

EFEITO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS MEDICINAIS SOBRE A ANTRACNOSE DO SORGO

EFFECT OF ESSENTIAL OILS OF MEDICINAL PLANTS ON THE ANTHRACNOSE OF SORGHUM

**Rúbia Borges Cruz SARMENTO-BRUM¹; Gil Rodrigues dos SANTOS²;
Henrique Guilhon de CASTRO²; Clebson Gomes GONÇALVES³;
Aloísio Freitas Chagas JÚNIOR²; Ildon Rodrigues do NASCIMENTO²**

1. Professora, Mestre, Ciências Agrárias e Biotecnológicas, Universidade Federal do Tocantins – UFT, Gurupi, TO, Brasil. binhabio@uft.edu.br. 2. Professor, Doutor, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, UFT, Gurupi, TO, Brasil. 3. Mestrando em Produção Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba, MG, Brasil.

RESUMO: Objetivou-se avaliar a fungitoxicidade *in vitro* dos óleos essenciais de capim-limão, citronela, erva-cidreira e hortelã-pimenta sobre o fungo *Colletotrichum graminicola* (Ensaio I) e o efeito *in vivo* desses óleos e do óleo comercial de nim sobre a antracnose do sorgo (Ensaio II). No Ensaio I avaliou-se, em cinco épocas (dois, quatro, seis, oito e dez dias de incubação), o crescimento micelial do *C. graminicola* sob cinco concentrações dos óleos essenciais ($C_1= 0,25 \mu\text{L mL}^{-1}$; $C_2= 0,50 \mu\text{L mL}^{-1}$; $C_3= 0,75 \mu\text{L mL}^{-1}$; $C_4= 1,0 \mu\text{L mL}^{-1}$; $C_5= 1,25 \mu\text{L mL}^{-1}$). No Ensaio II, para avaliar o efeito preventivo, utilizou-se cinco tipos de óleos (capim-limão, citronela, erva-cidreira, hortelã-pimenta e nim) em quatro concentrações (2,5, 5,0, 7,5 e 10,0 $\mu\text{L mL}^{-1}$). Para o efeito curativo, foram utilizados os mesmos óleos do efeito preventivo em duas concentrações (2,5 e 5,0 $\mu\text{L mL}^{-1}$). Os óleos essenciais de *C. nardus* e *C. citratus* foram os mais eficientes na redução do crescimento micelial de *C. graminicola* (Ensaio I). No Ensaio II, no efeito preventivo, tanto os óleos essenciais quanto as concentrações reduziram significativamente a severidade da doença, destacando-se os óleos de capim-limão, erva-cidreira e nim. No efeito curativo, os tratamentos reduziram a severidade, porém não apresentaram diferença significativa entre si.

PALAVRAS-CHAVE: Crescimento micelial. Efeito preventivo. Efeito curativo. Severidade da doença. Controle alternativo.

INTRODUÇÃO

As manchas foliares, causadas por fungos fitopatogênicos, reduzem a área foliar da planta, podendo prejudicar sua taxa fotossintética. Essa perda da área foliar fotossintetizante pode reduzir a produção da cultura (GODOY et al., 2001).

Dentre as doenças que atacam a cultura do sorgo, ocasionando manchas foliares severas, a antracnose é a mais importante no Brasil. O agente causal *Colletotrichum graminicola* encontra-se disseminado pelas principais regiões produtoras de sorgo do País, limitando o desenvolvimento da cultura e ocasionando grandes perdas na produção de grãos (COSTA et al., 2003).

Para o controle da maioria das doenças de plantas é utilizado, principalmente, o tratamento químico sintético, que visa reduzir ou erradicar o inóculo no campo. Porém, o uso contínuo e indiscriminado de agrotóxicos causa uma série de problemas ambientais e à saúde humana, tais como a interrupção do controle biológico natural, uma vez que organismos não alvo podem ser afetados (SOYLU et al., 2010), resistência pelos patógenos, ocasionando surtos de doenças (LEE et al., 2008) e contaminação de águas subterrâneas e superficiais

(FERNANDES NETO; SARCINELLI, 2009). Assim, a restrição ao uso de fungicidas e a crescente exigência por produtos livres de contaminação tem elevado a busca de métodos alternativos de controle (BASTOS; ALBUQUERQUE, 2004; CARVALHO et al., 2008; CELOTO et al., 2011).

Nesse contexto, muitos estudos têm explorado produtos vegetais como pesticidas botânicos, pois são mais biodegradáveis que pesticidas sintéticos (Dan et al., 2010). A identificação de compostos químicos a partir de plantas medicinais, por exemplo, possibilita a obtenção de substâncias que podem controlar ou inibir o desenvolvimento de fitopatógenos (Silva et al., 2009).

Originários do metabolismo das plantas, os óleos essenciais possuem uma complexa composição química e são considerados fontes de substâncias biologicamente ativas, principalmente contra microrganismos (OLIVEIRA et al., 2011).

Existem relatos sobre a atividade antifúngica dos óleos essenciais de citronela (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) (PERINI et al., 2011; PEREIRA et al., 2011), capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) (FIORI et al., 2000), erva-cidreira (*Lippia alba* (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson)

(TAGAMI et al., 2009), hortelã-pimenta (*Mentha piperita* L.) (PEREIRA et al., 2006; HUSSAIN et al., 2010; TYAGI; MALIK, 2011) e nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) (MEDICE et al., 2007).

Considerando o impacto da doença antracnose do sorgo e que os óleos essenciais de plantas medicinais apresentam potencial para o controle de fitopatógenos, os objetivos desse trabalho foram avaliar a fungitoxicidade *in vitro* dos óleos essenciais de capim-limão, citronela, erva-cidreira e hortelã-pimenta sobre o fungo *Colletotrichum graminicola* (Ensaio I) e efeito *in vivo* desses óleos e do óleo comercial de nim (NEEMAX®) sobre a antracnose do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) (Ensaio II).

MATERIAL E MÉTODOS

Ensaio I: Fungitoxicidade *in vitro* de óleos essenciais sobre *Colletotrichum graminicola*

O experimento foi realizado no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi, TO

O fungo *C. graminicola* foi repicado de culturas armazenadas na Coleção Micológica do laboratório. Para a repicagem foram utilizadas placas de Petri de 90 x 15 mm com meio de cultura BDA (batata, dextrose e ágar), preparado com 250 g de batata, 20 g de dextrose e 20 g de ágar por litro de água.

Para obtenção dos óleos essenciais, folhas de citronela, capim-limão e erva-cidreira foram desidratadas à temperatura ambiente. A extração foi realizada pelo método de hidrodestilação (Castro et al., 2010), utilizando o aparelho de Clevenger. Os sobrenadantes foram coletados e armazenados em frascos estéreis.

O óleo de hortelã-pimenta (DOKMOS - Cosméticos®) foi adquirido no Mercado Municipal de Gurupi-TO.

Para cada óleo essencial, foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco concentrações do óleo ($C_1= 0,25 \mu\text{L mL}^{-1}$; $C_2= 0,50 \mu\text{L mL}^{-1}$; $C_3= 0,75 \mu\text{L mL}^{-1}$; $C_4= 1,0 \mu\text{L mL}^{-1}$ e $C_5= 1,25 \mu\text{L mL}^{-1}$) e testemunha, e por cinco épocas de avaliação (dois, quatro, seis, oito e dez dias de incubação).

Para verificar o efeito dos óleos essenciais sobre o crescimento micelial do fitopatógeno os óleos foram distribuídos na superfície do meio de cultura BDA com auxílio de uma alça tipo Drigalsky. Após a distribuição, um disco de 6 mm de diâmetro de BDA contendo micélio do fungo foi

colocado no centro das placas. As placas foram vedadas com filme plástico PVC, identificadas e incubadas à temperatura de 27 °C.

Foram realizadas cinco avaliações (dois, quatro, seis, oito e dez dias de incubação) por medições do diâmetro micelial (média de duas medidas diametralmente opostas), utilizando-se paquímetro digital.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e regressão. No fator qualitativo, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, e no fator quantitativo foram ajustadas equações de regressão com base no teste "t" dos coeficientes a 5% de probabilidade e no coeficiente de determinação (R^2). As análises foram realizadas por meio do sistema computacional SAEG (RIBEIRO JÚNIOR; MELO, 2008).

Ensaio II: Fungitoxicidade *in vivo* de óleos essenciais sobre antracnose do sorgo

O experimento foi realizado no Laboratório de Fitopatologia e em casa de vegetação da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi, TO.

Para o cultivo das plantas de sorgo (*Sorghum bicolor*), foram utilizadas bandejas plásticas (42 x 27 x 7 cm) mantidas em casa de vegetação com quatro litros de substrato comercial Germinar® e 10 g de adubo NPK (5-25-15). Foram feitas quatro linhas por bandeja e plantou-se 20 sementes por linha.

Os óleos essenciais foram obtidos da maneira descrita no Ensaio I. Os óleos de hortelã-pimenta (DOKMOS - Cosméticos®) e nim (NEENMAX®) foram adquiridos no Mercado Municipal de Gurupi-TO.

Para a preparação da solução de esporos, foram adicionados em cada placa contendo o inoculo do fungo, 15 mL de água estéril. Com auxílio de um pincel de cerdas macias foi realizado o desprendimento do micélio. A solução foi filtrada em gaze e os esporos foram quantificados em câmara de Neubauer.

Para verificar o efeito preventivo da antracnose do sorgo foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com quatro repetições, em que os fatores foram cinco tipos de óleos (citronela, capim-limão, erva-cidreira, hortelã-pimenta e nim comercial - NEENMAX®) e quatro concentrações dos óleos (2,5, 5,0, 7,5 e 10,0 $\mu\text{L mL}^{-1}$). Como testemunhas utilizou-se plantas pulverizadas com água (absoluta) e também plantas pulverizadas com Tiofanato metílico a 1000 ppm (relativa), um fungicida de amplo espectro. As plantas foram

pulverizadas com 20 mL dos tratamentos 24 dias após o plantio e uma hora depois foram inoculadas com 20 mL da solução de esporos ($1,8 \times 10^5$ esporos mL^{-1}) de *C. graminicola*. Após a inoculação do patógeno, as plantas foram mantidas, no Laboratório de Fitopatologia, em câmara úmida por 48 h, no escuro. Após o período de incubação, as plantas foram colocadas em ambiente natural para o desenvolvimento da doença. A avaliação da severidade foi realizada seis dias após a inoculação.

Para a avaliação do efeito curativo da antracnose, foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com quatro repetições, em que os fatores foram os mesmos óleos utilizados no ensaio do efeito preventivo em duas doses (2,5 e 5,0 $\mu\text{L mL}^{-1}$). Foram utilizadas as mesmas testemunhas descritas no ensaio preventivo. As plantas foram inoculadas com 20 mL da solução de esporos ($5,5 \times 10^5$ esporos mL^{-1}) de *C. graminicola* 24 dias após o plantio. Após a inoculação do patógeno, as plantas foram mantidas, em câmara úmida por 48 h, no escuro. Após o período de incubação, as plantas foram colocadas em ambiente natural para o desenvolvimento da doença. Sete dias após a inoculação, com o aparecimento acentuado das lesões, foi realizada a avaliação da severidade da antracnose. Após a avaliação, as plantas foram pulverizadas com 20 mL de cada tratamento de óleo e foram mantidas em ambiente natural. O

efeito curativo foi avaliado 10 dias após a pulverização dos tratamentos.

A avaliação da severidade da doença foi realizada por meio da escala de notas adotada por Santos et al. (2005) (0= planta sadia; 1= menos de 1% da área foliar doente; 3= 1 a 5 % da área foliar doente; 5= 6 a 25 % da área foliar doente; 7= 26 a 50 % da área foliar doente; 9= mais que 50% da área foliar doente).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e regressão. No fator qualitativo, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, e no fator quantitativo foram ajustadas equações de regressão com base no teste "t" dos coeficientes a 5% de probabilidade e no coeficiente de determinação (R^2). As análises foram realizadas por meio do sistema computacional SAEG (RIBEIRO JÚNIOR; MELO, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ensaio I: Fungitoxicidade *in vitro* de óleos essenciais sobre *Colletotrichum graminicola*

O óleo essencial de capim-limão se destacou como o mais fungitóxico, uma vez que ocorreu inibição de 100% do crescimento micelial do fungo a partir da concentração C_2 (0,50 $\mu\text{L mL}^{-1}$) (Tabela 1).

Tabela 1. Diâmetro médio micelial (mm) de *Colletotrichum graminicola* sob diferentes concentrações dos óleos essenciais de capim-limão, citronela, erva-cidreira e hortelã-pimenta, em cinco épocas de avaliação (2, 4, 6, 8 e 10 dias de incubação).

Concentração	Épocas de avaliação (dias de incubação)				
	2	4	6	8	10
Capim-limão					
Test	9,82a	26,93a	42,03a	55,94a	69,01a
C_1	0,00b	13,13b	30,44b	45,31b	57,27b
Citronela					
Test	9,82a	26,93a	42,03a	55,94a	69,01a
C_1	0,00b	10,79b	23,14b	36,75b	49,97b
C_2	0,00b	0,00c	4,56c	13,27c	27,33c
Erva-cidreira					
Test	9,82a	26,93a	42,03a	55,94a	69,01a
C_1	4,01b	20,14b	36,90b	48,47b	61,85b
C_2	0,00b	6,07c	20,11c	31,22c	51,71c
C_3	0,00b	0,00d	0,00d	4,46d	14,52d
Hortelã-pimenta					
Test	9,82a	26,93a	42,03a	55,94a	69,01a
C_1	0,98b	15,73b	31,67b	48,78b	61,61b
C_2	0,00b	5,54c	21,62c	37,44c	46,58c
C_3	0,00b	0,00c	0,00d	2,12d	12,70d

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para cada tipo de óleo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O óleo essencial de capim-limão é rico em citral e limoneno, e a ação fungitóxica desses compostos é confirmada em alguns estudos (GUIMARÃES et al., 2011; COMBRINCK et al., 2011).

Diferentes estudos destacam a ação de extrato e óleo essencial de capim-limão sobre o fitopatógeno *Colletotrichum gloeosporioides*. Carvalho et al. (2008) destacaram que quanto maior a concentração do extrato bruto aquoso de folhas de capim-limão, menor o crescimento micelial e esporulação de *C. gloeosporioides*. Total inibição do desenvolvimento do patógeno, pela ação do óleo essencial de capim-limão, foi observada por Carnelossi et al. (2009) e Silva et al. (2009). Souza-Júnior et al. (2009) observaram total inibição da germinação de esporos de *C. gloeosporioides*, sob o tratamento com óleo essencial de capim-limão.

As concentrações C₃, C₄ e C₅ do óleo de citronela também inibiram totalmente o crescimento micelial do patógeno (Tabela 1). Moreira et al. (2008) avaliando extratos de folhas de citronela, não observaram efeito significativo sobre a germinação de esporos e formação de apressórios por *Colletotrichum lagenarium*. Porém, a ação fungitóxica do óleo essencial de citronela foi observada sobre a germinação e alongamento dos

tubos germinativos do patógeno *Cercospora coffeicola* (PEREIRA et al., 2011).

Os óleos de erva-cidreira e hortelã-pimenta só inibiram totalmente o crescimento micelial de *C. graminicola* nas concentrações mais altas (C₄ e C₅) (Tabela 1). Corroborando com o observado nesse estudo, Tagami et al. (2009) avaliando diferentes concentrações de extrato bruto aquoso de erva-cidreira, observaram redução de até 97% do crescimento micelial de *C. graminicola*. Combrinck et al. (2011) observaram efeito fungitóxico do óleo essencial de hortelã-pimenta sobre a espécie *Colletotrichum gloeosporioides*.

A redução da taxa de crescimento micelial do fungo submetido à concentração 0,25 µL mL⁻¹ do óleo de capim-limão foi pequena (7,33 mm dia⁻¹) quando comparada aquele submetido a 0 µL mL⁻¹ (7,37 mm dia⁻¹) (Figura 1A). Porém, ressalta-se que essa pequena concentração do óleo retardou o crescimento de *C. graminicola*, pois o fungo só apresentou crescimento micelial após quatro dias de incubação (Tabela 1).

As concentrações de 0,25 e 0,50 µL mL⁻¹ do óleo essencial de citronela reduziram a taxa de crescimento diária de *C. graminicola* de 7,37 mm para 6,29 e 3,39 mm, respectivamente (Figura 1B).

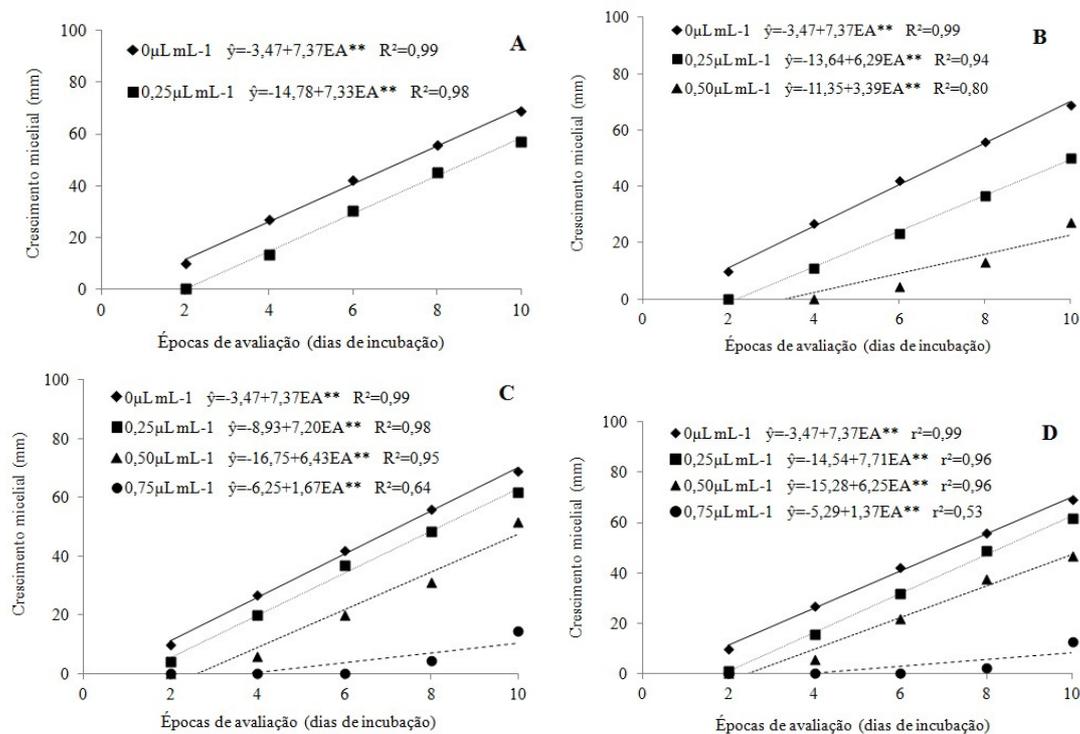


Figura 1. Crescimento micelial (mm) de *Colletotrichum graminicola* submetido a diferentes concentrações de óleos essenciais de capim-limão (A), citronela (B), erva-cidreira (C) e hortelã-pimenta (D). **Significativos a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

Sob 0,75 $\mu\text{L mL}^{-1}$ do óleo essencial de erva-cidreira, o crescimento micelial de *C. graminicola* foi de 1,67 mm dia⁻¹ (Figura 1C), atingindo na última avaliação um diâmetro de 10,45 mm. Tamanho 85% menor que o atingido na concentração de 0 $\mu\text{L mL}^{-1}$, em que o diâmetro micelial final foi de 70,23 mm.

As concentrações 0,50 e 0,75 $\mu\text{L mL}^{-1}$ do óleo essencial de hortelã-pimenta diminuíram o crescimento micelial do fungo de 7,37 mm dia⁻¹ (testemunha) para 6,25 e 1,37 mm dia⁻¹, respectivamente (Figura 1D).

Corroborando com esses resultados, Anaruma et al. (2010) observaram redução significativa do crescimento micelial do patógeno *C. gloeosporioides* pelos óleos essenciais de capim-limão, erva-cidreira e hortelã-pimenta.

A maioria dos óleos essenciais possuem algum grau de atividade antimicrobiana. Essa atividade é atribuída à presença dos compostos fenólicos e terpenóides que compoem sua estrutura (Gilles et al., 2010). Bakkali et al. (2008), em uma revisão das propriedades antimicrobianas de óleos essenciais, destacaram que devido sua característica lipofítica, os óleos essenciais passam pela parede celular e membrana plasmática, podendo afetar suas estruturas. Essa propriedade citotóxica dos óleos essenciais é muito importante na aplicação desses extratos vegetais na agricultura, uma vez

que podem ser eficazes no controle de fitopatógenos.

Conforme a fungitoxicidade dos óleos essenciais avaliados, conclui-se que os óleos essenciais de capim-limão (*C. citratus*) e citronela (*C. nardus*) apresentam grande potencial para o controle do fungo *C. graminicola*, uma vez que doses pequenas reduziram significativamente o crescimento micelial diário desse patógeno.

Ensaio II: Fungitoxicidade *in vivo* de óleos essenciais sobre antracnose do sorgo

No efeito preventivo da antracnose do sorgo, as plantas tratadas com o fungicida Tiofanato metílico (testemunha relativa) não apresentaram sintomas da doença.

A testemunha absoluta recebeu nota sete de severidade, o que significa que as plantas apresentaram entre 26 e 50% de área foliar doente (Tabela 2). Sob a concentração de 7,5 $\mu\text{L mL}^{-1}$ dos óleos essenciais de capim-limão, erva-cidreira e nim comercial, as plantas apresentaram menos de 1% da área foliar doente (nota um). As plantas submetidas à concentração de 10,0 $\mu\text{L mL}^{-1}$ do óleo essencial de capim-limão, assim como aquelas submetidas ao fungicida tiofanato metílico, não apresentaram sintomas da doença (nota zero) (Tabela 2).

Tabela 2. Severidade da antracnose sob o efeito preventivo de óleos essenciais aplicados em quatro doses em plantas de sorgo inoculadas com o fungo *Colletotrichum graminicola*.

Óleo essencial	Concentração ($\mu\text{L mL}^{-1}$) ¹					Equação de regressão	R ²
	0,00	2,5	5,0	7,5	10,0		
Citronela	7a	5,5a	3b	3a	1a	$\hat{y}=6,80-0,029C^{**}$	0,92
Capim-limão	7a	5b	3b	1b	0b	$\hat{y}=6,80-0,036C^{**}$	0,99
Erva-cidreira	7a	5b	3b	1b	1a	$\hat{y}=5,80-0,028C^{**}$	0,82
Hortelã-pimenta	7a	3c	5a	3a	1a	$\hat{y}=7,00-0,028C^{**}$	0,94
Nim	7a	3c	3b	1b	1a	$\hat{y}=5,80-0,028C^{**}$	0,82

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05); **Significativos a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

A eficiência antimicrobiana do óleo essencial de capim-limão também foi verificada por Carnelossi et al. (2009). Os autores observaram menor área abaixo da curva de progresso da doença antracnose do mamão, agente causal *Colletotrichum gloeosporioides*, quando os frutos foram tratados com 1% do óleo de capim-limão.

O efeito fungicida *in vivo* do óleo de nim foi verificado por Carneiro et al. (2007). Os autores observaram que o óleo de nim foi eficiente na prevenção do oídio do feijoeiro, agente causal *Erysiphe polygoni*.

Foi observado, com o ajuste da regressão linear, que com o aumento da concentração dos óleos as notas da severidade da antracnose diminuíram (Tabela 2).

É importante ressaltar que com relação ao efeito preventivo, para as plantas de sorgo, as concentrações de 7,5 e 10,0 $\mu\text{L mL}^{-1}$ dos óleos essenciais foram fitotóxicas, em que os sintomas de fitotoxicidade foram murcha e ressecamento das plantas. Esse resultado foi levado em consideração para o estudo do efeito curativo. De acordo com Carneiro (2003), as reações de fitotoxicidade dependem da espécie da planta na qual o óleo está

sendo aplicado, sua idade e estágio de desenvolvimento.

No efeito curativo, antes das aplicações dos tratamentos, as plantas apresentavam entre 1 e 5% da área foliar doente, recebendo assim, nota três para a severidade da antracnose.

Como não houve interação entre os óleos essenciais e os tratamentos utilizados, os efeitos foram estudados isoladamente (Tabela 3). Os resultados apresentados revelam que não houve diferença significativa entre os óleos essenciais avaliados no efeito curativo da antracnose.

Tabela 3. Severidade da antracnose sob o efeito curativo de óleos essenciais aplicados em duas doses em plantas de sorgo inoculadas com o fungo *Colletotrichum graminicola*.

Óleo essencial	OE (2,5 $\mu\text{L mL}^{-1}$)	OE (5,0 $\mu\text{L mL}^{-1}$)	T1	T2	Comparações
Citronela	5	3,5	7	3,5	4,75a
Capim-limão	3	4	7	3,5	4,37a
Erva-cidreira	3,5	3,5	7	3,5	4,37a
Hortelã-pimenta	4	3,5	7	3,5	4,50a
Nim	3,5	3	7	3,5	4,25a
Comparações	3,8B	3,5B	7A	3,5B	

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). T1 – aplicação de água; T2 – aplicação de Tiofanato metílico a 1000 ppm.

As concentrações de 2,5 e 5,0 $\mu\text{L mL}^{-1}$ dos óleos de citronela, capim-limão, erva-cidreira, hortelã-pimenta e nim e o fungicida Tiofanato metílico reduziram significativamente a severidade da antracnose do sorgo, visto que, ao contrário da testemunha absoluta, em que a doença progrediu para a nota sete, as notas se mantiveram próximas a nota inicial (Tabela 3).

Alguns estudos mostram a ação *in vivo* de extratos e óleos essenciais sobre outras espécies do gênero *Colletotrichum*. Extrato aquoso de eucalipto (*Eucalyptus citriodora*) reduziu o número de lesões em folhas de pepino, inoculadas com *C. lagenarium* (BONALDO et al., 2004). Carré et al. (2006) observaram redução de até 66% da severidade da antracnose da banana (*C. musae*) pelo óleo essencial de cânfora (*Artemisia camphorata*).

Com os resultados apresentados, observou-se que o efeito preventivo dos óleos sobre a antracnose do sorgo foi mais eficiente que o efeito curativo. Celoto et al. (2011), utilizando extrato de melão-de-são-caetano (*Momordica charantia*) sobre a antracnose da banana, também observaram que as aplicações do óleo antes da inoculação do fungo *C. musae* foram mais eficientes na redução

da doença que as aplicações realizadas após a inoculação do patógeno.

Esse ensaio mostrou a eficiência dos óleos de capim-limão, citronela, erva-cidreira, hortelã-pimenta e nim (*A. Indica*) na redução da severidade da antracnose do sorgo. De acordo com Al-Reza et al. (2010) os óleos essenciais são promissores agentes antifúngicos com potencial para as agroindústrias.

CONCLUSÃO

Os óleos essenciais de capim-limão (*C. citratus*), citronela (*C. nardus*), erva-cidreira (*L. alba*) e hortelã-pimenta (*M. piperita*), e o óleo comercial de nim (NEEMAX®) podem ser uma alternativa aos fungicidas sintéticos e uma ferramenta destaque no manejo integrado da antracnose do sorgo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem pelo apoio financeiro da CAPES e do CNPq.

ABSTRACT: The objective was to evaluate the *in vitro* fungitoxicity of essential oils of lemongrass, citronella, lemongrass and peppermint on the fungus *Colletotrichum graminicola* (Test I) and *in vivo* effects of these oils and neem oil trade on the anthracnose sorghum (Test II). In Test I was evaluated in five seasons (two, four, six, eight and ten days of incubation), the mycelial growth of *C. graminicola* under five concentrations of essential oils ($C_1= 0,25 \mu\text{L mL}^{-1}$; $C_2= 0,50 \mu\text{L mL}^{-1}$; $C_3= 0,75 \mu\text{L mL}^{-1}$; $C_4= 1,0 \mu\text{L mL}^{-1}$; $C_5= 1,25 \mu\text{L mL}^{-1}$). In Test II, to assess the preventive effect, we used five types of oils (lemongrass, citronella, lemon balm, peppermint and neem) at four concentrations (2,5, 5,0, 7,5 e 10,0 $\mu\text{L mL}^{-1}$). For curative effect, we used the same oils of preventive effect in two concentrations (2,5 e 5,0 $\mu\text{L mL}^{-1}$). The essential oils of *C. nardus* and *C. citratus* were the most effective in reducing mycelial growth of *C. graminicola* (Test I).

In Test II, the preventive effect, essential oils and concentrations significantly reduced the severity of the disease, especially oils of lemongrass, lemon balm and neem. In the curative effect, treatments reduced the severity, but no significant differences between them.

KEYWORDS: Mycelial growth. Preventive effect. Curative effect. Severity of disease and Alternative control.

REFERÊNCIAS

AL-REZA, S. M.; RAHMAN, A.; AHMED, Y.; KANG, S. C. Inhibition of plant pathogens in vitro and in vivo with essential oil and organic extracts of *Cestrum nocturnum* L. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, Calif., v. 96, p. 86-92, 2010.

ANARUMA, N. D.; SCHMIDT, F. L.; DUARTE, M. C. T.; FIGUEIRA, G. M.; DELARMELINA, C.; BENATO, E. A.; SATORATTO, A. Control of *Colletotrichum gloeosporioides* (penz.) Sacc. in yellow passion fruit using *Cymbopogon citratus* essential oil. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 41, p. 66-73, 2010.

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.

BASTOS, C. N.; ALBUQUERQUE, P. S. B. Efeito do óleo de *Piper aduncum* no controle em pós-colheita de *Colletotrichum musae* em banana. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 29, n. 5, p. 555-557, set./out. 2004.

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

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

CARNEIRO, S. M. T. P. G.; PIGNONI, E.; VASCONCELLOS, M. E. C.; GOMES, J. C. Eficácia de extratos de nim para o controle do oídio do feijoeiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 1, p. 34-39, 2007.

CARNELOSSI, P. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, M. E. S.; ITAKO, A. T.; MESQUINI, R. M. Óleos essenciais no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 11, n. 4, p. 399-406, abr. 2009.

CARRÉ, V.; STANGARLIN, J. R.; BECKER, A.; ZANELLA, A. L.; GONÇALVEZ JR., A. C.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; FRANZENER, G.; CRUZ, M. E. S. Controle pós-colheita de *Colletotrichum musae* em banana (*Musa* sp.) por cânfora (*Artemisia camphorata*) e quitosana. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 5, n. 1, p. 57-66, 2006.

CARVALHO, J. B.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; BONALDO, S. M.; CRUZ, M. E. S.; CARLOS, M. M.; STANGARLIN, J. R. Fungitoxicidade de *Cymbopogon citratus* e *Cymbopogon martinii* a *Colletotrichum gloeosporioides* em frutos de pimentão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 10, n. 1, p. 88-93, 2008.

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

- CELOTO, M. I. B.; PAPA, M. F. S.; SACRAMENTO, L. V. S.; CELOTO, F. J. Atividade antifúngica de extratos de *Momordica charantia* L. sobre *Colletotrichum musae*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 3, p. 337-341, 2011.
- COMBRINCK, S.; REGNIER, T.; KAMATOU, G.P.P. In vitro activity of eighteen essential oils and some major components against common postharvest fungal pathogens of fruit. **Industrial Crops and Products**, Fargo, DN, v. 33, p. 344-349, 2011.
- COSTA, R. V.; CASELA, C. R.; ZAMBOLIM, L.; FERREIRA, A. S. A antracnose do sorgo. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 28, n. 4, p. 345-354, jul./ago. 2003.
- DAN, Y.; LIU, H. Y.; GAO, W. W.; CHEN, S. L. Activities of essential oils from *Asarum heterotropoides* var. *mandshuricum* against five phytopathogens. **Crop Protection**, New York, v. 29, p. 295-299, 2010.
- FERNANDES NETO, M.; SARCINELLI, P. N. Agrotóxicos em água para consumo humano: uma abordagem de avaliação de risco e contribuição ao processo de atualização da legislação brasileira. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 69-78, jan./mar. 2009.
- FIORI, A. C. G.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; SCAPIM, C. A.; CRUZ, M. E. S.; PASCHOLATI, S. F. Antifungal activity of leaf extracts and essential oils of some medicinal plants against *Didymella bryoniae*. **Journal of Phytopathology**, Berlin, 148, p. 483-487, 2000.
- GILLES, M.; ZHAO, J.; AN, M.; AGBOOLA, S. Chemical composition and antimicrobial properties of essential oils of three Australian *Eucalyptus* species. **Food Chemistry**, Barking, v. 119, p. 731-737, 2010.
- GODOY, C. V.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Alterações na fotossíntese e na transpiração de folhas de milho infectadas por *Phaeosphaeria maydis*. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 26, n. 2, p. 209-213, jun. 2001.
- GUIMARÃES, L. G. L.; CARDOSO, M. G.; SOUSA, P. E.; ANDRADE, J.; VIEIRA, S. S. Atividades antioxidante e fungitóxica do óleo essencial de capim-limão e do citral. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 464-472, abr./jun. 2011.
- HUSSAIN, A.; ANWAR, F.; NIGAM, P. S.; ASHRAF, M.; GILANI, A. H. Seasonal variation in content, chemical composition and antimicrobial and cytotoxic activities of essential oils from four *Mentha* species. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 90, p. 1827-1836, jun. 2010.
- LEE, Y.; KIM, J.; SHIN, S.; LEE, S.; PARK, I. I. Antifungal activity of Myrtaceae essential oils and their components against three phytopathogenic fungi. **Flavour Fragrance Journal**, Switzerland, v. 23, p. 23-28, jan. 2008.
- 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 e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 83-90, jan./fev. 2007.
- MOREIRA, C. G. A.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; BONALDO, S. M.; STANGARLIN, S. M.; CRUZ, M. E. S. Caracterização parcial de frações obtidas de extratos de *Cymbopogon nardus* com atividade elicitora de fitoalexinas em sorgo e soja e efeito sobre *Colletotrichum lagenarium*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 4, p. 332-337, 2008.
- OLIVEIRA, M. M. M.; BRUGNERA, D. F.; CARDOSO, M. G.; GUIMARÃES, L. G. L.; PICCOLI, R. H. Rendimento, composição química e atividade antilisterial de óleos essenciais de espécies de *Cymbopogon*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 1, p. 8-16, out. 2011.

- PEREIRA, M. C.; VILELA, G. R.; COSTA, L. M. A. S.; SILVA, R. F.; FERNANDES, A. F.; FONSECA, E. W. N.; PICCOLI, R. H. Inibição do desenvolvimento fúngico através da utilização de óleos essenciais de condimentos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 731-738, jul./ago. 2006.
- 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, n. 1, p. 115-123, jan./fev. 2011.
- PERINI, V. B. M.; CASTRO, H. G.; SANTOS, G. R.; AGUIAR, R. W. S.; LEÃO, E. U. SEIXAS, P. T. Avaliação do efeito curativo e preventivo do óleo essencial do capim citronela no controle de *Pyricularia grisea*. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 2, n. 2, p. 23-27, mai. 2011.
- RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; MELO, A. L. P. **Guia Prático para Utilização do SAEG**. Viçosa: UFV, 2008. 288p.
- SANTOS, G. R.; CAFÉ-FILHO, A. C.; LEÃO, F. F.; CÉSAR, M.; FERNANDES, L. E. Progresso do crestamento gomoso e perdas na cultura da melancia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 228-232, abr./jun. 2005.
- SILVA, A. C.; SALES, N. L. P.; ARAÚJO, A. V.; CALDEIRA JÚNIOR, C. F. Efeito *in vitro* de compostos de plantas sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. isolado do maracujazeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. esp., p. 1853-1860, 2009.
- SOUZA JÚNIOR, I. T.; SALES, N. L. P.; MARTINS, E. R. Efeito fungitóxico de óleos essenciais sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, isolado do maracujazeiro amarelo. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 22, n.3, p. 77-83, set. 2009.
- 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**, Amsterdam, v. 143, p. 183-189, ago. 2010.
- TAGAMI, O. K.; GASPARIN, M. D.; SCHWAN-ESTRADA, K, R, F.; SILVA CRUZ, M. E.; ITAKO, A. T.; TOLENTINO JÚNIOR, J. B.; MORAES, L. M.; STANGARLIN, J. R. Fungitoxidade de *Bidens pilosa*, *Thymus vulgaris*, *Lippia alba* e *Rosmarinus officinalis* no desenvolvimento *in vitro* de fungos fitopatogênicos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 285-294, abr./jun. 2009.
- TYAGI, A. K.; MALIK, A. Antimicrobial potential and chemical composition of *Mentha piperita* oil in liquid and vapour phase against food spoiling microorganisms. **Food Control**, Guildford, v. 22, p. 1707-1714, abr. 2011.