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp., and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. **Journal of Crop Protection**, v. 22, p. 39-44, 2003.

DEMUNER, A. J.; BARBOSA, L. C. A.; MAGALHÃES, C. G.; SILVA, C. J.; MALTHA, C. R. A.; PINHEIRO, A. L. Seasonal variation in the chemical composition and antimicrobial activity of volatile oils of three species of *Leptospermum* (Myrtaceae) grown in Brazil. **Molecules**, v. 16, p. 1181-1191, 2011.

DEUS, R. J. A.; ALVES, C. N.; ARRUDA, M. S. P. Avaliação do efeito antifúngico do óleo resina e do óleo essencial de copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 13, p. 1-7, 2011.

DIAS-ARIEIRA, C. R.; FERREIRA, L. DA R.; ARIEIRA, J. DE 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, p.228-232, 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**, v. 31, n. 2, p. 171-179, 2006.

EMBRAPA. Doenças da figueira no Estado do Ceará. **Circular Técnica 26**. Fortaleza, CE. 2006.

FERHOUT, H.; BOHATIER, J.; GUILLOT, J.; CHALCHAT, J. C. Antifungal activity of selected essential oils, cinnamaldehyde and carvacrol against *Malassezia furfur* and *Candida albicans*. **Journal of Essential Oil Research**, v. 11, p. 119-129, 1999.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**. [online] v.38, n. 2, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2015.

GACHKAR, L.; YADEGARI, D.; REZAEI, M. B.; TAGHIZADEH, M.; ASTANEH, S. A.; RASOOLI, I. Chemical and biological characteristics of *Cuminum cyminum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. **Food Chemistry**, v. 102, n. 3, p. 898-904, 2007.

GALLETI, S. R.; REZENDE, J. A. M. Doenças da figueira. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia, Doenças das plantas**. 5 ed. Agronômica Ceres, São Paulo, v. 2, p. 400-405, 2005.

GARCIA, R. A.; JULIATTI, F. C.; BARBOSA, K. A. G.; CASSEMIRO, T. A. Atividade antifúngica de óleo e extratos vegetais sobre *Sclerotinia sclerotiorum*. **Bioscience Journal**, v. 28, p. 48-57, 2012.

GAYOSO, C.W.; LIMA, E. O.; OLIVEIRA, V. T.; PEREIRA, F.O.; SOUZA, E. L.; LIMA, I. O.; NAVARRO, D. F. Sensitivity of fungi isolated from onychomycosis to *Eugenia caryophyllata* essential oil and eugenol. **Fitoterapia**, v. 76, p. 247-249, 2005.

GIORDANI, R.; REGLI, P.; KALOUSTIAN, J.; MIKAIL, C.; ABOU, L.; PORTUGAL, H. Antifungal effects of various essential oils against *Candida albicans*. Potentiation of antifungal action of amphotericin B by essential oil from *Thymus vulgaris*. **Phytotherapy Research**, v. 18, p. 990-995, 2004.

GONÇALVES, L. A.; BARBOSA, L. C. A.; AZEVEDO, A. A.; CASALI, V. W. D.; NASCIMENTO, E. A. Produção e composição do óleo essencial de alfavaquinha (*Ocimum selloi* Benth.) em resposta a dois níveis de radiação solar. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 6, p. 8-14, 2003.

GUERRA M. J. M.; BADELL J. B.; ALBAJES A. R. R.; PÉREZ H. B.; VALENCIA R. M.; AZCUY A. L. Evaluación toxicológica aguda de los extractos fluidos al 30 y 80% de *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf (Caña Santa). **Revista Cubana de Plantas Medicinais**, p. 97-101, 2000.

HUSEYIN, E.; SELCUK, F. Observations on the genera *Cerotelium*, *Melampsoridium* and *Pileolaria* (Uredinales) in Turkey. **Pakistan Journal of Botany**, v. 36, n. 1, p. 203-107, 2004.

JHAM, GULAB N.; DHINGRA, ONKAR D.; JARDIM, CAROLINA M.; VALENTE, VÂNIA M. M. Identification of the Major Fungitoxic Component of Cinnamon Bark Oil. **Fitopatologia brasileira**, v. 30, n. 4, p. 404-408, 2005.

LEAL, T. C. A. B.; FREITAS, S. P.; SILVA, J. F.; CARVALHO, A. J. C. Produção de biomassa e óleo essencial em plantas de capim cidreira (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) em diferentes idades. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 5, p. 61-64, 2003.

LIMA, M. da P.; ZOGHB, M. das G. B.; ANDRADE, E. H. A.; SILVA, T. M. D.; FERNANDES, C. S. Constituintes voláteis das folhas e dos galhos de *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Lauraceae) **Acta amazônica**, v. 35, n. 3, p. 363-366, 2005.

LIMA, G.T.; SANTOS, R. C.; CAMARA, C. A. G.; CAMARA, M. P. S.; MELO FILHO, P. A. Citronella oil inhibits cotton ramulosis in controlled conditions. **Pest Technology**, v. 2, n. 1, p. 24-27, 2008.

MALLET, A. C. T.; CARDOSO, M. G.; SOUZA, P. E.; MACHADO, S. M. F.; ANDRADE, M. A.; NELSON, D. L.; PICCOLI, R. H.; PEREIRA, C. G. Chemical characterization of the *Allium sativum* and *Origanum vulgare* essential oils and their inhibition effect on the growth of some food pathogens. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 16, n. 4, p. 804-811, 2014.

MARCO, C. A.; INNECCO, R.; MATTOS, S. H.; BORGES, N. S. S.; NAGAO, E. O. Características do óleo essencial de capim-citronela em função de espaçamento, altura e época de corte. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 429-432, 2007.

MARTINAZZO, A. P.; CORREA, P. C.; MELO, E. C.; BARBOSA, F. F. 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 Medicinais**, v. 9, n. 1, p. 68-72, 2007.

MATASYOH, J. C.; MAIYO, Z. C.; NGURE, R. M.; CHEPKORIR, R. Chemical composition and microbial activity of the essential oil of *Coriandrum sativum*. **Food Chemistry**, v. 113, n. 2, p. 526-529, 2009.

MOREIRA, C. G. A.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; BONALDO, S. M.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. S. Caracterização parcial de frações obtidas de extratos de *Cymbopogon nardus* com atividade elicitora de fitoalexinas em sorgo e soja e efeito sobre *Colletotrichum lagenarium*. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 4, p. 332-337, 2008.

MOTOYAMA, M. M.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; FIORITUTIDA, A. C. G.; SCAPIM, C. A. Indução de fitoalexinas em soja e em sorgo e efeito fungitóxico de extratos cítricos sobre *Colletotrichum lagenarium* e *Fusarium semitectum*. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 25, n. 2, p. 491-496, 2003.

NASCIMENTO, I. B. do; INNECCO, R.; MARCO, C. A.; MATTOS, S. H.; NAGAO, E. O. Efeito do horário de corte no óleo essencial de capim-santo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n. 2, p. 169-172, 2003.

NASCIMENTO, J. C.; BARBOSA, L. C. A.; PAULA, V. F.; DAVID, J. M.; FONTANA, R.; SILVA, L. A. M.; FRANÇA, R. S. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of *Ocimum canum* Sims. and *Ocimum selloi* Benth. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 83, p. 787-799, 2011.

PAPACHRISTOS, D. P.; KARAMANOLI, K. I.; STAMOPOULOS, D. C.; MENKISSOGLU-SPIROUDI, M. The relationship between the chemical composition of three essential oils and their insecticidal activity against *Acanthoscelides obtectus* (Say). **Pest Management Science**, v. 60, p. 514–520, 2004.

PASSOS, J. L.; BARBOSA, L. C. A.; DEMUNER, A. J.; ALVARENGA, E. S.; SILVA, C. M.; BARRETO, R. W. Chemical characterization of volatile compounds of *Lantana camara* L. and *L. radula* Sw. and their antifungal activity. **Molecules**, v. 17, p. 11447–11455, 2012.

PEREIRA, R. B.; LUCAS, G. C.; PERINA, F. J.; RESENDE, M. L. V.; ALVES, E. Potential of essential oils for the control of Brown eye spot in coffee plants. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 1, p. 115–23, 2011.

PERINI, V. B. de M.; CASTRO, H. G. de; SANTOS, G. R. dos; AGUIAR, R. W. de S.; LEÃO, E. U.; SEIXAS, P. T. L. Avaliação do efeito curativo e preventivo do óleo essencial do capim citronela no controle de *Pyricularia grisea*. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 2, p. 23–27, 2011.

PINHEIRO, S. O.; MELO, B.; MANCIN, C. A. **Cultura da Figueira**. Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG). Uberlândia, MG. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br>>. Acesso em: 16 de maio de 2014.

ROZWALKA, L.C.; COSTA LIMA, M. L. R. Z.; MAY DE MIO, L. L.; NAKASHIMA, T. Extratos, decoctos e óleos essenciais de plantas medicinais e aromáticas na inibição de *Glomerella cingulata* e *Colletotrichum gloeosporioides* de frutos de goiaba. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 301–307, 2008.

SCHERER, R.; WAGNER, R.; DUARTE, M. C. T.; GODOY, H. T. Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, n. 4, p. 442–9, 2009.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. S. Uso de plantas medicinais no controle de doenças de plantas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 554–556, 2003.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R. Extratos e óleos essenciais de plantas medicinais na indução de resistência. In: CAVALCANTI, L. S.; DI PIERO, R. M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S. F.; RESENDE, M. L.; ROMEIRO, R. S. (Ed.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba, FEALQ, 2005.

SEIXAS, P. T. L.; CASTRO, H. C.; SANTOS, G. R.; CARDOSO, D. P. Controle fitopatológico do *Fusarium subglutinans* pelo óleo essencial do capim-citronela (*Cymbopogon nardus* L.) e do composto citronelal. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, p. 523–526, 2011.

SILVA, C. J.; BARBOSA, L. C. A.; DEMUNER, A. J.; PINHEIRO, A. L.; DIAS, I.; ANDRADE, N. J. Chemical composition and antibacterial activities from the essential oils of myrtaceae species planted in Brazil. **Química Nova**, v. 33, p.104–108, 2010.

SILVA, D. M.; BASTOS, C. N. Atividade antifúngica de óleos essenciais de espécies de *Piper* sobre *Criniphellis pernicioso*, *Phytophthora palmivora* e *Phytophthora capsici*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 143-144, 2007.

SILVESTRI, J. D. F.; PAROUL, N.; CZYIEWSKI, E.; LERIN, L.; ROTAVA, I.; CANSIAN, R. L.; MOSSI, A.; TONIAZZO, G.; DE OLIVEIRA, D.; TREICHEL, H. Perfil da composição química e atividades antibacteriana e antioxidante do óleo essencial do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata* Thunb.). **Revista Ceres**, v. 57, n.5, p. 589-594, 2010.

SINGH, H. B.; SRIVASTAVA, M.; SINGH, A.B.; SRIVASTAVA, A. K. Cinnamon bark oil, a potent fungitoxicant against fungi causing respiratory tract mycoses. **Allergy**, v. 50, p. 995-999, 1995.

SOUZA, M. A. A.; SOUZA, S. R.; VEIGA JR, V. F.; CORTEZ, J. K. P. C.; LEAL, R. S.; DANTAS, T. N. C.; MACIEL, M. A. M. Composição química do óleo fixo de Croton cajucara e determinação das suas propriedades fungicidas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, p. 599-610, 2006.

SOUZA, E. L.; STAMFORD, T. L. M.; LIMA, E. O.; TRAJANO, V. N. Effectiveness of *Origanum vulgare* L. essential oil to inhibit the growth of food spoiling yeasts. **Food Control**, v. 18, n. 5, p. 409-413, 2007.

SREEKANTAPPA, H.; NAIK, M. K. Management of fig rust, *Cerotelium fici* (Cast.) Arth. using fungicides. **Indian Journal of Plant Protection**, v. 32, n. 1, p. 98-101, 2004.

TRONGTOKIT, Y.; RONGSRIYAM, Y.; KOMALAMISRA, N.; APIWATHNASORN, C. Comparative repellency of 38 essential oils against mosquito bites. **Phytotherapy Research**, v. 19, p. 303-309, 2005.

VELOSO, R. A.; CASTRO, H. G. de; CARDOSO, D. P.; SANTOS, G. R. dos; BARBOSA, L. C. de A.; SILVA, K. P. da. Composição e fungitoxicidade do óleo essencial de capim citronela em função da adubação orgânica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 12, p. 1707-1713, 2012.

VENTUROSIO, L. DOS R.; BACCHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L.; CONUS, L. A.; PONTIM, B. C. A.; BERGAMIN, A. C. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 1, p. 18-23, 2011.

WONG, K. K. Y.; SIGNAL, F. A.; CAMPION, S. H.; MOTION, R. L. Citronella as an insect repellent in food packaging. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 4633-4636, 2005.

YOKOMIZO, N. K. S.; NAKAOKA-SAKITA, M. Atividade antimicrobiana e rendimento do óleo essencial de *Pimenta pseudocaryophyllus* var. *pseudocaryophyllus* (Gomes) Landrum, Myrtaceae. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 16, n. 3, p. 513-520, 2014.

ANEXOS

Anexo 1. Análise de variância e teste de F do experimento 1 de germinação de uredósporos de *Cerotelium fici* em sob diferentes concentrações (1 a 1000 ppm) de 20 óleos essenciais extraídos de plantas. UEPG, Ponta Grossa, 2016.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Óleo	19	43,862385	2,308547	17,577	0,000
Dose	3	42,730340	14,243447	108,448	0,000
Óleo*dose	53	1,591116	0,030021	0,229	1,000
Repetição	2	0,134131	0,067065	0,511	0,6011
Erro	153	20,094946	0,131340		
Total corrigido	230	108,412919			
CV (%)=	19,02				
Média geral	1,9053207	Número de observações:		231	

Anexo 2. Análise de variância e teste de F do experimento 2 de germinação de uredósporos de *C. fici* sob concentrações de 0 a 1000 ppm de 20 óleos essenciais extraídos de plantas. Ponta Grossa, UEPG, 2016.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Óleo	19	47,579264	2,504172	16,013	0,000
Dose	3	45,346430	15,115477	96,656	0,000
Óleo*dose	53	1,5561816	0,033071	0,369	1,000
Repetição	2	0,179547	0,089773	0,574	0,5644
Erro	153	23,926847	0,156385		
Total corrigido	230	112,352324			
CV (%)=	20,35				
Média geral	1,9436295	Número de observações:		231	

Anexo 3. Análise de variância e teste de F do experimento 1 de germinação de uredósporos de *C. fici* sob concentrações de 0 a 20 ppm de 20 óleos essenciais extraídos de plantas. Ponta Grossa, UEPG, 2016.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Óleo	19	7,623520	0,401238	5,993	0,000
Dose	3	4,253355	1,417785	21,176	0,000
Óleo*dose	53	3,498883	0,066017	0,986	0,5102
Repetição	2	0,111671	0,055835	0,834	0,4363
Erro	153	10,243685	0,066952		
Total corrigido	230	25,731113			
CV (%)=	8,98				
Média geral	2,8809487	Número de observações:		231	

Anexo 4. Análise de variância e teste de F do experimento 2 de germinação de uredósporos de *C. fici* sob concentrações de 0 a 20 ppm de 20 óleos essenciais extraídos de plantas. Ponta Grossa, UEPG, 2016.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Óleo	19	12,113638	0,637560	11,741	0,000
Dose	3	6,805242	2,268414	41,774	0,000
Óleo*dose	53	0,701885	0,013243	0,244	1,000
Repetição	2	0,010737	0,005369	0,099	0,9059
Erro	153	8,308188	0,054302		
Total corrigido	230	27,939690			
CV (%)=	8,06				
Média geral	2,8897942	Número de observações:		231	

CAPÍTULO 3. ÓLEOS ESSENCIAIS EXTRAÍDOS DE PLANTAS PARA CONTROLE DE FERRUGEM EM MUDAS DE FIGO EM CASA DE VEGETAÇÃO

RESUMO

A ferrugem do figo (*Ficus carica* L.) é causada pelo patógeno *Cerotelium fici* (Cast.) Arth., e é considerada a principal doença desta cultura. Estudar métodos de controle alternativo desta doença é fundamental para o desenvolvimento do manejo orgânico do figo. O trabalho foi conduzido em mudas de figo na casa de vegetação da Universidade Estadual de Ponta Grossa, PR. Foram testados 9 tratamentos para controle de ferrugem, (óleos essenciais de alecrim, alfazema, canela, capim limão, citronela, cravo da índia, coentro e orégano mais a testemunha com aplicação de água), em quatro concentrações (5, 10, 15 e 20 ppm). O delineamento estatístico foi o de blocos casualizados, com experimento em fatorial 9 tratamentos x 4 concentrações com 3 repetições. A primeira aplicação dos óleos foi realizada de forma preventiva, em agosto de 2014, juntamente com a inoculação de suspensão de esporos de ferrugem na concentração 10^5 esporos mL^{-1} . O experimento foi repetido em setembro de 2015. Foi avaliada a severidade da ferrugem e calculada a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença. Os óleos essenciais extraídos de canela, alfazema, capim limão, alecrim, citronela, orégano, cravo da índia e coentro testados em concentrações de 5 a 20 ppm de óleo obtiveram resultados na diminuição da severidade de ferrugem da figueira, com os melhores resultados associados ao óleo essencial de canela, seguido do óleo de alfazema, nas maiores concentrações. O aumento da concentração dos óleos essenciais, de 5 para 20 ppm, mostrou tendência linear de incremento no controle da ferrugem.

Palavras-chave: *Cerotelium fici*, controle alternativo, severidade

ABSTRACT

Fig rust (*Ficus carica* L.) is caused by *Cerotelium fici* (Cast.) Arth. It is the major disease in fig cultivate. Study methods of alternative control of this disease is critical to the development of organic fig management. The work was conducted in fig seedlings in the greenhouse of the State University of Ponta Grossa, PR. Nine fig rust control treatments have been tested (essential oils of rosemary, lavender, cinnamon, lemongrass, citronella, clove, coriander and oregano, besides a water treatment), in four concentrations (5, 10, 15 and 20 ppm). The experimental design was a randomized complete block design with factorial experiment in 9 x 4 with 3 repetitions. The first application of the oils was performed preventively in August 2014, with the application of fig rust espore suspension within 10^5 espores ml^{-1} . The experiment was repeated in September 2015. We evaluated the severity of symptoms of rust and calculated the area under disease progress curve. The essential oils from cinnamon, lavender, lemon grass, rosemary, lemongrass, oregano, cloves and coriander tested at concentrations of 5-20 ppm oil obtained results in the inhibition of the fig tree rust severity, with the best results associated with essential oil cinnamon, followed by lavender oil, in higher concentrations. Increasing the concentration of essential oils from 5 to 20 ppm, showed linear trend of increment in controlling the disease, even in higher rates of disease severity, in the second experiment, but reflected the same results control by essential oils.

Key-word: alternative control, *Cerotelium fici*, severity

1 INTRODUÇÃO

A cultura do figo (*Ficus carica* L.) apresenta importantes patógenos associados, porém, a maior causa de perdas na cultura está relacionada com a ferrugem, *Cerotelium fici* (Cast.) Arth. (PASTORE et al., 2015).

As perdas causadas pela ferrugem podem ser expressivas, especialmente quando não é feito o controle do patógeno e as condições são favoráveis ao seu desenvolvimento. O agente causal *C. fici* pode parasitar também outras espécies do gênero *Ficus* (GALLETI; REZENDE, 2005). É considerada a doença de maior importância da cultura, e se encontra difundida por todas as áreas de cultivo de figo. É uma ameaça grave e constante e, se não for controlada, pode ocasionar prejuízo de 50% ou mais na produção (PINHEIRO; MELO; MANCIN, 2014). Pastore et al. (2015) apontam a cultivar Roxo de Valinhos como cultivar comercial mais cultivada de figo, que se apresenta como pouco resistente a esta doença.

Mezzalira et al. (2015) citam como possibilidades de controle de ferrugem os fungicidas azoxistrobin ou a base de cobre insolúvel, e tratamentos orgânicos, como a calda bordalesa, eficiente na redução de danos e qualidade dos frutos. Pinheiro; Melo, Mancin (2014) também relatam o uso de tratamentos de inverno, poda, eliminação da fonte de inóculo primário, e pulverizações com calda-sulfocálcica no período de repouso ou com calda bordalesa no período vegetativo. Pulverizações curativas com o emprego de fungicidas sistêmicos, no surgimento dos primeiros sintomas da doença, também são utilizadas.

Com relação ao controle alternativo para a ferrugem na figueira, Conceição et al. (2007) testaram em laboratório diferentes óleos essenciais (palma rosa - *Cymbopogon Martini* Stapf, limão - *Citrus limonum* L., cravo da Índia - *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M. Perry, eucalipto - *Corymbia citriodora* Hill & Johnson e hortelã - *Mentha piperita* L.) na inibição da germinação dos uredósporos e constataram que todos tratamentos proporcionaram bons resultados.

Faltam estudos do comportamento de óleos essenciais no controle de ferrugem em mudas ou mesmo em plantas inteiras de figo. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes óleos essenciais em diferentes concentrações no controle da ferrugem em mudas de figo em casa de vegetação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A ferrugem (*C. fici*) é a doença mais conhecida e importante da cultura do figo, e causa danos expressivos em todas as regiões produtoras do Brasil, principalmente em condições favoráveis e sem controle fitossanitário (EMBRAPA, 2006).

Esta doença pode ocasionar desfolha total da planta em 30 dias, reduzindo a produção de frutos em até 80%. A permanência do inóculo da doença de um ciclo para outro no pomar ocorre em folhas remanescentes sobre a planta ou caídas recentemente. A disseminação se dá por ação dos ventos e de respingos de chuva (GALLETI; REZENDE, 2005).

Os sintomas de ferrugem são pequenas manchas verde-amareladas que se tornam pardas nas folhas. Na página inferior das folhas há a formação de pústulas com uma massa pulverulenta ferruginosa composta de esporos do fungo (BURNETT, 1964). Em ataques severos, as folhas amarelecem, secam e caem. Se a infecção acontecer nos primeiros estádios de desenvolvimento vegetativo da planta, pode causar perda total da produção, e se acontecer no período de frutificação, pode interferir no processo de maturação dos frutos, acarretando a redução do seu valor comercial (GALLETI; REZENDE, 2005).

A deposição de uredósporos, dispersos pelo vento inicia o ciclo da doença nas folhas (GALLETI; REZENDE, 2005). O patógeno *C. fici* pode apresentar vários ciclos primários durante o ciclo anual da planta de figo, definindo então esta doença como policíclica (AGRIOS, 2005).

A cultivar Roxo de Valinhos é a principal cultivar comercial de figo utilizada no Sul do Brasil. Pastore et al. (2015) relatam que esta foi considerada pouco resistente a ferrugem, manifestando problemas fitossanitários, mesmo em pequenas áreas de cultivo.

Sreekantappa e Naik (2004) verificaram em experimentos *in vitro* a eficiência de fungicidas sistêmicos (hexaconazole, propiconazole, tridemorfe e triadimefon) e não-sistêmicos (clorotalonil, mancozebe e enxofre molhável). Mancozebe inibiu em 77,4%, e hexaconazole em 91,3% a germinação dos uredósporos de *C. fici*, apresentando também o melhor controle em campo, com os menores índices de doença.

Estudar métodos alternativos para o controle de doenças e pragas na agricultura, é necessário para minimizar os danos ao meio ambiente e à saúde (RANASINGHE; JAYAWARDENA; ABEYWICKRAMA, 2002; COITINHO et al., 2006; SOUZA et al., 2006). Plantas medicinais e seus derivados representam importante contribuição na pesquisa de novos ativos para substituir ou reduzir o uso de agrotóxicos. Os óleos essenciais extraídos de plantas apresentam baixa toxicidade a mamíferos e são amplamente testados no controle de

fitopatógenos em diferentes culturas (DAFERERA et al., 2003; BASTOS; ALBUQUERQUE, 2004; GAYOSO et al., 2005; DINIZ et al., 2006; SILVA; BASTOS, 2007; SILVA et al., 2008; COSTA, 2011; PASSOS et al., 2012; VELOSO et al., 2012; YOKOMIZO; NAKAOKA-SAKITA, 2014).

O óleo essencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum* J. Presl.) pode ser fonte de fungicidas para a proteção de sementes, segundo Jham et al. (2005), devido ao alto teor de cinamaldeído na composição. A composição deste óleo também foi apontada por Koketsu et al. (1997) e Lima et al. (2005), como sendo em maior parte de cinamaldeído.

Segundo Chang; Chen; Chang (2001), o efeito antibacteriano do óleo essencial de canela é maior em extratos com maior quantidade de cinamaldeído. A presença de eugenol pode ser uma fonte da atividade antifúngica, porém com menor eficiência.

Singh et al. (1995), Ferhout et al. (1999), Chang; Chen; Chang (2001) e reportaram a atividade antimicrobiana e antifúngica dos óleos essenciais de espécies do gênero *Cinnamomum*. Pereira et al. (2011) relataram a inibição completa da germinação de conídios de *Cercospora coffeicola* Berk & Cook, em concentrações mais altas que 1000 ppm do óleo essencial de canela.

A atividade antifúngica de extratos aquosos de cravo da índia (*S. aromaticum*), alho (*Allium sativum* L.) e canela (*C. zeylanicum*) foi constatada por Venturoso et al. (2011), relatando a inibição completa do crescimento de *Aspergillus* sp., em meio de cultura com o extrato de cravo da índia.

As flores e folhas de alfavaca (*Lavandula hybrida* Reverchon) podem ser fonte de óleos essenciais como acetato de linalila e linalol, além de cânfora e 1,8 cineole (ARABACI et al., 2007). Existem diferenças na quantidade e qualidade dos componentes, dependendo da parte da planta utilizada (PAPACHRISTOS et al., 2004; MACHADO et al., 2013).

Entre os óleos essenciais testados por Giordani et al. (2004), para o controle *in vitro* de fungos, o óleo essencial de *L. hybrida* foi considerado com propriedades antifúngicas muito fracas, em comparação aos óleos essenciais de tomilho (*Thymus vulgaris* L.), orégano (*Origanum vulgare* L.) e alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.).

Já a espécie *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf., ou capim limão, é extensamente utilizada para extração de óleo para fins medicinais ou industriais, tendo como principal componente o citral (GUERRA et al., 2000; NASCIMENTO et al., 2003; LEAL et al., 2003; MARTINAZZO et al., 2007). Suas propriedades inseticidas já foram relatadas por Souza et al. (2006), como larvicida e repelente de insetos, além de ação calmante e analgésica e o efeito

antifúngico em doenças de pele em humanos (fungos do gênero *Candida*), demonstrada por Silva et al. (2008).

O óleo essencial extraído de alecrim (*R. officinalis*) também possui atividades antimicrobianas, segundo Celiktas et al. (2007) e Gachkar et al. (2007), contra bactérias de diversos gêneros (*Staphylococcus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Enterococcus* e *Escherichia*) com efeitos diferentes de acordo com a localidade e época de extração das plantas. Seu principal componente é o eucaliptol (1,8-cineol) (PAPACHRISTOS et al., 2004).

Trongtokit et al. (2005), Wong et al. (2005), Scherer et al. (2009) e Veloso et al. (2012), reportam a citronela (*Cymbopogum nardus* L.) como fonte de óleo essencial repelente de insetos, bactericida e fungicida, inibindo o crescimento micelial de *Amphobotrys ricini* Buchw., *Colletotrichum gloeosporioides* Penz e de *Didymella bryoniae* (Auersw.) Rehn. Barbosa et al. (2008) definiram como principais constituintes deste óleo o geraniol e o citronelal, que, segundo Marco et al. (2007), podem variar em quantidade dependendo da idade de corte da planta e do tipo de estruturas que estarão presentes na folha no momento do corte.

Folhas de orégano (*O. vulgare*) produzem óleo essencial rico em carvacrol, e possuem forte ação inibitória de microorganismos, segundo Papachristos et al. (2004), devido a alta quantidade de carvacrol em sua composição.

Os óleos essenciais extraídos de diferentes plantas podem atuar sobre diversos patógenos, de forma a inibir a germinação dos esporos, ou a formação de apressório, ou alterando o crescimento e desenvolvimento de hifas, assim como induzindo mecanismos de resistência nas plantas (BONALDO et al., 2004; MOREIRA et al., 2008; MOTOYAMA et al., 2003; DIAS-ARIEIRA et al., 2010; VELOSO et al., 2012; YOKOMIZO; NAKAOKA-SAKITA, 2014).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na casa de vegetação da Universidade Estadual de Ponta Grossa, situada no Campus Uvaranas. As mudas foram obtidas de um viveiro de produção comercial, sem a utilização de fungicidas, e acondicionadas em vasos de polipropileno de 5 litros, com substrato comercial, na recomendação padrão para o cultivo de mudas de figo.

Foram selecionados 8 óleos essenciais, em quatro concentrações (5, 10, 15 e 20 ppm), mais a testemunha com aplicação de água. Os óleos avaliados foram: alecrim, alfazema, canela, capim limão, citronela, cravo da índia, coentro e orégano. O delineamento estatístico foi o de blocos casualizados, com experimento em fatorial 9 tratamentos (óleos e a testemunha) x 4 concentrações com 3 repetições. Cada repetição constitui-se de 2 mudas de figo, totalizando 216 mudas utilizadas.

As mudas da cultivar Roxo de Valinhos foram inoculadas com suspensão de esporos de *Cerotelium fici* preparada a partir de folhas coletadas no pomar conduzido sob sistema orgânico, na Universidade Estadual de Ponta Grossa, PR, e raspadas com pincel para obtenção dos uredósporos. Aos uredósporos foram acrescidas água destilada esterilizada e Tween 20 (1 gota 1000 mL⁻¹). A suspensão foi ajustada para a concentração de 10⁵ esporos mL⁻¹, com auxílio da câmara de Neubauer.

A aplicação foi realizada de forma preventiva, ou seja, antes do aparecimento dos sintomas de ferrugem, e 7 dias após a inoculação das plantas com a suspensão de esporos, em agosto de 2014. Todos os tratamentos foram aplicados com volume de calda de 300 litros por hectare, a fim de proporcionar completo molhamento das folhas da planta, inclusive a testemunha, onde se aplicou apenas água. Os óleos foram misturados em água, em suas respectivas concentrações, e aplicados sob agitação constante, através de pulverizador manual. O segundo experimento aconteceu em setembro de 2015, após a desfolha das mudas devido ao inverno.

A severidade foi avaliada através de comparação com escala de notas, com seis níveis de lesão: I: sem sintomas; II: até 4,39% de área afetada; III: 4,39 a 8,88%; IV: 8,88 a 16,00%; V: 16,00 a 33,32%; VI: 33,32 a 63,00% (LORENZETTI et al., 2008). Foram avaliadas todas as folhas das mudas de cada parcela aos 7, 14, 21, 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA), em cada um dos experimentos.

Com os dados de severidade nas avaliações, foi calculada a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), pela equação porposta por Campbell e Madden (1990), da seguinte forma:

$$AACPD = \sum_i (Y_i + Y_{i+1} / 2) * (t_{i+1} - t_i) / n$$

Em que i é a severidade da doença na i -ésima observação, X_i é o tempo em dias na i -ésima observação e n é o número total de observações. A AACPD foi padronizada ao dividir o valor da área abaixo da curva de progresso da doença pela duração de tempo total ($T_n - T_1$) da epidemia de diferentes durações.

Os dados obtidos nas avaliações e no cálculo de AACPD foram submetidos à análise estatística pelo programa Sisvar[®] (FERREIRA, 2014), primeiramente por meio de teste de F, com a transformação dos dados de severidade por $\arcsen \sqrt{(x+1)/100}$. Quando existiram diferenças estatísticas significantes entre médias de tratamentos, as médias do fator 1 (óleos essenciais) foram comparadas pelo teste de Scott-Knot no nível de 5% de probabilidade e foi realizada a análise de regressão para o fator 2 (concentrações de óleos essenciais).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das avaliações mostraram diferença estatística entre os tratamentos utilizados (Fator 1 - óleos) e entre as concentrações de óleo essencial aplicadas (Fator 2), assim como efeito na interação entre o fator 1 e o fator 2. Todas as análises de variância e testes de F estão apresentados em Anexo (Anexos 1 a 10). As médias de severidade de doença entre os tratamentos aplicados (Tabela 1), mostrando maior eficiência de controle da doença quando aplicado o óleo de canela, em todas as avaliações, o que refletiu em menor área abaixo da curva de progresso da doença, sendo estatisticamente superior aos demais tratamentos no controle da ferrugem da figueira.

Na sequência, alfazema, depois capim limão, seguido de alecrim, todos diferentes estatisticamente, citronela e orégano sem diferença entre si, assim como cravo da índia e coentro, e por fim, a testemunha, que apresentou severidades mais altas da doença em todas as avaliações, com o máximo encontrado de 36,67% de severidade na última avaliação. Isto demonstra o efeito de todos os óleos, em maiores ou menores proporções, na diminuição da severidade de ferrugem em mudas de figo.

Tabela 1. Severidade (%) de ferrugem (*Cerotelium fici*) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em mudas de figo (*Ficus carica*) tratadas com diferentes concentrações de óleos essenciais extraídos de plantas. UEPG, Ponta Grossa, PR, 2016.

Óleos	Severidade de Ferrugem (%)				AACPD
	7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	
Canela	1,17** a*	2,42 a	2,67 a	4,83 a	53,08 a
Alfazema	2,67 b	4,00 b	6,17 b	8,33 b	109,67 b
Capim limão	2,67 b	4,50 b	6,83 b	9,58 c	121,92 c
Alecrim	5,83 c	8,00 c	10,33 c	13,92 d	197,46 d
Citronela	9,17 d	12,42 d	20,25 d	30,33 e	366,33 e
Orégano	8,67 d	12,17 d	22,17 e	31,33 e	380,33 e
Cravo da índia	9,58 d	12,33 d	25,00 f	29,42 e	397,83 f
Coentro	9,67 d	13,08 d	23,83 f	30,42 e	398,70 f
Testemunha	11,00 e	20,00 e	30,00 g	36,67 f	541,33 g
C.V (%)	9,67	7,58	5,62	4,49	3,79

*As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott Knot ao nível de 5% de probabilidade; **Dados originais, para análise os dados foram transformados em $\arcsin \sqrt{(x+1)/100}$; DAA= Dias Após a Aplicação. C.V.= coeficiente de variação

Os dados do segundo experimento realizado nas mudas de figo confirmam as observações do primeiro experimento em relação a severidade de ferrugem em cada avaliação e a área abaixo da curva de progresso da doença (Tabela 2).

Pode-se visualizar o efeito do óleo de canela no controle da ferrugem, mesmo 28 dias após a aplicação do óleo, apresentando os menores valores de severidade e de AACPD. Os

óleos de alfazema capim limão e alecrim, diferentes estatisticamente, estão na sequência, e novamente, citronela e orégano sem diferença entre si, e coentro e cravo da índia, também iguais estatisticamente, porém todos diferentes estatisticamente da testemunha, que obteve sempre as maiores severidades de ferrugem (44%) e consequentemente, o maior valor da AACPD.

Tabela 2. Severidade (%) de ferrugem (*Cerotelium fici*) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em mudas de figo (*Ficus carica*) tratadas com diferentes concentrações de óleos essenciais extraídos de plantas, no segundo experimento, realizado em setembro de 2015. UEPG, Ponta Grossa, PR, 2016.

Óleo	Severidade de Ferrugem (%)				AACPD
	7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	
Canela	2,83** a*	3,83 a	6,00 a	10,33 a	114,92 a
Alfazema	5,25 b	7,08 b	8,67 b	13,75 b	176,75 b
Capim limão	6,58 c	7,67 c	10,17 c	16,50 c	205,63 c
Alecrim	10,50 d	14,25 d	15,83 d	18,50 d	312,08 d
Citronela	13,83 e	17,17 f	25,25 e	35,00 e	467,83 e
Orégano	13,92 e	16,16 e	27,17 e	35,58 e	483,58 e
Coentro	14,25 e	18,00 f	28,92 f	35,08 e	501,08 f
Cravo da índia	14,42 e	17,33 f	30,00 f	34,41 e	502,25 f
Testemunha	16,00 f	28,67 g	35,67 g	44,00 f	660,33 g
CV (%)	6,83	4,20	4,82	3,88	3,11

*As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott Knot ao nível de 5% de probabilidade; ** Dados originais, para análise os dados foram transformados em $\sqrt{(x+1)/100}$. DAA= Dias Após a Aplicação. C.V.= coeficiente de variação

Ao se analisar os desdobramentos das concentrações de cada óleo, pode-se afirmar que existem diferenças na relação entre os óleos e doses testadas (Figuras 1 a 16).

O óleo essencial de canela apresentou os melhores resultados de controle da ferrugem da figueira (Tabelas 1 e 2). Analisando o desdobramento das concentrações deste óleo (Figura 1), as linhas de tendência aparecem lineares, com diminuição na severidade de ferrugem a medida que aumentam as concentrações. Na AACPD (Figura 2), fica nítido o menor desenvolvimento da doença até os 28 dias de avaliação em concentração de 20 ppm de óleo essencial de canela.

Jham et al. (2005) afirmam que os galhos e as folhas de *Cinnamomum* spp são comumente utilizadas como temperos, e os óleos essenciais são usados como realçadores de sabor na indústria alimentícia. Avaliando os componentes do óleo essencial de canela, os autores afirmam que pode se desenvolver fungicidas protetores de sementes não-tóxicos a partir de árvores de canela com alto teor de cinamaldeído na composição.

Diversos estudos têm mostrado a atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de *Cinnamomum cassia* Presl., *Cinnamomum osmophloeum* Kaneh. e *Cinnamomum zeylanicum*

Blume (FERHOUT et al. 1999; CHANG; CHEN; CHANG, 2001). Foi reportada também atividade antifúngica sobre fungos do gênero *Aspergillus* (SINGH et al., 1995).

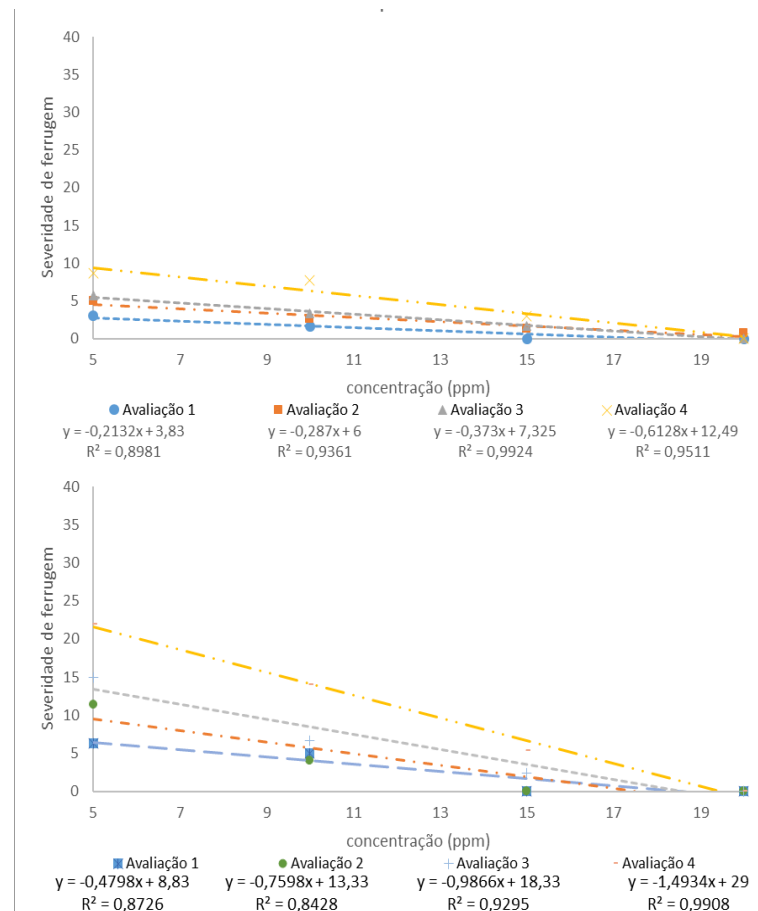


Figura 1. Severidade (%) de ferrugem da figueira (*Cerotelium fici*) em mudas de figo (*Ficus carica*) tratadas com quatro concentrações de óleo essencial de canela (*Cinammomum zeylanicum*) nos dois experimentos em casa de vegetação. Ponta Grossa, UEPG, 2016. *Dados originais, para análise os dados foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{(x+1)/100}$

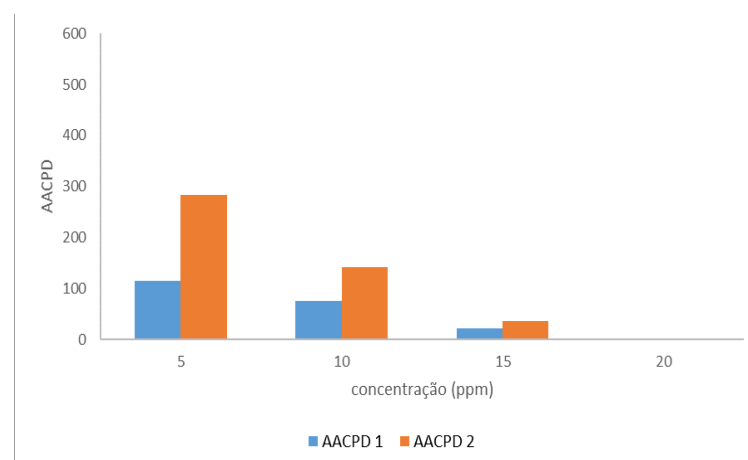


Figura 2. Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença de ferrugem da figueira (*Cerotelium fici*) em mudas de figo (*Ficus carica*) tratadas com quatro concentrações de óleo essencial de canela (*Cinammomum zeylanicum*) nos dois experimentos em casa de vegetação. Ponta Grossa, UEPG, 2016. *Dados originais sem transformação. Coeficiente de Variação= AACPD 1: 3,79%; AACPD 2: 3,11%

Pereira et al. (2011), observaram que em doses a partir de 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ (1000 ppm) do óleo essencial de canela ocorre a inibição completa na germinação de conídios de *Cercospora coffeicola* Berk & Cook. No caso da severidade de ferrugem do figo, a concentração de 20 ppm deste óleo proporcionou inibição do desenvolvimento de sintomas.

Venturoso (2011) constatou atividade antifúngica dos extratos aquosos de cravo da índia, alho e canela, incluindo a inibição completa do crescimento de *Aspergillus* sp., em meio de cultura com o extrato de cravo da índia.

O óleo essencial de canela é extraído da casca da madeira, composto principalmente por aldeído cinâmico ou cinamaldeído. Lima et al. (2005), identificaram 23 constituintes químicos nas folhas de canela e 36 nos galhos. Nos galhos, os principais componentes foram linalol (10,6%), α -pineno (9,9%), acetato de (E)-cinamila (9,7%), α -felandreno (9,2%), (E)-cinamaldeído (7,8%), limoneno (7,9%) e b-cariofileno (6,7%). Segundo os autores, este constituiu o primeiro relato da composição química do óleo dos galhos de *C. zeylannicum*, e que apresentou um perfil químico diferente do relatado na literatura para outras partes da planta. Estudando a produção de óleos essenciais de canela no Estado do Paraná, Koketsu et al. (1997) definiram que o cinamaldeído constitui cerca de 55% do total de óleo produzido, porém, com grandes diferenças entre árvores do mesmo gênero.

Chang; Chen; Chang (2001) mostraram que o efeito antibacteriano do óleo essencial de canela é maior nos extratos que continham maior quantidade de cinamaldeído, o que pode acarretar diferentes respostas de acordo com a composição do óleo, ou de acordo com a fonte de extração. A presença de eugenol pode ser uma fonte da atividade antifúngica, porém com menor eficiência que o cinamaldeído.

Nas mudas em que houve a aplicação de óleo essencial de alfazema, os resultados mostram a segunda menor severidade de doença, e consequentemente, a segunda menor AACPD (Tabelas 1 e 2). Com relação a dose, houve redução da severidade de doença nas maiores concentrações de óleo em todas as avaliações, exibindo tendência linear (Figura 3). Pela AACPD (Figura 4), pode-se verificar que maiores concentrações de óleo essencial de alfazema reduziram o desenvolvimento da ferrugem nas mudas de figo.

A alfazema ou lavandim (*L. hybrida*) possui em seu óleo essencial extraído das floras como principais componentes o acetato de linalila e linalol, além de cânfora e 1,8 cineole (ARABACI et al., 2007).

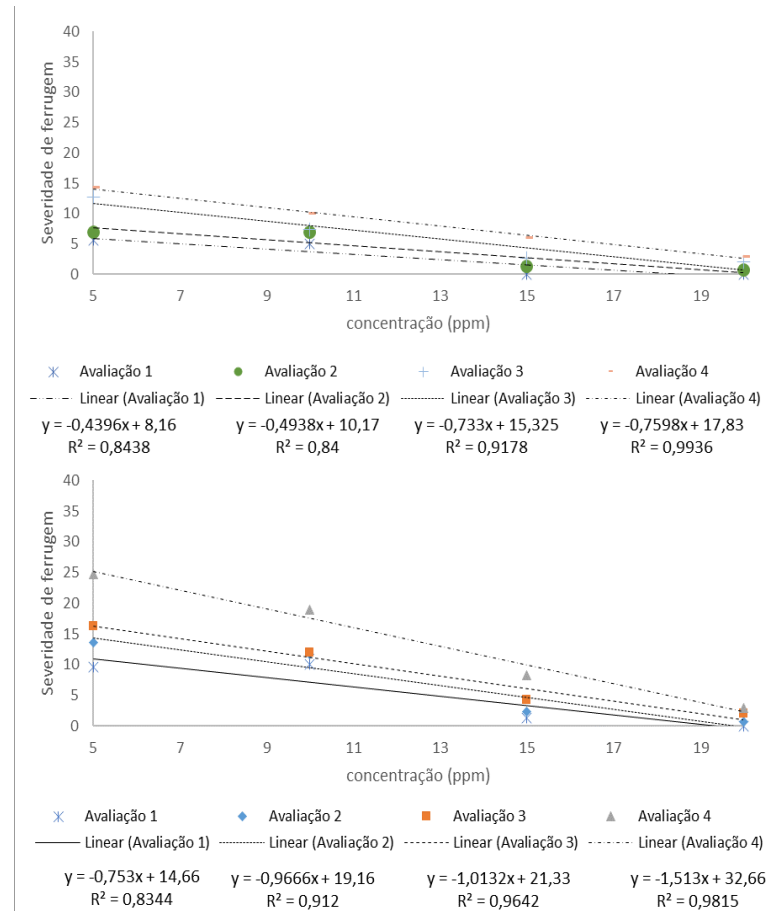


Figura 3. Severidade (%) de ferrugem da figueira (*Cerotelium fici*) em mudas de figo (*Ficus carica*) tratadas com quatro concentrações de óleo essencial de alfavaz (*Lavandula hybrida*) nos dois experimentos em casa de vegetação. Ponta Grossa, UEPG, 2016. *Dados originais, para análise os dados foram transformados em $\sqrt{(x+1)/100}$

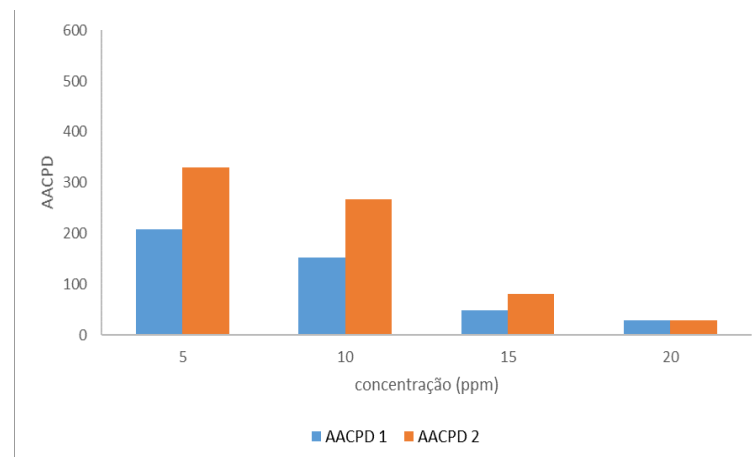


Figura 4. Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença de ferrugem da figueira (*Cerotelium fici*) em mudas de figo (*Ficus carica*) tratadas com quatro concentrações de óleo essencial de alfavaz (*Lavandula hybrida*) em dois experimentos em casa de vegetação. Ponta Grossa, UEPG, 2016. *Dados originais sem transformação. Coeficiente de Variação= AACPD 1: 3,79%; AACPD 2: 3,11%

Papachristos et al. (2004) determinaram a constituição dos óleos de folhas e flores de *L. hybrida*. O principal grupo de constituintes identificado foi o de monoterpenos oxigenados.

As diferenças, tanto de quantidade como de qualidade da composição, dependeram mais das partes da planta utilizadas do que da época de coleta. O principal constituinte encontrado foi o 1,8-cineol, nas folhas, enquanto que nas flores, encontrou-se em maior quantidade o linalool. Os autores também demonstraram o efeito do óleo de alfazema no controle de insetos, como o caruncho (*Acanthoscelides obtectus* Say).

A composição e o teor dos componentes do óleo essencial de alfazema encontrados por Machado et al. (2013) foram linalol (46,88% e 37,25%), acetato de linalila (10,09% e 12,24%), 1,8-Cineole + cis ocimeno (7,63% e 10,64%) e acetato de lavandulila (6,98% e 6,49%).

Giordani et al. (2004), testando diferentes óleos essenciais no controle *in vitro* de fungos, classificou-os de acordo com a capacidade antifúngica, em quatro categorias: propriedades antifúngicas muito fortes, médias, fracas e muito fracas. O óleo essencial de alfazema obteve a pior classificação, ou seja, propriedades antifúngicas muito fracas, em comparação aos óleos de tomilho, orégano e alecrim. Entretanto, segundo os autores, esta atividade antifúngica depende da quantidade de álcoois fenólicos, variando de acordo com a composição química do óleo essencial. No experimento com ferrugem do figo, observa-se um potencial antifúngico muito forte do óleo essencial de alfazema, inibindo completamente o desenvolvimento da doença na concentração de 20 ppm (Figura 4).

No tratamento com o óleo essencial de capim limão, obteve-se médias de severidade nas mudas também inferiores ao tratamento testemunha (Tabelas 1 e 2), porém superiores aos tratamentos com canela e capim limão nas mesmas concentrações, ou seja, este óleo possui eficiência no controle da ferrugem, nas concentrações estudadas, porém com menor efeito que os óleos de canela e de alfazema. As maiores concentrações de óleo de capim limão apresentaram controle mais eficiente da ferrugem, em tendência linear (Figura 5) em todas as avaliações, assim como na AACPD (Figura 6).

A espécie *C. citratus*, conhecida como “Lemon grass”, ou capim limão, é cultivada para produção comercial de óleo essencial, que é amplamente utilizado para fins medicinais, principalmente na forma de chá, além de seu uso e aplicação na indústria alimentícia, farmacêutica, de cosméticos e perfumaria, assim como para extração do citral, o principal componente deste óleo essencial (MARTINAZZO et al., 2007).

Nascimento et al. (2003) e Leal et al. (2003) observaram que o componente mais importante do óleo essencial do capim-santo é o citral, uma mistura de isômeros, geranial (a-citral) e neral (b-citral) (65 - 80%), além de limoneno, citronelal, mirceno e geraniol (GUERRA et al., 2000).

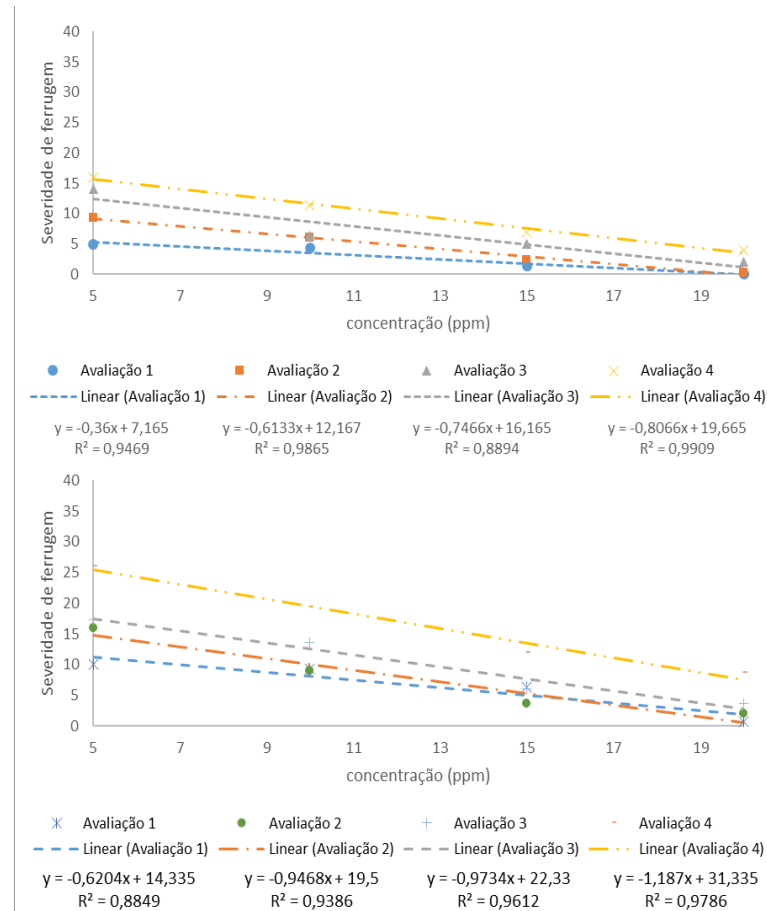


Figura 5. Severidade (%) de ferrugem da figueira (*Cerotelium fici*) em mudas de figo (*Ficus carica*) tratadas com quatro concentrações de óleo essencial de capim limão (*Cymbopogum citratus*) nos dois experimentos em casa de vegetação. Ponta Grossa, UEPG, 2016. *Dados originais, para análise os dados foram transformados em $\sqrt{(x+1)/100}$

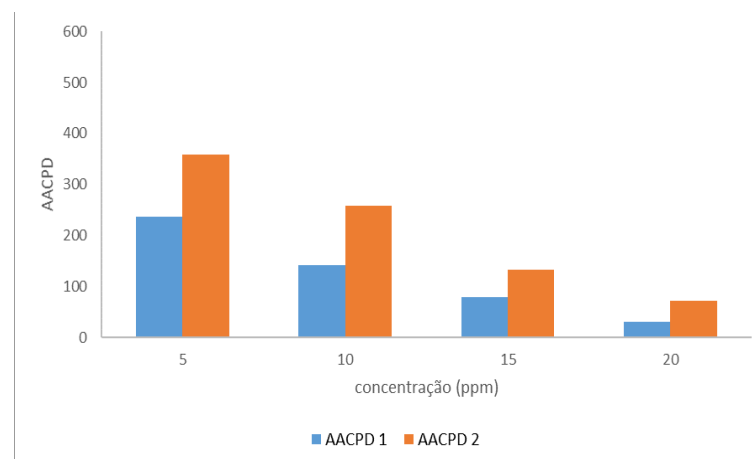


Figura 6. Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença de ferrugem da figueira (*Cerotelium fici*) em mudas de figo (*Ficus carica*) tratadas com quatro concentrações de óleo essencial de capim limão (*Cymbopogum citratus*) nos dois experimentos em casa de vegetação. Ponta Grossa, UEPG, 2016. *Dados originais sem transformação. Coeficiente de Variação= AACPD 1: 3,79%; AACPD 2: 3,11%

Souza et al. (2006) relataram suas propriedades inseticidas de capim limão, principalmente larvicida e repelente de insetos. A indústria farmacêutica utiliza-o para síntese de ianonas e vitamina A, acompanhado de pequena quantidade de mirceno. O óleo essencial

de capim limão tem ação calmante e espasmolítica comprovada, atribuída à presença do citral, enquanto a atividade analgésica é devida ao mirceno. O efeito do óleo essencial de capim limão no controle de doenças de pele em humanos, causadas pelo gênero *Candida*, foi demonstrado por Silva et al. (2008).

Para os sintomas de ferrugem do figo (*C. fici*), o óleo essencial de capim limão retardou o desenvolvimento da doença na concentração de 20 ppm, porém não houve inibição completa após 28 dias, mostrando que possivelmente seria necessária uma nova aplicação do óleo.

A aplicação de óleo de alecrim apresentou resultados significativos de controle de ferrugem do figo (Tabelas 1 e 2). As avaliações de severidade de ferrugem nas mudas exibem uma linha de tendência linear (Figura 7), ou seja, quanto maior foi a concentração do óleo, menor foi a severidade de doença encontrada, mesmo após 28 dias da aplicação do óleo. A AACPD foi menor a medida que aumentou a concentração do óleo (Figura 8), refletindo o melhor controle em maiores concentrações de óleo de alecrim.

O óleo essencial extraído do alecrim (*R. officinalis*) apresenta como principal componente o eucaliptol (1,8-cineol). Papachristos et al. (2004) determinaram que folhas de alecrim possuem mais compostos oxigenados do que hidrocarbometos, exibindo grande quantidade de canfora (16,7–20,8%) e 1,8-cineol (11,3–17,3%), além de α -pineno, borneol, verbenona, limoneno, linalool, entre outros em menor quantidade. As diferenças na composição encontrada dependem da estação do ano em que foram colhidas.

Segundo Celiktas et al. (2007) e Gachkar et al. (2007), o óleo essencial extraído de alecrim possui atividades antimicrobianas contra bactérias dos gêneros *Staphylococcus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Enterococcus*, *Escherichia* entre outros, com efeitos diferentes de acordo com a localidade e época de extração das plantas.

Os tratamentos com óleo essencial de citronela apresentaram diferenças entre as concentrações apenas em algumas das avaliações realizadas (Figura 9), com tendência linear de redução da severidade com maiores concentrações de óleo. Em relação aos demais tratamentos realizados, a citronela apresentou a quinta menor AACPD (Tabelas 1 e 2 e Figura 10), ou seja, existe eficiência relativa destas concentrações de óleo essencial de citronela em relação a testemunha, porém, o nível de controle é menor do que dos óleos anteriores nas mesmas concentrações.

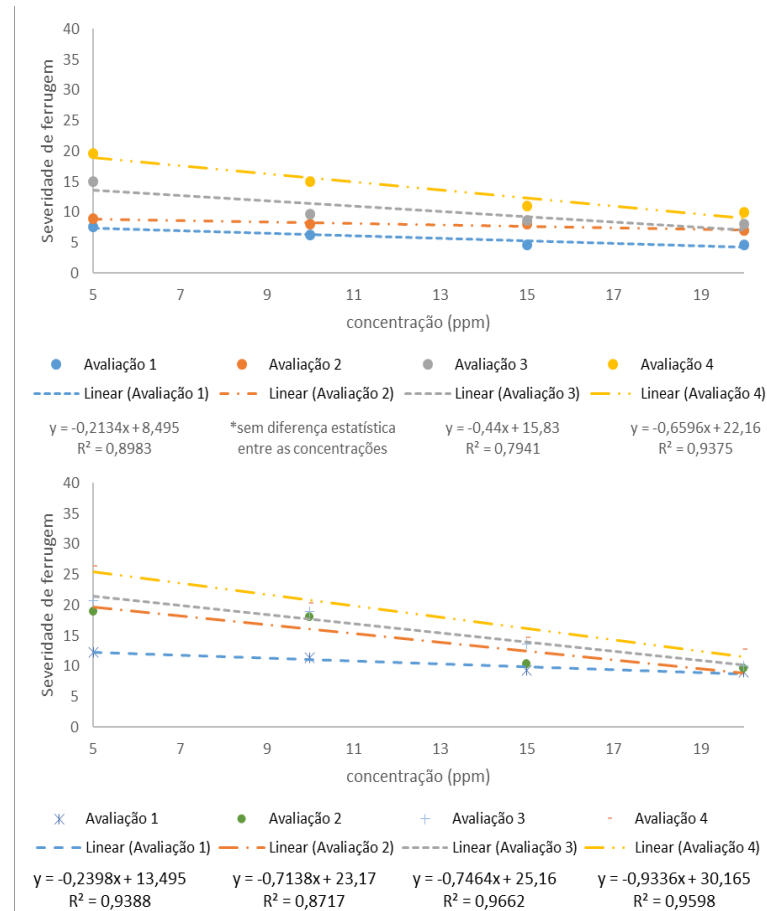


Figura 7. Severidade (%) de ferrugem da figueira (*Cerotelium fici*) em mudas de figo (*Ficus carica*) tratadas com quatro concentrações de óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) nos dois experimentos em casa de vegetação. Ponta Grossa, UEPG, 2016. *Dados originais, para análise os dados foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{(x+1)/100}$

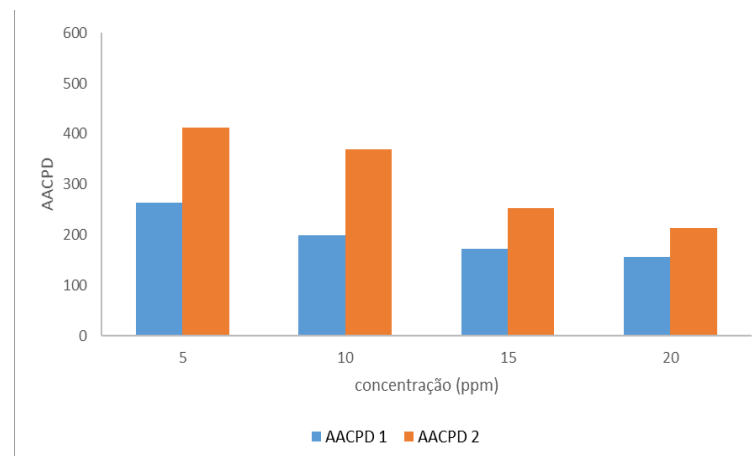


Figura 8. Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença de ferrugem da figueira (*Cerotelium fici*) em mudas de figo (*Ficus carica*) tratadas com quatro concentrações de óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) nos dois experimentos em casa de vegetação. Ponta Grossa, UEPG, 2016. *Dados originais sem transformação. Coeficiente de Variação= AACPD 1: 3,79%; AACPD 2: 3,11%

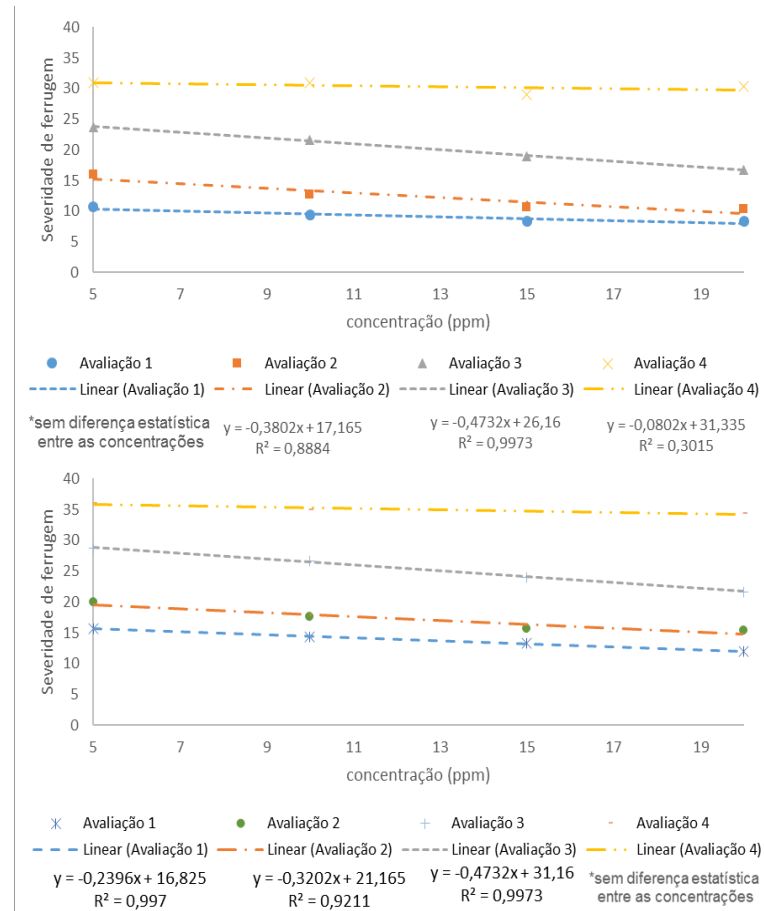


Figura 9. Severidade (%) de ferrugem da figueira (*Cerotelium fici*) em mudas de figo (*Ficus carica*) tratadas com quatro concentrações de óleo essencial de citronela (*Cymbopogum nardus*) nos dois experimentos em casa de vegetação. Ponta Grossa, UEPG, 2016. *Dados originais, para análise os dados foram transformados em $\sqrt{(x+1)/100}$

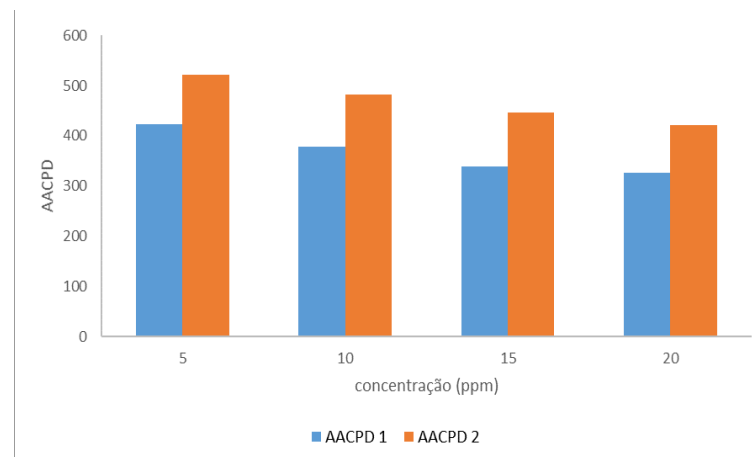


Figura 10. Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença de ferrugem da figueira (*Cerotelium fici*) em mudas de figo (*Ficus carica*) tratadas com quatro concentrações de óleo essencial de citronela (*Cymbopogum nardus*) nos dois experimentos em casa de vegetação. Ponta Grossa, UEPG, 2016. *Dados originais sem transformação. Coeficiente de Variação= AACPD 1: 3,79%; AACPD 2: 3,11%

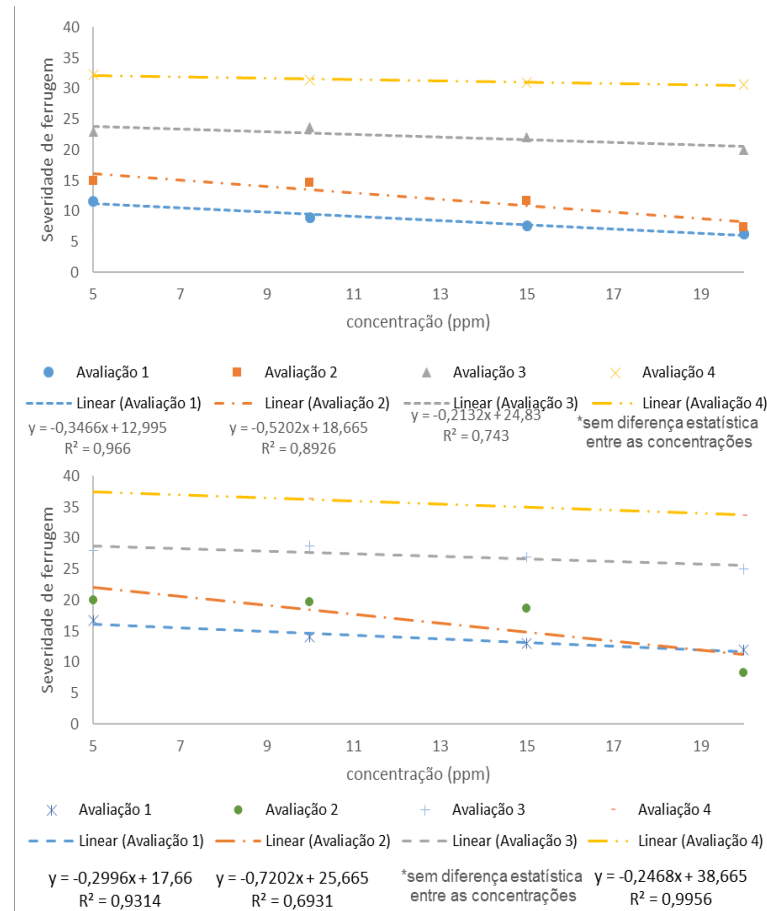


Figura 11. Severidade (%) de ferrugem da figueira (*Cerotelium fici*) em mudas de figo (*Ficus carica*) tratadas com quatro concentrações de óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare*) nos dois experimentos em casa de vegetação. Ponta Grossa, UEPG, 2016. *Dados originais, para análise os dados foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{(x+1)/100}$

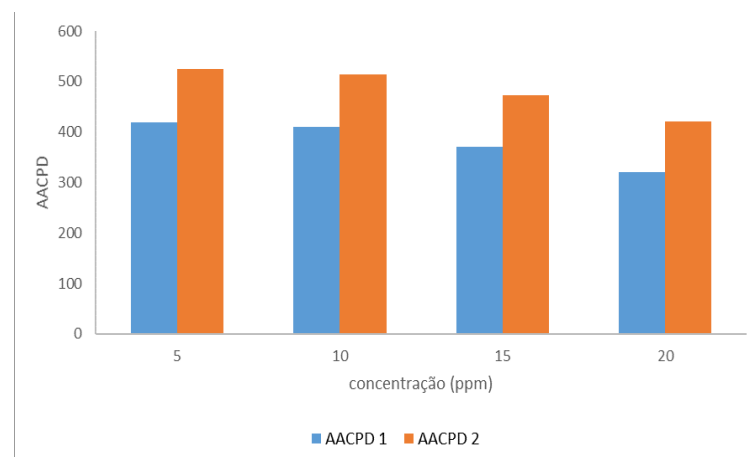


Figura 12. Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença de ferrugem da figueira (*Cerotelium fici*) em mudas de figo (*Ficus carica*) tratadas com quatro concentrações de óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare*) nos dois experimentos em casa de vegetação. Ponta Grossa, UEPG, 2016. *Dados originais sem transformação. Coeficiente de Variação= AACPD 1: 3,79%; AACPD 2: 3,11%

O óleo essencial de citronela possui atividade repelente contra insetos e ação bactericida e fungicida, segundo Trongtokit et al. (2005) e Wong et al. (2005).

Para Veloso et al. (2012), o óleo essencial de citronela inibiu o crescimento micelial de

Amphobotrys ricini e *Colletotrichum gloeosporioides* em todas as alíquotas testadas (5 a 30 ppm), e de *D. bryoniae* nas alíquotas maiores que 10 ppm. No caso de *C. fici*, o desenvolvimento dos sintomas foi reduzido em concentrações mais altas, porém sem inibir completamente o crescimento do patógeno.

Os óleos essenciais de citronela e palmarosa apresentaram fraca ação antioxidante, porém moderada a forte ação antimicrobiana, nos estudos de Scherer et al. (2009).

A citronela tem como fonte de óleo essencial as folhas, e como componentes principais o geraniol e o citronelal (BARBOSA et al., 2008). Marco et al. (2007) indicam que o aumento de um ou outro constituinte do óleo essencial de citronela é dependente da idade de corte da planta e do tipo de estruturas que estarão presentes na folha no momento do corte.

As mudas tratadas com óleo essencial de orégano também apresentaram redução na severidade de ferrugem em relação à testemunha (Figuras 11 e 12). Em algumas avaliações, o aumento da concentração de óleo resultou em melhor controle de ferrugem, linearmente. A AACPD das mudas tratadas com este óleo também foi inferior à da testemunha, porém, superior a outros óleos testados, mostrando capacidade de controle intermediária da ferrugem do figo (Tabelas 1 e 2).

Folhas de orégano (*O. vulgare*) produzem óleo essencial rico em carvacrol. Papachristos et al. (2004) encontraram forte atividade inibitória de microorganismos em óleo essencial extraído de orégano, provavelmente devido a alta taxa de carvacrol em sua composição. Porém, esta composição varia de acordo com o espécime de planta e com a estação do ano, o que pode resultar em diferentes efeitos de inibição de microorganismos.

Os tratamentos realizados com óleo essencial de coentro (Figuras 13 e 14) e de cravo da índia (Figuras 15 e 16) apresentaram severidades mais baixas que aqueles encontrados na testemunha, porém, com baixa eficiência em relação aos demais óleos testados, nas concentrações utilizadas (Tabelas 1 e 2). Possivelmente, a eficiência de controle aumentaria através do uso de concentrações mais altas de óleo, uma vez que houve uma tendência linear de aumento da eficiência de controle com o aumento da concentração.

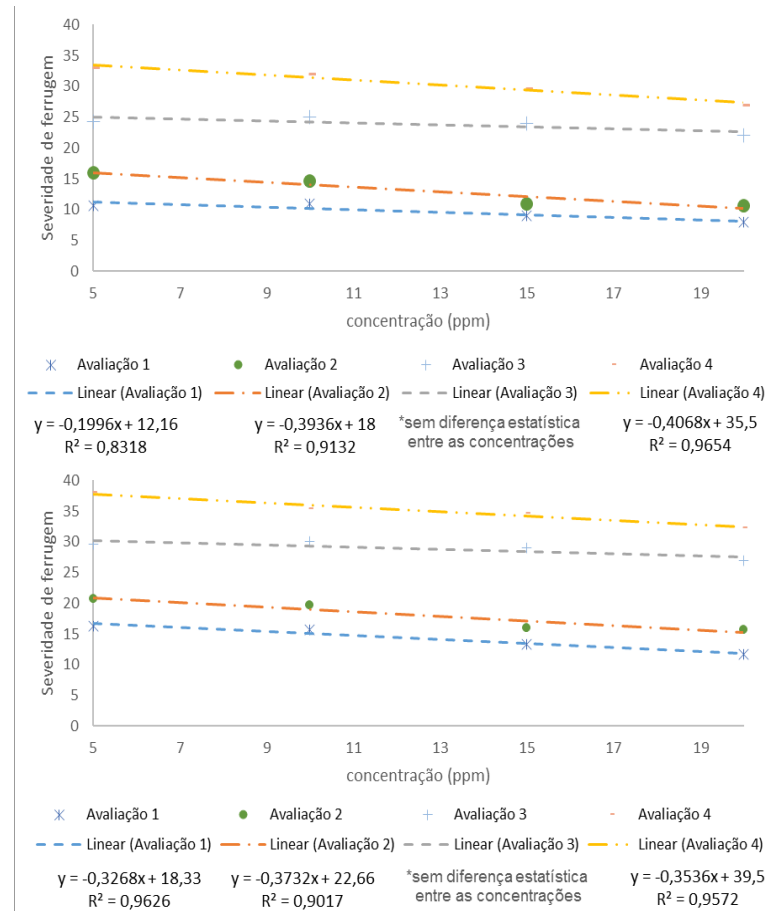


Figura 13. Severidade (%) de ferrugem da figueira (*Cerotelium fici*) em mudas de figo (*Ficus carica*) tratadas com quatro concentrações de óleo essencial de coentro (*Coriandrum sativum*) nos dois experimentos em casa de vegetação. Ponta Grossa, UEPG, 2016. *Dados originais, para análise os dados foram transformados em $\sqrt{(x+1)/100}$

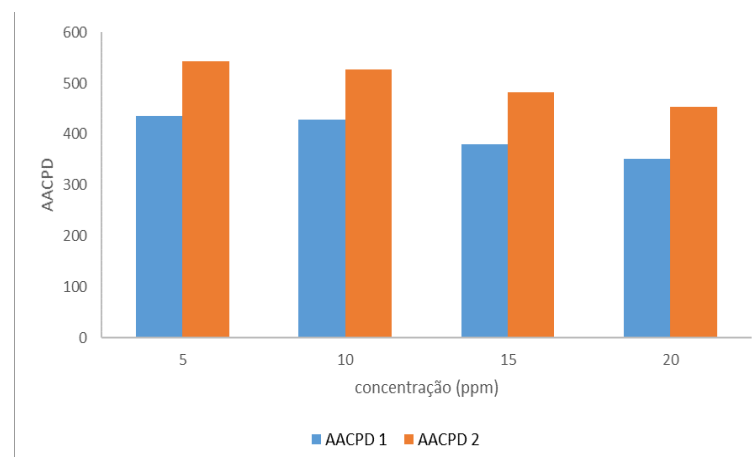


Figura 14. Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença de ferrugem da figueira (*Cerotelium fici*) em mudas de figo (*Ficus carica*) tratadas com quatro concentrações de óleo essencial de coentro (*Coriandrum sativum*) nos dois experimentos em casa de vegetação. Ponta Grossa, UEPG, 2016. *Dados originais sem transformação. Coeficiente de Variação= AACPD 1: 3,79%; AACPD 2: 3,11%

Diversos estudos indicam que óleos essenciais extraídos de plantas podem apresentar efeito direto sobre o patógeno, alterando a germinação ou produção de esporos, ou a formação de apressório, o crescimento de hifas, ou ainda apresentar efeito sobre a planta, através da

indução de mecanismos de resistência (BONALDO et al., 2004; MOREIRA et al., 2008; MOTOYAMA et al., 2003; DIAS-ARIEIRA, 2010).

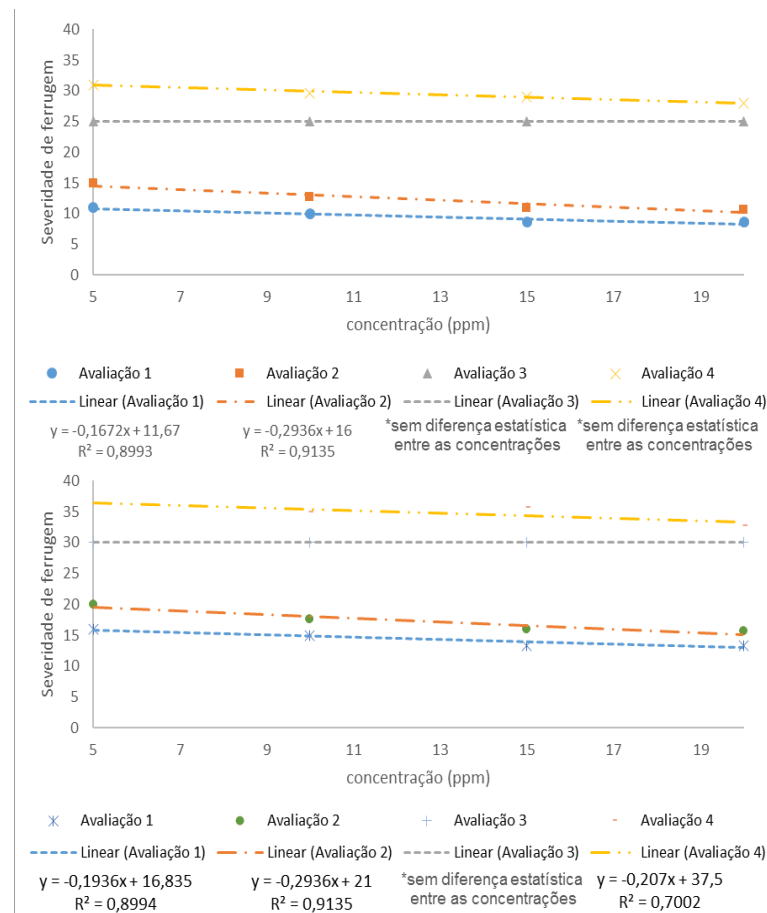


Figura 15. Severidade (%) de ferrugem da figueira (*Cerotelium fici*) em mudas de figo (*Ficus carica*) tratadas com quatro concentrações de óleo essencial de cravo da índia (*Syzygium aromaticum*) nos dois experimentos em casa de vegetação. Ponta Grossa, UEPG, 2016. *Dados originais, para análise os dados foram transformados em $\arcsin \sqrt{(x+1)/100}$

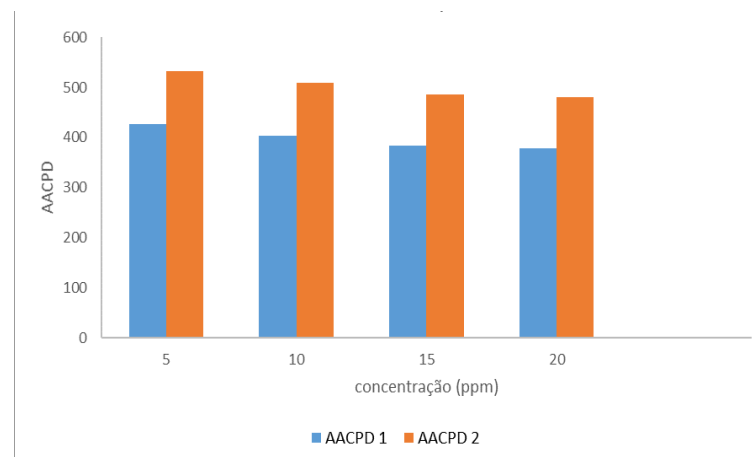


Figura 16. Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença de ferrugem da figueira (*Cerotelium fici*) em mudas de figo (*Ficus carica*) tratadas com quatro concentrações de óleo essencial de cravo da índia (*Syzygium aromaticum*) nos dois experimentos em casa de vegetação. Ponta Grossa, UEPG, 2016. *Dados originais sem transformação. Coeficiente de Variação= AACPD 1: 3,79%; AACPD 2: 3,11%

Uma possível razão do controle de fitopatógenos pelos óleos essenciais testados foi citado por Amaral; Bara (2005), como a atuação na parede celular dos fungos, tendo como consequência o vazamento do conteúdo celular. Este efeito também foi citado por Rasooli et al. (2006), em imagens de microscopia eletrônica de transmissão, observando danos severos nas paredes, membranas e organelas celulares. Oliveira et al. (2011) e Seixas (2011), também citam como mecanismo de ação dos monoterpenos, os efeitos tóxicos à estrutura e à função da membrana celular.

5 CONCLUSÃO

Os óleos essenciais extraídos de canela, alfazema, capim limão, alecrim, citronela, orégano, cravo da índia e coentro testados em concentrações de 5 a 20 ppm de óleo reduziram a severidade de ferrugem da figueira.

Os melhores resultados obtidos foram associados ao óleo essencial de canela, seguido do óleo de alfazema, nas maiores concentrações.

O aumento da concentração dos óleos essenciais, de 5 para 20 ppm, mostrou tendência linear de incremento no controle da ferrugem, em cada avaliação realizada e na área abaixo da curva de progresso da doença.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os experimentos com diferentes temperaturas e fotoperíodos permitiram observar que as temperaturas de 23,84° C e 20,84° C e o fotoperíodo de 12 horas proporcionaram maiores porcentagens de germinação de esporos, assim como a maior quantidade de suspensão (1 mL).

Com relação ao efeito de inibição de germinação de esporos *in vitro*, todos os óleos testados apresentaram efeito inibitório na germinação de uredósporos de ferrugem, e concentrações maiores de óleo essencial apresentam melhor controle da germinação dos uredósporos de ferrugem.

Utilizando concentrações de 0 a 1000 ppm de cada óleo, destacam-se os óleos de canela, orégano, alecrim, citronela, capim limão, alfavaz, coentro e cravo da Índia com efeitos superiores aos demais na inibição da germinação de uredósporos, chegando a 93% de inibição da germinação dos uredósporos.

Nas concentrações de 5 a 20 ppm, o melhor controle da germinação de esporos foi realizado pelo óleo de canela, seguido dos óleos de capim limão e alfavaz, mais eficientes que os óleos de manjerição, erva doce, hortelã, coentro, lima, camomila, melaleuca, citronela, gengibre e alecrim.

Quando avaliados em mudas em casa de vegetação, os óleos essenciais extraídos de canela, alfavaz, capim limão, alecrim, citronela, orégano, cravo da Índia e coentro testados em concentrações de 5 a 20 ppm de óleo reduziram a severidade de ferrugem da figueira, sendo que os melhores resultados obtidos foram associados ao óleo essencial de canela, seguido do óleo de alfavaz, nas maiores concentrações.

O aumento da concentração dos óleos essenciais, de 5 para 20 ppm, mostrou tendência linear de incremento no controle da ferrugem, em cada avaliação realizada e na área abaixo da curva de progresso da doença.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5th. Ed. Elsevier Academic Press, Amsterdam, 2005.

AMARAL, M. F. Z. J.; BARA, M. T. F. Avaliação da atividade antifúngica de extratos de plantas sobre o crescimento de fitopatógenos. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 2, n. 2, p. 5-8, 2005.

ARABACI, O.; BAYRAM, E.; BAYDAR, H.; SAVRAN, A. F.; KARADOĞAN, T.; OZAY, N. Chemical composition, yield and contents of essential oil of *Lavandula hybrida* Reverchon grown under different nitrogen fertilizer, plant density and location. **Asian Journal of Chemistry**, v. 19, n. 3, p. 2184-2192, 2007.

BARBOSA, L. C. A.; PEREIRA, U. A.; MARTINAZZO, A. P.; MALTHA, C. R. A.; TEIXEIRA, R. R.; MELO, E. C. Evaluation of the chemical composition of Brazilian commercial *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf samples. **Molecules**, v. 13, p. 1864-1876, 2008.

BASTOS, C. N.; ALBUQUERQUE, P. S. B. Efeito do óleo de *Piper aduncum* no controle pós-colheita de *Colletotrichum musae* em banana. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, n. 5, p. 555-557, 2004.

BONALDO, S. M.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; TESSMANN, D. J.; SCAPIM, C. A. Fungitoxicidade, atividade elicitora de fitoalexinas e proteção de pepino contra *Colletotrichum lagenarium*, pelo extrato aquoso de *Eucalyptus citriodora*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 128-134, 2004.

BURNETT, H. Rust, *Cerotelium fici* (Butl.) Arth. on fig, *Ficus carica* L. **Plant Pathology**, Circular n. 20, 1964. Revised May 1980.

CAMPBELL, C. L., MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York, NY. John Willey & Sons, 1990.

CELIK TAS, O. Y.; KOCABAS, E. E. H.; BEDIR, E.; SUKAN, F. V.; OZEK, T.; BASER, K. H. C. Antimicrobial activities of metanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis*, depending on location and seasonal variations. **Food Chemistry**, v. 100, n. 2, p. 553-559, 2007.

CHANG, S. T., CHEN, P. F.; CHANG, S. C. Antimicrobial activity of leaf essential oils and their constituents from *Cinnamomum osmophloeum*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 77, p. 123-127, 2001.

COITINHO, R. L. B. C.; OLIVEIRA, J. V.; GONDIM JR, M. G. C.; CAMARA, C. A. G. Efeito residual de inseticidas naturais no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. em milho armazenado. **Revista Caatinga**, v. 19, n. 2, p. 18391, 2006.

CONCEICAO, D. M.; LORENZETTI, E. R.; BOCARDO, P. J.; SACRAMENTO, L. V. S.; FURTADO, E. L. Controle 'in vitro' com óleos essenciais da ferrugem do figo (*Ficus carica*)

causada por *Phakopsora nishidana*. In: Encontro Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado, Fraiburgo. **Anais**, v. 2, p. 68-68, 2007.

DAFERERA, D. J.; ZIOGAS, B. N.; POLISSIOU, M. G. The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp., and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. **Journal of Crop Protection**, v. 22, p. 39-44, 2003.

DIAS-ARIEIRA, C. R.; FERREIRA, L. DA R.; ARIEIRA, J. DE 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, p.228-232, 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**, v. 31, n. 2, p. 171-179, 2006.

EMBRAPA. Doenças da figueira no Estado do Ceará. **Circular Técnica 26**. Fortaleza, CE. 2006.

FERHOUT, H.; BOHATIER, J.; GUILLOT, J.; CHALCHAT, J. C. Antifungal activity of selected essential oils, cinnamaldehyde and carvacrol against *Malassezia furfur* and *Candida albicans*. **Journal of Essential Oil Research**, v. 11, p. 119-129, 1999.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e agrotecnologia** [online] v. 38, n. 2, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2015

GACHKAR, L.; YADEGARI, D.; REZAEI, M. B.; TAGHIZADEH, M.; ASTANEH, S. A.; RASOOLI, I. Chemical and biological characteristics of *Cuminum cyminum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. **Food Chemistry**, v. 102, n. 3, p. 898-904, 2007.

GALLETI, S. R.; REZENDE, J. A M. **Doenças da figueira**. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia, Doenças das plantas cultivadas**. 4 ed. Agronômica Ceres, São Paulo, v. 2, p. 400-405, 2005.

GAYOSO, C.W.; LIMA, E. O.; OLIVEIRA, V. T.; PEREIRA, F.O.; SOUZA, E. L.; LIMA, I. O.; NAVARRO, D. F. Sensitivity of fungi isolated from onychomycosis to *Eugenia cariophyllata* essential oil and eugenol. **Fitoterapia**, v. 76, p. 247-249, 2005.

GIORDANI, R.; REGLI, P.; KALOUSTIAN, J.; MIKAIL, C.; ABOU, L.; PORTUGAL, H. Antifungal effects of various essential oils against *Candida albicans*. Potentiation of antifungal action of anphotericin B by essential oil from *Thymus vulgaris*. **Phytotherapy Research**, v. 18, p. 990-995, 2004.

GUERRA M. J. M.; BADELL J. B.; ALBAJES A. R. R.; PÉREZ H. B.; VALENCIA R M.; AZCUY A.L. Evaluación toxicológica aguda de los extractos fluidos al 30 y 80% de *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf (Caña Santa). **Revista Cubana de Plantas Medicinai**s, v. 5, p. 97-101, 2000.

JHAM, G. N.; DHINGRA, O. D.; JARDIM, C. M.; VALENTE, V. M. M. Identification of the major fungitoxic component of cinnamon bark oil. **Fitopatologia brasileira**, vol 30, n 4, p. 404-408, 2005.

KOKETSU, M.; GONCALVES, S. L.; GODOY, R. L. O.; LOPES, D.; MORSEBACH, N. Óleos essenciais de cascas e folhas de canela (*Cinnamomum verum* Presl) cultivada no Paraná. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 17, p. 281-285, 1997.

LEAL, T. C. A. B.; FREITAS, S. P.; SILVA, J. F.; CARVALHO, A. J. C. Produção de biomassa e óleo essencial em plantas de capim cidreira (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) em diferentes idades. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 5, p. 61-64, 2003.

LIMA, M. da P.; ZOGHB, M. das G. B.; ANDRADE, E. H. A.; SILVA, T. M. D.; FERNANDES, C. S. Constituintes voláteis das folhas e dos galhos de *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Lauraceae). **Acta amazônica**, vo. 35, n. 3, p. 363-366, 2005.

LORENZETTI, E. R.; PORCENA, A. S.; CONCEIÇÃO, D. M. Escala diagramática para avaliação da severidade de ferrugem do figo causada por *Cerotelium fici* (Cast.). In: 20º Congresso Brasileiro de Fruticultura, Vitória. **Anais**, SBF. CD-ROM. 2008.

MACHADO, M. P.; CIOTTA, M. N.; DESCHAMPS, C.; ZANETTE, F.; CÔCCO, L. C.; BIASI, L. A. Propagação in vitro e caracterização química do óleo essencial de *Lavandula angustifolia* cultivada no Sul do Brasil. **Ciência Rural**, v.43, n.2, p.283-289, 2013.

MARCO, C. A.; INNECCO, R.; MATTOS, S. H.; BORGES, N. S. S.; NAGAO, E. O. Características do óleo essencial de capim-citronela em função de espaçamento, altura e época de corte. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 429-432, 2007.

MARTINAZZO, A. P.; CORREA, P. C.; MELO, E. C.; BARBOSA, F. F. 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 Medicinais**, v. 9, n. 1, p. 68-72, 2007.

MEZZALIRA, E. J.; PIVA, A. L.; NAVA, G. A.; PAULUS, D.; SANTIN, A. Controle da ferrugem e da broca-dos-ramos da figueira com diferentes fungicidas e inseticidas. **Revista Ceres**, v. 62, n. 1, p. 44-51, 2015.

MOREIRA, C. G. A.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; BONALDO, S. M.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. S. Caracterização parcial de frações obtidas de extratos de *Cymbopogon nardus* com atividade elicitora de fitoalexinas em sorgo e soja e efeito sobre *Colletotrichum lagenarium*. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 4, p. 332-7, 2008.

MOTOYAMA, M. M.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; FIORITUTIDA, A. C. G.; SCAPIM, C. A. Indução de fitoalexinas em soja e em sorgo e efeito fungitóxico de extratos cítricos sobre *Colletotrichum lagenarium* e *Fusarium semitectum*. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 25, n. 2, p. 491-496, 2003.

NASCIMENTO, I. B. do; INNECCO, R.; MARCO, C.A.; MATTOS, S. H.; NAGAO, E. O. Efeito do horário de corte no óleo essencial de capim-santo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n. 2, p. 169-172, 2003.

OLIVEIRA, M. M. M.; BRUGNERA, L. C. A.; CARDOSO, M. G.; GUIMARÃES, L. G. L.; PICCOLI, R.H. Rendimento, composição química e atividade antilisterial de óleos essenciais de espécies de *Cymbopogon*. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 13, n. 1, p. 8-16, 2011.

PAPACHRISTOS, D. P.; KARAMANOLI, K. I.; STAMOPOULOS, D. C.; MENKISSOGLU-SPIROUDI, M. The relationship between the chemical composition of three essential oils and their insecticidal activity against *Acanthoscelides obtectus* (Say). **Pest Management Science**, v. 60, p. 514–520, 2004.

PASTORE, R. L.; BOFF, P.; GOLINSKI, N. G.; BOFF, M. I. C. Resistência de figueiras “crioulas” à ferrugem sob sistema orgânico de cultivo. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2015.

PEREIRA, R.B.; LUCAS, G. C.; PERINA, F. J.; RESENDE, M. L. V.; ALVES, E. Potential of essential oils for the control of Brown eye spot in coffee plants. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 1, p. 115-23, 2011.

PINHEIRO, S. O.; MELO, B.; MANCIN, C. A. **Cultura da Figueira**. Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG). Uberlândia, MG. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br>> Acesso em: 16 de maio de 2014.

RANASINGHE, L.; JAYAWARDENA, B.; ABEYWICKRAMA, K. Fungicidal activity of essential oil of *Cinnamomum zeylanicum* (L.) and *Syzygium aromaticum* (L.) L.M. Perry against crown rot and anthracnose pathogens isolated from banana. **Letters in Applied Microbiology**, v. 35, p. 208-211, 2002.

RASOOLI, I.; REZAEI, M. B.; ALLAMEH, A. Growth inhibition and morphological alterations of *Aspergillus niger* by essential oils from *Thymus eriocalyx* and *Thymus xporlock*. **Food Control**, v. 17, n. 5, p. 359-364, 2006.

SCHERER, R.; WAGNER, R.; DUARTE, M. C. T.; GODOY, H. T. Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 11, n. 4, p. 442-449, 2009.

SEIXAS, P. T. L.; CASTRO, H. C.; SANTOS, G. R.; CARDOSO, D. P.; Controle fitopatológico do *Fusarium sibglutinans* pelo óleo essencial de capim-citronela (*Cymbopogon nardus* L.) e do composto citonelal. **Revsita Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 13, p. 523-526, 2011.

SILVA, C. B. DA; GUTERRES, S. S.; WEISHEIMER, V.; SCHAPOVAL, E. E. S. Antifungal activity of the lemongrass oil and citral against *Candida* spp. **Brazilian Journal of Infection Diseases**, v. 12, p. 63-66, 2008.

SILVA, D. M.; BASTOS, C. N. Atividade antifúngica de óleos essenciais de espécies de *Piper* sobre *Criniphellis pernicioso*, *Phytophthora palmivora* e *Phytophthora capsici*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 143-144, 2007.

SINGH, H. B.; SRIVASTAVA, M.; SINGH, A. B.; SRIVASTAVA, A.K. Cinnamon bark oil, a potent fungitoxicant against fungi causing respiratory tract mycoses. **Allergy**, v. 50, p. 995-999, 1995.

SOUZA, M. A. A.; SOUZA, S. R.; VEIGA JR, V. F.; CORTEZ, J. K. P. C.; LEAL, R. S.; DANTAS, T. N. C.; MACIEL, M. A. M. Composição química do óleo fixo de Croton cajucara e determinação das suas propriedades fungicidas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, p. 599-610, 2006.

SREEKANTAPPA, H.; NAIK, M. K. Management of fig rust, *Cerotelium fici* (Cast.) Arth. using fungicides. **Indian Journal of Plant Protection**, v. 32, n. 1, p. 98-101, 2004.

TRONGTOKIT, Y.; RONGSRIYAM, Y.; KOMALAMISRA, N.; APIWATHNASORN, C. Comparative repellency of 38 essential oils against mosquito bites. **Phytotherapy Research**, v. 19, p. 303-309, 2005.

VELOSO, R. A.; CASTRO, H. G. de; CARDOSO, D. P.; SANTOS, G. R. dos; BARBOSA, L. C. de A.; SILVA, K. P. da. Composição e fungitoxicidade do óleo essencial de capim citronela em função da adubação orgânica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 12, p. 1707-1713, 2012.

VENTUROSIO, L. DOS R.; BACCHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L.; CONUS, L. A.; PONTIM, B. C. A.; BERGAMIN, A. C. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 1, p. 18-23, 2011.

WONG, K. K. Y.; SIGNAL, F. A.; CAMPION, S. H.; MOTION, R. L. Citronella as an insect repellent in food packaging. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 53, p. 4633 – 4636, 2005.

YOKOMIZO, N. K. S.; NAKAOKA-SAKITA, M. Atividade antimicrobiana e rendimento do óleo essencial de *Pimenta pseudocaryophyllus* var. *pseudocaryophyllus* (Gomes) Landrum, Myrtaceae. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 16, n. 3, p. 513-520, 2014.

ANEXOS

Anexo 1. Análise de variância e teste de F da primeira avaliação do experimento 1 de severidade de *Cerotelium fici* sob concentrações de 0 a 20 ppm de 8 óleos essenciais extraídos de plantas em mudas de figo. Ponta Grossa, UEPG, 2016.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
óleo	8	53,391579	6,673947	108,427	0,0000
dose	3	12,700736	4,233579	68,780	0,0000
óleo*dose	21	2,898806	0,138038	2,243	0,0071
repetição	2	0,017404	0,008702	0,141	0,8684
erro	64	3,939361	0,061553		
Total corrigido	98	72,947886			
CV (%) =	9,67				
Média geral:	2,5663953	Número de observações:		99	

Anexo 2. Análise de variância e teste de F da segunda avaliação do experimento 1 de severidade de *Cerotelium fici* sob concentrações de 0 a 20 ppm de 8 óleos essenciais extraídos de plantas em mudas de figo. Ponta Grossa, UEPG, 2016.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
óleo	8	63,139138	7,892392	151,389	0,0000
dose	3	19,953844	6,651281	127,582	0,0000
óleo*dose	21	1,292272	0,061537	1,180	0,2982
repetição	2	0,370927	0,185463	3,557	0,0343
erro	64	3,336524	0,052133		
Total corrigido	98	88,092704			
CV (%) =	7,58				
Média geral:	3,0116060	Número de observações:		99	

Anexo 3. Análise de variância e teste de F da terceira avaliação do experimento 1 de severidade de *Cerotelium fici* sob concentrações de 0 a 20 ppm de 8 óleos essenciais extraídos de plantas em mudas de figo. Ponta Grossa, UEPG, 2016.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
óleo	8	149,726853	18,715857	412,521	0,0000
dose	3	18,389280	6,129760	135,108	0,0000
óleo*dose	21	3,551291	0,169109	3,727	0,0000
repetição	2	0,325970	0,162985	3,592	0,0332
erro	64	2,903646	0,045369		
Total corrigido	98	174,897039			
CV (%) =	5,62				
Média geral:	3,7887432	Número de observações:		99	

Anexo 4. Análise de variância e teste de F da quarta avaliação do experimento 1 de severidade de *Cerotelium fici* sob concentrações de 0 a 20 ppm de 8 óleos essenciais extraídos de plantas em mudas de figo. Ponta Grossa, UEPG, 2016.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
óleo	8	180,066749	22,508344	580,439	0,0000
dose	3	19,464298	6,488099	167,313	0,0000
óleo*dose	21	4,838342	0,230397	5,941	0,0000
repetição	2	0,065234	0,032617	0,841	0,4359
erro	64	2,481799	0,038778		
Total corrigido	98	206,916423			
CV (%) =	4,49				
Média geral:	4,3809546	Número de observações:		99	

Anexo 5. Análise de variância e teste de F da área abaixo da curva de progresso da doença do experimento 1 de severidade de *Cerotelium fici* sob concentrações de 0 a 20 ppm de 8 óleos essenciais extraídos de plantas em mudas de figo. Ponta Grossa, UEPG, 2016.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
óleo	8	2731,129077	341,391135	1035,942	0,0000
dose	3	478,733234	159,577745	484,234	0,0000
óleo*dose	21	71,629290	3,410919	10,350	0,0000
repetição	2	1,639689	0,819844	2,488	0,0911
erro	64	21,090978	0,329547		
Total corrigido	98	3304,222268			
CV (%) =	3,79				
Média geral:	15,1500167	Número de observações:		99	

Anexo 6. Análise de variância e teste de F da primeira avaliação do experimento 2 de severidade de *Cerotelium fici* sob concentrações de 0 a 20 ppm de 8 óleos essenciais extraídos de plantas em mudas de figo. Ponta Grossa, UEPG, 2016.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
óleo	8	63,910172	7,988772	164,890	0,0000
dose	3	20,224634	6,741545	139,147	0,0000
óleo*dose	21	10,730275	0,510965	10,546	0,0000
repetição	2	0,083737	0,041868	0,864	0,4263
erro	64	3,100746	0,048449		
Total corrigido	98	98,049564			
CV (%) =	6,83				
Média geral:	3,2223187	Número de observações:		99	

Anexo 7. Análise de variância e teste de F da segunda avaliação do experimento 2 de severidade de *Cerotelium fici* sob concentrações de 0 a 20 ppm de 8 óleos essenciais extraídos de plantas em mudas de figo. Ponta Grossa, UEPG, 2016.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
óleo	8	83,593067	10,449133	458,656	0,0000
dose	3	41,816079	13,938693	611,827	0,0000
óleo*dose	21	7,778428	0,370401	16,258	0,0000
repetição	2	0,405187	0,202593	8,893	0,0004
erro	63	1,435272	0,022782		
Total corrigido	97	135,028033			
CV (%) =	4,20				
Média geral:	3,5955925	Número de observações:		98	

Anexo 8. Análise de variância e teste de F da terceira avaliação do experimento 2 de severidade de *Cerotelium fici* sob concentrações de 0 a 20 ppm de 8 óleos essenciais extraídos de plantas em mudas de figo. Ponta Grossa, UEPG, 2016.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
óleo	8	145,429357	18,178670	421,115	0,0000
dose	3	28,941568	9,647189	223,480	0,0000
óleo*dose	21	11,137137	0,530340	12,285	0,0000
repetição	2	0,032365	0,016182	0,375	0,6889
erro	64	2,762751	0,043168		
Total corrigido	98	188,303179			
CV (%) =	4,82				
Média geral:	4,3131193	Número de observações:		99	

Anexo 9. Análise de variância e teste de F da quarta avaliação do experimento 2 de severidade de *Cerotelium fici* sob concentrações de 0 a 20 ppm de 8 óleos essenciais extraídos de plantas em mudas de figo. Ponta Grossa, UEPG, 2016.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
óleo	8	139,133307	17,391663	470,875	0,0000
dose	3	36,198403	12,066134	326,688	0,0000
óleo*dose	21	18,552631	0,883459	23,919	0,0000
repetição	2	0,037896	0,018948	0,513	0,6011
erro	64	2,363825	0,036935		
Total corrigido	98	196,286062			
CV (%) =	3,88				
Média geral:	4,9489453	Número de observações:		99	

Anexo 10. Análise de variância e teste de F da área abaixo da curva de progresso da doença do experimento 2 de severidade de *Cerotelium fici* sob concentrações de 0 a 20 ppm de 8 óleos essenciais extraídos de plantas em mudas de figo. Ponta Grossa, UEPG, 2016.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
óleo	8	2590,264816	323,783102	1048,977	0,0000
dose	3	759,478840	253,159613	820,175	0,0000
óleo*dose	21	289,172018	13,770096	44,612	0,0000
repetição	2	0,438112	0,219056	0,710	0,4956
erro	64	19,754594	0,308666		
Total corrigido	98	3659,108379			
CV (%) =	3,11				
Média geral:	17,8632266	Número de observações:		99	