

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 13 (6)

June 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/1362020994>

Article link

<http://sea.ufr.edu.br/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=994&path%5B%5D=pdf>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES, CrossRef



Uso de óleos essenciais no controle do fungo *Fusarium oxysporum* isolado no norte do MT

Use of essential oils in the control of the fungus *Fusarium oxysporum* isolated in northern MT

B. F. Gama, G. A. Paiva, L. S. Silva, T. R. Medeiros, A. P. S. Rodrigues, L. F. Gibbert, A. M. C. Sorato, O. R. Campos

Univesidade do Estado de Mato Grosso

Author for correspondence: bruna_franciely.96@hotmail.com

Resumo: A banana é uma das frutas mais consumidas no mundo, com alto valor nutritivo, sabor incomparável e preço acessível. Entretanto, a bananeira pode ser afetada por inúmeras doenças, sendo o mal do Panamá uma patologia causada pelo *Fusarium oxysporum*, com grande impacto na cultura. Com o intuito de encontrar métodos eficientes e sustentáveis no controle desse fitopatógeno, o objetivo desse trabalho foi avaliar a atividade antifúngica de diferentes óleos vegetais. O experimento foi realizado no Laboratório de Microbiologia da Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta – MT, instalado em delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos, sendo 4 óleos vegetais (melaleuca, eucalipto, citronela, menta) e a testemunha (contendo apenas o disco de *Fusarium oxysporum*), com 5 repetições. Os óleos essenciais mensurados foram incorporados ao meio de cultura BDA, com concentrações de 0%, 0,2%, 0,4%, 0,6% e 0,8% e os tratamentos vertidos em placas de Petri. Posteriormente, foi inserido em cada placa 1 disco de 9 mm do fitopatógeno puro. As placas foram redirecionadas a BOD, com temperatura de 25°C e fotoperíodo 12/12 horas. A avaliação se iniciou após 24 horas, com medições do diâmetro das colônias feitas até o nono dia. Esses dados foram utilizados no cálculo do índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) e ao percentual de inibição de crescimento (PIC) e finalmente submetidos a análise de variância, sendo observado que os óleos apresentam efeitos diferentes entre si. Dessa maneira, após o teste de comparação de médias, foi observado que os óleos de melaleuca e eucalipto são semelhantes com a testemunha, ou seja, não são eficientes no controle do fungo em questão já que apresentam IVCM elevado. Os óleos de citronela e menta demonstraram eficácia no controle do patógeno, com baixo valor de IVCM e alto valor de PIC.

Palavras-chaves: Antifúngico, controle, *Fusarium oxysporum*, óleos essenciais

Abstract: Banana is one of the most consumed fruits in the world, with high nutritional value, unparalleled flavor and affordable price. However, banana can be affected by numerous diseases, and Panamanian malaria is a pathogen caused by *Fusarium oxysporum*, with great impact on the culture. In order to find efficient and sustainable methods to control this phytopathogen, the present work aims to evaluate the antifungal activity of different vegetable oils. The experiment was carried out in the Microbiology Laboratory of the State University of Mato Grosso, Alta Floresta - MT, installed in a completely randomized design with 5 treatments, 4 vegetable oils (melaleuca, eucalyptus, citronella, mint) and the control *Fusarium oxysporum* disk) with 5 replicates. The measured essential oils were incorporated into the BDA culture medium at the concentration of 0.6% and the treatments were poured into Petri dishes. Subsequently, a 9 mm disk of pure phytopathogens was inserted into each plate. The plates were redirected to BOD, with a temperature of 25°C and photoperiod 12/12 hours. The evaluation began after 24 hours, with measurements of the diameter of the colonies made up to the ninth day. These data were used in the calculation of mycelial growth rate index (IVCM) and percentage of growth inhibition (PIC) and finally submitted to analysis of variance, being observed that the oils have different effects between them. Thus, after the test of comparison of means, it was observed that the oils of melaleuca and eucalyptus are similar with the control, that is, they are not efficient in the control of the fungus in question since they present high IVCM. Citronella and mint oils demonstrated efficacy in the control of the pathogen, with a low IVCM value and high PIC value.

Key words: Antifungal, control, *Fusarium oxysporum*, essential oils

Introdução

A banana está entre as frutas mais consumidas mundialmente, sendo altamente nutritiva, saborosa e acessível financeiramente, apresentando grande diversidade de consumidores (Barros et al., 2008).

O consumo no Brasil chega a 25 kg/ano por indivíduo, sendo a 2ª fruta com maior consumo e produção, atrás apenas de frutos cítricos (Anuário Brasileiro De Fruticultura, 2017), apresenta baixo custo de cultivo e produção ao efetuar comparações com outras espécies frutíferas (Gasparott & Pereira, 2010).

A bananeira contém uma enorme diversidade de espécies, mas poucas se destacam devido a exigência comercial e aos aspectos agrônômicos (Silva et al., 2018). Os quais, segundo o mesmo autor, podem ser a produtividade, tolerância a pragas e doenças, resistência à seca, porte e resistência ao frio. Dentre as variedades mais cultivadas no Brasil, tem-se a banana maçã, que apresenta baixa resistência a doença “mal do Panamá” (Leonel & Júnior, 2007).

A cultura ao ser acometida pela doença pode refletir na diminuição da produção e na mortalidade da planta. Nesse contexto o mal do Panamá ou Fusariose, considerado uma patologia de grande importância para a cultura, é ocasionada pelo fitopatógeno *Fusarium oxysporum* (Silva, 2007).

O mal-do-Panamá é a doença vascular gerada pelo fungo do solo, *Fusarium oxysporum*, sendo o mesmo responsável por comprometer a produtividade da bananeira, causando amarelecimento e murcha de plantas (Sampaio et al., 2012). A sua sobrevivência ocorre em restos de cultura, como parasita em hospedeiros nativos e no solo a partir de estruturas de resistência chamadas de clamidósporos (CORDEIRO, et al. 2004).

O seu controle é dificultoso, haja visto que o fungo apresenta grande capacidade de sobrevivência, devido as suas estruturas de resistência, denominadas clamidósporos (AGRIOS, 2005). As cultivares de banana maçã apresentam suscetibilidade a essa doença (SILVA et al., 2011) e, segundo Rosales et al. (2003), o método mais eficiente de controle é o uso de variedades resistentes. Outros métodos recomendados são rotação de cultura, inundação por 6 meses, com o intuito de erradicar o microrganismo, eliminação de plantas contaminadas e adubação ponderada (Kimati & Gali, 1980).

O surgimento de fungicidas sistêmicos traz nova perspectiva sobre a obtenção de mudas sadias através de tratamentos químicos (Silva, 2007). O uso de defensivos agrícolas é um método comum, contudo gera gastos elevados, onde 15 % das perdas são ocasionadas por doenças (Amora, 2011). Embora a utilização de defensivos agrícolas apresenta uma solução para a produção de

algumas cultivares de bananas, ela pode causar danos à saúde e ao ambiente, como a contaminação da água, animais, alimentos e solo (Primavesi, 1997).

Diante do cenário atual, se faz necessário a busca por métodos alternativos de controle minimizando os impactos sociais, ambientais e econômicos. Os extratos e óleos vegetais, com base em diversas pesquisas, são considerados fungicidas eficientes, com resultados promissores no controle de diversos fitopatógenos (Carneiro et al., 2007). Segundo Fonseca et al., (2015), o óleo essencial de alecrim-do-campo teve êxito na diminuição do crescimento de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, *F. solani* f. sp. *phaseoli*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotinia minor*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* e *Macrophomina phaseolina*. Além do alecrim, o extrato de cúrcuma (*Curcuma longa* L.) promove o controle de *Fusarium* spp em sementes de soja (Coppo, et al., 2018).

Desse modo, o intuito é avaliar a eficiência antifúngica de óleos vegetais sobre o *Fusarium oxysporum* *in vitro*.

Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Microbiologia da Universidade do Estado de Mato Grosso, município de Alta Floresta – MT. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso com 5 tratamentos e 5 repetições. Os tratamentos consistiriam em 4 óleos vegetais (melaleuca, eucalipto, citronela, menta) e a testemunha (contendo apenas o disco de *Fusarium oxysporum*).

O *Fusarium oxysporum* foi obtido, através da coleta de tecidos infectados do pseudocaule de uma bananeira no município de Paranaíta – MT. A planta começou a apresentar características referentes as doenças bióticas, o que levou a extração de material para a análise. O material passou pelo processo de isolamento indireto, que consiste na retirada de fragmentos entre o tecido lesionado e o tecido sadio, pois é onde há maior atividade do patógeno (Carollo et al, 2016).

Os fragmentos passaram por esterilização com álcool, hipoclorito e água destilada, posteriormente colocados em placas com meio de cultura BDA (Batata, Dextrose e ágar) e levadas a BOD, onde se deu o crescimento e desenvolvimento do fungo, com o auxílio de microscópio, manuais de identificação e os sintomas que a planta apresentava (Figura 1A, 1B e 1C), foi possível a visualização e identificação de esporos de *Fusarium oxysporum*.

Foi notável a descoloração de pseudocaule, apresentando em seu interior aspecto podre, além do amarelecimento e morte do tecido foliar (Figura 1A).

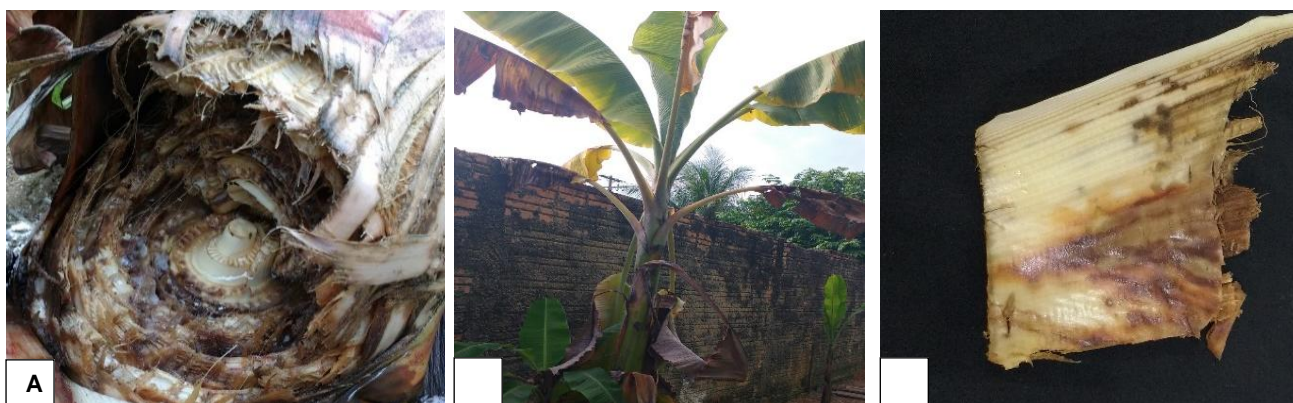


Figura 1. Escurecimento do pseudocaulo, e presença de necrose nos vasos(A), amarelecimento e morte do tecido foliar (B), tecido onde foi retirado os fragmentos para o isolamento do fitopatógeno (C).

Os óleos essenciais mensurados foram incorporados ao meio de cultura BDA, seguindo os critérios de concentração de cada tratamento, sendo de 0%, 0,2%, 0,4%, 0,6% e 0,8%, e finalmente foram vertidos em placas de Petri. Posteriormente, foi inserido em cada placa 1 disco de 9 mm do fitopatógeno puro. As placas foram redirecionadas a BOD, com temperatura de 25C° e fotoperíodo 12/12 horas. A avaliação se iniciou passado 24 horas, com medições diárias feitas até o nono dia, sendo realizadas medições do crescimento radial da colônia em dois eixos ortogonais com régua milimetrada, descartando-se o disco inoculado e com esses dados calculou-se o a porcentagem de inibição do crescimento (PIC) e o índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) dados pelas fórmulas de Oliveira (1991) e Abbott (1925), respectivamente.

$$PIC = \frac{\text{Cresc. testemunha} - \text{Cresc. tratamento}}{\text{Cresc. testemunha}} \times 100$$

$$IVCM = \sum \frac{D - D_a}{N}$$

IVCM = Índice de velocidade de crescimento micelial;
D = diâmetro médio atual da colônia;
D_a = diâmetro médio da colônia do dia anterior;
N = número de dias após a inoculação;

Esses dados foram submetidos a análise de regressão linear (RSTUDIO, 2019).

Resultados e discussão

Foi avaliada a ação dos óleos essenciais, com foco na inibição do fitopatógeno, e, verificou-se que os óleos apresentam efeitos diferentes entre si. Dessa maneira, é possível observar que os óleos de melaleuca e eucalipto não apresentam controle efetivo em todas as doses testadas sobre o fungo em questão. Souza et al. (2012) destacaram que em seu experimento que doses crescentes de óleos de eucalipto tendem a ser eficientes no controle do fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, sendo a concentração de 0,20% ineficiente sobre o patógeno, pois não diferiu da testemunha, isso

implica que a dose utilizada nesse trabalho foi baixa, sendo, possivelmente doses maiores do extrato para controle do fitopatógeno em questão. Martins et al. (2010) verificaram baixa diferença sobre o desenvolvimento micelial em relação a testemunha, ao efetuar o uso do óleo de melaleuca na concentração de 0,2% sobre o agente patogênico *Alternaria alternata*.

Contudo, os óleos de Citronela e menta foram eficientes, além disso, ao aumentar a dose de óleo de Citronela maior é o percentual de inibição, sendo a dose mais viável a de 0,2% (Figura 2).

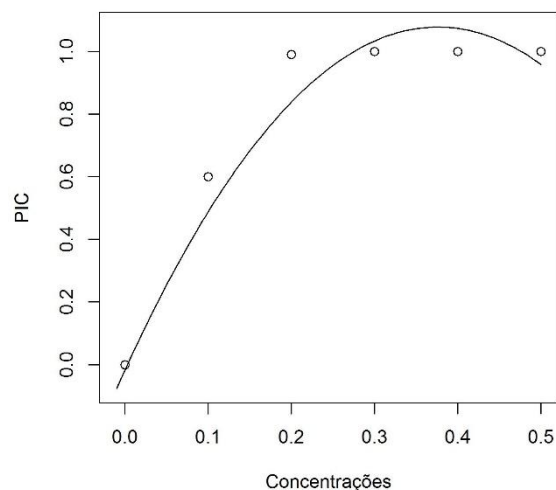


Figura 2. Percentual de inibição de crescimento (PIC) em concentrações de óleo de citronela.

Para confirmar a dose ótima de 0,2% do óleo de citronela para esse fitopatógeno é interessante observar o índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM), que se estabiliza a partir da dose de 0,2%, onde o valor é de 0 cm de crescimento do fungo em questão (Figura 3), ou seja, a partir dessa concentração há controle total do fungo *Fusarium oxysporum*.

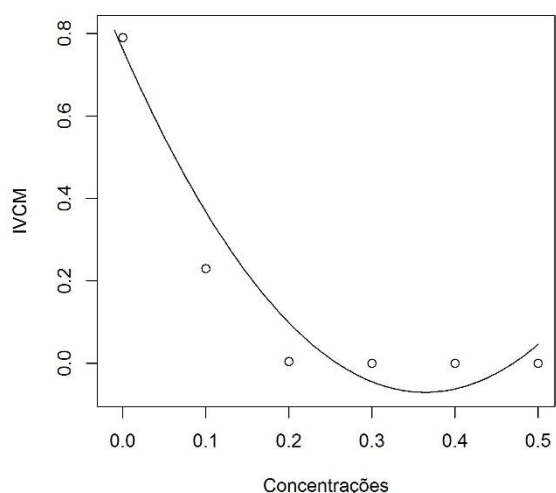


Figura 3. Índice de velocidade de crescimento (IVCM) em diferentes doses de citronela.

Cruz et al., (2015), corrobora com esse trabalho ao apontarem resultados positivos quanto a utilização de óleo de *Cymbopogon winterianus* (citronela) em isolados de *Fusarium solani* coletados de raízes de goiabeira. Também em corroboração com os resultados, em um experimento utilizando óleo essencial de citronela e de citronelal observou-se o menor crescimento micelial do fitopatógeno *Fusarium subglutinans* (Seixas, 2011). Pereira et al. (2011), em seu experimento analisaram o efeito antifúngico de Citronela na germinação de conídios de *Cercospora coffeicola* constataram a eficiência no controle na dose de 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$. Lima et al. (2008) observaram resultados semelhantes com esse trabalho no controle de Ramulose, sendo o agente causal *Colletotrichum gossypii*.

A ação antifúngica desse óleo pode ser decorrente de metabolitos secundários. Um deles é o geraniol, que é descrito como inibidor microbiano (Jirovetz et al., 2007; Duarte et al., 2007), também na citronela se encontra o citronelal e citronelol com a mesma ação (Sato et al., 2006; Kordali et al., 2007).

Ao avaliar o óleo de menta foram observadas as mesmas ações do óleo de citronela, onde as maiores concentrações, foram efetivas no controle do fitopatógeno, sendo a mais recomendada a dose de 0,3% (Figura 4), já que a mesma apresenta controle total do fungo *Fusarium oxysporum*.

É possível observar que o crescimento micelial é muito pequeno a partir da concentração 0,3% (Figura 5.), com valores de crescimento iguais a zero após essa concentração.

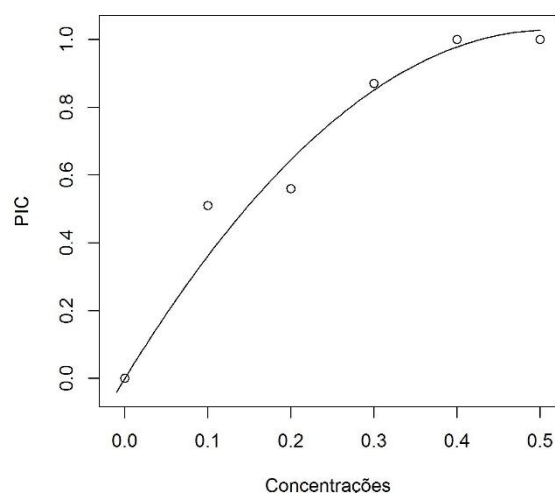


Figura 4. Percentual de inibição de crescimento (PIC) nas concentrações testadas para óleo de menta.

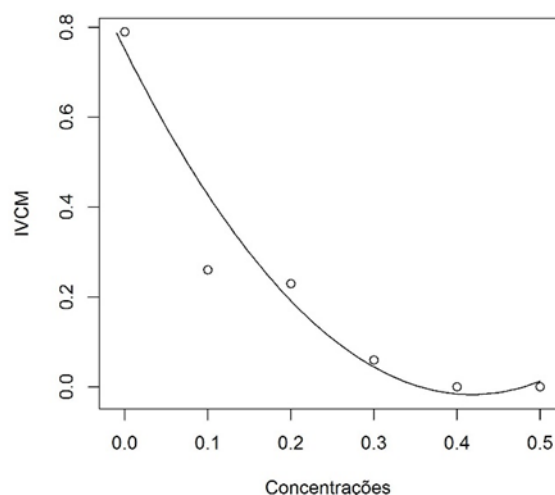


Figura 5. Índice de velocidade de crescimento (IVCM) em diferentes doses de menta.

Segundo Divensi et al., (2017) em seu experimento avaliando *Fusarium graminearum* houve supressão do indivíduo, na dose de 50 μL de óleo de menta. Nascimento et al. (2016), avaliaram a eficiência do óleo sobre *Fusarium solani* f. sp. *glycines*, causando a total inibição micelial. Foi confirmada a eficácia do óleo sobre o crescimento micelial in vivo e in vitro do fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, sendo a concentração de 100 μL completamente inibitória (Andrade & Vieira, 2016). Resultados semelhantes foram observados por Lorenzetti et al. (2012), onde o óleo apresentou dados satisfatórios sobre a germinação de esporos do fungo *Puccinia nakanishikii*.

O óleo de menta tem em sua composição a carvona (Mkadden et al., 2009), mentona, mentofurano (Saharkhiz et al., 2012) e pulegona (Jalilzadeh et al., 2015). Ambos são eficientes no

controle bacteriano e fungíco (Mkadden et al., 2009; Saharkhiz et al., 2012; Jalilzadeh et al., 2015).

Conclusão

Os óleos de citronela e menta demonstram-se eficiente no controle alternativo de *Fusarium oxysporum*, a partir das concentrações 0,2% e 0,3%, respectivamente.

Referências

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, v.18, p.265-267, 1925.

AGRIOS, G. *Plant Pathology*. Amsterdam: Elsevier, p. 922, 2005.

AMORA, D.X. Preparados homeopáticos como alternativa do controle de doenças em plantas. In: BONFIM, F.P.G. e CASALI, V.W.D. Homeopatia: planta, água e solo. Comprovação científica das altas diluições. Viçosa-MG. UFV, p.41-51, 2011.

ANDRADE, W. P., VIEIRA, G. H. C. Effect of essential oils on in vitro anthracnose and in fruits of the papaya plant. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 18, n. 1, p. 367-372, 2016.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2017. <http://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wpcontent/uploads/2017/03/PDFFruticultura_2017.pdf>.

BARROS, M. A. B., LOPES, G. M. B., WANDERLEY, M. B. Cadeia Produtiva da Banana: consumo, comercialização e produção no Estado de Pernambuco. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 39, n. 1, p. 84-104, 2008.

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

CAROLLO, E. M.; SANTOS FILHO, H. P. Manual básico de técnicas fitopatológicas: laboratório de fitopatologia Embrapa Mandioca e Fruticultura. Embrapa Mandioca e Fruticultura-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E), 2016.

COPPO, J. C., STANGARLIN, J. R., MIORANZA, T. M., COLTRO-RONCATO, S., KUHN, O. J., SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Sanidade e germinação de sementes de soja tratadas com extratos de plantas e de fungo. *Revista de Ciências Agroambientais*. Alta Floresta v. 15, n. 2, p. 92-99, 2018.

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P.; FILHO, P. E. M. Doenças e métodos de controle. In BORGES et al. (Eds.). *OCultivo da bananeira*. 1 ed. Cruz das

Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. P. 146-180.

CRUZ, T. P., ALVES, F. R., MENDONÇA, R. F., COSTA, A. V., JESUS JUNIOR, W. C., PINHEIRO, P. F., MARINS, A. K. Atividade fungicida do óleo essencial de *Cymbopogon winterianus* jowit (citronela) contra *Fusarium solani*. *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 31, n. 1, p. 1-8, 2015.

DIVENSI, L. J. BRANDLER, D., LIMA, M. I. P. M., SBALCHEIRO, C. C. MILANESI, P. M. Efeito de óleos essenciais no crescimento micelial de *Fusarium graminearum*, patógeno causador da giberela. In: Embrapa Trigo-Resumo em anais de congresso (ALICE). In: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 12.; MOSTRA DE PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA TRIGO, 9., 2017, Passo Fundo. Resumos... Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2017., 2017.

DUARTE, M. C. T., LEME, E. E., DELARMELINA, C., SOARES, A. A., FIGUEIRA, G. M., SARTORATTO, A. Activity of essential oils from Brazilian medicinal plants on *Escherichia coli*. *Journal of Ethnopharmacology*, v.111, n.2, p.197-201, 2007.

FONSECA, M. C. M., LEHNER, M. D. S., GONÇALVES, M. G., JÚNIOR, P., SILVA, A. F., BONFIM, F. P. G., PRADO, A. L. Potencial de óleos essenciais de plantas medicinais no controle de fitopatógenos. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, p. 45-50, 2015.

GASPAROTTO, L. PEREIRA, J. C. R. A cultura da bananeira na região Norte do Brasil. EMBRAPA, Brasília. 310 p. 2010.

JALILZADEH, A., MAHAM, M. Antidiarrheal activity and acute oral toxicity of *Mentha longifolia* L. essential oil. *Avicenna J Phytomed*, 5 (2): 128-137. 2015.

JIROVETZ, L. BUCHBAUER, G., SCHMIDT, E., STOYANOVA, A. S., DENKOVA, Z., NIKOLOVA, R., GEISSLER, M. Purity, antimicrobial activities and olfactory evaluations of geraniol/nerol and various of their derivatives. *Journal of Essential Oil Research*, v.19, n.3, p.288-91, 2007.

KORDALI, S., KOTAN, R., ÇAKIR, A. Screening of antifungal activities of 21 oxygenated monoterpenes in vitro as plant disease control agents. *Allelopathy Journal*, v.19, n.2, p.373-91, 2007.

KIMATI, H. & GALLI, F. Doenças da Bananeira *Musa spp.* In: Galli, F. Coord. Manual de fitopatologia. Doenças de plantas cultivadas. Ceres, São Paulo. 2, p.87-101,180.

- LEONEL, S.; JUNIOR, E. R. D Caracterização das áreas de cultivo da bananeira 'maçã' na região de Ribeirão do Sul-SP. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.31, n.4 p.958-965, 2007.
- LIMA, W. G., SANTOS, R. C., CÂMARA, C. A. G., CÂMARA, M. P. S., MELO FILHO, P. A. Citronella oil inhibits cotton ramulosis in controlled conditions. *Pest Technology*, v.2, n.1, p.24-27, 2008.
- LORENZETTI, E. R., CONCEIÇÃO, D. M., SACRAMENTO, L. V. S., Furtado, E. L. Controle da ferrugem das folhas do capim-limão [*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf] com produtos naturais. *Revista Brasileiras de Plantas Mediciniais*. v.14, n.4, p.571-578, 2012.
- MARTINS, J. A. S., SAGATA, E., SANTOS, V. A., JULIATTI, F. C. Avaliação do efeito do óleo de *Melaleuca alternifolia* sobre o crescimento micelial in vitro de fungos fitopatogênicos. *Bioscience Journal*, v. 27, n. 1, p. 49-51, 2010.
- MKADDEN, M., BOUJAJILA J., ENNAJAR, M., LEBRIHI, A., MATHIEU F., ROMDHANE M. Chemical composition and antimicrobial and antioxidant activities of *Mentha* (*longifolia* L. and *viridis*) essential oils. *Journal of food science*, v. 74, n. 7, p. M358-M363, 2009.
- NASCIMENTO, D. M.; VIEIRA, G. H. C.; KRONKA, A. Z. Inibição do crescimento micelial de *Fusarium solani* f. sp. *glycines*. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 3, n. 4, p. 65-68, out./dez. 2016.
- OLIVEIRA, J. A. Efeito do tratamento fungicida em sementes no controle de tombamento de plântulas de pepino (*Cucumis sativa* L.) e pimentão (*Capsicum annuum* L.). 1991. 111fl. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG: UFLA, 1991.
- PEREIRA, R.B., LUCAS, G. C., PERINA, F. J., RESENDE, M. L. V. D., ALVES, E. Potential of essential oils for the control of Brown eye spot in coffee plants. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, n.1, p.115-23, 2011.
- PRIMAVESI, A. *Agroecologia: Ecosfera, tecnosfera e agricultura*. São Paulo: Nobel. 199p., 1997.
- ROSALES, F. E.; RIVEROS, A. S. & BALCAZAR, S. Fitoproteccion y su importancia em el cultivo de las musáceas. In *Anais, 5º Simpósio Braileiro sobre Bananicultura*, Paracatu, MG. P.173-176. 2003.
- RSTUDIO. Rstudio: integrated development for R 2019. Disponível em: <http://rstudio.org/>. Acesso em: 22 fev 2019.
- SAMPAIO, D. B; MENDES FILHO, P. F.; MASCENA; A. M.; GOMES, V. F. F.; GUIMARÃES, F. V. A. Colonização micorrizica arbuscular e tolerância ao mal-do-Panamá em mudas de banana-maçã. v. 43, n. 3, p.462-469. 2012.
- SATO, K., KRIST, S., BUCHBAUER, G. Antimicrobial effect of transcinnamaldehyde, (-)-perillaldehyde, (-)-citronellal, citral, eugenol and carvacrol on airborne microbes using an airwasher. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, v.29, n.11, p.2292-2294, 2006.
- SAHARKHIZ, M. J., MOTAMEDI, M., ZOMORODIAN K., PAKSHIR K., MIRI R., HEMYARI, K. Chemical Composition, Antifungal and Antibiofilm Activities of the Essential Oil of *Mentha piperita* L. growth, v. 25, p. 26, 2012.
- 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.
- SOUSA, R. M. S., SERRA, I. M. R. S., MELO, T. A. Efeito de óleos essenciais como alternativa no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, em pimenta. *Summa Phytopathologica*, v. 38, n. 1, p. 42-47, 2012.
- SILVA, J. C. Uso de óleos essenciais, extratos vegetais e indutores de resistência no controle alternativo do mal-do-Panamá da bananeira. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, Brasil, 2007.
- SILVA, S. O.; MATOS, A. P.;CORDEIRO, Z. J, M.; LIMA, M. J. C.;AMORIM, E. P. Avaliação de genótipos tetraploides de bananeira cultivados em área infestada pelo agente causal do mal-do-panamá. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 33, n. 1, 2011.
- SILVA JUNIOR, W. J.; ANDRADE, D.E.G.T. ; ASSIS, T. C. ; GURGEL, L.M.S. ; ROSA, R.C.T. . Manejo do mal-do-panamá da bananeira utilizando *trichoderma* sp. E óleos essenciais de *lippia* sidoides. *Anais Da Academia Pernambucana De Ciência Agrônômica*, v. 15, p. 73-90, 2018.