

ATIVIDADE FUNGICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Cymbopogon winterianus* JOWIT (CITRONELA) CONTRA *Fusarium solani*

FUNGICIDE ACTIVITY OF ESSENTIAL OIL *Cymbopogon winterianus* JOWIT (CITRONELLA) AGAINST *Fusarium solani*

Tatiane Paulino da CRUZ¹, Fábio Ramos ALVES², Rodolfo Ferreira MENDONÇA¹, Adilson Vidal COSTA³, Waldir Citra de JESUS JUNIOR², Patrícia Fontes PINHEIRO³; André Kulitz MARINS⁴

1. Mestre, Doutoranda em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil. agronomapaulino@hotmail.com; 2. Doutor Professor, Departamento de Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil; 3. Doutor, Professor, Departamento de Química e Física, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil; 4. Graduando em Química, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil.

RESUMO: O declínio é a principal doença da goiabeira causada pelo parasitismo de *Meloidogyne enterolobii* e pelo fungo *Fusarium solani*, tem sido responsável pela erradicação de muitos pomares em âmbito nacional, o que resulta em elevada perda econômica aos produtores. Devido à crescente pressão da sociedade por produtos naturais e com o aumento da importância dos óleos essenciais no manejo de doenças de plantas, o objetivo deste trabalho foi identificar os principais componentes e avaliar o efeito fungitóxico do óleo essencial de *Cymbopogon winterianus* (citronela) sobre três isolados de *Fusarium solani* (UENF/CF163, UENF/CF241 e UENF/CF295). O óleo essencial foi obtido por hidrodestilação, utilizando o aparelho tipo Clevenger. Os compostos foram identificados por cromatografia gasosa e cromatografia gasosa com detector de massas do óleo essencial. Para avaliar o efeito dos óleos essenciais no crescimento micelial, esporulação e germinação de esporos do fungo, foram utilizadas alíquotas de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 µL do óleo essencial que foram distribuídas na superfície do meio de cultura BDA contido em placas de Petri antes da repicagem do fungo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado num esquema fatorial 1 x 6 + 1, (um óleo, seis alíquotas e uma testemunha adicional), com 5 repetições. Os principais componentes encontrados no óleo de *C. winterianus* foram o geranial (28,62%), citrionelol (23,62%) e neral (17,10%). A menor alíquota do óleo essencial de citronela (5µL) inibiu em mais de 90% a germinação de esporos dos isolados UENF/CF241 e UENF/CF295 e reduziu a produção de esporos em mais de 95% nos três isolados, indicando que esse óleo possui uma boa atividade fungitóxica para esses isolados.

PALAVRAS-CHAVE: Fungicida natural. Óleo volátil. *Cymbopogon winterianus*.

INTRODUÇÃO

Atualmente, uma das principais causas de redução da produção de goiabas é o declínio, doença complexa causada pelo parasitismo do nematóide *Meloidogyne enterolobii* Yang e Eisenback, 1983, que predispõe a planta à podridão radicular causada pelo fungo *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. (GOMES et al., 2011). Essa doença foi responsável pela erradicação de aproximadamente 5.000 ha de pomares de goiaba em âmbito nacional, o que resultou em perdas aos produtores de aproximadamente US\$ 70 milhões de dólares (PEREIRA et al. 2009; GOMES, 2012).

Devido às dificuldades relacionadas ao manejo de fungos de solo e à crescente pressão da sociedade pela preservação do Meio Ambiente, têm sido incentivadas as pesquisas que visam o uso de métodos alternativos no manejo fitossanitário, desse modo, os óleos essenciais vêm sendo estudados com uma maior frequência (ZACARONI et al., 2009, SOYLU et al., 2010; FERRAZ; VALLE, 1997).

O uso de óleos essenciais como fungicidas naturais apresenta inúmeras vantagens: podem conter compostos que os fungos não conseguem inativar, são menos agressivos ao Meio Ambiente, podem sofrer biodegradação e possuem múltiplos modos de ação, o que amplia o espectro de ação ao mesmo tempo em que age de maneira seletiva (FERRAZ; FREITAS, 2004).

Cymbopogon winterianus Jowit (citronela), pertencente à família *Cardiophoridae*, é uma planta aromática muito parecida com a capim-limão e seu óleo essencial possui vários compostos, sendo os mais expressivos o citrionelal, geraniol e limoneno. Também é conhecida por sua propriedade repelente de mosquitos, bem como também vem sendo pesquisadas como agentes antifúngicos e antibacterianos (COSTA et al., 2008).

O potencial de óleos essenciais no manejo de fitopatógenos tem sido evidenciado em vários trabalhos. Cruz et al. (2012) ao avaliarem a atividade do óleo de hortelã-pimenta para um isolado de *F. solani* observaram que, a partir da

alíquota de 10 μL , houve inibição total do desenvolvimento *in vitro*. O óleo essencial de citronela foi testado contra *Pyricularia grisea*, sendo que na alíquota de 10 μL proporciona 100% de inibição do crescimento micelial do fungo (PERINI et al., 2013). Costa et al. (2008) estudando o óleo essencial de citronela no controle da bactéria fitopatogênica *Erwinia carotovora* verificaram que o mesmo promoveu redução do halo de crescimento da bactéria superior ao obtido com o uso de tetraciclina.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi identificar os componentes presentes e avaliar o efeito *in vitro* do óleo essencial de *C. winterianus* frente a três isolados de *F. solani*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nos laboratórios do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES), Alegre, ES.

O óleo essencial de citronela foi obtido por hidrodestilação no laboratório de fitoquímicos do NUDEMAFI de acordo com a metodologia desenvolvida por Pinheiro et al. (2013). Uma amostra de material vegetal fresco (100 g) foi transferida para o balão de destilação contendo água destilada (2 L). O balão foi acoplado ao aparelho do tipo Clevenger e este ao condensador. A hidrodestilação foi mantida por 3 horas após o início da ebulição da água. A fase orgânica foi recolhida por extração líquido-líquido do hidrolato (500 mL) com pentano (5x30 mL). Nesta, foi vertida uma quantidade em excesso de sulfato de sódio anidro para retirada de água da amostra, procedendo-se à sua filtração. O filtrado foi levado ao aparelho rota evaporador para obtenção do óleo essencial.

A identificação dos componentes voláteis foi realizada por cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas (CG-EM), modelo QP-PLUS-2010 (SHIMADZU). A coluna cromatográfica utilizada foi do tipo capilar de sílica fundida com fase estacionária Rtx-5MS, de 30 m de comprimento e 0,25 mm de diâmetro interno, utilizando-se hélio como gás de arraste. As temperaturas foram de 220°C no injetor e 300°C no detector. A temperatura inicial da coluna foi de 60°C, sendo programada para ter acréscimos de 3°C a cada minuto, até atingir a temperatura máxima de 240°C (PINHEIRO et al. 2013). A identificação dos compostos foi obtida por comparações dos espectros de massas com os existentes na biblioteca NIST,

com a literatura e pelo índice de Kovat's (ADAMS, 2007).

A quantificação dos constituintes químicos do óleo essencial foi realizada por cromatografia em fase gasosa em equipamento SHIMADZU GC-2010 Plus, equipado com detector de ionização de chama (CG-DIC). O gás de arraste utilizado foi o nitrogênio e coluna capilar Rtx-5MS, 30 m de comprimento e 0,25 mm de diâmetro interno. As temperaturas do injetor e do detector foram fixadas em 240 e 250°C, respectivamente. A programação de temperatura no forno foi a mesma utilizada nas análises por CG-EM. Uma quantidade de 10 mg da amostra foi diluída em diclorometano (1 mL), sendo injetado 1 μL da mistura (PINHEIRO et al., 2004).

Os três isolados de *F. solani* usados neste trabalho, obtidos de raízes de goiabeira com sintomas de declínio, foram cedidos pela Clínica Fitossanitária da Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Em tubos do tipo Eppendorf® de 2 mL de capacidade foram adicionados as alíquotas de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 μL do óleo de *C. winterianus* com 2 mL de suspensão aquosa contendo 2×10^4 conídios/mL do fungo, obtidos a partir de colônias em crescimento com esporulação no meio de cultura Agar Batata Dextrose-BDA, após 10 dias de incubação em estufa com demanda bioquímica de oxigênio (BOD), regulada à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

Como controle foi utilizada uma suspensão de conídios (2×10^4 conídios mL^{-1}) em água destilada esterilizada. Após 12 h de incubação, foi quantificada a germinação dos conídios com o auxílio de uma câmara de Neubauer (hemacitômetro). Foram considerados como germinados os conídios com tubos germinativos apresentando comprimento igual ou superior à maior dimensão do esporo. O ensaio foi realizado com cinco repetições por tratamento.

Para se verificar o efeito do óleo essencial sobre o crescimento micelial, alíquotas de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 μL do óleo essencial foi colocada no centro de placas de Petri (9 cm de diâmetro) contendo o meio BDA e distribuídas sobre a superfície do meio de cultura com auxílio de alça de Drigalsky. Em seguida, um disco de 1 cm de diâmetro do meio de cultura contendo micélio de *F. solani* com 10 dias de incubação foi transferido para o centro das placas contendo uma das alíquotas mencionadas anteriormente do óleo essencial. As placas foram seladas com papel aderente, identificadas e incubadas em estufa tipo BOD sob fotoperíodo de 12h, à temperatura de 25°C (SALGADO et al., 2003). A avaliação do experimento teve início 24h após sua instalação,

realizando-se medições ortogonais do diâmetro das colônias diariamente, sendo que cada medição correspondeu à média de duas medidas diametralmente opostas da colônia fúngica, tendo como referência as placas testemunhas (BALBIPEÑA et al., 2006). O crescimento foi avaliado até que a testemunha completasse todo o diâmetro da placa.

Após a avaliação do crescimento micelial de *F. solani*, realizou-se a contagem de esporos. Para isso, foi preparada uma suspensão de esporos, para cada tratamento, através da adição de 10 mL de água destilada às placas de Petri. Com o auxílio de uma alça de Drigalsky, realizou-se uma leve fricção da colônia fúngica, de modo que fossem liberadas as estruturas reprodutivas do fungo do meio de cultura. A suspensão obtida foi filtrada em copo tipo béquer, com auxílio de um funil de vidro e camada de gaze, possibilitando a passagem da suspensão aquosa contendo os esporos, mas retendo os demais materiais, como as hifas. A suspensão foi homogeneizada e, em seguida, quantificada o número de conídios com o auxílio de uma câmara de Neubauer (hemacitômetro).

Para estudar o efeito do óleo sobre os três isolados de *F. solani*, utilizou-se o Delineamento Inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 1 x 6 + 1 (um óleo, seis alíquotas de cada óleo e uma testemunha adicional). Em todos os experimentos foram utilizadas 5 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e o efeito das diferentes alíquotas no índice de crescimento micelial, na redução da esporulação e inibição da germinação de esporos foram analisados por análise de regressão e pelo teste de Scott Knott. Todas as análises foram feitas com auxílio do programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento do óleo essencial das folhas de *C. winterianus*, calculado em relação à massa seca, foi de 2,02% ($m\ m^{-1}$). O valor encontrado por Soares et al. (2008) foi de 1,30%. Os principais componentes encontrados no óleo de *C. winterianus* (Tabela 1) foram o geraniol (28,62%), citronelal (23,62%) e nerol (17,10%), sendo esses compostos classificados como monoterpenos.

A presença dos compostos citronelal no óleo desta planta foi relatado por Labinas e Crocomo (2002). Quintans-Júnior et al. (2008) encontraram a presença de geraniol (40,06%), como o principal

constituente, seguindo pelos compostos citronelal (27,44%) e citronelol (10,45%).

Leite et al. (2011) encontraram como componentes majoritários do óleo essencial de *C. winterianus* o citronelal (36,19%), geraniol (32,82%) e citronelol (11,37%). Já Oliveira et al. (2010) relataram que o óleo essencial de *C. winterianus* apresentou como componentes majoritários o citronelal (34,60%), geraniol (23,17%) e citronelol (12,09%). Segundo Chen e Vijoen, (2010), o geraniol tem atividade anti-séptica, inibindo o crescimento de fungos e de bactérias.

O rendimento e a composição química dos óleos essenciais são afetados por diversos fatores, incluindo a espécie botânica, devido à diversidade genética. Tais fatores são: as partes utilizadas e metodologia empregada no processo de extração, fisiologia inerentes à planta (fase de desenvolvimento, ciclo de polinização, variações sazonais, condições de estresse da planta), condições ambientais tais como clima, poluição atmosférica, características do solo, luminosidade, temperatura, pluviosidade, nutrição, época e horário de coleta, variações geográficas, interações entre planta/planta, planta/microrganismos e plantas/insetos (GOBBO-NETO; LOPES, 2007; MORAIS, 2009; AZAMBUJA, 2011).

Apesar de os óleos essenciais possuírem quantidade variável de substâncias, é comum ocorrer o predomínio de um ou dois compostos em maior quantidade. A atividade antifúngica pode estar associada à presença de um destes compostos ou à ação sinérgica de dois ou mais compostos presentes (SILVA; BASTOS, 2007).

Quanto à atividade do óleo essencial de *C. winterianus* contra o fungo *F. solani* houve redução do crescimento micelial dos três isolados em função das alíquotas crescentes do óleo estudado (Figura 1).

A inibição da germinação de esporos foi verificada somente para o isolado UENF/CF163 (Figura 2), de modo crescente em função das alíquotas testadas. Para os demais isolados a menor alíquota testada reduziu em mais de 90% a germinação de esporos. O modelo de regressão que mais ajustou para explicar esse comportamento foi o modelo quadrático.

Em relação ao número médio de esporos produzidos, as diferentes alíquotas não apresentaram efeito significativo, sendo que a menor alíquota testada promoveu redução superior a 95% do desenvolvimento dos três isolados fúngicos, indicando uma maior sensibilidade dos isolados na presença do óleo.

Tabela 1. Composição química do óleo essencial (%) e índice de Kovats calculado e tabelado para folhas de *C. winterianus*.

Compostos	% Área	KI cal ^a	KI tab ^b
Limoneno	0,95	1036	1031
Linalol	0,67	1104	1098
Isopulegol	1,53	1153	1145
Citronelal	23,62	1161	1153
Citronelol	17,10	1236	1228
Neral	0,49	1249	1240
Geraniol	28,62	1263	1255
Geranial	0,63	1278	1270
Acetato de terpinen-4-ol	5,72	1341	1340
Acetato de citronela	1,09	1360	1354
NI ^c	3,33	1362	–
Eugenol	0,15	1365	1356
Acetato de geranila	1,69	1383	1389
Beta-Elemeno	0,53	1397	1391
Germacreno-D	0,83	1485	1480
Delta-Cadineno	1,25	1531	1524
Elemol	5,27	1557	1549
NI ^c	1,45	1583	–
Beta-Eudesmol	0,52	1641	1649
Torreol	1,44	1651	1645
alpha –Cadinol	2,96	1663	1653

^aÍndice de Kovats calculado. ^bÍndice de Kovats tabelado (ADAMS, 2007). ^cNão-identificado.

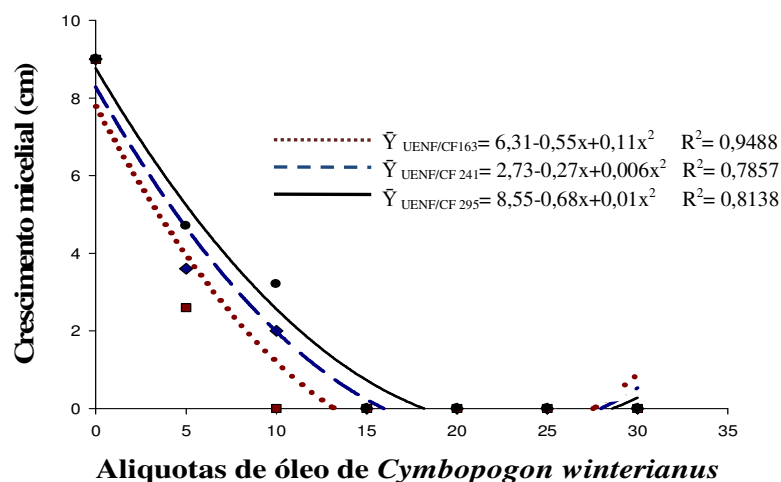


Figura 1. Crescimento micelial (cm) ‘in vitro’ de três isolados de *F. solani* (isolados UENF/CF163, UENF/CF241 e UENF/CF295) submetido a diferentes alíquotas (0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 µL) do óleo essencial de *Cymbopogon winterianus*.

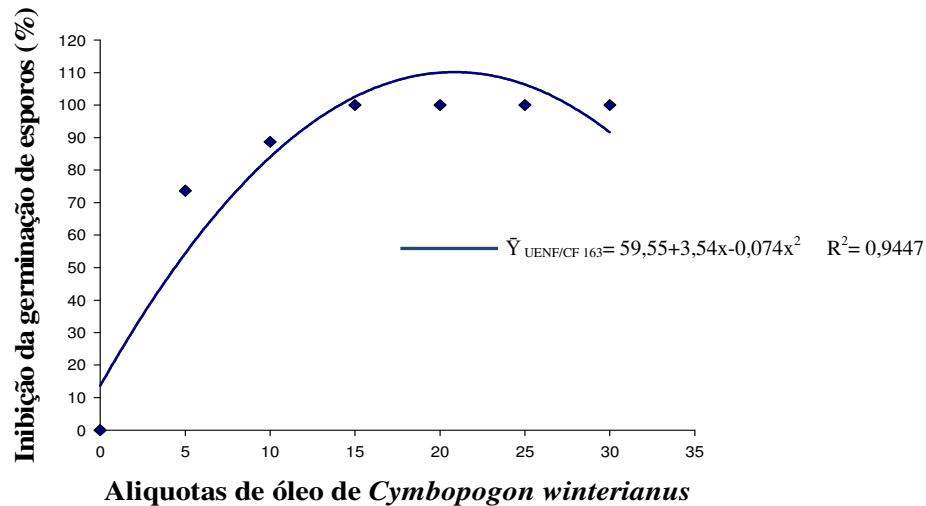


Figura 2. Inibição da germinação de esporos (%) de isolados de *F. solani* isolados UENF/CF163 submetido a diferentes alíquotas (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 μL) do óleo essencial de *C. winterianus*.

A potencial atividade do óleo essencial de *C. winterianus* contra os três isolados de *F. solani* pode estar relacionada à presença de componentes químicos com ação antifúngica. As substâncias encontradas nos óleos apresentam diversos grupos funcionais como: hidroxilas, carbonilas e duplas ligações. Além disso, pressupõe-se haver uma oxidação dos constituintes celulares que são metabolizados em outras substâncias (SALGADO et al., 2001). Embora a atividade biológica de óleos essenciais geralmente seja atribuída ao seu(s) composto(s) majoritário(s), é importante ressaltar que o efeito sinérgico ou antagônico de um composto em menor concentração na composição desse óleo deve ser considerado, pois cada componente pode ter sua parcela de contribuição para a atividade biológica desses óleos (DAFERERA et al., 2003).

Souza et. al (2005) avaliaram, ‘*in vitro*’, a eficiência de alguns fungicidas e óleos essenciais de eucalipto e *C. winterianus* para controle de *Monilinia fructicol*. Os autores observaram que a aplicação do óleo de *C. winterianus* apresentou potencial para controle do patógeno nas doses mais elevadas, eficiência semelhante àquela mostrada pelos fungicidas triazólicos e superior ao fungicida azoxystrobin e ao óleo de eucalipto. Pereira et al. (2011), também obtiveram respostas positivas em relação à inibição do desenvolvimento do fungo *Cercopora coffeicola* com os mesmos óleos. Perini (2008) estudando o efeito curativo e preventivo do óleo essencial de citronela e de fungicida (tiofanato metílico) no manejo da brusone do arroz observou que para o efeito curativo e protetor do óleo de citronela na concentração de 2% obteve o mesmo

resultado que a aplicação do fungicida, promovendo a redução de 50% dos sintomas da doença.

A atividade antifúngica dos óleos essenciais, segundo alguns autores, pode estar relacionada com sua propriedade hidrofóbica, o que significa que ao entrar em contato com o fungo, os componentes do óleo interagem com a mitocôndria e com os lipídeos da membrana plasmática, alterando a sua permeabilidade, causando distúrbios estruturais, o que pode promover a exposição do conteúdo celular, inclusive do núcleo (SILVA et al., 2003; BAKKALI et al., 2008; COSTA et al., 2011). De fato, Rasooli et al. (2006), utilizando microscopia eletrônica de varredura, conseguiram observar que a parede, membrana e organelas celulares do fungo *Aspergillus niger* sofreram severos danos quando expostos aos óleos essenciais de *Thymus eriocalyx* e *T. x-porlock*, enquanto que o micélio apresentou alterações morfológicas nas suas hifas, interrupção e destruição das membranas plasmáticas e mitocondriais. Costa et al. (2011), estudando o efeito do óleo essencial de *S. aromaticum* sobre o fungo *Ralstonia solani*, também observaram diferentes alterações morfológicas das hifas.

Perini et al. (2013) ao avaliarem o óleo essencial de citronela também encontraram inibição total do crescimento micelial a partir da alíquotas de 10 μL para o *P. grisea*. Costa et al. (2008) estudando o óleo essencial de citronela no controle da bactéria fitopatogênica *Erwinia carotovora* verificaram que o óleo promoveu uma redução do halo de crescimento superior ao obtido com o uso de antibiótico.

CONCLUSÕES

Os principais componentes identificados no óleo de *C. winterianus* foram o geranial (28,62%), citronelol (23,62%) e neral (17,10%).

Pode-se inferir que o óleo essencial de *C. winterianus* foi eficiente em todos os parâmetros avaliados nesse estudo para *F. solani*, o que indica a existência de compostos com ação fungicida presentes no referido óleo e apresenta potencial para

utilização no manejo integrado do declínio da goiabeira.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro, e ao Professor Ricardo Moreira de Souza da Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Santos pela doação dos isolados fúngicos.

ABSTRACT: The decline is the main disease of guava caused by parasitism of *Meloidogyne enterolobii* and the fungus *Fusarium solani*, has been responsible for the eradication of many orchards nationwide, resulting in high economic loss to producers. Due to increasing pressure from society for more natural products and to increase the importance of essential oils in the management of plant diseases, the aim of this study was to determine the chemical composition and evaluate the antifungal effect of the essential oil of *Cymbopogon winterianus* (citronella) on three isolates of *Fusarium solani* (UENF/CF 163, and UENF/CF241 UENF/CF295). The essential oil was obtained by hydrodistillation using the Clevenger type apparatus. The compounds were identified by gas chromatography and gas chromatography with mass detector essential oil. To evaluate the effect of essential oils on mycelial growth, sporulation and germination of spores of the fungus were used aliquots of 5, 10, 15, 20, 25 and 30 µl essential oil which were distributed on the surface of PDA culture medium contained in Petri dishes before subculturing the fungus. The experimental design was completely randomized with a 1 x 6 + 1, (an oil, six aliquots and an additional control) with 5 repetitions. The major components found in the oil of *C. winterianus* were geranial (28.62%), citronellol (23.62%) and neral (17.10%). The lowest essential oil of citronella (5µL) inhibited more than 90% spore germination of isolates UENF/CF241 and UENF/CF295 and reduced the production of spores in over 95% in three isolates.

KEYWORDS: Fungicide natural. Volatile oil. *Cymbopogon winterianus*.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. **Identification of essential oils components by gas chromatography/mass spectroscopy.** Carol Stream: Allured, 2007. 804p.

AZAMBUJA, W. **Química dos óleos essenciais e número de CAS.** 2011. W. Timol. Disponível em: <http://oleosessenciais.org/category/padroes_tipos/padroes/q_t_padroes/timol/>, Acesso em: 25 de ago. de 2012.

BAKKALI, F., AVERBECK, S., AVERBECK, D., IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils - A review. **Food and chemical toxicology**, Oxford, v. 46 p. 446-475, 2008.

BALBI-PEÑA, M. I., BECKER, A., STANGARLIN, J. R., FRANZENER, G, LOPES, M. C. E., SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Controle de *Alternaria solani* em tomateiro por extratos de *Curcuma longa* e curcumina – I. Avaliação in vitro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, p. 310-314, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-41582006000300012>

CHEN, W., VIJOEN, A. M. Geraniol - A review of a commercially important fragrance material. **South African Journal of Botany**, Oxford, v. 76, p. 643-651, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sajb.2010.05.008>

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

COSTA, C. M. G. R., SANTOS, M. S., BARROS, H. M. M., AGRA, P. F. M., FARIAS, M. A. A. Óleo essencial de citronela no controle da bactéria fitopatogênica *Erwinia carotovora*. **Tecnologia & Ciências Agropecuária**, João Pessoa, v. 2, p. 11-14, 2008.

CRUZ, T. P. et al. Composição química e avaliação do potencial fungicida do óleo essencial de *Plectranthus amboinicus* sobre *Fusarium solani* uenf/163 da goiabeira. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 8, p. 466-478, 2012.

DAFERERA, D. J., B. N. ZIOGAS, POLISSIOU, M. G. The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. **Crop Protection**, Rotterdam, v. 22, p. 39-44, 2003. [http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194\(02\)00095-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194(02)00095-9)

FERRAZ, S., VALLE, L. A. C. **Controle de fitonematóides por plantas antagonistas - Caderno de Ensino N. 7. 1. ed.** Viçosa, MG: Imprensa Universitária - Universidade Federal de Viçosa, v. 1. 73 p.,1997.

FERRAZ S., FREITAS L. G. de. **O controle de fitonematóides por plantas antagonistas e produtos naturais.** Documento de trabalho. Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa, 2004. Disponível em <<http://www.ufv.br/dfp/lab/nematologia/antagonistas.pdf>>. Acesso em: abr. 2012.

GOBBO-NETO, L., LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, p. 374-381, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422007000200026>

GOMES, V. M. **Meloidoginose da goiabeira: estudos sobre a sua patogênese e formas de convívio com a doença a campo.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes (RJ). 67 p. 2007.

GOMES, V. M., SOUZA, R. M., MUSSI-DIAS, V., SILVEIRA, S. F. DOLINSKI, C. Declínio da goiabeira: doença complexa envolvendo *Meloidogine enterolobii* e *Fusarium solani*. **Journal of Phytopathology**, Saint Paul, v. 159, p. 45-50, 2011.

LABINAS, M. A., CROCOMO, W. B. Effect of java grass (*Cymbopogon winterianus*) essential oil on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1979) (Lepidoptera, Noctuidae). **Acta Scientiarum**, Maringa, v. 24, p. 1401-1405, 2002.

LEITE, B. L. S., SOUZA, T. T., ANTONIOLLI, A. R., GUIMARÃES, A. G., SIGUEIRA, R. S. QUINTANS, J. S. S., BONJARDIM, L. R., ALVES, P. B., BLANK, A. F., BOTELHO, M. A., ALMEIDA, J. R. G. S., LIMA, J. T., ARAUJO, A. A. S., QUINTANS-JÚNIOR, L. J. Volatile constituents and behavioral change induced by *Cymbopogon winterianus* leaf essential oil in rodents. **African Journal of Biotechnology**, Quênia, v. 10, p. 8312-8319, 2011.

MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 4050-4063, 2009.

PEREIRA, F. M., SOUZA, R. M., SOUZA, P. M., DOLINSKI, C., SANTOS, G. K. Estimativa do impacto econômico e social direto de *Meloidogyne mayaguensis* na cultura da goiaba no Brasil. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 33, p. 176-181, 2009.

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**, Lavras, v. 35 p. 115-123, 2011.

PERINI, V. B. M. **Análise do óleo essencial, produção de biomassa e fungitoxicidade do capim citronela (*Cymbopogon nardus*).** Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Tocantins, 2008.

PERINI, V. B. M. et al. Effect of vegetal extract in the inhibition of mycelial growth of *Pyricularia grisea*. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 4, p. 70-77, 2013.

PINHEIRO, P. F., QUEIROZ, V. T., RONDELLI, V. M., COSTA, A. V., MARCELINO, T. P., PRATISSOLI, D. Insecticidal activity of citronella grass essential oil on *Frankliniella schultzei* and *Myzus persicae*. **Ciências e agrotecnologia**, Lavras, v. 37, p. 138-144, 2013.

QUINTANS-JÚNIOR, L. J., SOUZA, T. T., LEITE, B. S., LESSA, N. M. N., BONJARDIM, L. R., SANTOS, M. R. V., ALVES, P. B., BLANK, A. F., ANTONIOLLI, A. R. Phytochemical screening and anticonvulsant activity of *Cymbopogon winterianus* Jowitt (Poaceae) leaf essential oil in rodents. **Phytomedicine**, München, v. 15, p. 619-624, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.phymed.2007.09.018>

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2011. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 04 de dez. de 2012.

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**, San Luis Obispo, v. 2, p. 359-364, 2006.

SALGADO, A. P. S. P., CARDOSO, M. G., SOUZA, J. A., SOUZA, P. E., SHAN, A. Y. K. V., GONÇALVES, L. D. **Constituintes químicos do óleo essencial de folhas de *Eucalyptus* e sua atividade biológica**. Poços de Caldas: SBQ, 2001.

SALGADO, A. P. S. P. et al. Avaliação da atividade fungitóxica de óleos essenciais de folhas de *Eucalyptus* sobre *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea* e *Bipolaris sorokiniana*. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 27, p. 249-254, 2003.

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**, Brasília, v. 32, p. 143-5. 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-41582007000200008>

SOARES, C. G., LEMOS, R. N. S., CARDOSO, S. R. S., MEDEIROS, F. R., ARAUJO, J. R. D. Efeito de óleos e extratos aquosos de *Azadirachta indica* A. Juss e *Cymbopogon winterianus* Jowitt sobre *Nasutitermes corniger* Motschuls (Isoptera: Termitidae). **Revista Ciências Agrárias**, Belém, v. 50, p.107-116, 2008.

SOUZA, D. C., LOURENÇO, S. A., BASSETTO, E., AMORIM, L. Progresso temporal da podridão parda do pessegueiro em áreas não tratadas e tratadas com fungicidas. (Resumo) **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 32 (suplemento), p. 32, 2005.

SOYLU, E. M., KURT, S., SOYLU, S. In vitro and in vivo antifungal activities of the essential oils of various plants against tomato grey mould disease agent *Botrytis cinerea*. **International Journal of Food Microbiology**, Quénia, v. 143, p. 183-189, 2010.

ZACARONI, L. M., CARDOSO, M. G., SOUZA, P. E., PIMENTEL, F. A., GUIMARÃES, L. G. L., SALGADO, A. P. S. P. Potencial fungitóxico do óleo essencial de *Piper hispidinervum* (pimenta longa) sobre os fungos fitopatogênicos *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium oxysporum* e *Colletotrichum gloeosporioides*. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 39, p. 193-198, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672009000100020>