

CONTROLE DA ANTRACNOSE EM MARACUJÁ-AMARELO POR DERIVADOS DE CAPIM-LIMÃO (*CYMBOPOGON CITRATUS*)

G.S. Moura^{1*}, K.R.F. Schwan-Estrada¹, A.P.F. Alves¹, G. Franzener², J.R. Stangarlin³

¹Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, CEP 87020-200, Maringá, PR, Brasil. E-mail: bismoura@hotmail.com

RESUMO

O maracujá-amarelo é uma das principais frutíferas cultivadas no Brasil. A conservação pós-colheita de frutos de maracujá tem merecido grande atenção visto que o fruto é perecível e está sujeito à rápida deterioração e incidência de micro-organismos patogênicos. Este trabalho teve por objetivo avaliar a atividade antifúngica *in vitro* de derivados de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) sobre o crescimento micelial, esporulação, germinação de esporos e tamanho de tubos germinativos de *Colletotrichum gloeosporioides* e *in vivo* no controle da antracnose sobre frutos de maracujá-amarelo em pós-colheita. Os tratamentos para o ensaio *in vitro* foram óleo essencial (OE) (0,5, 1, 5, 10, 15, 25, 50 e 60 $\mu\text{L mL}^{-1}$), extrato bruto aquoso autoclavado (EAA), extrato bruto aquoso filtrado (EAF), hidrolato e citral (1, 5, 10, 20 e 25%) e no ensaio *in vivo*, os frutos foram tratados com: OE (0,025; 0,05 e 0,1%), hidrolato (5 e 10%), EAA (10%) e citral (0,1%). Água destilada foi utilizada como testemunha. Foram avaliadas a incidência e a severidade da antracnose a cada três dias. Os quatro derivados de capim-limão inibiram o crescimento micelial, a esporulação e a germinação de esporos, sendo que maiores valores de inibição foram obtidos nas maiores concentrações testadas e, no crescimento micelial, atingiram 55,8; 54,5; 30,0 e 19,9% para OE, EAF, EAA e hidrolato, respectivamente. Na avaliação *in vivo*, OE 0,1% e EAA 10% promoveram significativa redução na severidade da antracnose.

PALAVRAS-CHAVE: *Colletotrichum gloeosporioides*, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, pós-colheita.

ABSTRACT

CONTROL OF ANTHRACNOSE IN YELLOW PASSION FRUIT BY LEMON GRASS (*CYMBOPOGON CITRATUS*) DERIVATIVES. The yellow passion fruit is a major fruit crop in Brazil. The post-harvest preservation of yellow passion fruits has deserved great attention since the fruit is perishable and subject to a fast deterioration and incidence of pathogenic microorganisms. The aim of this work was to evaluate the *in vitro* antifungal activity of lemon grass derivatives on the mycelial growth, sporulation, spore germination and length of germ tubes of *Colletotrichum gloeosporioides* and the effect of essential oil, extract, hydrolate and citral lemon grass (*Cymbopogon citratus*) for control of anthracnose on the yellow passion fruits. The treatments for the *in vitro* assay were essential oil (OE) (0.5, 1, 5, 10, 15, 25, 50 and 60 $\mu\text{L mL}^{-1}$), autoclaved crude aqueous extract (EAA), filtered crude aqueous extract (EAF), hydrolate and citral (1, 5, 10, 20 and 25%). For the *in vivo* assay the fruits were treated with: OE (0.025, 0.05 and 0.1%), hydrolate (5 and 10%), EAA (10%) and citral (0.1%). Distilled water was used as a control. The anthracnose incidence and severity were evaluated every three days. The *in vitro* test verified that the 4 evaluated derivatives of lemon grass inhibited the mycelial growth, sporulation and spore germination. The higher the concentration of the derivatives, the higher the inhibition, which for the mycelia growth reached 55.8; 54.5; 30.0 and 19.9% for OE, EAF, EAA and hydrolate, respectively. *In vivo* tests showed that the OE 0.1% and EAA 10% promoted a reduction in the anthracnose severity.

KEY WORDS: *Colletotrichum gloeosporioides*, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, post harvest.

²Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, PR, Brasil.

³Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, PR, Brasil.

*Este artigo é parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada a Universidade Estadual de Maringá, para obtenção do título em Mestre em Agronomia.

INTRODUÇÃO

Dentre as frutíferas de expressão econômica no Brasil, a cultura do maracujá ganhou destaque nos últimos anos (ABREU *et al.*, 2009), despertando interesse como opção de diversificação de cultivo. O maracujá mais cultivado no país é *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg., conhecido como maracujá-amarelo ou azedo, sendo amplamente cultivado em países tropicais e subtropicais (ANDRADE; ANDRADE, 2004).

O fruto do maracujazeiro está sujeito à rápida deterioração causada pelo murchamento e incidência de micro-organismos patogênicos (CAMPOS *et al.*, 2005), que acarretam perdas significativas (SILVA *et al.*, 2008). Entre as doenças que afetam a pós-colheita do maracujá-amarelo, a antracnose, causada por *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) & Sacc., é a mais importante (FISCHER *et al.*, 2007). Esta doença afeta todos os órgãos aéreos da planta e ocorre com maior intensidade sob condições de umidade e temperatura elevadas, luminosidade reduzida e presença de ferimentos nos frutos podendo causar grandes perdas em pós-colheita (BENATO *et al.*, 2002).

Diversos produtos naturais, entre os quais os extratos aquosos e óleos essenciais obtidos de plantas medicinais, têm apresentado potencial no controle de fitopatógenos, tanto por sua ação fungitóxica direta quanto por alterações fisiológicas na planta (SCHWAN-ESTRADA; STANGARLIN, 2005). GARCIA *et al.* (2008), avaliando efeito de monoterpenos em pós-colheita, concluíram que compostos de plantas medicinais podem representar alternativa no manejo de doenças em pós-colheita, minimizando o impacto causado por fungicidas sintéticos.

Entre as plantas estudadas, tem merecido atenção o capim-limão (*Cymbopogon citratus* Stapf.). Alguns trabalhos citam resultados promissores com esta planta. SRIDHAR *et al.* (2003) e ALMEIDA *et al.* (2009) relataram atividade antifúngica de extratos de *C. citratus* sobre espécies de *Colletotrichum* e outros fungos causadores de podridão pós-colheita. Também o óleo essencial tem demonstrado atividade antifúngica (SOUZA JÚNIOR *et al.* (2009). ANTHONY *et al.* (2003) avaliaram outras espécies de *Cymbopogon* e obtiveram atividade sobre doenças e características de frutos de banana em pós-colheita. Quanto à atividade de hidrolatos, ainda são escassas as informações, embora potencial antifúngico tenha sido observado sobre alguns agentes causais de doenças em plantas (LOZANO *et al.*, 2000; SILVA *et al.*, 2009).

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a atividade antifúngica *in vitro* de derivados de capim-limão sobre *C. gloeosporioides* e seu potencial *in vivo* no controle da antracnose em frutos maracujá-amarelo, sob condições ambiente de armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, PR, nos meses de fevereiro a junho de 2009. O experimento *in vitro* foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia, e o experimento *in vivo* juntamente com a extração dos óleos essenciais foi realizado no Laboratório de Plantas Medicinais.

Folhas frescas de capim-limão foram coletadas no período da manhã, em fevereiro de 2009, no Horto de Plantas Medicinais da Universidade Estadual de Maringá e utilizadas para obtenção do óleo essencial, do extrato bruto aquoso e hidrolato. Para a obtenção do óleo essencial (OE) e hidrolato utilizou-se o método de destilação por arraste a vapor (hidrodestilação) (TESKE; TRENTINI, 1997).

Para a obtenção do extrato bruto aquoso, as folhas foram trituradas em liquidificador por 2 min na proporção de 25 g de folhas frescas em 100 mL de água destilada para obter extrato a 25%. O extrato bruto aquoso foi autoclavado por 20 min a 120° C a 1 atm. Também foi avaliado o produto comercial citral (Sigma-Aldrich) com formulação C₁₀H₁₆O, principal componente do óleo essencial do capim-limão (GUIMARÃES *et al.*, 2011). O óleo essencial, hidrolato e citral foram filtrados em membranas de ésteres de celulose (0,22 µm e 47 mm de diâmetro) para esterilização a frio.

Ensaio *in vitro* foram conduzidos para avaliar a atividade antifúngica direta dos derivados de capim-limão sobre *C. gloeosporioides*. O óleo essencial (OE) foi utilizado nas concentrações de 0,5; 1; 5; 10; 15; 25; 50 e 60 µL mL⁻¹. Extrato bruto aquoso autoclavado (EAA), extrato bruto aquoso filtrado (EAF), hidrolato e citral foram utilizados nas concentrações de 1, 5, 10, 20 e 25%. O fungo *C. gloeosporioides* utilizado nos ensaios foi cedido pela Embrapa Cenargen como isolado CEN 419, obtido a partir de frutos de maracujá-amarelo.

Para o ensaio de crescimento micelial, os tratamentos OE, EAA, EAF e hidrolato foram incorporados em meio BDA fundente e, em seguida, vertidos em placas de Petri. Duas horas após, um disco de 7 mm de diâmetro, contendo micélio de *C. gloeosporioides* com de 15 dias de idade, foi repicado para o centro de cada placa que foram mantidas a 25° C em escuro. Meio contendo apenas BDA foi utilizado como testemunha. As avaliações foram realizadas através das medições diárias do diâmetro das colônias, iniciadas 48 horas após a instalação do experimento e perduraram até o momento em que as colônias cobriram 2/3 da superfície do meio de cultura. Ao final deste período avaliou-se a esporulação do fungo, realizando-se a contagem dos esporos em câmara de Neubauer ao microscópio óptico, determinando-se o número de esporos/cm² de colônia.

No ensaio de germinação de conídios de *C. gloeosporioides*, alíquotas de 10 µL de suspensão de conídios (2×10^5 esporos mL⁻¹) e 50 µL de cada um dos tratamentos (OE, EAF, hidrolato e citral) foram colocadas em poçinhos de placa de ELISA e incubadas em escuro a 25° C por 9 horas quando a germinação foi paralisada com 20 µL do corante azul algodão + lactofenol. Posteriormente, avaliou-se a porcentagem de germinação de esporos através da contagem de 100 esporos por repetição determinando-se a porcentagem de esporos germinados. Foi também avaliado o tamanho dos tubos germinativos, sendo medidos 10 tubos germinativos por parcela. A contagem e medição foram realizadas ao microscópio óptico com auxílio de régua ocular.

Os dados de porcentagem de germinação foram transformados em $\sqrt{x} + 0,5$ para análise estatística. Os ensaios foram conduzidos em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e estudo da regressão para as concentrações dos derivados, utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000). A testemunha absoluta foi comparada com os demais tratamentos pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade com auxílio do programa SAS versão 8.0 (SAS INSTITUTE INC. 1995).

Ensaio *in vivo* foi conduzido em pós-colheita de frutos de maracujá-amarelo, cultivados sob sistema orgânico coletados de produtor na cidade de Maringá, PR. Foram selecionados frutos com peso uniforme (± 200 g), apresentando coloração amarelo verde estágio em que normalmente é realizada a colheita comercial. Os frutos foram levados ao laboratório onde foram lavados em solução de hipoclorito de sódio 0,5% (v/v) por 1 min e enxaguados duas vezes em água destilada. Após secos, os frutos foram submetidos por 1 min em cada tratamento: óleo essencial (0,025; 0,05 e 0,1%), hidrolato (5 e 10%), extrato bruto aquoso autoclavado (10%), citral (0,1%) e água (testemunha). Depois da imersão os frutos foram colocados em bandejas e secos em temperatura ambiente ($26 \pm 2^\circ$ C e UR $80 \pm 5\%$). Foram utilizados oito frutos por parcela, com quatro repetições.

Nas primeiras 48h de armazenamento, os frutos foram mantidos em câmara úmida, visando a favorecer a ocorrência das doenças pós-colheita e depois permaneceram por quinze dias sob condições ambiente, visando a reproduzir as condições de comercialização, com monitoramento da temperatura e da umidade relativa ($26 \pm 2^\circ$ C e UR $80 \pm 5\%$).

As porcentagens de incidência e severidade da antracnose foram avaliadas concomitantemente e após 3, 6, 9, 12 e 15 dias do tratamento dos frutos. Para análise estatística, os dados foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x} + 0,5/100$. Para interpretação dos resultados de incidência e severidade da doença, foi calculada a área abaixo da curva de progresso da

incidência (AACPI) e da severidade (AACPS) com auxílio do programa Win AACPD (BELAN *et al.*, 2005). Este procedimento foi adotado por representar um modelo integral e, portanto, considerar a totalidade dos resultados obtidos durante as avaliações (BERGAMIN FILHO, 1995).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Óleo essencial, extrato aquoso e hidrolato de capim-limão inibiram o crescimento micelial de *C. gloeosporioides* (Fig. 1). Maior inibição foi obtida nas maiores concentrações e atingiram 55,8; 54,5; 30,0 e 19,9% para OE, EAF, EAA e hidrolato, respectivamente. Alguns trabalhos já mostraram atividade de *C. citratus* sobre o crescimento micelial de fungos (CARNELLOSSI *et al.*, 2009; SOUZA JÚNIOR *et al.*, 2009). GARCIA *et al.* (2008), além de verificar inibição do crescimento micelial de fungos do gênero *Colletotrichum* por parte de compostos monoterpênicos de capim-limão, observaram alterações morfológicas nas hifas destes fungos em função dos tratamentos.

Quanto à esporulação de *C. gloeosporioides* (Fig. 2), todos os tratamentos promoveram redução no número de esporos por cm² de colônia em relação à testemunha contendo apenas BDA, porém, não foi possível ajustar equação para nenhum derivado, havendo inibição da esporulação em todas as concentrações. Todas as médias dos tratamentos com derivados de capim-limão foram inferiores à testemunha BDA pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. Todos os tratamentos promoveram redução superior a 50% na esporulação em relação à testemunha. Estes resultados indicam que o efeito dos derivados de *C. citratus* sobre a produção de esporos não foi dose-dependente e que houve maior sensibilidade da esporulação aos tratamentos quando comparada ao crescimento micelial. Isso é coerente com o fato de muitos fungos necessitarem de condições específicas para esporulação podendo essa ser inibida em baixas concentrações de compostos antifúngicos.

Quanto ao efeito da autoclavagem no extrato, observou-se que, na concentração de 25%, o EAA apresentou uma inibição do crescimento micelial 35,1% inferior ao extrato não autoclavado (EAF) podendo-se acreditar na presença de compostos termolábeis no extrato quando considerado esse dado isoladamente. Porém, os resultados de crescimento micelial entre EAA e EAF nas demais concentrações e na esporulação foram semelhantes, sugerindo a presença de compostos ativos termoestáveis. Portanto, estes resultados sugerem que o tratamento térmico por autoclavagem pode provocar algumas alterações na atividade do extrato, porém, sem comprometer em maior grau a atividade antifúngica à *C. gloeosporioides*.

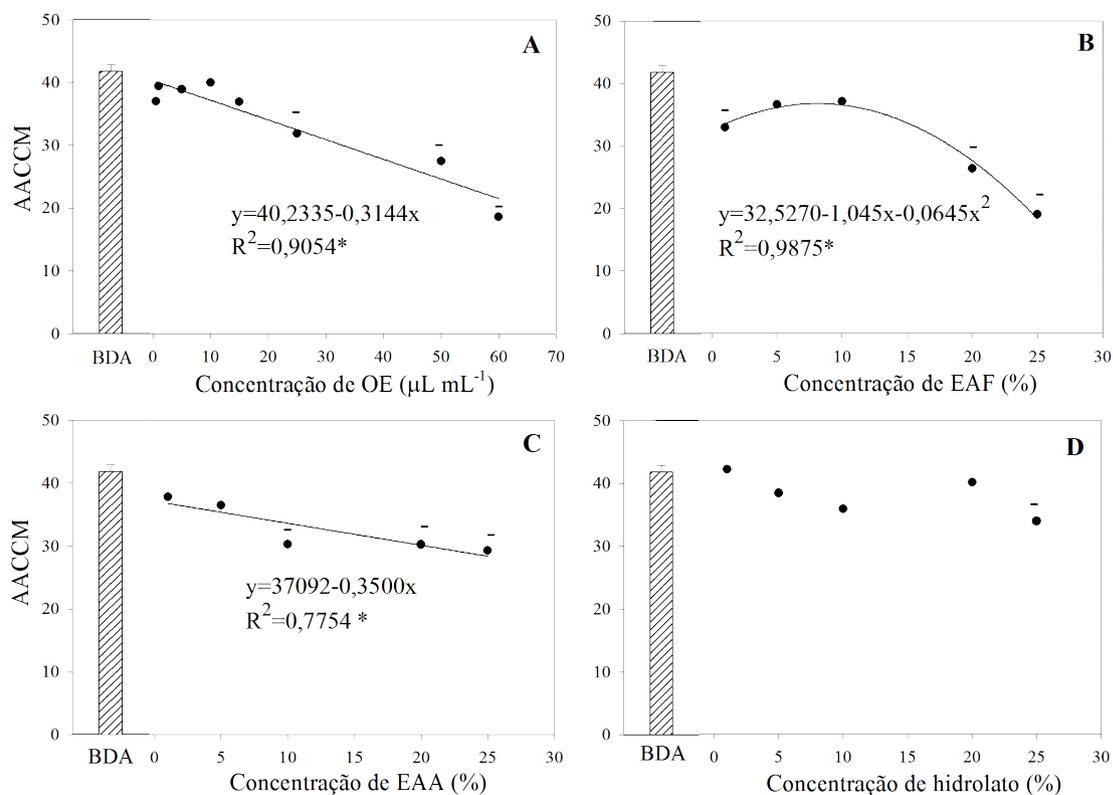


Fig. 1 - Área abaixo da curva de crescimento micelial (AACCM) de *Colletotrichum gloeosporioides* em função do tratamento com óleo essencial (OE) (A), extrato bruto aquoso filtrado (EAF) (B), extrato bruto aquoso autoclavado (EAA) (C) e hidrolato (D). *significativo no nível de 5% de probabilidade. (-) difere da testemunha sendo inferior a esta pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

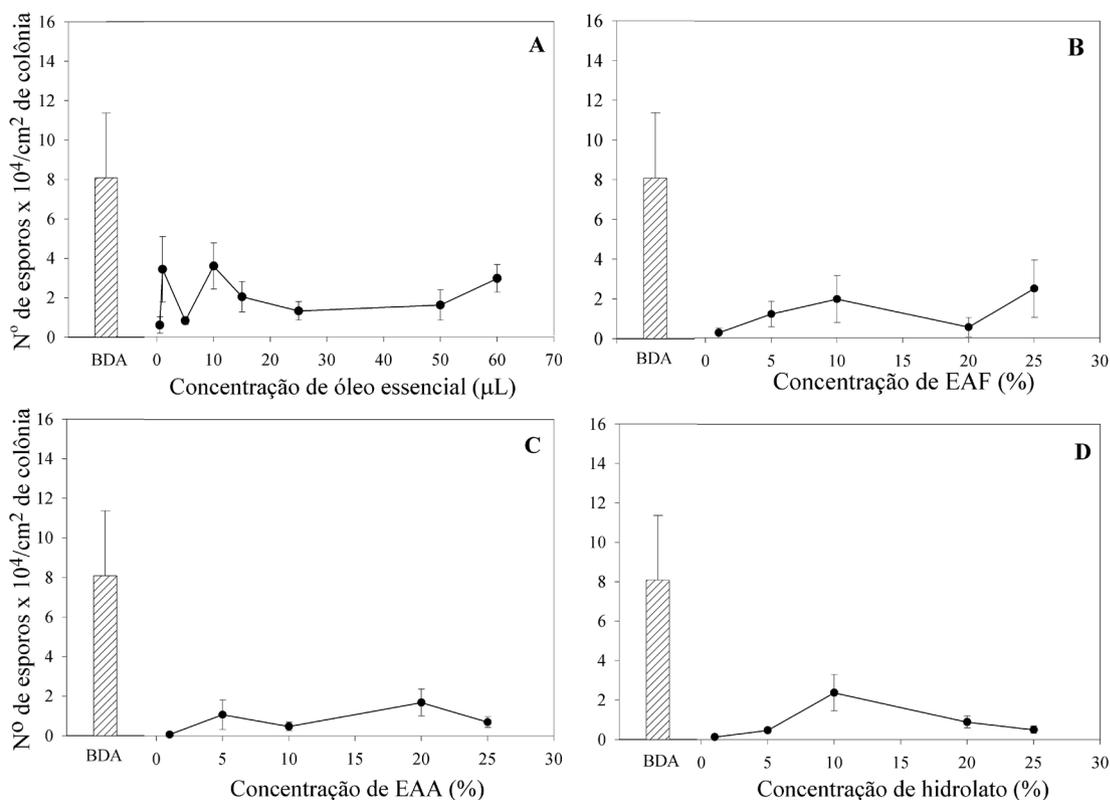


Fig. 2 - Esporulação de *Colletotrichum gloeosporioides* em função do tratamento com óleo essencial (A), extrato bruto aquoso filtrado (B), extrato bruto aquoso autoclavado (C) e hidrolato (D). Barras representam o erro padrão da média.

Na testemunha, houve germinação próxima a 98% indicando alta viabilidade dos esporos (Fig. 3). De forma semelhante ao que ocorreu na esporulação, todos os tratamentos contendo derivados de capim-limão promoveram inibição da germinação de esporos em relação à testemunha água pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade, indicando atividade dos produtos mesmo nas menores concentrações. Não houve ajuste significativo de equação para OE e hidrolato.

Para o EAF houve ajuste quadrático com ponto de máxima germinação de esporos na concentração de 11,2 do extrato, com inibição de 61,2 e 86,7% da germinação nas concentrações de 1 e 25%, respectivamente. Maior inibição da germinação de esporos foi obtida com o produto citral (Fig. 3) que, nas concentrações de 20 e 25%, promoveu inibição de 97,7%. Assim, pelo modelo linear ajustado às médias do citral, para cada 1% de aumento na dose deste produto há a redução de 2,45% na germinação de esporos de *C. gloeosporioides*.

Outros trabalhos utilizando derivados de capim-limão, sobretudo o óleo essencial, relatam expressivos resultados na inibição da germinação de esporos de outros fungos. Os óleos essenciais de *C. citratus*, *Eucalyptus citriodora* Hook e *Ageratum conyzoides* L. inibiram completamente a germinação de esporos do fungo *Dydimella bryoniae* (Auersw.) Rehm, causador de danos às folhas e frutos de melão (FIORI *et al.*, 2000). TZORTZAKIS; ECONOMAKIS (2007) avaliaram a germinação de esporos de *Colletotrichum coccodes* Wallr., *Botrytis cinerea* Pers., *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link e *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill. e também observaram efeito dose-dependente para óleo essencial de *C. citratus*.

SOUZA JÚNIOR *et al.* (2009) obtiveram inibição total do crescimento micelial e da germinação de esporos de *C. gloeosporioides* utilizando o óleo essencial de *C. citratus* a partir da concentração de 1 $\mu\text{L mL}^{-1}$. SRIDHAR *et al.* (2003) e ALMEIDA *et al.* (2009) também relataram atividade antifúngica de extratos de *C. citratus* sobre espécies de *Colletotrichum* e outros fungos causadores de podridão pós-colheita.

Todos os tratamentos contendo derivados de capim-limão inibiram o desenvolvimento dos tubos germinativos em relação à testemunha (Fig. 4). Maior inibição foi obtida nas maiores concentrações e atingiram 47,6; 44,4; 44,1 e 42,0% para OE, citral, hidrolato e EAF, respectivamente. Este efeito significativo dos derivados sobre o desenvolvimento dos tubos germinativos sugere a importância da avaliação desta característica em ensaios dessa natureza, pois a maioria dos ensaios direciona observações apenas sobre o crescimento micelial e germinação de esporos.

A atividade antifúngica observada para OE deve-se, possivelmente, à presença do citral, seu principal constituinte (GUIMARÃES *et al.*, 2011). No caso do EAF

houve ajuste quadrático, assim como ocorreu sobre o crescimento micelial e germinação de esporos. O ponto de máximo desenvolvimento dos tubos germinativos foi na concentração de 11,1 sendo esta dose muito próxima à obtida nas outras variáveis. Por outro lado, o hidrolato também mostrou atividade antifúngica. Embora o hidrolato possa conter pequena quantidade de óleo essencial, esse reúne, sobretudo, compostos hidrossolúveis, como ácidos, aldeídos e aminas (TESKE; TRENTINI, 1997), assim, é provável que haja maior diversidade de compostos ativos no capim-limão. Estudos de atividade antimicrobiana e controle de doenças de plantas com o uso de hidrolatos ainda são escassos, talvez por se tratar de um derivado mais diluído, mas que, no entanto, não deve ser desprezado por apresentar compostos com significativa atividade antifúngica e possivelmente outros constituintes potenciais. Um dos poucos trabalhos nesse sentido relata a inibição no desenvolvimento dos fungos fitopatogênicos *Botrytis alli* Munn. e *Sclerotium cepivorum* Berk. por hidrolatos de alho (*Allium sativum* L.) e cebola (*Allium cepa* L.) (LOZANO *et al.*, 2000).

Para incidência da antracnose em frutos de maracujá-amarelo não foi observada diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade (Fig. 5). Na severidade, o efeito dos tratamentos foi mais expressivo sendo que OE 0,1% e EAA 10% reduziram em aproximadamente 50% a severidade em relação à testemunha tratada apenas com água. Maior destaque foi para o citral que promoveu incremento na severidade da doença em 79,3% em relação à testemunha água. Os demais tratamentos não diferiram estatisticamente entre si.

O incremento na doença pelo citral pode ser devido à toxidez causada nos frutos. WURYATMO *et al.* (2003) citaram que o citral é capaz de causar modificação em processos celulares e ser potencialmente tóxico e que, dependendo da concentração e sensibilidade do tecido vegetal, pode causar injúria em frutos. GARCIA *et al.* (2008) avaliaram o efeito antimicrobiano sobre fitopatógenos de pós-colheita e conservação de frutos tropicais (banana, mamão e abacaxi) de monoterpenos, entre eles o citral. Verificaram que o citral, na concentração de 1%, foi o mais eficiente e que, além de efeito direto sobre os fungos, foi capaz de reduzir em mais de 70% o diâmetro de lesões nos frutos. Os mesmos autores ainda indicam o uso de óleo essencial como alternativa de manejo no controle de fungos em pós-colheita, mas sugerem adaptações como o uso de dispersantes para potencializar os efeitos e evitar toxidez pelo óleo essencial puro em contato direto com frutos sensíveis. ANARUMA *et al.* (2010) também observaram o potencial do óleo essencial de *C. citratus* no controle da antracnose em frutos de maracujazeiro.

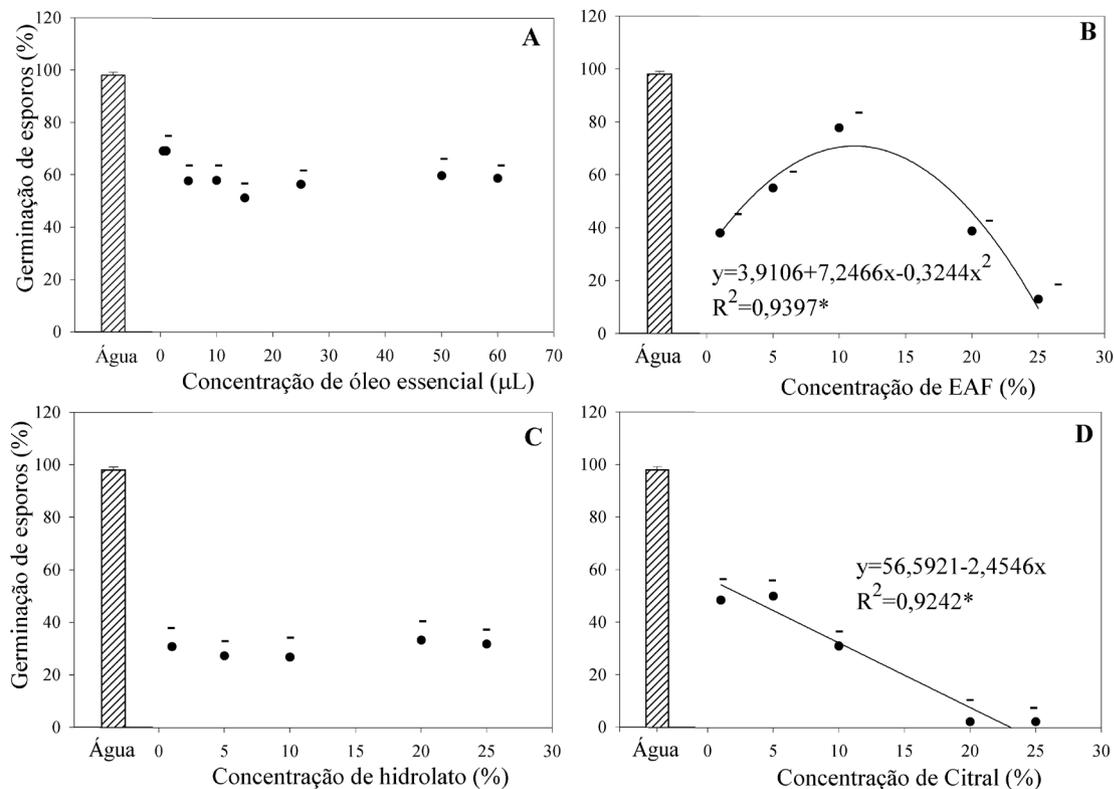


Fig. 3 - Germinação de esporos de *Colletotrichum gloeosporioides* em função do tratamento com óleo essencial (A), extrato bruto aquoso filtrado (B), hidrolato (C) e citral (D). * significativo no nível de 5% de probabilidade. (-) difere da testemunha sendo inferior a esta pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

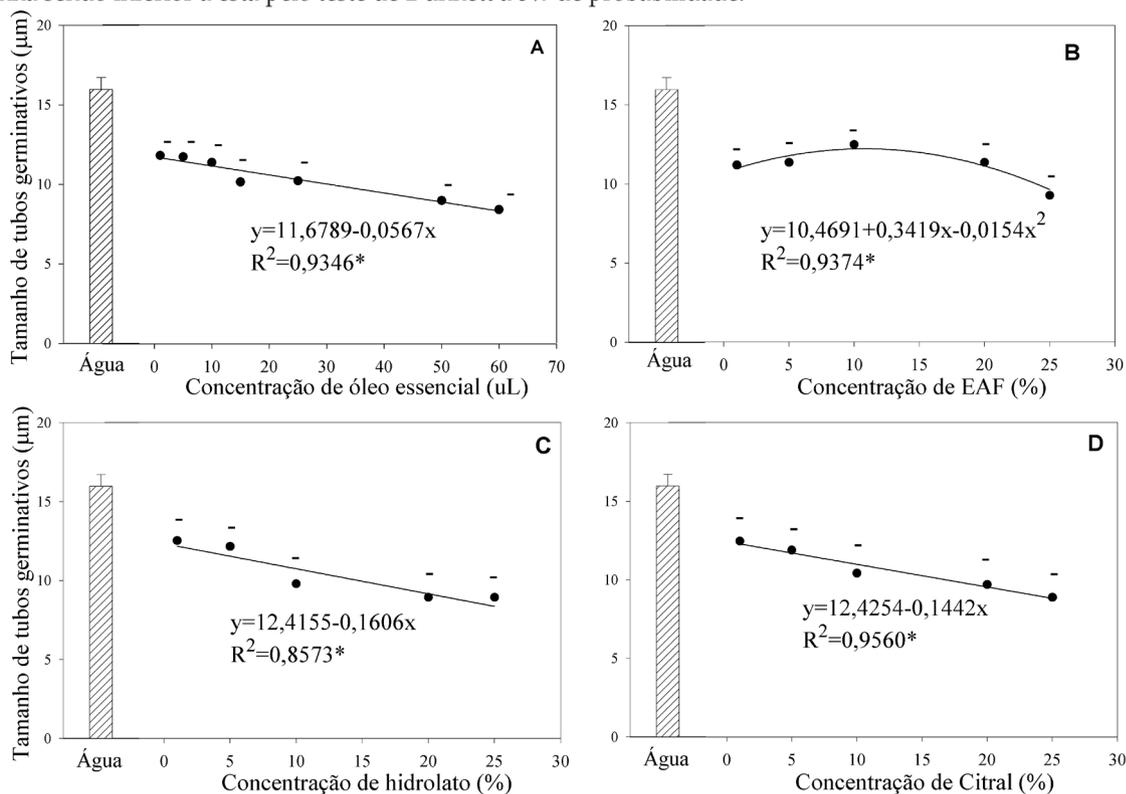


Fig. 4 - Tamanho de tubos germinativos de *Colletotrichum gloeosporioides* em função do tratamento com óleo essencial (A), extrato bruto aquoso filtrado (B), hidrolato (C) e citral (D). * significativo no nível de 5% de probabilidade. (-) difere da testemunha sendo inferior a esta pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

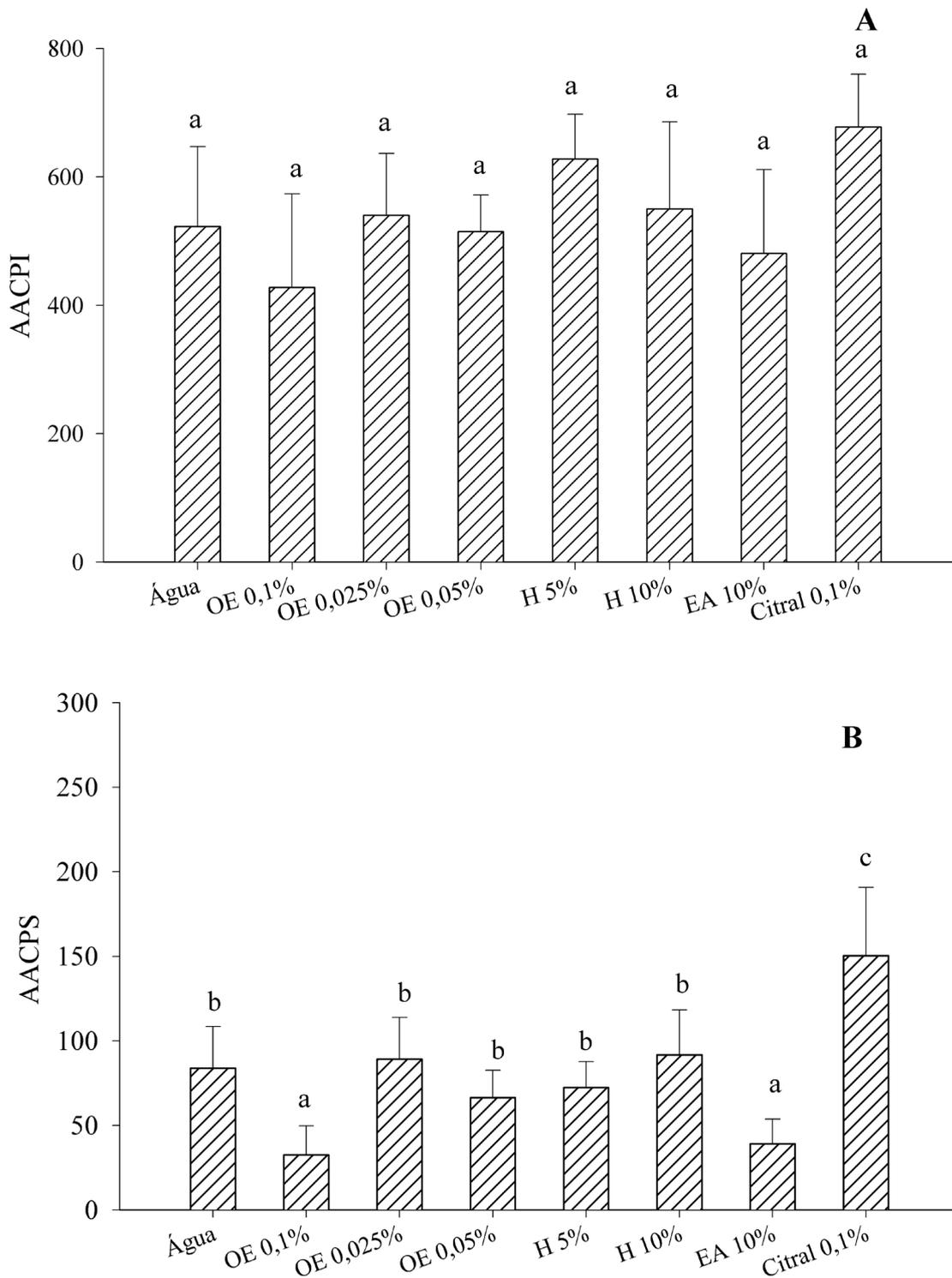


Fig. 5 - Área abaixo da curva de progresso da incidência (A) e da severidade (B) da antracnose em frutos de maracujá-amarelo submetidos ao tratamento com derivados de capim-limão. Barras representam o erro padrão da média. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade. OE: Óleo essencial; H: Hidrolato; EA: Extrato bruto aquoso autoclavado.

Quanto ao uso de hidrolato, não houve efeito significativo no controle da doença. Embora o hidrolato possa apresentar compostos antifúngicos, estes tendem a estar mais diluídos por conter a água do processo de extração apresentando compostos hidrossolúveis, enquanto o óleo essencial concentra compostos hidrofóbicos (TESKE, TRENTINI, 1997). Além disso, o efeito positivo no controle da antracnose pelo óleo essencial

e extrato aquoso pode ser devido a compostos presentes no óleo essencial, como o citral, e que estão presentes também no extrato aquoso ou ao possível efeito sinérgico entre os diferentes compostos, aumentando a eficiência no controle da doença e minimizando o efeito fitotóxico observado para o citral isoladamente.

CONCLUSÕES

Todos os derivados de capim-limão avaliados apresentaram atividade antifúngica *in vitro* sobre *C. gloeosporioides* com destaque para óleo essencial e citral. A atividade por diferentes derivados sugere a presença de maior diversidade de compostos ativos em capim-limão. Estes resultados confirmam a atividade biológica de derivados de *C. citratus* e indicam seu potencial no controle alternativo de *C. gloeosporioides* em maracujá-amarelo.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão da bolsa de mestrado e à Embrapa Cenargen pelo fornecimento do isolado fúngico.

REFERÊNCIAS

- ABREU, S.P.M.; PEIXOTO, J.R.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SOUSA, M.A.F. Características físico-químicas de cinco genótipos de maracujazeiro azedo cultivados no distrito federal. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.31, n.2, p.487-491, 2009.
- ALMEIDA, T.F.; CAMARGO, M.; PANIZI, R.C. Efeito de extratos de plantas medicinais no controle de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da flor preta do morangueiro. *Summa Phytopathologica*, v.35, n.3, p.196-201, 2009.
- ANARUMA, N.D.; SCHMIDT, F.L.; DUARTE, M.C.T.; FIGUEIRA, G.M.; DELARMELINA, C.; BENATO, E.A.; SARTORATTO, A. Control of *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. in yellow passion fruit using *Cymbopogon citratus* essential oil. *Brazilian Journal of Microbiology*, v.41, n.1, p.66-73, 2010.
- ANDRADE, J.M.B.; ANDRADE, A.B. Características físico-químicas do maracujá amarelo produzido em diferentes épocas em Marumbi-PR. *Arquivos da Apadec*, v.8, p.219-220, 2004. Suplemento.
- ANTHONY, S.; ABEYWICKRAMA, K.; WIJERATNAM, S.W. The effect of spraying essential oils of *Cymbopogon nardus*, *Cymbopogon flexuosus* and *Ocimum basilicum* on postharvest diseases and storage life of Embul banana, *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, v.78, n.6, p.780-785, 2003.
- BELAN, H.C.; RITTER, R.A.O.; FÜRSTENBERGER, A.L.F.; CANTERI, M.G. Win AACPD: Software para cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença no ambiente Windows. 2005.
- BENATO, E.A.; SIGRIST, J.M.M.; HANASHIRO, M.M.; MAGALHÃES, M.J.M.; BINOTTI, C.S. Avaliação de fungicidas e produtos alternativos no controle de podridões pós-colheita em maracujá-amarelo. *Summa Phytopathologica*, v.28, n.4, p.299-304, 2002.
- BERGAMIN FILHO, L. A epidemia como um sistema. In: AMORIM FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L (Ed.). *Manual de fitopatologia: princípios e conceitos*. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1, p.574-601.
- CAMPOS, A.J.; MANOEL, L.; DAMATTO JÚNIOR, E.R.; VIEITES, R. L.; LEONEL, S.; EVANGELISTA, R.M. Tratamento hidrotérmico na manutenção da qualidade pós-colheita de maracujá-amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.27, n.3, p.383-385, 2005.
- 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 Plantas Mediciniais*, v.11, n.4, p.399-406, 2009.
- FERREIRA, D.F. *Sistema de análise estatística para dados balanceados (SISVAR)*. Lavras: UFLA/DEX, 2000.
- FIORI, A.C.G.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN, J.R.; VIDA, J.B.; 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*, v.148, p.483-487, 2000.
- FISCHER, I.H.; ARRUDA, M.C.; ALMEIDA, A.M.; GARCIA, M.J.M.; JERONIMO, E.M.; PINOTTI, R.N.; BERTANI, R.M.A. Doenças e características físicas e químicas pós-colheita em maracujá amarelo de cultivo convencional e orgânico no centro oeste paulista. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.29, n.2, p.254-259, 2007.
- GARCIA, R.; ALVES, E.S.S.; SANTOS, M.P.; AQUIJE, G.M.F.V.; FERNANDES, A.A.R.; SANTOS, R.B.; VENTURA, J.A.; FERNANDEDS, P.M.B. Antimicrobial activity and potential use of monoterpenes as tropical fruits preservatives. *Brazilian Journal of Microbiology*, v.39, p.163-168, 2008.
- GUIMARAES, 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 Ciencia Agronomica*, v.42, n.2, p.464-472, 2011.

LOZANO, C.; CÓRDOBA, S.N.; ÁVILA, C.; VELOSA, R.M. Evaluación del efecto de hidrolatos de ajo (*Allium sativum*) y cebolla junca (*Allium fistulosum*) en el desarrollo de los hongos fitopatógenos *Botrytis alli* y *Sclerotium cepivorum*. *Fitopatología Colombiana*, v.24, p.29-32, 2000.

SAS Institute Inc. *SAS language and procedures: Usage*. Version 6. Cary NC: SAS Institute, 1995. 373p.

SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN J.R. Extratos e óleos essenciais de plantas medicinais na indução de resistência. In: CAVALCANTI, L.S.; DI PIERO, R.M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S.F.; RESENDE, M.L.V.; ROMEIRO, R.S. (Ed.) *Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos*, Piracicaba: FEALQ, 2005. p.125-132

SILVA, T.V.; RESENDE, E.D.; VIANA, A.P.; PEREIRA, S.M.F.; CARLOS, L.A.; VITORAZI, L. Determinação da escala de coloração da casca e do rendimento em suco do maracujá-amarelo em diferentes épocas de colheita. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.30, n.4, p.880-884, 2008.

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*, v. 33, p.1853-1860, 2009. [Edição especial].

SOUZA JÚNIOR, I.T.S.; SALES, N.L.P.; MARTINS, E.R. Efeito fungitóxico de óleos essenciais sobre *Colletotrichum gloeosporioides* isolado do maracujazeiro amarelo. *Biotemas*, v.22, n.3, p.77-83, 2009.

SRIDHAR, S.R.; RAJAGOPAL, R.V.; RAJAVEL, R.; MASILAMANI, S.; NARASIMHAN, S. Antifungal activity of some essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.51, p.7596-7599, 2003.

TESKE, M.; TRENTINI, A.M.M. *Herbarium - compêndio de fitoterapia*. Curitiba: Herbarium, 1997. 317p.

TZORTZAKIS, N.G.; ECONOMAKIS, C.D. Antifungal activity of lemongrass (*Cymbopogon citratus* L.) essential oil against key postharvest pathogens. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, v.8, n.2, p.253-258, 2007.

WURYATMO, E.; KLIEBER, A.; SCOTT, E.S. Inhibition of citrus postharvest pathogens by vapor of citral and related compounds in culture. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.51, p.2637-2640, 2003.

Recebido em 20/5/11

Aceito em 7/7/12