



Óleo fixo de pinhão bravo no controle *in vitro* de *Colletotrichum musae*

In vitro of the fixed oil of pinhão bravo on control of *Colletotrichum musae*

Frank Magno da Costa¹; Izaías Araújo de Oliveira²; Mayara Fernandes dos Santos³

¹Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitopatologia, Professor Adjunto IV do curso de Agronomia da Universidade Estadual do Piauí, *Campus* Professor Alexandre Alves de Oliveira, Parnaíba, Piauí. E-mail: frank@phb.uespi.br; ²Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agricultura Tropical pela Universidade Federal do Piauí. E-mail: izaías1986@hotmail.com; ³Engenheira Agrônoma, Mestre em Agricultura Tropical. Doutoranda em Entomologia Agrícola pela Universidade Federal Rural do Pernambuco. E-mail: may_fernandes20@hotmail.com.

ARTIGO

Recebido: 13/11/2018

Aprovado: 23/03/2019

Palavras-chave:

Musa sp.

Antracnose

Jatropha mollissima.

Key words:

Musa sp.

Anthracnosis

Jatropha mollissima

RESUMO

A antracnose causada pelo fungo *Colletotrichum musae* é considerada das mais importantes moléstias em frutos de banana. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do óleo fixo de pinhão bravo no controle *in vitro* de *C. musae*, em diferentes concentrações e metodologias de aplicação. O fungo foi isolado de frutos de bananeira, cultivado em meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (B.D.A). O experimento conduzido em esquema fatorial com 2 fatores (3 métodos de aplicação e 3 concentrações + 2 testemunhas), com sete repetições. Os métodos de aplicação foram: incorporação do óleo ao meio de cultura fundente; distribuição do óleo no meio de cultura solidificado e distribuição do óleo em papel filtro, fixado na parte interna da tampa da placa de Petri. As concentrações do óleo utilizadas foram: 0,1; 1 e 10%. As testemunhas foram: testemunha absoluta (sem óleo e sem fungicida) e testemunha relativa (sem óleo e com fungicida). O óleo testado em todas as concentrações e métodos de aplicação foi diluído em Tween 80. Diariamente, por dez dias foi medido o crescimento radial em centímetros do micélio do fungo. Os dados foram analisados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os tratamentos 1, 2, 5, 7, 8 e 11 proporcionaram maior inibição do crescimento micelial de *C. musae* e foram estatisticamente iguais entre si. O óleo fixo de pinhão bravo pode ser usado como medida alternativa de controle de *C. musae* em substituição aos pesticidas químicos.

ABSTRACT

The anthracnose caused by the fungus *Colletotrichum musae* is considered the most important diseases in banana fruits. The objective of this work was to evaluate the effect of the fixed oil of pinhão bravo in the *in vitro* control of *C. musae*, in different concentrations and application methodologies. The fungus was isolated from banana fruits, grown in Potato-Dextrose-Agar (B.D.A) culture medium. The experiment was conducted in a factorial scheme with 2 factors (3 application methods and 3 concentrations + 2 controls), with seven replicates. The methods of application were: incorporation of the oil into the fuse culture medium; distribution of the oil in the solidified culture medium and distribution of the oil in filter paper, fixed to the inner part of the lid of the Petri dish. The concentrations of the oil used were: 0.1; 1 and 10%. The controls were: absolute control (without oil and without fungicide) and relative control (without oil and with fungicide). The oil tested at all concentrations and application methods was diluted in Tween 80. The radial growth in centimeter of the mycelium of the fungus was measured daily for ten days. The data were analyzed by the Tukey test at 5% probability. The Treatments 1, 2, 5, 7, 8 and 11 provided greater inhibition of the mycelial growth of *C. musae* and were statistically equal to each other. The fixed oil of pinhão bravo can be used as alternative measure of control of the *C. musae* in substitution to the chemical pesticides.



INTRODUÇÃO

A cultura da bananeira (*Musa* spp.) pode ser afetada por diversas doenças tanto em pré quanto em pós-colheita. Dentre as que afetam na fase de pós-colheita, a antracnose destaca-se por estar amplamente disseminada e ainda pelas perdas por ela provocadas, se nenhuma ação de mitigação for empregada, reduzindo assim, a vida útil de prateleira dessa fruta que é amplamente consumida.

A sintomatologia da doença é expressa pelo aparecimento de lesões circulares de coloração escura com centro deprimido, na qual em umidade elevada produz sinais do patógeno de coloração rosada e/ou alaranjada. A coalescência das lesões também pode ser observada com o avanço da doença (CORDEIRO et al., 2000). A antracnose é incitada pelo fungo *Colletotrichum musae*, cuja forma e tamanho dos esporos é bastante variável e que se dá em função do patrimônio genético da planta, da própria patogenicidade do patógeno e das condições do ambiente. A infecção pode ocorrer ainda com o fruto ligado a planta mãe e os sintomas se manifestarem apenas após a colheita, quando no início da maturação do fruto, sendo por isso chamado de patógeno quiescente devido, provavelmente, a presença de taninos em frutos verdes e ausentes ou em baixa concentração em frutos maduros (CORDEIRO et al., 2005).

Sabe-se que somente frutos de alta qualidade, livres de pragas e doenças são capazes de conquistar novos mercados. Este fato, ganha notoriedade, pelos trabalhos destinados a encontrar métodos alternativos de controle de *C. musae*, seja por termoterapia, atmosfera modificada ou utilização de extratos e óleos vegetais como compostos substitutivos aos fungicidas sintéticos (OLIVEIRA et al., 2013; SILVA et al., 2016).

Neste contexto, medidas alternativas aos agrotóxicos são justificáveis, pois o uso exacerbado dos mesmos podem provocar efeitos danosos, seja ao ambiente ou a saúde humana. Referindo-se ao ambiente, destaca-se contaminação de mananciais de água, do solo, insetos polinizadores, peixes etc. por modificar o habitat natural desses animais e que se reflete de forma secundária ao bem estar humano. Para além do dano ao ambiente, ressalta-se ainda os efeitos deletérios à saúde humana, como intoxicações, câncer e em casos extremos até mesmo a morte (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018; TEIXEIRA, 2014).

É amplamente conhecido que espécies vegetais são compostas por complexos de substâncias com capacidade potencial de inibir o crescimento de microrganismos causadores de doenças, quer sejam em plantas, humanos e/ou animais (USHIMARU et al., 2007). De acordo com o United States Department of Agriculture (USDA) em 2009, plantas da família Euphorbiaceae são constituídas por compostos que apresentam a característica de atuarem como agentes antimicrobianos. Para Seixas et al., 2011, o controle fitossanitário a partir de óleos essenciais apresenta-se como método eficaz e de baixo impacto ambiental no combate a organismos patogênicos causadores de doenças em diferentes espécies vegetais.

Diante dessa premissa, produtos alternativos, fungicidas químicos e biofertilizantes foram testados para o manejo da antracnose na pós-colheita da manga ubá, por Lemos et al.,

2013. Foram testados, água destilada, como testemunha, prochloraz, óleo de alho, óleo de amêndoa de macaúba *Acrocomia aculeata* + leite em pó instantâneo (LPI), óleo de amêndoa de macaúba + tween, biofertilizante agro-mos, óleo de nim, quitosana e biomassa cítrica. Os autores verificaram que o óleo da amêndoa de macaúba + LPI e agro-mos foram os que mais retardaram o aparecimento dos sintomas, impondo ao patógeno maior período de incubação (nove dias) após a sua inoculação.

Testes de controle de fungos do gênero *Colletotrichum* sp. pela utilização de óleos essenciais de palmeiras amazônicas Murmuru (*Atrocaryum ulei*) e Pataúá (*Oenocarpus bataua*) nas quantidades de 1; 5; 10; 15 e 30 mL, demonstraram que o óleo de Murmuru proporcionou o maior efeito inibidor do fungo a partir da dose de 1 mL de maneira que a inibição do crescimento micelial era diretamente proporcional as aplicações crescentes das concentrações e o óleo de pataúá teve seu melhor potencial inibidor nas doses de 10, 15 e 30 mL (ABREU et al., 2014). Nozaki et al. (2013), utilizando óleos essenciais no controle do *Colletotrichum gloeosporioides* em frutos de goiaba, reduziram o número de lesões nos frutos pelos óleos de camomila e hortelã. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o potencial fungicida do óleo fixo de pinhão bravo (*Jatropha mollissima* (Pohl) Baill.) na inibição do crescimento micelial de *C. musae*.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio de fungitoxicidade foi realizado nos Laboratórios de Química e Biologia da Universidade Estadual do Piauí (UESPI), Campus Professor Alexandre Alves de Oliveira situado no município de Parnaíba-PI (2°54'18.2"S, 41°45'30.6"W). As sementes de pinhão bravo utilizada na extração do óleo fixo foram coletadas na mata nativa da região, às margens da PI 116, no município de Luís Correia, PI (2°54'15.3"S, 41°36'13.3"W).

O fungo foi isolado, a partir de frutos de banana com sintomas da doença em placas de Petri de 90 x 15 mm de diâmetro, contendo meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (B.D.A.), seguindo a metodologia de Alfenas e Mafia (2007). Foi acrescido, no processo de isolamento do fungo, o antibiótico ampicilina ao meio de cultura ainda fundente para evitar o crescimento de contaminantes bacterianos.

Para obtenção do óleo fixo de *J. mollissima* a partir das sementes, as mesmas foram separadas do fruto pelo processo de secagem ao sol e em seguida trituradas. O óleo foi obtido pelo processo de extração com o solvente hexano e, posteriormente, foi rotaevaporado sob pressão reduzida, seguindo metodologia adaptada de Simões et al. (2010). Após a extração, o óleo foi acondicionado em recipiente de vidro tipo âmbar e mantido em refrigeração para garantir a integridade do material.

O delineamento experimental utilizado para o ensaio foi o inteiramente casualizado (D.I.C.), em esquema fatorial com 2 fatores, a saber: 3 métodos de aplicação e 3 concentrações + 2 testemunhas (1 testemunha absoluta e 1 testemunha relativa), compondo onze tratamentos, cada um com sete repetições. Cada parcela experimental foi constituída por uma placa de Petri.

As concentrações testadas neste trabalho foram: 0,1; 1 e 10%. A metodologia de aplicação das concentrações do óleo

consistiu em três diferentes maneiras, a saber: MEIO FUNDENTE - o óleo foi adicionado e diluído no meio de cultura no estado líquido B.D.A. ainda fundente a temperatura de aproximadamente $45^{\circ}\text{C} \pm 2$, homogêneo e vertido em placas de Petri de 90x15 mm; MEIO SÓLIDO - o óleo foi distribuído sobre o meio de cultura solidificado na placa de Petri com uma alça de Drigalsky; PAPEL FILTRO - o óleo foi adicionado ao papel filtro esterilizado fixado na superfície interna da tampa da placa de Petri. O óleo utilizado nas três concentrações e metodologias de aplicação foi diluído em Tween 80 e o volume em cada repetição por tratamento foi de 1ml.

Uma vez definidas as concentrações e formas de aplicação do óleo, descritas no parágrafo anterior, os tratamentos ficaram assim nomeados: 1 - óleo fixo a 10% incorporado ao meio fundente (MF); 2 - óleo fixo a 10% distribuído sobre o meio sólido (MS); 3 - óleo fixo a 10% distribuído em papel filtro (PF) fixado na parede interna da tampa da placa de Petri; 4 - óleo fixo a 1% incorporado ao meio fundente (MF); 5 - óleo fixo a 1% distribuído sobre o meio sólido (MS); 6 - óleo fixo a 1% distribuído em papel filtro (PF) fixado na parede interna da tampa da placa de Petri; 7 - óleo fixo a 0,1% incorporado ao meio fundente (MF); 8 - óleo fixo a 0,1% distribuído sobre o meio sólido (MS); 9 - óleo fixo a 0,1% distribuído em papel filtro (PF) fixado na parede interna da tampa da placa de Petri; 10 - adição de água destilada e esterilizada ao meio de cultura; 11 - adição de fungicida químico Difenconazol ao meio de cultura. Cada placa de Petri foi devidamente identificada e logo após, seguiu para a exposição do fungo aos tratamentos descritos.

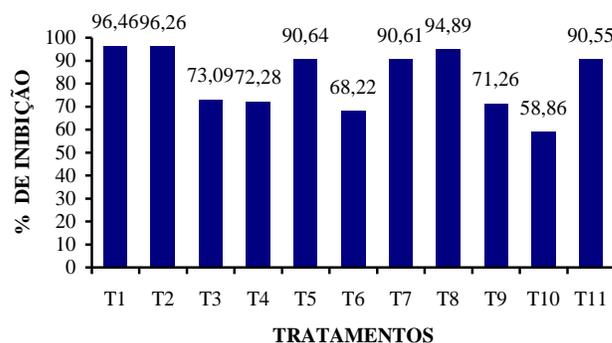
O teste da atividade antifúngica do óleo contra *C. musae* foi realizado *in vitro*. Para tal, discos de meio de cultura, medindo 5 mm de diâmetro, contendo micélio de *C. musae*, foram transferidos para as placas de Petri previamente tratadas com o óleo, conforme descrito na etapa anterior. As placas de Petri foram lacradas com fita plástica de PVC, incubadas em câmara tipo B.O.D. (Biochemistry Oxygen Demand), na qual foram submetidas à temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 2$ e 12 horas de luz, por um período de 10 Dias Após a Instalação (D.A.I.) do experimento.

As avaliações foram realizadas diariamente pela medição radial em cm do crescimento micelial do fungo (duas medidas diametralmente opostas), com o auxílio de uma régua milimétrica. A partir destas medições, obteve-se a média do crescimento micelial em cada tratamento. Tais médias foram transformadas em porcentagem de crescimento, considerando o tamanho da placa de Petri com 90mm de diâmetro como o tamanho máximo a ser atingido por cada colônia fúngica. Por diferença entre o máximo a ser alcançado e o tamanho real da colônia, determinou-se a proporção de inibição do crescimento em cada tratamento. Estes dados, por sua vez, foram submetidos ao teste de Cochran, a fim de verificar a homogeneidade na variância dos erros. A análise de variância (ANOVA) foi realizada com os valores médios em milímetro do crescimento micelial de *C. musae*. Uma vez que se detectou diferença significativa entre as médias, as mesmas foram submetidas ou comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, com o auxílio do Software ASSISTAT versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O óleo fixo de pinhão bravo inibiu proporcionalmente o crescimento micelial de *C. musae* com valores percentuais superiores a 90% nos tratamentos 1 (96,46), 2 (96,26), 8 (94,82), 5 (90,64), 7 (90,61) e 11 (90,55%). Dentre estes, apenas o T11 é fungicida químico sintético (agrotóxico), os demais são o óleo fixo de *J. mollissima*, variando a concentração e metodologia de aplicação (Figura 1). Resultado semelhante foi encontrado por Borges (2011) com óleos essenciais de cravo-da-índia, tomilho, capim limão, orégano, manjerição, erva-doce e canela, em que, todos foram eficazes de impedir o desenvolvimento de *C. musae*, com o aumento gradativo das concentrações dos óleos essenciais assemelhando-se ao fungicida químico. Este resultado ressalta a capacidade e/ou potencialidade do uso deste composto natural em substituição ao uso de pesticidas químicos.

Figura 1. Inibição do crescimento micelial de *Colletotrichum musae* em porcentagem, submetido ao tratamento com óleo fixo de *Jatropha mollissima*, sob diferentes concentrações e métodos de aplicação.



T1 - óleo a 10% incorporado ao meio fundente; T2 - óleo a 10% distribuído sobre o meio sólido; T3 - óleo a 10% distribuído em papel filtro fixado na superfície interna da placa de Petri; T4 - óleo a 1% incorporado ao meio fundente; T5 - óleo a 1% distribuído sobre o meio sólido; T6 - óleo a 1% distribuído em papel filtro fixado na superfície interna da placa de Petri; T7 - óleo a 0,1% incorporado ao meio fundente; T8 - óleo a 0,1% distribuído sobre o meio sólido; T9 - óleo a 0,1% distribuído em papel filtro fixado na superfície interna da placa de Petri; T10 - cultura pura fúngica sem a adição do óleo e sem fungicida químico; T11 - cultura pura fúngica com uso do fungicida Difenconazol.

Em contraposição, pelo ângulo do crescimento micelial de *C. musae*, ainda na figura 1, os tratamentos em que se notou os maiores diâmetros de colônias de *C. musae* foram: 3 (24,22); 4 (24,95); 9 (25,87); 6 (28,60) e 10 (37,02 mm). Apesar de pertencerem a famílias vegetais distintas daquelas estudadas por Borges (2011), o óleo de *J. mollissima* também chegou próximo a capacidade máxima de inibição do crescimento micelial do *C. musae* e da mesma forma assemelhou-se ao fungicida químico, em todas as concentrações testadas, diferindo apenas em seu método de aplicação. Os resultados obtidos neste trabalho aumentam a gama de espécies vegetais com capacidade fungitóxica a *C. musae*.

Barbosa et al., (2015) avaliando o potencial antifúngico de óleos essenciais extraídos da palmarova (*Cymbopogon Martinii*

Roxb. Wats. var. motia Burk.), sobre o fungo *Colletotrichum musae* verificaram que os óleos da palmarova não teve diferença estatística dos resultados obtidos com o fungicida desde a menor dose durante todo o período avaliado. O óleo fixo de *J. mollissima* também proporcionou a inibição do crescimento micelial do referido fungo em todas as concentrações testadas não diferindo estatisticamente dos resultados obtidos com o fungicida químico, corroborando a efetivação do uso de compostos vegetais no combate a microrganismos fitopatogênicos e ainda possibilita que estes compostos vegetais sejam substitutos ou complementos dos fungicidas químicos.

O uso de óleos essenciais no controle pós-colheita da antracnose em frutos de banana prata e caturra foi testado por Carvalho et al. (2018). Os autores verificaram redução na germinação de esporos de *C. musae* com a subsequente diminuição da severidade da doença da ordem de 22,69 e 26,79% quando se usou o óleo essencial de erva cidreira. Para o óleo de hortelã a redução foi de 30,71%. O óleo de canela proporcionou, além da inibição da germinação de esporos, o controle da doença de 98,49%. Resultados semelhantes foram alcançados neste trabalho, muito embora aqui, o teste tenha sido realizado *in vitro* e no trabalho comparado tenha sido *in vivo*, estes dados conferem robustez ao potencial uso do óleo de pinhão bravo como medida de controle da antracnose na pós-colheita de frutos de banana.

Considerando os métodos de aplicação, ainda na figura 1 associados às respectivas concentrações do óleo fixo de *J. mollissima*, aqueles que proporcionaram menor crescimento da colônia de *C. musae* foram: o método em meio fundente (MF) à 10 e 0,1%, e o método em meio sólido em todas as concentrações testadas. Paradoxalmente, o resultado obtido no método de aplicação do óleo em papel filtro não conseguiu reduzir de forma considerável o crescimento micelial em nenhuma das concentrações testadas, quando comparado à testemunha relativa. Isto se deve, provavelmente, ao fato de o óleo fixo de pinhão bravo não possuir constituintes fitoquímicos voláteis e, portanto, incapaz de atuar como inibidor, inviabilizando assim, esta forma de emprego do óleo. Este fato evidencia a necessidade de contato direto do óleo com as estruturas vegetativas e reprodutivas do fungo (micélio e esporos), respectivamente.

O controle pós-colheita de *C. musae* em banana por extrato de cânfora (*Artemisia camphorata*) e quitosana com dois métodos de aplicação (em meio de cultura sólido e outro líquido), logrou êxito, uma vez que, os compostos testados proporcionaram a inibição do crescimento micelial do fungo de até 41% na concentração de 25% do extrato de cânfora em meio sólido. Em meio líquido o extrato de cânfora não inibiu o desenvolvimento do fungo, já a quitosana inibiu em 48% o crescimento micelial (CARRÉ et al., 2006). O resultado acima mostra uma divergência na eficácia do método de aplicação em meio líquido quando comparado ao resultado obtido neste trabalho, isto porque, aqui se obteve elevados níveis de inibição micelial chegando até mais de 90%, nas concentrações de 10 e 0,1% do óleo de pinhão bravo, igualando-se ao fungicida químico. Porém houve uma concordância na eficácia do método de aplicação em meio sólido.

A atividade antifúngica de extratos de *Momordica charantia* L. sobre *C. musae* foi avaliada por Celoto et al. (2011) os quais confirmaram que o extrato aquoso e hidroetanólico, obtidos de folhas e ramos, em meio sólido, proporcionaram 71 e 65% de inibição do crescimento micelial, respectivamente. Esse resultado corrobora com os encontrados neste trabalho, quanto ao método de aplicação em meio sólido (MS), que foi eficiente na inibição do crescimento micelial do *C. musae*, superando 90% de inibição.

O controle de *C. musae* com o óleo essencial de pimenta de macaco (*Piper adunum*) foi testado por Bastos e Albuquerque (2004). O óleo foi eficiente na redução do crescimento micelial já a partir da segunda maior concentração (100 µg/ml) em meio fundente, proporcionando à inibição de 85% do crescimento micelial e de 100% na sua maior concentração (150 µg/ml). O óleo fixo do pinhão bravo também foi eficiente na inibição do crescimento micelial, desde a menor até a maior concentração, tanto em meio fundente, quanto em meio sólido, de tal maneira que não houve diferença significativa entre as dosagens, uma vez que, estas chegaram próximo à inibição total do micélio do fungo, assemelharam-se ao poder inibitório do fungicida químico.

Sarmiento-Brum et al. (2013) utilizando óleo essencial de capim citronela (*Cymbopogon nardus*) como inibidor do crescimento do fungo *Rhizoctonia solani*, com aplicação em três diferentes métodos: óleo diluído aplicado em meio de cultura solidificado, em papel filtro e meio de cultura fundente e da mesma forma como óleo puro, isto é, sem diluição, observaram que tanto o óleo aplicado de forma diluída, quanto na forma pura ou bruta, foi possível reduzir o crescimento micelial do fungo. Porém de todos os métodos aplicados o uso do óleo puro sobre o meio de cultura solidificado foi o mais eficiente na redução do diâmetro micelial e a aplicação do óleo diluído em meio fundente foi o que menos reduziu o crescimento micelial do fungo. O resultado acima ratifica os encontrados neste trabalho, no que tange ao método de aplicação do óleo diluído em meio solidificado, pois esse método proporcionou níveis de inibição micelial acima de 90%, porém diverge para o método de aplicação do óleo em meio fundente, pois esse método, neste trabalho também proporcionou halos de inibição acima de 90%, de tal forma que, ambos os métodos não diferiram estatisticamente dos níveis de inibição proporcionado pelo fungicida químico Difenconazol.

Pelo teste de comparação de médias aplicado, verificou-se (Tabela 1) que os tratamentos 1, 2, 8 e 11, foram estatisticamente iguais entre si, proporcionando menor crescimento micelial de *C. musae* quando comparados à testemunha absoluta (sem adição de óleo e/ou fungicida). Isto permite inferir que o óleo apresenta potencial fungicida e/ou fungistático, ressaltando sua importância como alternativa de controle do patógeno. Destaca-se que no tratamento 11, consta a adição de fungicida químico e este teve o mesmo comportamento padrão de comportamento, comparado àqueles observados nos tratamentos com adição do óleo, a saber: 1, 2 e 8. O maior crescimento micelial do fungo foi observado no tratamento 10 (testemunha absoluta, cultura pura do fungo, sem a adição do óleo e sem fungicida). Este fato corrobora a necessidade de uso de medidas de controle do agente causal da antracnose em frutos de banana. Evento similar de elevado padrão de crescimento do fungo, também ocorreu com os tratamentos 3, 4,

6 e 9, que foram estatisticamente iguais ao tratamento 10, chamado testemunha absoluta.

Tabela 1. Crescimento micelial (C.M.) de *C. musae*, tratado com óleo *J. mollissima*.

Tratamentos	C.M. (mm)
1. Óleo a 10% incorporado ao meio fundente (MF)	3,29 c
2. Óleo a 10% distribuído no meio sólido (MS)	3,37 c
3. Óleo a 10% distribuído em papel filtro (PF) na superfície internada placa de Petri	24,22 ab
4. Óleo a 1% incorporado ao meio fundente (MF)	24,95 ab
5. Óleo a 1% distribuído sobre o meio sólido (MS)	8,42 bc
6. Óleo a 1% distribuído em papel filtro (PF) na superfície interna da placa de Petri	28,60 a
7. Óleo a 0,1% incorporado ao meio fundente (MF)	8,46 bc
8. Óleo a 0,1% distribuído sobre o meio sólido (MS)	4,66 c
9. Óleo a 0,1% distribuído em papel filtro (PF) na superfície interna da placa de Petri	25,87 ab
10. Cultura pura fúngica sem a adição do óleo fixo	37,02 a
11. Cultura pura fúngica com uso do fungicida Difenconazol	8,50 c

*Valores seguidos de mesma letra não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Negreiro et al. (2013) estudando o controle da antracnose na pós-colheita da banana-prata com produtos alternativos, sendo estes descritos a seguir: extrato cítrico, óleo de nim, óleo de alho, quitosana, óleo de pimenta longa, óleo de cravo-da-índia e o Tiabendazol como fungicida químico, verificaram que o óleo de alho reduziu a incidência da doença nos frutos em 87,67%. Em frutos tratados com óleo de pimenta-longa a redução foi da ordem de 53,4%, de tal forma que aos 16 dias após os tratamentos a severidade da doença nos frutos tratados com o fungicida e com o óleo de alho manteve-se abaixo de 2%. Resultados semelhantes foram encontrados neste trabalho quanto à igualdade de comportamento do óleo com o fungicida químico na capacidade de inibir o fungo.

O óleo essencial e a resina de copaíba foram utilizados no controle da antracnose *in vitro* na pós-colheita do maracujazeiro amarelo sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, onde o óleo essencial de copaíba conseguiu reduzir o crescimento do fungo em 88,9%, na sua maior concentração ao passo que a resina da copaíba inibiu o crescimento do fungo em 97,1%, na sua segunda maior concentração (ARAÚJO NETO et al., 2014). Esses resultados conferem robustez ao uso dos óleos vegetais no combate aos fungos fitopatogênicos, sobretudo para o óleo fixo de pinhão bravo, pois este proporcionou controle no desenvolvimento do fungo em estudo, uma vez que esse não diferiu do fungicida químico e com percentuais de inibição maiores que 90%.

Avaliando a severidade da antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, em frutos do maracujazeiro amarelo tratados com produtos naturais (óleos de nim, de copaíba e o vinho de jatobá), Solino et al. (2012), mostraram que nos testes *in vitro* o óleo de nim atingiu a redução máxima de 42,9%, o óleo de copaíba proporcionou uma redução de 24,4%, o vinho de jatobá atingiu inibição máxima de 19,82% do diâmetro do crescimento micelial.

Embora os vegetais acima citados como plantas constituintes de produtos alternativos no combate a fitopatogênicos (óleos, resinas e extratos) sejam de grande distância taxonômica de *Jatropha mollissima*, eles carregam consigo pelo menos um dos compostos fitoquímicos que também são encontrados no óleo, no extrato e látex de plantas do gênero *Jatropha* sp. em especial, na espécie *mollissima*, quais sejam: Alcalóides, flavonas e terpenos (Triterpenos), já encontradas e identificados por Leal e Agra (2005); Gomes et al. (2011); Bessa (2013) e Beserra (2014). Sendo estes os prováveis compostos fitoquímicos ativos presentes no óleo de *J. mollissima*, responsáveis por impedir o desenvolvimento normal das colônias fúngicas em especial a de *C. musae*.

É importante ainda realizar a caracterização fitoquímica do óleo de *J. mollissima* para que seus compostos possam ser estudados de forma isolada e, assim, poder determinar/identificar o princípio ativo do óleo, responsável por causar a anormalidade no desenvolvimento da colônia do *C. musae*.

Para maior eficiência de controle, é necessário haver o contato direto das estruturas vegetativas (micélio) e reprodutivas (esporos) do fungo com os compostos presentes no óleo, uma vez que o mesmo não possui constituintes voláteis.

CONCLUSÕES

O óleo fixo de *Jatropha mollissima* tem efeito fungicida ou fungistático, entretanto, faz-se necessária a determinação desse efeito, isto é, se o óleo apenas paralisa o crescimento do fungo ou se causa a morte deste, por destruição ou inativação de seus componentes celulares ou ainda, o modo de ação do mesmo.

O potencial do óleo de pinhão bravo em inibir *Colletotrichum musae* é equiparado ao fungicida Difenconazol, pertencente ao grupo químico dos triazóis.

É recomendável testes *in vivo* quanto ao uso do óleo de *Jatropha mollissima* no controle pós-colheita da antracnose da banana em detrimento ao uso de pesticidas químicos.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. G. P.; FERREIRA, J. B.; NEVES, Y. Y. B.; ARAUJO, M. L.; SOUZA, R. B. Efeito fungitóxico de óleos essenciais de palmeiras amazônicas sobre *Colletotrichum* sp. Enciclopédia Bioesfera, v. 10, n. 19, p. 897, 2014.
- ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. Métodos em fitopatologia. Viçosa: Editora UFV, 2007. 382 p.
- ARAÚJO NETO, S. E.; FRANCISCO, W. M.; ANDRADE NETO, R. C.; LUSTOSA, C.; RIBEIRO, S. A. L. Controle pós-colheita da antracnose do maracujazeiro amarelo com aplicação de óleo de copaíba. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 36, n. 2, p. 509-513, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-146/13>
- BARBOSA M. S.; VIEIRA, G. H. C.; TEIXEIRA, A. V. Atividade biológica *in vitro* de própolis e óleos essenciais sobre o fungo *Colletotrichum musae* isolado de bananeira (*Musa*

- spp.). Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 17, n. 2, p. 254-261, 2015. http://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/13_063
- 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 v.29, p.555-557, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-41582004000500016>
- BESERRA, F. P.; AGUIAR, R. W. S.; CARVALHO, E. E. N.; BORGES, J. C. M.; VALE, B. N. *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) como novo bioinseticida: análise fitoquímica preliminar e atividade larvicida contra *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Revista Amazônia Science & Health. V. 2, n. 3, p. 17-25, 2014.
- BESSA, N. G. F.; BORGES, J. C. M.; BESERRA, F. P.; CARVALHO, R. H. A.; PEREIRA, M. A. B.; FAGUNDES, R.; CAMPOS, S. L.; RIBEIRO, L. U.; QUIRINO, M. S.; CHAGAS JUNIOR, A.F. ALVES, A. Prospecção fitoquímica preliminar de plantas nativas do cerrado de uso popular medicinal pela comunidade rural do assentamento vale verde – Tocantins. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Campinas, v.15, n.4, suplemento I, p. 692-707, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-05722013000500010>.
- BORGES, D. I. Óleos Essenciais no comportamento da antracnose na pós-colheita de banana prata. 154 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)- Universidade Federal de Lavras, Lavras –MG, 2011.
- CARRÉ, V.; STANGALIN, J. R.; BECKER, A.; ZANELLA, A. L.; GONÇALVES JUNIOR, 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 Paraensis, v. 5, n. 1, p. 57-66, 2006. <http://dx.doi.org/10.1818/sap.v5i1.2091>
- CARVALHO, J. H.; LEITE, K.; MOURA, G. S.; BONOME, L. T. S.; FRANZENER, G. Controle pós-colheita da antracnose em banana tratadas com óleos essenciais. Synergismus científica. v. 13, n. 1, p. 199-200, 2018.
- 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, v. 13, n. 3, p. 337-341, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-05722011000300013>.
- COELHO, A. F. S.; DIAS, M. S. C.; RODRIGUES, M. L. M.; LEAL, P. A. M. Controle pós-colheita da antracnose da banana-prata anã tratada com fungicidas e mantida sob refrigeração. Ciência e Agrotecnologia, v. 34, n. 4, p. 1004-1008, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000400029>.
- CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P. Doenças fúngicas e bacterianas. In: CORDEIRO, Z. J. M. (org.) Banana, Fitossanidade. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 121p. (Frutas do Brasil 8.)
- CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P.; KIMATI, H. Doenças da bananeira (*Musa* spp.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. (eds.). Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, 663 p.
- GOMES, R. V. R. S.; VILELA, V. L. R.; GOMES, E. N.; MAIA, A. J.; ATHAYDE, A. C. R. Análise fitoquímica de extratos botânicos utilizados no tratamento de helmintos gastrintestinais de pequenos ruminantes. Revista Caatinga, v. 24, n. 4, p. 172-177, 2011.
- LEAL, C. K. A.; AGRA, M. F. Estudo farmacobotânico comparativo das folhas de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. e *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill. Acta Farmacêutica Bonaerense, v. 24, n. 1 p. 5-13, 2005.
- LEMOES, L. M. C.; COUTINHO, P. H.; SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L.; CECON, P. R.. Controle da antracnose na pós-colheita de manga “Uba” com o uso de produtos alternativos. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 35, n. 4, p. 962-970, 2013.
- LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. Saúde Debate, v. 42, n. 117. P. 518-534, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-1104201811714>.
- NEGREIRO, R. J. Z.; SALOMÃO, L. C. C.; PEREIRA, O. L.; CECON, P. R.; SIQUEIRA, D. L. Controle da antracnose na pós-colheita de bananas “prata” com produtos alternativos aos agrotóxicos convencionais. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 35, n. 1, p. 51-58, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452013000100007>
- NOZAKI, M.; DETONI, A. M.; DONADEL, F. Controle alternativo de *Colletotrichum gloeosporioides* em frutos de goiaba com óleos essenciais. Anhanguera Educacional, v. 17, n. 2, p. 63-69, 2013. <http://dx.doi.org/10.7213/academica.10.S01.AO06>
- OLIVEIRA, E.S.; VIANA, F. M. P.; MARTINS, M. V. V.; PESSOA, M. N. G. Alternativas limpas para controle da podridão pós-colheita causada por *Colletotrichum* em banana. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013. 31 p. (EMBRAPA. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 83).
- SARMENTO-BRUM, R. B. C. S.; SANTOS, G. R.; CASTRO, H. G.; GONÇALVES, C. G.; CARDON, C. H.; LEÃO, E. U.; SARMENTO, R. A. Avaliação *in vitro* de diferentes métodos de aplicação de fungitoxicidade de óleos essenciais. Bioscience Journal. v. 29, n. 3, p. 623 – 626, 2013.
- SEIXAS, P. T. L.; CASTRO, H. C.; SANTOS, G. R.; CARDOSO, D. P. Controle fitopatológico do *Fusarium*

subglutinans pelo óleo essencial do capim citronela (*Cymbopogon nardus* L.) e do composto citronelal, Revista Brasileira de Plantas Mediciniais. v.13, p,523-526, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-05722011000500003>.

SILVA, F. A. S. AZEVEDO, C. A. V. Software Assisat Versão 7.7 beta. 2016.

SILVA, L. M.; BARBOSA, M. G.; FERNANDES, M. B.; RIBEIRO, R. C. F.; MIZOBUTSI, E. H. Progresso temporal e controle da antracnose em banana no semiárido norte mineiro. Revista Brasileira de Fruticultura, v.38, n. 1. 081-091, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-299/14>.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. (Orgs). Farmacognosia: da planta ao medicamento. 6.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS: Florianópolis: Editora da UFSC, 2010. 1104p.

SOLINO, A. J. S. ARAÚJO NETO, S. E.; SILVA, A. N.; RIBEIRO, A. M. A. S. Severidade da antracnose e qualidade dos frutos de maracujá-amarelo tratados com produtos naturais em pós-colheita. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 34, n. 1, p. 57-66, 2012.

TEIXEIRA, J. R. B.; FERRAZ, C. E. O.; COUTO FILHO, J. C. F.; NERY, A. A.; CASOTTI, C. A. Intoxicações por agrotóxicos de uso agrícola em estados do Nordeste brasileiro, 1999-2009. Epidemiologia e Serviços de Saúde. v. 23, n. 3. p. 497-508. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742014000300012>.

USDA, UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Dr. Duke's phytochemical and ethnobotanical databases, Base de dados, 2009. Disponível em:< www.usda.gov>. Acessado em: 14 nov. de 2017.

USHIMARU, P. I. SILVA, M. T. N.; DI STASI, L. C.; BARBOSA, L.; FERNANDES JUNIOR, A. Antibacterial activity of medicinal plant extracts, Brazilian Journal of Microbiology, v.38, n. 4. p.717-719, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-83822007000400024>