

## Uso de produtos alternativos para controle de *Ceratocystis fimbriata* em mudas de quivezeiro

Márcia Regina Pansera (mrpanser@ucs.br)  
Universidade de Caxias do Sul (UCS)

Cíntia Thais Vergani (ctvergani@gmail.com)  
Universidade de Caxias do Sul (UCS)

Murilo César dos Santos (mcsantos3@ucs.br)  
Universidade de Caxias do Sul (UCS)

DOI: 10.18226/25253824.v7.n12.02

Submetido em: 14/03/2022 Revisado em: 01/09/2022 Aceito em: 08/11/2022

**Resumo:** O estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor de quivi do Brasil, porém a produtividade vem sendo ameaçada devido à presença do patógeno *Ceratocystis fimbriata*. Este trabalho objetivou avaliar a eficiência dos óleos essenciais de *Foeniculum vulgare* (funcho) e *Cymbopogon citratus* (capim-limão), dos extratos de *Piper nigrum* (pimenta) e pirolenhoso e do fungicida Aliette (fosetyl-Al) no controle de *C. fimbriata* do quivezeiro em ensaios *in vitro* e *in vivo*. Os tratamentos *in vitro* foram: óleo essencial de funcho e capim-limão nas concentrações de zero, 0,01%, 0,05%, 0,10%, 0,15% e 0,20% v/v; extrato de pimenta nas concentrações de zero, 5%, 10%, 15% e 20% v/v; extrato pirolenhoso nas concentrações de zero, 0,05%, 0,10%, 0,25% e 0,50% v/v; e fungicida fosetyl-Al (250g/100L). O delineamento usado foi inteiramente casualizado com cinco repetições, sendo cada parcela constituída por uma placa de Petri. Para o ensaio *in vivo* foram utilizadas mudas da cultivar Bruno com um ano de idade, em vasos de terra de cinco litros, mantidas em casa de vegetação. A inoculação ocorreu por meio de discos de papel esterilizado, com diâmetro de 0,5 cm, imersos em suspensão do patógeno sobre ferimento provocado previamente. Os tratamentos foram feitos com óleo essencial de funcho e capim-limão na dose de 0,20% v/v e fosetyl-Al (250g/100L). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott com 5% de probabilidade de erro. Conclui-se que os óleos essenciais de capim-limão e funcho, nas concentrações de 0,10%, 0,15% e 0,20% v/v, inibiram completamente (100%) o crescimento de *C. fimbriata*. O extrato de pimenta não teve efeito sobre o crescimento do patógeno na concentração de 20% v/v. No ensaio *in vivo* nenhum tratamento apresentou controle da doença de forma satisfatória, mas trabalhos futuros com doses maiores poderão ser realizados.

**Palavras-chave:** *Actinidia deliciosa*; Controle alternativo; Fitoproteção.

**Abstract:** The state of Rio Grande do Sul is the largest Brazilian kiwi producer, but productivity has been threatened due to the presence of the pathogen *Ceratocystis fimbriata*. This work aimed to evaluate the efficiency of the essential oils of *Foeniculum vulgare* (fennel) and *Cymbopogon citratus* (lemon grass), of the extracts of *Piper nigrum* (pepper) and pyroligneous and of the fungicide Aliette (fosetyl-Al), in the control of *C. fimbriata* of kiwi in *in vitro* and *in vivo* assays. The *in vitro* treatments were: fennel and lemongrass essential oil at concentrations of zero, 0.01%, 0.05%, 0.10%, 0.15%, and 0.20% v/v; pepper extract in concentrations of zero, 5%, 10%, 15%, and 20% v/v; pyroligneous extract at concentrations of zero, 0.05%, 0.10%, 0.25%, and 0.50% v/v; and the fungicide fosetyl-Al (250g/100L). The design used was completely randomized with five replications, with each plot consisting of a Petri dish. For the *in vivo* test, one-year-old seedlings of the cultivar Bruno were used in five-liter pots of soil, kept in a greenhouse. Inoculation took place through sterilized paper discs, with a diameter of 0.5 cm, immersed in a suspension of the pathogen over a previously provoked wound. The treatments were carried out using fennel and lemongrass essential oil at a dose of 0.20% v/v and fosetyl-Al (250g/100L). The results obtained were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Scott-Knott test with 5% error probability. It was concluded that the essential oils of lemongrass and fennel, at concentrations of 0.10%, 0.15%, and 0.20% v/v, inhibited completely (100%) the growth of *C. fimbriata*. The pepper extract had no effect on the growth of the pathogen at a concentration of 20% v/v. For the *in vivo* assay, no treatment showed satisfactory disease control, but future work with higher doses may be performed.

**Keywords:** *Actinidia deliciosa*; Alternative control; Phytoprotection.

### 1. Introdução

O Rio Grande do Sul tem grande potencial de produção do quivi, porém nos últimos anos a área plantada e a produtividade têm crescido pouco. Após a realização de coletas de plantas que apresentavam murcha, escurecimento de lenho e redução do tamanho dos frutos foi comprovada a existência do fitopatógeno *C. fimbriata* [1]. A principal forma de disseminação da doença nos quivezeiros ocorreu pelo plantio de mudas contaminadas e pelo uso de equipamentos não esterilizados na realização da poda. Essa doença caracteriza-se pela murcha da parte aérea da planta, pelo escurecimento do lenho e pela redução do tamanho dos frutos [2]. Quando realizados cortes transversais ou longitudinais de ramos e tronco é possível observar estrias de cor marrom que indicam a presença do patógeno [3,4].

Bedendo [5] caracteriza *C. fimbriata* por apresentar peritécios gregários, negros, globosos e providos de um rostró longo. No interior do peritécio são produzidos os ascósporos, que amadurecem e desintegram-se, liberando os ascósporos, os quais, posteriormente, acumulam-se no ápice do rostró, ficando imersos numa mucilagem de coloração creme. Os ascósporos são elípticos, achatados, hialinos e unicelulares. O patógeno pode formar também endoconídios catenulados, cilíndricos, hialinos e unicelulares bem como macroconídios elípticos, escuros e unicelulares, localizados na extremidade de conidióforos.

Conforme Santos [6], o fungo pode sobreviver em condições desfavoráveis, como micélio, no interior da planta hospedeira, ou como clamidósporos, no solo, em plantas hospedeiras ou em restos de plantas. O fungo pode ser disseminado pelo homem,

por insetos vetores, pelo vento e, principalmente, por uso de ferramentas não desinfestadas [7].

A infecção da planta pelo patógeno pode ocorrer pela copa ou pelas raízes. Para infectar a planta o fungo precisa de uma porta de entrada que pode ser uma perfuração causada por inseto ou algum ferimento de poda [8]. Nas raízes aparentemente não é necessário ferimento ou vetor para iniciar a infecção. *C. fimbriata* inicia a colonização nas células do parênquima até atingir o sistema vascular e produz estruturas reprodutivas que se espalham por toda a planta pelo fluxo da seiva bruta. O acúmulo de gomas, polissacarídeos e estruturas do fungo é o que causa a murcha, posteriormente a seca de ramos e a morte da planta [9].

Tran et al. [7] mostraram que *Trichoderma viride* tem o potencial de inibir o crescimento de *Ceratocystis manginecans* *in vitro* e reduzir a doença da murcha de *Ceratocystis* em mudas de *Acacia mangium*.

Atualmente as técnicas disponíveis não são eficientes contra a doença e não há registro de fungicida químico para combater esse fitopatógeno, por isso é importante buscar meios alternativos, como, por exemplo, os óleos essenciais e os extratos de plantas.

Os óleos essenciais são misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, com baixo peso molecular, geralmente líquidas e com odor, constituídos na sua maioria por moléculas de característica terpênica [10]. Podem ser extraídos da planta por meio de arraste com vapor d'água ou hidrodestilação. Os óleos essenciais podem ser úteis no controle fitossanitário, em que conseguem diminuir ou inibir os efeitos indesejáveis de microrganismos na agricultura [11-12]. O óleo essencial de duas plantas bastante utilizadas para o controle de fitopatógenos são o capim-limão e o funcho.

O capim-limão, *Cymbopogon citratus*, também conhecido como capim-santo, erva-cidreira ou capim-cidreira, pertencente à família das Poaceae [13], é uma planta aromática cultivada para produção comercial de óleo essencial, o qual geralmente apresenta como constituintes majoritários os monoterpenos citral e mircenol [14-15].

O funcho, *Foeniculum vulgare*, denominado vulgarmente por funcho-doce ou erva-doce, pertence à família das Apiáceas. A composição do óleo é, na sua maioria, de anetol, fenchona e estragol [16-17].

O extrato pirolenhoso também é conhecido como vinagre de madeira e licor pirolenhoso, sendo aplicado em diversas áreas como antioxidante, antimicrobiano e anti-inflamatório. Apresenta várias formas de aplicação, entre elas a utilização agrícola como antifúngico [18-19]. Esse extrato é oriundo da condensação e da recuperação de gases emitidos na queima da madeira para a produção de carvão vegetal. Esse líquido possui coloração de amarela a marrom avermelhada, podendo ser obtido de diferentes

espécies vegetais, como bambu, eucalipto (*Eucalyptus* spp.) e pinus (*Pinus* spp.) [20]. Em sua maior parte ele é composto por água e mais de 200 compostos orgânicos, dentre eles ácido acético, álcoois, cetonas, fenóis e alguns derivados de lignina [21-22].

As espécies de Piper são plantas aromáticas utilizadas como temperos na cozinha, mas seus metabólitos secundários também têm demonstrado efeitos biológicos na saúde humana. Essas plantas são ricas em óleos essenciais, que podem ser encontrados em seus frutos, sementes, folhas, galhos, raízes e caules. Entre as propriedades funcionais de *Piper*, as atividades antiproliferativas, anti-inflamatórias e neurofarmacológicas dos extratos e dos constituintes bioativos derivados do extrato são consideradas efeitos-chave para a proteção no controle de doenças de plantas [23].

Para minimizar o desenvolvimento da doença o fungicida utilizado é o Fosetyl-Al, e para que este seja eficaz é necessário realizar o monitoramento diário da lavoura a fim de verificar os primeiros sintomas da doença. No entanto a aplicação a longo prazo de fungicidas químicos causa resíduos de pesticidas, poluição ambiental, resistência a pesticidas e ameaças à saúde humana. Portanto mais e mais atenção tem sido dada ao biocontrole nos últimos anos. O biocontrole de doenças de frutas e hortaliças com microrganismos seguros e antagonistas e seus metabólitos é considerado uma das alternativas mais promissoras para os fungicidas químicos.

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o controle de *C. fimbriata* *in vitro* e *in vivo* com os óleos essenciais de *C. citratus* e *F. vulgare*, os extratos de pimenta e pirolenhoso e o fungicida fosetyl-Al.

## 2. Material e métodos

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Fitopatologia da Universidade de Caxias do Sul, localizada no município de Caxias do Sul/RS. Os testes ocorreram entre os meses de junho e outubro de 2018.

### 2.1. Isolado fúngico

A multiplicação do patógeno foi realizada pelo processo de repicagem em meio de cultura MEA (*Malt Extract Agar*). As placas foram mantidas em câmara de crescimento com temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 12 h por 15 dias.

### 2.2. Obtenção do material vegetal e extração de óleos e extrato de pimenta

Após a coleta do material vegetal de capim-limão (HUCS 37995) e funcho (HUCS 006102), realizou-se a secagem em estufa, por sete dias, a uma temperatura de 40°C. A extração do óleo essencial foi realizada com um aparelho Clevenger, pelo método de hidrodestilação, durante 1h.

Para a preparação do extrato de pimenta foi utilizado 60g do fruto fresco picado em 200mL de álcool etílico 96% v/v. Essa mistura foi mantida no escuro por 15 dias. Após, o extrato foi rotaevaporado, misturado em MEA nas suas devidas concentrações e autoclavado.

O extrato pirolenhoso (extraído de *Acacia mearnsii*) foi adquirido diretamente de produtores de carvão do município do Vale do Caí/RS.

### 2.3. Análise cromatográfica

Para identificação e quantificação dos compostos dos óleos essenciais e extratos foi utilizado o protocolo descrito em Tomazoni et al. [24], com um cromatógrafo de gás HP 6890 acoplado a um detector seletivo de massa Hewlett Packard MSD5973 e equipado com *software* HP Chemstation e dados de espectros Wiley 275. As análises foram conduzidas usando uma coluna capilar de sílica fundida HP-Innowax (30m×0,25mm d.i., 0,25µm de espessura de filme, Hewlett Packard, Palo Alto, EUA). Os componentes foram identificados por uma combinação de espectro de massa da biblioteca Wiley e uma comparação com dados da literatura [25]. A percentagem relativa de cada componente foi obtida por meio das áreas dos picos cromatográficos, assumindo-se que a soma de todos os picos eluídos correspondeu a 100%.

### 2.4. Atividade antifúngica *in vitro* dos óleos essenciais e extratos

Para avaliar o efeito dos óleos essenciais de capim-limão e funcho sobre o crescimento micelial do patógeno, foram utilizadas diferentes concentrações (zero, 0,01%, 0,05%, 0,10%, 0,15% e 0,20% v/v) diluídas em Tween 20 (1:1); para o extrato de pimenta utilizou-se das concentrações de zero, 5,0%, 10,0%, 15,0% e 20,0% v/v; e para extrato pirolenhoso as concentrações foram zero, 0,05%, 0,10%, 0,25% e 0,50% v/v. Todas as concentrações foram diluídas em 100mL do meio de cultura MEA.

Os meios de cultura com o óleo essencial ou extrato foram distribuídos em placas de Petri (20mL por placa). Após a sua solidificação foi transferido para o centro de cada placa um disco de 0,5 cm de diâmetro contendo micélios do fungo *C. fimbriata* retirado de uma colônia com 14 dias de crescimento. No tratamento testemunha o patógeno foi inoculado em placas contendo apenas MEA [26].

Todos os tratamentos foram incubados em câmara de crescimento com fotoperíodo de 12 h e temperatura de 25°C. Utilizou-se de delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições, sendo cada parcela constituída por uma placa de Petri. Avaliou-se o diâmetro médio das colônias com um paquímetro digital aos três, sete e quatorze dias. Determinou-se também a porcentagem de controle do patógeno, para o 14 ° dia, por meio da Equação 1.

$$\text{Controle (\%)} = 100 \times \left( 1 - \frac{D_{\text{Trat}}}{D_{\text{Test}}} \right) \quad (1)$$

Sendo  $D_{\text{Test}}$  o diâmetro da colônia na testemunha e  $D_{\text{Trat}}$  o diâmetro da colônia no respectivo tratamento.

### 2.5. Atividade antifúngica *in vivo* dos óleos essenciais e extratos

Foram utilizadas dez mudas de quivizeiro da cultivar Bruno com aproximadamente um ano de idade, acondicionadas em vasos de terra de aproximadamente 5L e mantidas em casa de vegetação.

O patógeno foi repicado em placas de Petri no meio de cultura MEA. Após o crescimento do patógeno, mantido em câmara de crescimento com fotoperíodo de 12 h e temperatura de 25°C, realizou-se a raspagem do patógeno, com alça de Drigalski, utilizando-se de água destilada esterilizada para evitar contaminações. Com auxílio da câmara de Neubauer, determinou-se  $3,2 \cdot 10^6$  conídios/mL.

A inoculação do patógeno no caule das mudas de quivizeiro ocorreu por meio do posicionamento de discos de papel filtro esterilizado com diâmetro de 0,5cm. Esse papel foi imerso em suspensão do patógeno e posicionado sobre ferimento provocado, previamente, por bisturi, com aproximadamente 0,5cm de comprimento. O patógeno atingiu o xilema, foi coberto por algodão estéril e umedecido, envolto em filme plástico de PVC em quatro alturas diferentes na planta. As plantas foram mantidas em casa de vegetação conforme método proposto por Peixinho et al. [27], com modificações a fim de adequar o estudo para aplicação do patógeno no caule.

Os tratamentos se basearam nos resultados dos testes *in vitro*. Os óleos essenciais de funcho e capim-limão apresentaram bons resultados na concentração de 0,20% v/v e o fungicida fosetyl-Al (Aliette) na dose comercial de 250g em 100L de calda.

Os tratamentos foram realizados por meio de pincelamento dos ferimentos, previamente à inoculação do patógeno, com discos de papel. Após a inoculação as plantas foram mantidas em casa de vegetação e avaliadas após 15 dias. Para a avaliação realizou-se a medição do comprimento médio das lesões provocadas pela inoculação nos quatro pontos por planta, conforme método descrito por Triaca et al. [28], com modificações a fim de adequar o estudo para aplicação do patógeno no caule.

### 2.6. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado para todos os tratamentos. Os dados foram submetidos aos testes de Levene (homocedasticidade) e Shapiro-Wilk (homogeneidade dos resíduos), seguidos de análise de variância (ANOVA). As

médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. Os testes estatísticos foram realizados com o *software* AgroEstat<sup>®</sup>.

### 3. Resultados e discussão

#### 3.1. Composição química dos óleos essenciais

No processo de extração observou-se o rendimento dos óleos essenciais para estabelecer um parâmetro de viabilidade econômica. O rendimento de óleo essencial de capim-limão foi de 2,5% v/m, enquanto o óleo essencial de funcho rendeu 2,3% v/m. Pansera et al. [29] observaram rendimento de 2,4% v/m para as plantas de *C. citratus* coletadas em Caxias do Sul/RS, ao passo que Schurr et al. [30] reportaram rendimento de óleo essencial de 2,5% v/m para plantas de erva-doce coletadas em Marselha, França. O rendimento de óleo essencial é influenciado por características edafoclimáticas, como a nutrição do solo, o estado de saúde da planta, o clima e a presença de fatores estressores, como estado hídrico, ataque de insetos e herbívoros, excesso de insolação, entre outros. Além disso, o modo de preparo do vegetal e o método de extração também influenciam o rendimento do óleo essencial.

Os óleos essenciais e os extratos utilizados foram analisados previamente e apresentaram a seguinte constituição: a) óleo essencial de capim-limão apresentou neral 28,9% e geranial 49,3%, que juntos formam o citral 78,2% (majoritário), além de 6-metil-5-heptan-2-ona (4,5%) e canfeno (4,4%); b) óleo essencial de funcho apresentou anetol (59,4%) como composto majoritário, fenchona (12,9%) e estragol (7,1%); c) extrato de pimenta apresentou capsaicina (37,2%) e piranona (21,4%); d) extrato pirolenhoso revelou 4-metil guaiacol (16,6%), 4-etil guaiacol (14,4%) e guaiacol (14,1%) como compostos majoritários.

Pansera et al. [31] reportaram a identificação de oito compostos no óleo essencial de capim-limão: geranial (45,4%) e neral (31,8%), que juntos formam o citral (77,2%), mirceno (9,8%); geraniol (2,1%); 6-methyl-hepten-2-ona (2,1%); linalol (1,7%); ácido gerânico (1,1%); e undecanona (0,9%).

Khaleil et al. [32] relatam que a composição do óleo de erva-doce foi inspecionada por cromatografia gasosa/espectrometria de massa (GC/MS), que revelou a presença de dez compostos em diferentes porcentagens. O composto mais abundante foi o anetol (31,2%), seguido por ácido 9,12-octadecadienóico (29,0%), ácido pentadecanóico (7,5%), estragol (4,4%), ácido octadecadienóico (3,9%), ácido 9-octadecadienóico (3,8%), D-limoneno (2,9%), mentol (1,9%), 2,4-decadienal (1,7%) e 2-decenal (1,6%).

Muangkote et al. [33] demonstraram que o extrato de pimenta contém capsaicina (31,7%), dihydrocapsaicina (27,0%), ácido n-hexadecanoico (6,4%) e ácido 9,12,15-(Z,Z,Z)-octadecatrienóico (9,4%).

Pimenta et al. [34], analisando o extrato pirolenhoso coletado no Rio Grande do Norte, apresentaram os compostos 2-metóxi-phenol (guaiacol – 16,3%), furfural (15,7%) e 5-metil-2-furancarboxaldeído (4,2%).

É possível observar, comparando os resultados das composições químicas dos óleos essenciais e dos extratos do nosso trabalho com a literatura, que os compostos variam consideravelmente devido aos diferentes locais de coleta, aos fatores ambientais e à influência genética.

#### 3.2. Atividade antifúngica *in vitro* dos óleos essenciais de capim-limão e funcho sobre *C. fimbriata*

As propriedades antifúngicas do óleo essencial foram avaliadas quanto ao seu efeito de contato sobre o crescimento micelial do fungo testado. Os resultados dos testes utilizando o óleo essencial de funcho estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Porcentagem de controle do óleo essencial de *F. vulgare* (funcho) após três, sete e quatorze dias de incubação do patógeno *C. fimbriata*.

Conc. (%)	3 ° Dia	7 ° Dia	14 ° Dia	Controle (%)
0,01	0,0±0,0 b	23,5±3,5 b	45,8±1,1 b	26,5±3,7 c
0,05	0,0±0,0 b	0,0±0,0 c	4,7±0,8 c	79,0±3,1 b
0,10	0,0±0,0 b	0,0±0,0 c	0,0±0,0 c	100,0±0,0 a
0,15	0,0±0,0 b	0,0±0,0 c	0,0±0,0 c	100,0±0,0 a
0,20	0,0±0,0 b	0,0±0,0 c	0,0±0,0 c	100,0±0,0 a
Testemunha	18,0±2,2 a	37,3±2,0 a	57,9±4,2 a	0,0±0,0 d
Valor-F	1139,3**	455,68 **	115,42 **	156,86**
C. V. (%)	16,22	16,84	30,55	11,2

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% (\*) ou 1% (\*\*) de probabilidade de erro. C. V.: coeficiente de variação.

Os testes *in vitro* com óleo essencial de funcho sobre o patógeno *C. fimbriata* demonstraram que a partir do 7 ° dia a menor concentração do óleo (0,01% v/v) revelou crescimento do patógeno. O mesmo ocorreu no 14 ° dia para a concentração de 0,05% v/v do óleo essencial de funcho, ambos apresentando diferenças significativas da testemunha para a porcentagem de controle, porém diferindo dos demais tratamentos. A partir da concentração 0,10% v/v o óleo mostrou inibição total do patógeno.

Abdolahi et al. [35] utilizaram o óleo essencial de funcho nas doses de 0, 100, 200, 300, 400 e 500mL/L para avaliar o crescimento micelial de *Alternaria alternata* e *Penicillium digitatum*, provenientes de frutos de tomate, e obtiveram inibição apenas de *P. digitatum* nas concentrações de 300 a 500mL/L.

Rozwalka et al. [36] obtiveram inibição de 84,4% no terceiro dia, com redução para 20,9% no oitavo dia sobre o crescimento de *Glomerella cingulata* e redução de 93,3% para 60,9% do crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides*, proveniente de frutos de goiaba por meio do uso de óleo essencial

de *F. vulgare* na dose de 10µL depositado em três pontos equidistantes nas placas de Petri.

Em relação ao componente majoritário do óleo essencial de funcho, o anetol, Schurr et al. [30] concluíram que o óleo volátil, que é rico em *trans*-anetol, possui boa atividade antifúngica contra *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *Fusarium graminearum* e *F. moniliforme*.

Garzoli et al. [37] destacaram a maior potência do acesso de *F. vulgare*, tendo uma quantidade de equilíbrio dos três principais compostos de OE: *trans*-anetol, fenchone e estragol. Além disso, concluíram que sua atividade antibacteriana pode ser atribuída principalmente aos efeitos sinérgicos entre eles e às proporções em que estão presentes em uma mistura complexa. A atividade antimicrobiana de amostras de OE obtidas de diferentes órgãos de erva-doce (raiz, caule, folhas e frutos) também foi avaliada. Os autores relataram que o óleo de fruta é único que apresenta atividade contra espécies de *Cândida* (zona de inibição de 18-20mm), enquanto nenhuma zona de inibição foi registrada no caso de raiz, caule e folhas de erva-doce.

Com relação ao óleo essencial de capim-limão (Tabela 2), pode-se afirmar que para o ensaio *in vitro* todas as concentrações diferiram significativamente da testemunha e que a menor concentração do óleo (0,01% v/v) revelou crescimento do patógeno em todas as concentrações, sendo que o mesmo ocorreu no 14º dia para a concentração de 0,05% v/v, ambas apresentando diferenças significativas da testemunha para a porcentagem de controle, porém diferindo dos demais tratamentos. A partir da concentração 0,10% v/v não houve crescimento do patógeno, ocorrendo controle total (100%) deste pelo óleo essencial nas três concentrações. Gonçalves et al. [38] utilizaram o óleo essencial de *C. citratus* para avaliar a atividade fungitóxica sobre os fungos *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii*, verificando que nas concentrações de 400 e 600µg/mL foram inibidos 100% do crescimento de *R. Solani* e para o fungo *S. rolfsii* as doses de 300 e 275µg/mL foram efetivas no controle.

**Tabela 2.** Porcentagem de controle do óleo essencial de *C. citratus* (capim-limão) após três, sete e quatorze dias de incubação do patógeno *C. fimbriata*.

Conc. (%)	3 ° Dia	7 ° Dia	14 ° Dia	Controle (%)
0,01	6,2±1,3 b	18,3±3,2 b	42,4±3,7 b	18,4±1,0 c
0,05	0,0±0,0 c	0,0±0,0 c	12,9±2,5 c	74,9±3,5 b
0,10	0,0±0,0 c	0,0±0,0 c	0,0±0,0 d	100,0±0,0 a
0,15	0,0±0,0 c	0,0±0,0 c	0,0±0,0 d	100,0±0,0 a
0,20	0,0±0,0 c	0,0±0,0 c	0,0±0,0 d	100,0±0,0 a
Testemunha	11,0±2,8 a	24,2±4,1 a	52,2±2,2 a	0,0±0,0 d
Valor-F	18,35**	374,07**	454,21**	394,00**
C. V. (%)	8,48	18,16	13,76	7,75

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% (\*) ou 1% (\*\*) de probabilidade de erro. C. V.: coeficiente de variação.

No trabalho realizado por Guimarães et al. [39] o citral foi o composto que apresentou os menores valores de CMI (concentração mínima inibitória) e IC50 (concentração necessária para inibir 50% do crescimento micelial) para os fitopatógenos *Fusarium oxysporum cubense*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Bipolaris* sp. e *Alternaria alternata* em relação ao óleo essencial, evidenciando a sua atividade fungitóxica e a sua importância na atividade do óleo essencial, uma vez que o também constituinte majoritário mircenol não apresentou atividade alguma sobre a inibição do crescimento micelial dos microrganismos estudados.

Sahal et al. [40] relatam que o óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (capim-limão) tem sido amplamente utilizado como medicamento tradicional e é bem conhecido por suas propriedades antimicrobianas, portanto pode ser um potente anti-infeccioso inibidor de biofilme contra infecções por *Candida tropicalis*.

### 3.3. Atividade antifúngica *in vitro* dos extratos de pimenta e pirolenhoso sobre *C. fimbriata*

Em relação ao extrato pirolenhoso (Tabela 3), pode-se observar que em todas as concentrações houve diferenças significativas, mas somente na de 0,50% v/v houve 49% de controle do fitopatógeno em questão.

**Tabela 3.** Porcentagem de controle do extrato pirolenhoso após três, sete e quatorze dias de incubação do patógeno *C. fimbriata*.

Conc. (%)	3 ° Dia	7 ° Dia	14 ° Dia	Controle (%)
0,05	6,3±1,8 a	13,5±1,1 b	29,6±3,5 b	30,6±3,0 b
0,10	6,4±1,2 a	14,3±0,8 b	35,8±2,2 a	19,6±1,5 c
0,25	6,4±1,5 a	12,5±0,9 c	27,1±2,5 b	34,6±2,7 b
0,50	3,4±0,9 b	10,1±1,2 d	18,1±1,9 c	49,7±3,1 a
Testemunha	7,6±1,3 a	16,1±2,1 c	40,7±4,8 a	0,0±0,0 d
Valor-F	5,93**	38,18**	15,11**	23,34**
C. V. (%)	23,92	6,06	16,41	31,84

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% (\*) ou 1% (\*\*) de probabilidade de erro. C. V.: coeficiente de variação.

David et al. [41] isolaram *Rhizoctonia solani* de folhas de laranjeira e testaram o extrato pirolenhoso *in vitro* diluído em 50% nas concentrações de 0,25%, 0,50% e 1,00% v/v. As avaliações foram realizadas após 24 h e 48h. O extrato pirolenhoso, na concentração de 1mL, inibiu completamente (100%) o crescimento do fungo nas duas avaliações. Nas doses de 0,25% v/v e 0,50% v/v ocorreu inibição nas primeiras 24h, de 16% e 52%, respectivamente.

No trabalho realizado por Donde et al. [42] foi avaliado o crescimento micelial de *Phytophthora* sp. com as doses de 0,0mL, 0,5mL, 1,0mL e 2,0mL por placa e verificou-se que na dose de 2,0mL por placa houve inibição de 91,3% quando

comparado à testemunha. Lorenzetti et al. [43], em ensaio *in vitro*, demonstraram que o extrato pirolenhoso nas doses de 40g/L e 50g/L inibiu totalmente a germinação de *Puccinia nakanishikii* das folhas de capim-limão.

Em trabalho realizado por Araújo et al. [44] demonstrou a viabilidade do uso de extrato pirolenhoso produzido com espécies madeiras plantadas em larga escala no Brasil e seu real potencial como base para a produção de agentes antibacterianos e antifúngicos naturais com real possibilidade de serem utilizados na medicina veterinária e em aplicações zootécnicas.

Na Tabela 4 estão dispostos os resultados dos testes com extrato de pimenta. As concentrações de 5%, 10% e 15% v/v apresentaram diferenças significativas em relação à testemunha. A concentração de 20% v/v demonstrou inibição do patógeno durante os 14 dias de avaliação, ocorrendo controle completo (100%) do patógeno. Resultado semelhante foi encontrado por Vieira Junior et al. [43], em que o extrato aquoso de folhas de pimenta dedo-de-moça apresentou atividade antifúngica mediana sobre o fungo *Rhizoctonia solani*, com o crescimento do patógeno diminuindo à medida que a dose de extrato aumentava.

**Tabela 4.** Porcentagem de controle do extrato de pimenta após três, sete e quatorze dias de incubação do patógeno *C. fimbriata*.

Conc. (%)	3 ° Dia	7 ° Dia	14 ° Dia	Controle (%)
5,0	7,0±0,1 b	14,9±0,2 b	34,1±1,7 b	23,1±0,9 c
10,0	6,9±0,1 a	14,6±0,1 b	29,5±1,2 c	31,1±1,6 b
15,0	6,1±0,3 c	12,8±0,4 c	28,0±1,3 c	33,6±2,0 b
20,0	0,0±0,0 d	0,0±0,0 d	0,0±0,0 d	100,0±0,0 a
Testemunha	7,61±0,3 a	16,1±0,8 a	40,7±2,1 a	0,0±0,0 d
Valor-F	157,65**	256,69**	197,59**	337,50**
C. V. (%)	10,18	7,93	9,38	11,36

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% (\*) ou 1% (\*\*) de probabilidade de erro. C. V.: coeficiente de variação.

Resultado semelhante foi encontrado por Vieira Junior et al. [45], em que o extrato aquoso de folhas de pimenta dedo-de-moça apresentou atividade antifúngica mediana sobre o fungo *Rhizoctonia solani*, com o crescimento do patógeno diminuindo à medida que a dose de extrato aumentava.

Conforme relato de Lemos et al. [46], a atividade antifúngica de extratos obtidos de *Piper regnellii* com dióxido de carbono supercrítico testada contra leveduras e fungos filamentosos demonstra que o extrato mais ativo foi obtido a partir de extratos de folhas de *Piper regnellii* a 40°C e 25MPa, apresentando concentração inibitória mínima de 3,9µg/mL contra *Trichophyton mentagrophytes*.

Costa et al. [11] relataram que o extrato de *Piper hispidum* foi ativo contra as leveduras *S. aureus* e *B. subtilis* com valores de CIM entre 15,6µg/mL e 62,5µg/mL. Assim, *P. hispidum* pode ser uma fonte de substâncias bioativas com propriedades antimicrobianas. O extrato também foi eficaz contra células de biofilme de *C. albicans* e *S. aureus* nas concentrações de 62,5µg/mL e 200,0µg/mL, respectivamente.

### 3.4. Atividade antifúngica *in vivo* do óleo essencial de funcho e capim-limão e do fungicida Aliette sobre *C. fimbriata*

Os tratamentos a seguir (*in vivo*) se basearam nos resultados dos testes *in vitro*. Os óleos essenciais de funcho e capim-limão apresentaram bons resultados na concentração de 0,20% v/v e o fungicida fosetyl-Al (Aliette) na dose comercial de 250g em 100L de calda.

De acordo com a Tabela 5, pode-se observar que os tratamentos não diferiram da testemunha com relação ao tamanho médio das lesões. Em relação à porcentagem de controle da doença, houve diferenças significativas entre os tratamentos e a testemunha, atingindo-se níveis insatisfatórios para o controle da doença.

**Tabela 5.** Resultados do teste *in vivo* em mudas de quivezeiro (*Actinidia deliciosa*) tratadas previamente e inoculadas com ferimento no caule.

Tratamento	Dose	Tamanho médio da lesão (mm)	Controle (%)
<i>Cymbopogon citratus</i>	0,20% v/v	37,76±4,2 a	24,2±5,1 a
<i>Foeniculum vulgare</i>	0,20% v/v	40,38±3,8 a	26,2±4,9 a
Fosetyl-Al	250 g/100 L	34,63±3,9 a	31,3±6,7 a
Testemunha	–	47,26±4,1 a	0,0±0,0 b
F para tratamento		1,01 <sup>NS</sup>	4,29*
Coeficiente de variação (%)		26,71	65,86

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% (\*) ou 1% (\*\*) de probabilidade de erro. C. V.: coeficiente de variação.

A eficiência antifúngica do óleo essencial de capim-limão em relação ao efeito preventivo também foi observada por Brum et al. [47], que verificaram que o óleo aplicado preventivamente a 1% nas folhas de sorgo não demonstrou sintomas da antracnose (*Colletotrichum graminicola*) para a avaliação do efeito curativo do óleo essencial aplicado em duas doses de 0,25% e 0,50% v/v, constatando-se que o óleo reduziu significativamente a severidade da antracnose na cultura do sorgo.

Tumura et al. [48] testaram diferentes clones de eucalipto, encontraram diferentes resultados, desde plantas altamente suscetíveis a plantas altamente resistentes, e relataram que serão necessários novos trabalhos para selecionar uma planta resistente ao fungo. Oliveira [49] avaliou quatro espécies diferentes de eucalipto encontrou um clone resistente – os demais foram

suscetíveis ou tiveram resistência moderada. Acredita-se que a alternativa para o controle da murcha do quivizeiro seja o uso de plantas resistentes ao fungo *C. fimbriata*.

Firmino et al. [15] relataram que o acúmulo de lignina foi observado somente em plantas resistentes, sugerindo que a resistência de eucalipto ao fungo *Ceratocystis* pode estar ligada a essa estrutura, já que somente ela foi visualizada em plantas resistentes inoculadas com o fungo.

#### 4. Conclusões

Para o ensaio *in vitro* conclui-se que os óleos essenciais de capim-limão e funcho apresentaram compostos biologicamente ativos nas concentrações de 0,10%, 0,15% e 0,20% v/v, inibindo totalmente o crescimento de *C. fimbriata*. O extrato pirolenhoso controlou em 49% o crescimento do patógeno na concentração de 0,50% v/v. O extrato de pimenta não teve efeito sobre o crescimento do patógeno na concentração de 20% v/v. Para o ensaio *in vivo* nenhum tratamento apresentou controle da doença de forma satisfatória, nem mesmo o fungicida químico fosetyl-Al. Esses resultados podem contribuir para o entendimento das reações entre extratos, óleos essenciais e fungos, visando aprimorar o controle alternativo desses fungos, mas é importante que trabalhos futuros, com doses maiores dos tratamentos empregados, sejam realizados.

#### 5. Referências

[1] Silveira, S.V. et al. (2015). *Diagnóstico do Sistema de Produção do Quivi em Pomares de Farroupilha/RS: Principais Demandas*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. Recuperado de <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1025615>.

[2] Bráz, P.E.A. (2017). *Avaliação dos mecanismos de suscetibilidade de diferentes cultivares de Actinidia spp. ao cancro bacteriano do kiwi*. (Dissertação de Mestrado) Universidade do Porto, Porto, Portugal.

[3] Batista, D.C. (2010). Doenças. In: MOUCO, M. A. do C. (Ed.). *Cultivo da mangueira*. 2.ed. Petrolina: Embrapa Semiárido (Embrapa Semiárido. Sistema de Produção, 2).

[4] Silveira, S.V. et al. (2012). *Aspectos técnicos da Produção de Quivi*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 48p. Recuperado de <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/662824>.

[5] Bedendo, I.P. (2018). Podridões de raiz e colo. In: Amorim, L.; Bergamin Filho e Jorge, A.; Rezende, A. M. *Manual de fitopatologia: princípios e conceitos*. v.1. Ouro Fino: Agronômica Ceres.

[6] Santos, M.S. (2011). *Efeito do aumento da concentração de dióxido de carbono do ar sobre a murcha de Ceratocystis*

*em mudas clonais de eucalipto*. (Dissertação de Mestrado) Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu. Recuperado de <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/97171>.

[7] Tran, T.T.T, Pham, T.Q, Barber, P.A, & Nguyen, C.M (2018). Controle de *Ceratocystis manginecans* causador da murcha em mudas de *Acacia mangium*. *Patologia vegetal da Australásia*, 47(6), 579-586.

[8] Kobenan, K.C., Kouakou, B.J., & Kouakou, M. (2022). Application of Essential Oils of *Ocimum gratissimum* and *Cymbopogon citratus* as Bioinsecticides for the Management of Two Major Biting Sucking Insects (*Bemisia tabaci* Gennadius and *Jacobiella fascialis* Jacobi) and the Improvement of Seed and Fiber Quality of Cotton Plants in Ivory Coast. *Chem. Biodiversity*, 19. e202100801. Recuperado de [www.cb.wiley.com](http://www.cb.wiley.com).

[9] Bettiol, W. & Morandi, M.A.B. (2009). In: Morais, L. A. S. Óleos Essenciais no Controle *Fitosanitário*. São Paulo: Jaguariúna.

[10] Prins, C.L. et al. (2008). Efeitos de confinamento do sistema radicular sobre capim-limão (*Cymbopogon citratus*). *Revista Ciência Agronômica*, 39(3), 416-421. Recuperado de <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/80/75>.

[11] Costa, G.M., Endo, E.H., Cortez, D.A., Nakamura, T.U., Nakamura, C.V., & Dias Filho, B.P. (2016). Antimicrobial effects of *Piper hispidum* extract, fractions and chalcones against *Candida albicans* and *Staphylococcus aureus*. *J Mycol Med.*, 26(3), 217-26.

[12] Vicenço, C.B., Silvestre, W.P., Lima, T.L., & Pauletti, G.F. (2021). Insecticidal activity of *Cinnamomum camphora* Ness and Eberm var. *Linaloolifera* Fujita leaf essential oil and linalool against *Anticarsia gemmatilis*. *Journal of Essential Oil Research*, 33, 6. <https://doi.org/10.1080/10412905.2021.1937353>.

[13] Marques, L. C. (2014). Preparação de Extratos Vegetais. *Jornal Brasileiro de Fitomedicina*, 3(2), 74-76.

[14] Vieira Junior, J.R. et al. (2016). Extratos de pimentas (*Capsicum* spp.) para inibição do crescimento micelial *in vitro* de *Rhizoctonia solani*. *Enciclopédia biosfera*, Centro Científico Conhecer, Goiânia, 13(23), 1805. [https://doi.org/10.18677/Enciclopedia\\_Biosfera\\_2016\\_152](https://doi.org/10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2016_152).

[15] Firmino, A.C. et al. (2018). Análise histológica de plantas de eucalipto resistentes e suscetíveis inoculadas com *Ceratocystis fimbriata*. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, 46(118), 209-216.

- [16] Costa, B., Pansera, M. R., & Sartori, V. C. Evaluation of botanical fermentates in the control of *Colletotrichum fruticicola* isolated from *Acca sellowiana*. *Research, Society and Development*, [s. l.], 10(5), e48910515116. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i5.15116>.
- [17] Silveira, C.M. (2010). Influência do Extrato Pirolenhoso no Desenvolvimento e Crescimento de Plantas de Milho. (Tese de Mestrado) Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. Recuperado de <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/105194>.
- [18] Salehi, B., Zakaria, Z.A., & Gyawali, R. (2019). Piper Species: A Comprehensive Review on Their Phytochemistry, Biological Activities and Applications. *Molecules*, 24(7), 1364. <https://doi.org/10.3390/molecules24071364>.
- [19] Silveira, C.M. (2010). *Influência do Extrato Pirolenhoso no Desenvolvimento e Crescimento de Plantas de Milho*. (Tese de Mestrado) Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. Recuperado de <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/105194>.
- [20] Tofino-Rivera, A.P., Castro-Amaris, G., & Casierra-Posada, F. (2020). Effectiveness of *Cymbopogon citratus* Oil Encapsulated in Chitosan on *Colletotrichum gloeosporioides* Isolated from *Capsicum annuum*. *Molecules*, 25(19), 4447. <https://doi.org/10.3390/molecules25194447>.
- [21] Tinoco, M. T.; Martins, M. R., & Cruz-Morais, J. (2007). Atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Foeniculum vulgare*. *Revista de Ciências Agrárias*, 30(1), 448-454. <https://doi.org/10.19084/rca.15438>.
- [22] Bortoletto, M. et al. (2009). Efeito do extrato pirolenhoso de *Eucalyptus* spp. no desenvolvimento de *Arthobotrys musiforme* in vitro. In: *Anais do 17º Simpósio internacional de iniciação científica de da Universidade de São Paulo (SIICUSP)*, São Paulo.
- [23] Souza, J.L.S., Guimarães, V.B.S., Campos, A.D., & Lund, R.G. (2018). Antimicrobial potential of pyroligneous extracts – a systematic review and technological prospecting. *Brazilian Journal of Microbiology*, 49, 128-139. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2018.07.001>.
- [24] Tomazoni, E.Z., Pansera, M.R., Pauletti, G.F., Moura, S., Ribeiro, R.T., & Schwambach, J. (2016). *In vitro* antifungal activity of four chemotypes of *Lippia alba* (Verbenaceae) essential oils against *Alternaria solani* (Pleosporaceae) isolates. *Agrarian Sciences An. Acad. Bras. Ciênc.*, 88(2). <https://doi.org/10.1590/0001-3765201620150019>.
- [25] Adams, R.P. (1989). *Identification of Essential Oils by Ion Trap Mass Spectroscopy*. New York: Academic Press, INC.
- [26] Corbani, R.Z. (2008). *Estudo do extrato pirolenhoso Biopirrol® no manejo de nematóides em cana-de-açúcar, olerícolas e citros, em diferentes ambientes*. (Tese de Doutorado) Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu.
- [27] Peixinho, G.S., Ribeiro V.G., & Amorim, E.P.R. (2017). Controle da Podridão seca (*Lasiodiplodia theobromae*) em cachos de videira cv. Itália por óleos essenciais e quitosana. *SummaPhytopathol.*, 43(1). <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2201>.
- [28] Triaca, T., Cavião, H.C., Pansera, M.R., Venturin, L., & Sartori, V.C. (2018). Detection of antifungal activity of plant extracts on *Alternaria citrus*. *Summa Phytopathologica*, 44(2), 185-188. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2199>.
- [29] Pansera, M.R., Conte, R.I., Moura e Silva, S., Sartori, V.C., & Ribeiro, R.T.S. (2015). Strategic control of postharvest decay in peach caused by *Monilinia fruticicola* and *Colletotrichum gloeosporioides*. *Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science*, Guarapuava, 8(1), 7-14. <https://doi.org/10.5935/PAeT.V8.N1.01>.
- [30] Schurr, L., Geslin, B., Affre, L., Gachet, S., Delobbeau, M., Brugger, M., Bourdon S., & Masotti, V. (2021). Landscape and Local Drivers Affecting Flying Insects along Fennel Crops (*Foeniculum vulgare*, Apiaceae) and Implications for Its Yield. *Insects*, 12(5), 404. <https://doi.org/10.3390/insects12050404>.
- [31] Pansera, M. R., Silvestre, W.P., Gonzatti, F., Pauletti, G.F., & Sartori, V.C. (2021). Chemical composition and antifungal activity of the essential oils from native species of the ‘Campos de cima da Serra’, region South Brazil. *Journal of Essential Oil Research*, 33, 488-501. <https://doi.org/10.1080/10412905.2021.1928558>.
- [32] Khaleil, M.M., Alnomam, M.M., & Elrazik, E.S.A. (2021). Essential Oil of *Foeniculum vulgare* Mill. as a Green Fungicide and Defense-Inducing Agent against Fusarium Root Rot Disease in *Vicia faba* L. *Biology*, 10(8), 696. <https://doi.org/10.3390/biology10080696>.
- [33] Muangkote, S., Vichitsoonthonkul, T., Srilaong, V., Wongs-aree, C., & Photchanacha, S. (2019). Influence of roasting on chemical profile, antioxidant and antibacterial activities of dried chili. *Food Sci Biotechnol.*, 28(2), 303-310. <https://doi.org/10.1007/s10068-018-0475-1>.
- [34] Pimenta, A.S., Fasciotti M., Monteiro, T.V.C., & Lima, K.M.G. (2018). Chemical Composition of Pyroligneous Acid Obtained from Eucalyptus GG100 Clone. *Molecules*, 23, 426. <https://doi.org/10.3390/molecules23020426>.

- [35] Abdolahi A. et al. (2010). Essential oils as control agentes of postaharvest: *Alternaria* and *Penicillium* rots on tomato fruits. *Journal of Food Safety*, 30, 341-352. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.2009.00211.x>.
- [36] Rozwalka, L.C., et al. (2008). Extratos de decoctos e óleos essenciais de plantas medicinais e aromáticas na inibição de *Glomerella cingulata* e *Colletotrichum gloeosporioides* de frutos de goiaba. *Ciência Rural*, 38(2), 301-307. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000200001>.
- [37] Garzoli, S., Bozovic, M., Baldisserotto, A., Sabatino, M., Cesa, S., Pepi, F., Vicentini, C.B., Manfredini, S., & Ragno, R. (2017). Essential oil extraction, chemical analysis and anti-*Candida* activity of *Foeniculum vulgare* Miller – new approaches. *Natural Product Research*, 32(11), 1254-1259. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1340291>.
- [38] Gonçalves, A. H. et al. (2015). Atividade fungitóxica *in vitro* dos óleos essenciais de *Lippia sidoides* Cham., *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf. e de seus constituintes majoritários no controle de *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii*. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais. Botucatu*, 17(4). [https://doi.org/10.1590/1983-084x/14\\_166](https://doi.org/10.1590/1983-084x/14_166).
- [39] Guimarães, L.G. et al. (2011). Atividades antioxidante e fungitóxica do óleo essencial de capim-limão e do citral. *Revista Ciências Agronômicas*, Fortaleza, 42(2). Recuperado de <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/1312/563>.
- [40] Sahal, G., Woerdenbag, H.J., Hinrichs, W.L.J., Visser, A., Tepper, P.G., Quax, W.J., Van Der Mei, H.C., & Bilkay, I.S. (2020). Antifungal and biofilm inhibitory effect of *Cymbopogon citratus* (lemongrass) essential oil on biofilm forming by *Candida tropicalis* isolates; an *in vitro* study. *J Ethnopharmacol.*, 10(246), 112188. doi:10.1016/j.jep.2019.112188.
- [41] David, G. et al. (2018) Controle alternativo “*in vitro*” de *Rhizoctonia solani* com extratos vegetais em Alta Floresta – MT. *Caderno de Agroecologia*, 13(1). Recuperado de <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/issue>.
- [42] Donde, A. R. et al. (2013). Avaliação *in vitro* de extratos vegetais no desenvolvimento micelial de *Phytophthora* sp. *Alta Floresta*, Minas Gerais, set 1-6.
- [43] Lorenzetti, E.R. et al. (2012). Controle de ferrugem das folhas de capim-limão [*Cymbopogon citratus* (DC.) Stamp] com produtos naturais. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu, 14(75), 571-578.
- [44] Araújo E., Pimenta A.S., Feijó F.M.C., Castro R.V.O., Fasciotti M., Monteiro T.V.C., & Lima K.M.G. (2018). Antibacterial and antifungal activities of pyroligneous acid from wood of *Eucalyptus urograndis* and *Mimosa tenuiflora*. *J Appl Microbiol.*, 124(1), 85-96. <https://doi.org/10.1111/jan.13626>.
- [45] Vieira Junior, J.R. et al. (2017). Extratos de pimentas (*Capsicum* spp.) para inibição do crescimento micelial *in vitro* de *Rhizoctonia solani*. *Enciclopédia biosfera*, Goiânia, 13(23), 1805. [https://doi.org/10.18677/Enciclopedia\\_Biosfera\\_2016\\_152](https://doi.org/10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2016_152).
- [46] Lemos, C.O., Svidzinsk, T.I., Baeza, L.C., Miranda, N., Nakamura, C.V., Cortez, D.A., Cardozo Filho, L., & Cabral, V. F. (2013). Evaluation of antifungal activity of extracts of *Piper regnellii* obtained by supercritical fluid extraction. *Nat Prod Res.*, 27(24), 2355-9. <https://doi.org/10.1080/14786419.134029110.1080/14786419.2013.830215>.
- [47] Brum, R.B.C.S. et al. (2014). Atividade antifúngica de óleos essenciais sobre fungos fitopatogênicos. *Magistra*, Cruz das Almas, Bahia, 26(3), 361-371. Recuperado de [https://kipdf.com/download/atividade-antifungica-de-oleos-essenciais-sobre-fungos-fitopatogenticos\\_5aac64001723dd575aa21d96.html](https://kipdf.com/download/atividade-antifungica-de-oleos-essenciais-sobre-fungos-fitopatogenticos_5aac64001723dd575aa21d96.html).
- [48] Tumura, K.G., Pieri, C., & Furtado, E.L. (2012). Murcha por *Ceratocystis* em eucalipto: avaliação de resistência e análise epidemiológica. *Summa Phytopathol*, Botucatu, 38(1), 54. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/sp/a/d7ycNPsrbLgLRKRrywLNzfv/?lang=pt&format=pdf>.
- [49] Oliveira, R.G.S. (2017). Murcha de *Ceratocystis* em eucalipto: método de detecção não destrutivo e precoce da resistência e aspectos morfofisiológico e anatômico da infecção. (Tese de Doutorado) Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre. Recuperado de <http://repositorio.ufes.br/handle/10/7858>.