

Efeito fungitóxico de óleos essenciais sobre *Phakopsora euvitidis*, agente causal da ferrugem da videira

Fungitoxic effect of essential oils on Phakopsora euvitidis, causal agent of grape rust

Régis de Oliveira Fialho^{1*}, Marli de Fátima Stradioto Papa¹, Danilo Augusto dos Santos Pereira¹

RESUMO: O conhecimento sobre os efeitos indesejáveis do uso de fungicidas convencionais, associado à preocupação de órgãos reguladores e consumidores quanto à qualidade dos alimentos, tem estimulado a busca por novas alternativas para o controle de doenças de plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar, em laboratório e em campo, a atividade antifúngica de 16 óleos essenciais sobre *Phakopsora euvitidis*, agente causal da ferrugem da videira. Foram utilizados os óleos essenciais de orégano, menta piperita, pimenta preta, nim, eucalipto *globulus*, citronela, canela, manjerona, alecrim, manjeriço, camomila azul, cânfora branca, cravo, gengibre, tomilho branco e melaleuca. No laboratório foram realizados dois experimentos: no primeiro, foi avaliada a germinação de esporos, em meio ágar-água acrescido do óleo essencial, nas concentrações de 0,0, 0,1, 0,5, 1, 2 e 4% (v/v), e sobre este foi depositada a suspensão de esporos. No segundo experimento, aplicaram-se os óleos essenciais em folhas destacadas de videira, seguindo-se a inoculação dos esporos de *P. euvitidis*, avaliando-se a germinação dos esporos. A partir dos dados obtidos foram calculadas as percentagens de inibições da germinação de esporos e a dose letal (DL₉₀). Em plantas de videira no campo foi realizada uma aplicação dos óleos essenciais, na concentração de 1%, e avaliada a severidade da ferrugem, após 15 e 30 dias. As DL₉₀ dos óleos essenciais variaram entre 0,39% (nim) e 3,9% (orégano). Os óleos essenciais mais eficientes sobre *P. euvitidis*, em condições *in vitro*, foram os de camomila azul, citronela, eucalipto *globulus*, gengibre, nim e tomilho branco. Na aplicação realizada em campo todos os óleos essenciais reduziram significativamente a severidade da ferrugem, destacando-se os óleos essenciais de canela, citronela, nim e tomilho branco. Aspectos relacionados à fitotoxicidade necessitam ser elucidados. Os óleos essenciais avaliados apresentam potencial para serem utilizados no manejo da ferrugem da videira, contudo estudos complementares fazem-se necessários.

PALAVRAS-CHAVE: controle alternativo; *Vitis* spp.; germinação de esporos; folhas destacadas.

ABSTRACT: Knowledge about undesirable effects of conventional fungicides, and concern from consumers and Regulatory Agencies about food quality have encouraged the research on new alternatives for controlling plant diseases. The objective of this study was to evaluate the antifungal activity of 16 essential oils on *Phakopsora euvitidis*, causal agent of grape rust *in vitro* and under field conditions. The essential oils tested were oregano, peppermint, black pepper, neem, eucalyptus *globulus*, citronella, cinnamon, marjoram, rosemary, basil, blue chamomile, white camphor, clove, ginger, tea tree and white thyme. *In vitro*, two experiments were carried: (i) evaluation of spores germination in water agar media amended with essential oil at 0 (control), 0.1, 0.5, 1, 2 and 4% (v/v). (ii) Evaluation of spores germination on detached leaves of vine previously treated with a solution of essential oils at 0, 0.1, 0.5, 1, 2 and 4%. The percentage of inhibition in the spores germination and LD₉₀ values were calculated. Under field conditions, essential oils 1% (v/v) were sprayed on vine plants, and rust severity was evaluated twice, 15 and 30 days post application. In *in vitro* tests, the LD₉₀ values ranged from 0.39 (neem) to 3.9% (oregano). The most efficient essential oils on *Phakopsora euvitidis* were blue chamomile, citronella, eucalyptus *globulus*, ginger, neem and white thyme. Under field conditions, all essential oils reduced rust severity and among them, those from cinnamon, citronella, neem and white thyme showed the highest level of rust control. Our results show that the essential oils tested are effective for the management of grape rust. However, further studies on the phytotoxicity of these compounds are still required.

KEYWORDS: grape rust; alternative control; *Vitis* spp.; spore germination; detached leaves.

¹Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos (DEFE RS), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) – Ilha Solteira (SP), Brasil.

*Autor correspondente: regis.fialho12@gmail.com

Recebido em: 30/07/2013. Aceito em: 18/03/2015

INTRODUÇÃO

A ferrugem da videira, causada pelo fungo *Phakopsora euvi-tis* Ono, é uma das principais doenças em uvas de mesa no noroeste do estado de São Paulo (NAVES et al., 2006). Constatada pela primeira vez em 2001, no município de Jandaia do Sul, Paraná (TESSMANN et al., 2004), a ocorrência de *P. euvi-tis* foi também observada nos estados de Mato Grosso, de São Paulo (PAPA et al., 2003), de Santa Catarina (SÔNEGO et al., 2005), do Rio Grande do Sul (BAYER; COSTA, 2006) e de Roraima (HALFELD-VIEIRA et al., 2009).

O sintoma da doença ocorre preferencialmente em folhas maduras, causando a desfolha precoce das plantas infectadas (TESSMANN et al., 2004). Essa ocorrência, antes da maturação da uva, prejudica o amadurecimento dos cachos, afeta a qualidade e causa perdas na produção, bem como redução do acúmulo de reservas, comprometendo o vigor das plantas para o ciclo seguinte (ONO, 2000).

O conhecimento sobre os efeitos indesejáveis do uso de fungicidas convencionais, associado à preocupação de órgãos reguladores e consumidores quanto à qualidade dos alimentos, tem estimulado a busca por novas alternativas para o controle de doenças de plantas. Entre elas tem-se o uso de óleos essenciais, os quais já são amplamente utilizados nas indústrias de alimentos e de cosméticos, e o emprego destes no controle de fitopatógenos, insetos e plantas daninhas vem sendo estudado (ISMAN, 2000; TWORKOSKI, 2002).

Óleos essenciais extraídos de plantas representam um protetor natural alternativo no controle integrado de doenças de fruteiras, visto que experimentos têm mostrado a eficiência desses óleos no controle de diversos patógenos (CIMANGA et al., 2002; PUPO et al., 2003). O presente estudo teve como objetivo avaliar, em laboratório e em campo, a atividade antifúngica de 16 óleos essenciais sobre *P. euvi-tis*, agente causal da ferrugem da videira.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Doenças de Plantas da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS), da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), São Paulo.

Foram selecionados para este trabalho 16 óleos essenciais, apresentados a seguir, mencionando-se a respectiva parte da planta utilizada para a sua obtenção: orégano (*Origanum vul-gare* — folhas), menta piperita (*Mentha piperita* — folhas), eucalipto *globulus* (*Eucalyptus globulus* — folhas), citronela (*Cymbopogon winterianus* — folhas), canela (*Cinnamomum zeylanicum* — folhas), manjerona (*Origanum majorana* — folhas), alecrim (*Rosmarinus officinalis* — folhas), manje-ricão (*Ocimum basilicum* — folhas), cravo (*Eugenia caryo-phyllu* — folhas), melaleuca (*Melaleuca alternifolia* - folhas);

camomila azul (*Chamomilla reticulata* — flores), cânfora branca (*Cinnamomum camphora* — madeira), gengibre (*Zingiber officinale* — rizomas), tomilho branco (*Thymus vulgaris* — folhas e flores); pimenta preta (*Piper nigrum* — frutos) e nim (*Azadirachta indica* — sementes), os quais foram adquiridos da Empresa Ferquima Ind. e Com. Ltda. (Vargem Grande Paulista, São Paulo, Brasil).

Os dois experimentos realizados em laboratório foram repetidos, no mínimo, duas vezes e para as análises estatísticas foram utilizadas as médias dos dois experimentos.

Efeito de óleos essenciais sobre a germinação de esporos de *P. euvi-tis*

Foram coletadas folhas de videira com sintomas de ferrugem em propriedade particular no Cinturão Verde de Ilha Solteira (SP) e destas foi preparada a suspensão de esporos de *P. euvi-tis*. Para isso, com a ajuda de um pincel, os esporos do micro-orga-nismo foram transferidos para um béquer contendo 10 mL de água destilada esterilizada. A suspensão de esporos foi filtrada em gaze dupla e sua concentração foi determinada, com o auxílio de hemocitômetro, e ajustada para 2×10^4 esporos mL⁻¹.

Os óleos essenciais foram avaliados nas concentrações de 0,1, 0,5, 1, 2 e 4% em relação ao volume. Essas concentrações foram definidas com base em informações da literatura sobre o uso de óleos em outros organismos, uma vez que não foram encontradas informações sobre esses óleos e o fitopa-tógeno estudado neste trabalho.

Foi preparado meio de cultura ágar-água e, enquanto este ainda estava fundente, foi acrescentado o óleo essencial, de modo a obter as concentrações mencionadas anteriormente. Agitou-se por cerca de 30 segundos, para a homogenização do meio mais óleo essencial, e este foi vertido em placas de Petri. O tratamento testemunha constou apenas de ágar-água. Após a solidificação do meio, sobre ele foram depositados 80 µL da suspensão de esporos do fungo. Essas placas de Petri foram acondicionadas em incubadora tipo BOD e mantidas a 25°C, no escuro, durante 12 h. Ao término desse período, procedeu-se à interrupção do processo germinativo, por meio da deposição de uma ou duas gotas de lactoglicerol sobre a suspensão de esporos, em cada placa de Petri.

A avaliação foi realizada em microscópio óptico pela con-tagem de 100 esporos em cada placa de Petri, determinando-se o número de esporos germinados. Como esporo germinado de *P. euvi-tis* foi considerado o que apresentou tubo germina-tivo igual ou maior que a sua largura.

O delineamento experimental utilizado foi o inteirai-mente casualizado, em arranjo fatorial 16 x 5 (óleos essenciais x concentrações), com quatro repetições, constituídas de uma placa de Petri cada. A partir dos dados obtidos determinou-se a percentagem de germinação de esporos para cada tra-tamento, depois foi calculada a percentagem de inibição da germinação (PIG) de esporos de cada tratamento em relação

ao tratamento testemunha e realizada a análise estatística utilizando o teste de Scott-Knott.

Efeito de óleos essenciais na germinação de esporos de *P. euvitis* aplicados em folhas destacadas de videira

Neste experimento foram utilizados os óleos essenciais nas concentrações que proporcionaram entre 80 e 100% de inibição da germinação de esporos de *P. euvitis* no experimento anterior. Assim, foram selecionados os seguintes óleos essenciais e concentrações: nim a 0,1, 0,5, 1, 2 e 4%; alecrim, camomila azul, eucalipto *globulus*, menta piperita, orégano a 0,5, 1, 2 e 4%; canela, citronela, manjeriço, manjerona, melaleuca, pimenta preta e tomilho branco a 1, 2 e 4%, e cânfora branca e cravo a 2 e 4%.

Folhas jovens, mas totalmente desenvolvidas, foram coletadas de plantas de videira, em boas condições sanitárias, na propriedade mencionada anteriormente. Estas foram acondicionadas em caixas de isopor e levadas para o laboratório. Em seguida, procedeu-se à desinfestação, colocando-as em hipoclorito de sódio a 1% do produto comercial (2 a 2,5% de cloro ativo) por dois minutos, passando, após esse tempo, por três enxágues em água destilada e esterilizada e, depois, sendo secas em papel toalha.

Foram preparadas soluções com água mais óleo essencial mais Tween 80 a 0,5%, de modo a obter as concentrações mencionadas inicialmente. Essas soluções foram pulverizadas nas folhas, com o auxílio de um pulverizador manual, até o ponto de escorrimento e deixadas para secar por duas horas. Para o tratamento testemunha, foi pulverizado apenas água destilada.

Para a inoculação, foi preparada suspensão de esporos a 10^4 esporos mL^{-1} (pulverizada nas folhas destacadas previamente tratadas com óleos essenciais ou água destilada). Em seguida, as folhas inoculadas foram acondicionadas em bandejas plásticas, forradas com folhas de papel toalha, umedecidas em água esterilizada, e sobre estas foram colocadas redes plásticas, para

evitar o contato direto das folhas destacadas de videira com as folhas de papel toalha umedecidas. As bandejas foram vedadas com filme plástico transparente e mantidas em estufa incubadora a 25°C, no escuro, durante 12 h. Para facilitar a avaliação, os esporos foram transferidos, com o auxílio de uma fita adesiva incolor, para lâminas de vidro para microscopia.

Foi observado que alguns óleos essenciais causaram sintomas de fitotoxicidade nas folhas destacadas de videira e este aspecto foi avaliado, 48 h após a aplicação do óleo essencial, utilizando-se a escala da Figura 1.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado constituído de 51 tratamentos e 3 repetições. Cada repetição foi constituída por uma folha destacada de videira.

Fitotoxicidade de óleos essenciais e eficiência no controle da ferrugem da videira

Este experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão, em Selvíria (MS), em área cultivada de videira variedade Benitaka, conduzida em espaldeira, com espaçamento 2,5 x 2,0 m. O clima da região é Aw, segundo a classificação de Köppen, apresentando temperatura média anual de 25°C e precipitação anual de 1.300 mm (CENTURION, 1982). Em março de 2012, foram marcadas 102 brotações de videira com 7 a 9 folhas, visualmente sadias para a aplicação de óleo essencial ou água (testemunha).

Os tratamentos consistiram dos 16 óleos essenciais apresentados anteriormente, na concentração de 1%, mais 0,5% de Tween 80 e de uma testemunha. Cada tratamento foi preparado em um pulverizador manual, equipamento com o bico do tipo cone cheio. Foi realizada apenas uma aplicação nas brotações marcadas de videira, após as 5 h da tarde. A aplicação foi realizada até o ponto de escorrimento. Para evitar a deriva dos produtos durante a aplicação, os ramos foram envolvidos em um saco plástico transparente. Duas horas após a aplicação

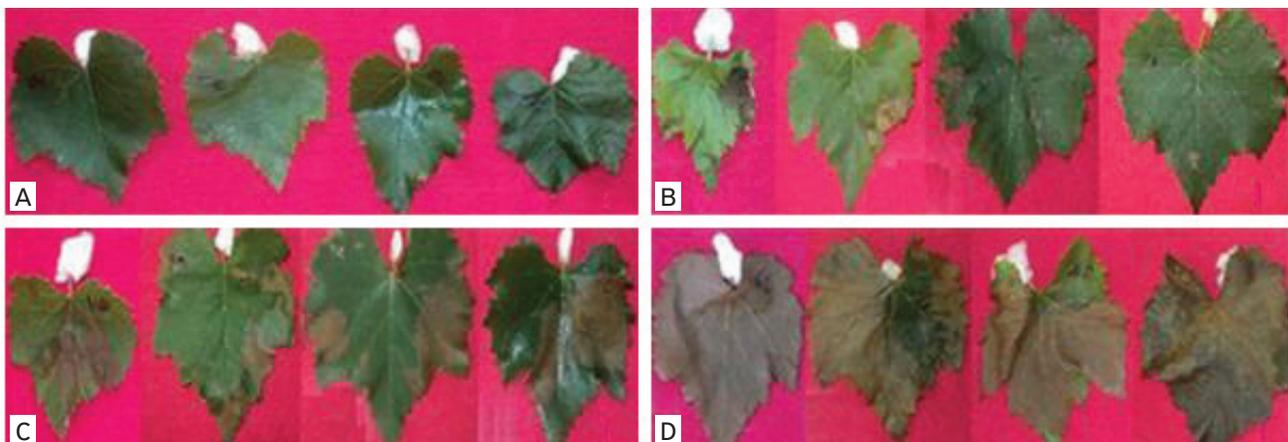


Figura 1. Escala estabelecida e utilizada para a avaliação da fitotoxicidade causada pelos óleos essenciais em folhas destacadas de videira; (A) ausência de sintomas de fitotoxicidade, (B) nível baixo, (C) nível médio e (D) nível alto de fitotoxicidade. Ilha Solteira (SP), 2011.

dos óleos essenciais, foi realizada a inoculação de *P. euvtis*, com o auxílio de pulverizador manual. A suspensão de esporos utilizada foi preparada como a descrita nos experimentos anteriores. Após a inoculação, os ramos foram envolvidos em saco plástico transparente levemente umedecido, para manter o ambiente úmido, por 24 h. Após a retirada dos sacos, foi feita uma avaliação visual para determinação de sintoma de fitotoxicidade, conforme Figura 1.

Realizaram-se duas avaliações da severidade da ferrugem, aos 15 e 30 dias após a aplicação. Para essas avaliações, foi estabelecida uma escala de notas, em que 0, 1, 2 e 3 representam ausência, baixa, média e alta severidade de sintomas, respectivamente (Fig. 2).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 17 tratamentos e 6 repetições. A parcela experimental foi constituída por um ramo, com nove folhas de videira.



Figura 2. Escala utilizada para a avaliação da severidade de ferrugem em folhas de videira no campo; 0 = folhas saudias, 1 = baixa, 2 = média e 3 = alta severidade de ferrugem. Selvíria (MS), 2012.

Tabela 1. Percentagem de inibição da germinação de esporos de *P. euvtis* por 16 óleos essenciais e sintomas de fitotoxicidade em folhas destacadas de videira, tratadas com óleos essenciais. Ilha Solteira (SP), 2011 e 2012.

Tratamentos	PIG — 1º Experimento ¹					PIG — 2º Experimento ²					Fitotoxicidade ⁴
	Concentrações (%) ³					Concentrações (%) ³					
	0,1	0,5	1	2	4	0,1	0,5	1	2	4	
Alecrim	73 c ⁵	89 c	90 c	91 a	95 a	–	85 b ²	97 f	100 d	100 b	Baixa
Camomila azul	73 c	88 c	92 c	96 a	100 a	–	76 a	89 c	98 c	100 b	Baixa
Canela	64 b	66 b	86 c	97 a	100 a	–	–	100 g	100 d	100 b	Alta
Cânfora branca	26 a	38 a	50 a	84 a	99 a	–	–	–	98 c	100 b	Baixa
Citronela	77 c	78 c	83 c	100 a	100 a	–	–	89 c	100 d	100 b	Alta
Cravo	61 b	63 b	76 b	80 a	92 a	–	–	–	86 b	96 a	Alta
Eucalipto <i>globulus</i>	74 c	82 c	87 c	97 a	100 a	–	87 c	89 c	100 d	100 b	Baixa
Gengibre	77 c	89 c	91 c	94 a	98 a	–	–	–	–	–	–
Manjeriçã	63 b	71 c	89 c	91 a	95 a	–	–	89 c	98 c	100 b	Alta
Manjerona	67 b	76 c	91 c	92 a	95 a	–	–	91 d	100 d	100 b	Alta
Melaleuca	70 c	79 c	82 c	92 a	93 a	–	–	87 b	98 c	100 b	Média
Menta piperita	78 c	80 c	86 c	100 a	100 a	–	89 c	95 e	100 d	100 b	Média
Nim	84 c	95 c	99 c	100 a	100 a	80	91 d	100 g	100 d	100 b	Ausente
Orégano	73 c	80 c	82 c	83 a	91 a	–	94 e	100 g	100 d	100 b	Alta
Pimenta preta	59 b	64 b	84 c	92 a	95 a	–	–	74 a	82 a	97 a	Baixa
Tomilho branco	52 b	69 b	86 c	94 a	100 a	–	–	100 g	100 d	100 b	Alta
CV (%)	–	–	7,57	–	–	–	–	–	–	13,3	–

CV (%): Coeficiente de Variação; PIG: percentagem de inibição da germinação; ¹avaliação da germinação dos esporos realizada em ágar-água; ²avaliação da germinação dos esporos realizada em folhas destacadas de videira; ³concentração expressa em % em relação ao volume; ⁴avaliação da fitotoxicidade de acordo com a Fig. 1; ⁵médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com de 5% de probabilidade.

de esporos de *P. euvitis*, não diferindo entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Os valores das doses letais dos óleos essenciais para inibição de 90% da germinação de esporos de *P. euvitis* (dose letal – DL₉₀) variaram entre 0,39 e 3,89% (Tabela 2). Os óleos essenciais com os valores menores de DL₉₀ são os que apresentam quantidades maiores de substância fungitóxica. Assim, as menores DL₉₀, ou seja, menores que 2%, foram obtidas para os óleos essenciais de nim, gengibre, camomila azul, menta piperita, citronela, eucalipto *globulus* e tomilho branco. PEREIRA (2008), avaliando a atividade fungitóxica de óleos essenciais sobre *Cercospora coffeicola*, destacou que os óleos essenciais de tomilho branco, canela e citronela inibiram totalmente a germinação dos conídios a partir da concentração de 1.000 µL.L⁻¹, com DL₅₀ estimada em 303, 348 e 561 µL.L⁻¹, respectivamente. O mesmo autor observou que os óleos essenciais de eucalipto e nim apresentaram DL₅₀ de 2.804 e 2.816 µL.L⁻¹, respectivamente.

A atividade fungitóxica desses óleos essenciais sobre outros fitopatógenos tem sido relatada (ROZWALKA, 2003; ABREU, 2006; SANTOS, 2007; KISHORE *et al.*, 2007; SILVA; BASTOS, 2007; BONALDO *et al.*, 2007; FREIRE, 2008; PEREIRA *et al.*, 2008; GONÇALVES *et al.*, 2009; MARTINS *et al.*, 2010; LIMA *et al.*, 2010; DIAS-ARIEIRA *et al.*, 2010; VICENÇO *et al.*, 2010; ROGGIERO *et al.*, 2010; FIALHO, 2012).

Quando os óleos essenciais foram aplicados sobre as folhas destacadas de videira, no laboratório, e estas, posteriormente, foram inoculadas, verificou-se que a eficiência dos óleos essenciais foi semelhante aos resultados obtidos na avaliação sobre ágar-água (Tabela 1). Com exceção dos óleos essenciais de camomila azul a 0,5% e de pimenta preta a 1%,

Tabela 2. Equação de regressão e dose letal (DL₉₀) dos óleos essenciais para inibição de 90% da germinação de esporos de *P. euvitis*. Ilha Solteira (SP), 2011.

Tratamento	Equação de regressão	R ²	DL ₉₀
Alecrim	$y = 81,697 + 3,901x$	0,58*	2,13**
Camomila azul	$y = 81,722 + 5,364x$	0,66	1,54
Canela	$y = 68,329 + 9,404x$	0,75	2,30
Cânfora branca	$y = 53,077 + 12,285x$	0,94	3,01
Citronela	$y = 77,616 + 6,584x$	0,79	1,88
Cravo	$y = 62,338 + 8,001x$	0,92	3,45
Eucalipto <i>globulus</i>	$y = 78,310 + 6,292x$	0,83	1,86
Gengibre	$y = 83,688 + 4,152x$	0,70	1,52
Manjeriçã	$y = 74,971 + 6,104x$	0,68	2,46
Manjerona	$y = 70,680 + 7,365x$	0,67	2,62
Melaleuca	$y = 74,865 + 5,433x$	0,78	2,79
Menta piperita	$y = 79,697 + 6,038x$	0,79	1,70
Nim	$y = 89,163 + 2,146x$	0,43	0,39
Orégano	$y = 74,001 + 4,111x$	0,86	3,89
Pimenta preta	$y = 64,894 + 9,034x$	0,73	2,78
Tomilho branco	$y = 83,702 + 3,33x$	0,89	1,89

R²: Coeficiente de Determinação; DL₉₀: dose letal; *significativo a 5% de probabilidade; **dados obtidos do experimento de germinação em ágar-água e valor estimado a partir da equação de regressão em %.

que apresentaram 76 e 74% de FIG, respectivamente, todos os óleos essenciais apresentaram 80% ou mais de inibição da germinação de esporos (Tabela 1).

Entre os 16 óleos essenciais aplicados na concentração de 1%, em plantas de videira no campo, foi verificada variação na severidade da ferrugem (Tabela 3). Observou-se que todos os óleos essenciais apresentaram efeito na redução da severidade da doença, sendo mais eficientes os de canela, gengibre, manjerona, melaleuca, nim, orégano, pimenta preta e tomilho branco, com notas de severidade abaixo de 1 (nível baixo). Plantas do tratamento testemunha apresentaram a nota 2,3, diferindo estatisticamente de todos os tratamentos.

Não foi possível associar, para todos os óleos essenciais, a eficiência do óleo *in vitro* com a intensidade menor da ferrugem nas folhas da videira. Para os óleos essenciais de camomila azul, citronela, eucalipto *globulus*, gengibre, menta piperita, nim e tomilho branco, foram obtidas DL₉₀ até 2% e nota da ferrugem até 1,5. O aspecto da interferência do óleo essencial no metabolismo da planta também deve ser considerado, mas nos experimentos *in vitro* não é possível avaliar tal fator.

Além do aspecto da atividade fungitóxica dos óleos essenciais sobre *P. euvitis* avaliado neste trabalho, foi verificada a sua ação fitotóxica no experimento utilizando-se as folhas de videira destacadas e mantidas em condições de laboratório (Tabela 1). Constatou-se que a atividade fitotóxica depende do óleo essencial, da concentração utilizada e do tipo de folha, se jovem ou madura. Folhas jovens de videira apresentaram-se mais suscetíveis a manifestar sintomas de fitotoxicidade aos

Tabela 3. Efeito de 16 óleos essenciais na severidade da ferrugem da videira, após uma aplicação, na concentração de 1%, em condições de campo. Selvíria (MS), 2012.

Tratamento	Ferrugem ¹
Alecrim	1,5 ² h ³
Camomila azul	1,2 f
Canela	0,2 b
Cânfora branca	1,5 h
Citronela	0,33 c
Cravo	1,2 f
Eucalipto <i>globulus</i>	1,7 i
Gengibre	0,5 d
Manjeriçã	1,2 f
Manjerona	0,33 c
Melaleuca	0,5 d
Menta piperita	1,3 g
Nim	0,83 e
Orégano	0,83 e
Pimenta preta	0,5 d
Tomilho branco	0,17 a
Testemunha	2,3 j

¹Média das avaliações realizadas aos 15 e 30 dias após a aplicação dos óleos essenciais; ²escala de notas variando de 0 (ausência da doença) a 3 (severidade alta); ³médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com 5% de probabilidade.

óleos essenciais. De acordo com CARNEIRO (2003), as reações de fitotoxicidade dependem da espécie da planta na qual o óleo essencial está sendo aplicado, sua concentração, sua idade e seu estágio de desenvolvimento.

Os óleos essenciais que se mostraram mais fitotóxicos foram os de tomilho branco, canela e citronela. Porém, quando os óleos essenciais foram aplicados, na concentração de 1%, apenas uma vez no campo, não foram verificados sintomas de fitotoxicidade nas folhas da videira. Considera-se que quando os óleos essenciais são aplicados nas folhas destacadas, obtém-se melhor cobertura do limbo foliar, a degradação dos óleos essenciais deve ser mais lenta e o metabolismo da folha destacada é diferente do metabolismo da folha aderida à planta de videira; tais fatores, isolados ou em conjunto, podem contribuir para a ocorrência de fitotoxicidade. Nas folhas aderidas à plantas e fatores sob condições de campo devem ser considerados os efeitos dos fatores do ambiente, como luz, temperatura, vento e umidade, que aceleram a degradação dos óleos essenciais e contribuem para uma redução dos sintomas de fitotoxicidade. Os óleos essenciais, na presença de oxigênio, luz, calor, umidade e metais, são muito instáveis, sofrendo inúmeras reações de degradação, o que dificulta a sua conservação, fazendo com que o processo de armazenamento seja de importância fundamental para a manutenção de sua qualidade (SIMÕES, 2004).

A fitotoxicidade dos óleos essenciais sobre as plantas é pouco relatada na literatura, pois os estudos, em sua maioria, ainda são feitos *in vitro*. ISMAN (2000) mencionou que os óleos essenciais mais eficientes contra pragas são, frequentemente, os mais fitotóxicos. Também os óleos essenciais vêm sendo avaliados para seu uso como herbicidas (TWORKOSKI, 2002). MEDICE *et al.* (2007) verificaram fitotoxicidade ao aplicar os óleos essenciais de tomilho e citronela a 1% em plantas de soja; quando utilizaram as doses de 0,3 e 0,5%, respectivamente, não ocorreram sintomas.

Concordando com as colocações de ISMAN (2000), COSTA *et al.* (2004) e MENEZES (2005), a partir da realização

deste estudo constata-se que os óleos essenciais apresentam rica fonte de pesquisa, muitos deles se mostraram promissores e podem se constituir em mais uma opção para o controle da ferrugem da videira. No entanto, para a inserção definitiva e segura dos óleos essenciais na recomendação para os produtores, estudos sobre dose, época de aplicação, período residual, mecanismos de ação, fitotoxicidade, real segurança a mamíferos, outros vertebrados e ambiente, disponibilidade dos produtos e custos merecem mais conhecimento.

CONCLUSÕES

- Todos os óleos essenciais testados *in vitro* apresentaram efeito significativo sobre a inibição da germinação de esporos de *P. euwitii*.
- Os óleos essenciais mais eficientes sobre *P. euwitii*, em condições *in vitro*, foram os de camomila azul, citronela, eucalipto *globulus*, gengibre, nim e tomilho branco.
- Os óleos essenciais de canela, citronela, nim e tomilho branco, na concentração de 1%, reduziram significativamente a severidade da ferrugem em videira cv. Benitaka em condições de campo.
- Os óleos essenciais, quando aplicados sobre as folhas de videira, podem causar sintomas de fitotoxicidade. Dentre os óleos essenciais avaliados, os de tomilho branco, canela e citronela a 1% são os mais fitotóxicos.

AGRADECIMENTO

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão da Bolsa de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS

ABREU, C.L.M. Controle de *Alternaria solani* em tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) com óleos essenciais. 2006. 71 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Horticultura) – Faculdade Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

BASTOS, C.N. Efeito do óleo de *Piper aduncum* sobre *Clinipellis pernicioso* e outros fungos fitopatogênicos. *Fitopatologia Brasileira*, v.22, p.441-443, 1997.

BAYER, T.M.; COSTA, I.F.D. Ocorrência de *Phakopsora euwitii* Ono em Santa Maria, Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, v.36, n.4, p.1307-1308, 2006.

BONALDO, S.M.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN, J.R.; CRUZ, M.E.S.; FIORI-TUTIDA, A.C.G. Contribuição ao estudo das

atividades antifúngica e elicitadora de fitoalexinas em sorgo e soja por eucalipto (*Eucalyptus citriodora*). *Summa Phytopathologica*, v.33, n.4, p.383-387, 2007.

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

CENTURION, J.F. Balanço hídrico na região de Ilha Solteira. *Científica*, v.10, n.1, p.57-61, 1982.

COSTA, E.L.N.; SILVA, R.F.P.; FIUZA, L.M. Efeitos, aplicações e limitações de extratos de plantas inseticidas. *Acta Biologica Leopoldensia*, v.26, n.2, p.173-185, 2004.

- CIMANGA, K.; KAMBU, K.; TONA, L.; APERS, S.; DE BRUYNE, T.; HERMANS, N.; *et al.* Chemical composition and antifungal activity of essential oils of some aromatic plants growing in the Democratic Republic of Congo. *Journal of Essential Oil Research, Carol Stream*, v.14, p.382-387, 2002.
- DIAS-ARIEIRA, C.R.; FERREIRA, L.R.; ARIEIRA, J.O.; MIGUEL, E.G.; DONEGA, M.A.; RIBEIRO, R.C.F. Atividade do óleo de *Eucalyptus citriodora* e *Azadirachta indica* no controle de *Colletotrichum acutatum* em morangueiro. *Summa phytopathologica*, v.36, n.3, p.228-232, 2010.
- FIALHO, R.O. Atividade antifúngica de óleos essenciais sobre os agentes causais do míldio, oídio e ferrugem da videira (*Vitis* spp.). 2012. 62f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, UNESP, Ilha Solteira. 2012.
- FREIRE, J.M. Óleo essencial de canela, majerona e anis-estrelado: caracterização química e atividade biológica sobre *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*. 2008. 68f. Tese (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2008.
- GONÇALVES, G.G.; MATTOS, L.P.V.; MORAIS, L.A.S. Óleos essenciais e extratos vegetais no controle de fitopatógenos de grãos de soja. *Horticultura Brasileira*, v.27, n.2, p.102-107, 2009.
- HALFELD-VIEIRA, B.A.; NECHET, K.L.; BARBOSA, R.N.I. Ocorrência da ferrugem da videira em Roraima. *Summa Phytopathologica, Botucatu*, v. 35, n. 4, p. 332, 2009.
- ISMAN, M.B. Plant essential oil for pest and disease management. *Crop Protection*, v.19, n.8/10, p.603-608, 2000.
- KISHORE, G.K.; PANDE, S.; HARISH, S. Evaluation of essential oils and their components for broad-spectrum antifungal activity and control of late leaf spot and crown rot diseases in peanut. *Plant Disease*, v.91, n.4, p.375-379, 2007.
- MARTINS, E.S.C.S.; FARIAS, A.A.F.; SANTOS, M.S.; BARROS, H.M.M. Efeito dos óleos essenciais de citronela, alecrim e erva-cidreira no controle *in vitro* de *Ralstonia solanacearum* em pimentão. *Tecnologia @ Ciência Agropecuária*, v.4, n.1, p.09-13, 2010.
- MEDICE, R.; ALVES, E.; ASSIS, R.T.; JUNIOR, R.G.M.; LOPES, E.A.G.L. Óleos essenciais no controle da ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. *Ciência Agroecnica*, v.31, n.1, p.83-90, 2007.
- MENEZES, E.L.A. *Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola*. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 58p.
- ONO, Y. Taxonomy of the *Phakopsora ampelopsidis* species complex on Vitaceous hosts in Asia including a new species, *P. euvitis*. *Mycologia*, v.92, p.154-173, 2000.
- PAPA, M.F.S.; CELOTO, M.Y.B.; TOMQUELSKI, G.V.; NARUZAWA, E.S.; BOLIANI, A.C. Ocorrência de ferrugem da videira em São Paulo e Mato Grosso do Sul e controle químico em dois sistemas de condução. *Fitopatologia Brasileira*, v.28, p.320, supl., 2003.
- PEREIRA, A.S.; SARMENTO-BRUM, R.B.C.; GONÇALVES, A.H.; CARDON, C.H.; GUIMARÃES, L.G.L.; SANTOS, G.R. Fitotoxicidade de óleos essenciais em plantas de melancia, feijão e arroz. *Tropical Plant Pathology*, v.38, supl., 2012.
- PEREIRA, R.B. Potencial de óleos essenciais no manejo da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro. 2008. 107f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- PEREIRA, R.B.; ALVES, E.; JÚNIOR, P.M.R.; RESENDE, M.L.V.; LUCAS, G.C.; FERREIRA, J.B. Extrato de casca de café, óleo essencial de tomilho e acibenzolar-S-metil no manejo da cercosporiose-do-cafeeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, n.10, p.1287-1296, 2008.
- PUPO, M.S.; ALVES, E.S.S.; SANTOS, R.B.; VENTURA, J.A.; FERNANDES, P.M.B. Antifungal activity of monoterpenes against the plant pathogens *Colletotrichum gloeosporioides*, *Colletotrichum musae*, *Fusarium subglutinans* f.sp. *ananas*. Washington: Applied and Environmental Microbiology, 2003.
- ROZWALKA, L.C. Controle alternativo da antracnose em frutos de goiabeira, em laboratório. 2003. 56f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.
- ROGGERIO, T.U.; SOUZA, A.D.; BARROS, A.J. Avaliação *in vitro* do óleo essencial de Melaleuca no controle de três fungos no tomateiro. *Tropical Plant Pathology*, v.35, supl., p.4, 2010.
- SANTOS, R.C.; BARRETO, H.C.S.; PAIVA, W.R.S.C.; NECHET, K.L.; HALFELD-VIEIRA, B.A.; MELO FILHO, A.A.; TAVEIRA, M.L. Uso dos óleos essenciais de *Cymbopogon winterianus* e *Corymbia citriodora* na inibição do crescimento micelial *in vitro* de *Rhizoctonia solani*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ÓLEOS ESSENCIAIS, 4, 2007, Fortaleza. Anais... Fortaleza: S.n., 2007. CD-ROM.
- SILVA, D.M.H.; BASTOS, C.N. Atividade antifúngica de óleos essenciais de espécies de *Piper* sobre *Crinipellis pernicioso*, *Phytophthora palmivora* e *Phytophthora capsici*. *Fitopatologia Brasileira*, v.32, p.143-145, 2007.
- SIMÕES C.M.O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P. (Org.). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 5ª ed. Porto Alegre: UFRGS/UFSC, 2004. p.467-495.
- SONEGO, O.R.; GARRIDO, L.R.; GAVA, R. *Ferrugem da videira no Brasil*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e vinho, 2005. (Circular Técnica, 62).
- STANGARLIN, J.R.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; CRUZ, M.E. da S.; NOZAKI, M.H. Plantas medicinais. Plantas medicinais e controle alternativo de fitopatógenos. *Revista Biotecnologia Ciência @ Desenvolvimento*, v.2, n.11, p.16-21, 1999.
- TESSMANN, D.J.; DIANESE, J.C.; GENTA, W.; VIDA, J.B.; MAY-DE-MIO, L.L. Grape rust caused by *Phakopsora euvitis*, a new disease for Brazil. *Fitopatologia Brasileira*, v.29, n.3, p.338, 2004.
- TWORKOSKI, T. Herbicide effects of essential oils. *Weed Science*, v.50, n.4, p.425-431, 2002.
- VICENÇO, C.B.; CONTE, R.I.; LEMOS, M.R.P.; RIBEIRO, T.S. Inibição do crescimento de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary com a utilização de óleos essenciais de *Cinnamomum camphora* Nees & Eberm variedade *linalolifera* e *Schinus terebinthifolius* Raddi. In: ENCONTRO DE JOVENS PESQUISADORES DA UCS, 18, 2010, Caxias do Sul, Resumo... Caxias do Sul: S.n., 2010. CD-ROM.