

Utilização de óleo essencial de noni no controle fitossanitário de *Colletotrichum gloeosporioides* em plantas de *Mangifera indica*

Eliane Aparecida Rotili^a, João Vinicius Lopes^a, Dalmarcia de Souza Carlos Mourão^a, Gil Rodrigues dos Santos^{a*}

^a Universidade Federal do Tocantins, Brasil

* Autor correspondente (gilrsan@mail.uft.edu.br)

INFO

Keywords

morinda citrifolia L.
controle alternativo
antracnose
manga

ABSTRACT

Use of noni essential oil in the phytosanitary control of Colletotrichum gloeosporioides in Mangifera indica plants

The use of essential oils in agriculture as botanical insecticides has been used as an option in the control of diseases and pests, with the least possible impact on the ecosystem. Anthracnose is the main disease in mango culture, and can cause damage to fruit productivity and quality. The objective of this work was to evaluate the potential of noni essential oil (*Morinda citrifolia* L.) in the control of phytopathogens in plants of *Mangifera indica*. From the isolation of lesions of mango plants, the phytopathogenic fungus was obtained. The essential oil was removed from ripe noni fruits. In vitro bioassays were performed by testing different concentrations of essential oil. For the phytotoxicity test, five different concentrations of essential oil were used. The preventive control test was installed by applying by means of a manual spray. The curative test was also performed. The essential oil of noni showed an inhibitive effect on the growth of the fungus *C. gloeosporioides* *in vitro*. Phytotoxicity symptoms were observed in mango leaves at noni oil doses greater than 1.5%. The preventive application was more efficient than the curative for the control of anthracnose in mango plants.

RESUMO

Palavras-chaves

morinda citrifolia L.
controle alternativo
antracnose
manga

O uso de óleos essenciais na agricultura como inseticidas botânicos, tem sido usado como uma opção no controle de doenças e pragas, com menor impacto possível sobre o ecossistema. A antracnose é a principal doença na cultura da manga, podendo causar prejuízos na produtividade e qualidade dos frutos. O objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial do óleo essencial de noni (*Morinda citrifolia* L.) e no controle de fitopatógenos em plantas de *Mangifera indica*. A partir do isolamento de lesões de plantas de manga foi obtido o fungo fitopatogênico. O óleo essencial foi retirado a partir de frutos maduros de noni. Os bioensaios *in vitro* foram realizados testando-se diferentes concentrações do óleo essencial. Para o teste de fitotoxicidade foi utilizado cinco concentrações diferentes de óleo essencial. O teste de controle preventivo foi instalado aplicando-se por meio de um borrifador manual. Também foi realizado o teste curativo. O óleo essencial de noni apresentou efeito inibitório no crescimento do fungo *C. gloeosporioides* *in vitro*. Os sintomas de fitotoxicidade foram observados nas folhas de manga em doses de óleo de noni maior que 1,5%. A aplicação preventiva foi mais eficiente que a curativa para o controle de antracnose em plantas de manga.

Received 02 January 2023; Received in revised from 14 February 2023; Accepted 27 July 2023

INTRODUÇÃO

O cultivo da manga vem se expandindo em larga escala no Tocantins, principalmente na região sudeste. O plantio se baseou em variedades que tiveram boa aceitação nos mercados e melhor adaptação às condições climáticas da região. O aumento da produção vem ocorrendo pela demanda de mercado e bons preços da fruta (Conexão Tocantins, 2016).

Assim como em grande parte dos cultivos comerciais, o controle de pragas e doenças tem sido realizado com o uso intenso de agrotóxicos. Essa realidade tem sido justificada como o meio pelo qual os agricultores podem aumentar e garantir a alta produtividade das culturas de frutas e vegetais, bem como reduzir o risco de perda por doenças (Sheikh et al., 2020). Para substituir esses pesticidas (fungicidas/inseticidas) e minimizar a utilização destes na produção de alimentos, vem sendo estudado o potencial de produtos naturais oriundos principalmente da medicina popular no controle de doenças e pragas. Os produtos naturais, como os óleos essenciais, produzidos pelo metabolismo secundário das plantas aromáticas, têm uso no consumo humano como alimentos funcionais (nutracêuticos), aditivos alimentares (antioxidantes e antimicrobianos), medicamentos, suplementos nutricionais (suplementos dietéticos) e fabricação de cosméticos (Morais, 2009). Os óleos essenciais possuem propriedades antioxidante, anti-inflamatória e antimicrobiana. Os compostos antioxidantes atuam na proteção do organismo e redução do risco de doenças degenerativas, auxiliando a função imune. Devido a essa capacidade já comprovada desses compostos contra patógenos humanos, os pesquisadores também desenvolveram uma linha de pesquisa voltada ao controle de fitopatógenos. Os óleos essenciais possuem alta atividade biológica e potencial para o controle de doenças de plantas, possuindo também baixa ou nenhuma toxicidade aos mamíferos (Lima et al., 2016). Existem vários trabalhos já realizados com esses produtos naturais como: Guimarães et al. (2011) ao estudarem o uso do óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) comprovaram a inibição *in vitro* de *Alternaria alternata*. Já Aguiar et al. (2014) verificaram o uso de óleos essenciais de eucalipto (*Corymbia citriodora*) e capim-citronela (*Cymbopogon nardus*) no controle *in vitro* de *Pyricularia grisea*, *Aspergillus* spp. e *Colletotrichum musae*, obtendo resultados que demonstraram o potencial fungitóxico dos referidos óleos.

O noni (*Morinda citrifolia* L.) é uma planta que se destaca pelas múltiplas funcionalidades medicinais (Piaru et al., 2012). Tem sido usada em remédios populares por polinésios por mais de 2000 anos, e tem uma ampla gama de efeitos terapêuticos, incluindo antibacterianos, antivirais, antifúngicos, antitumorais, anti-helmínticos, analgésicos, hipotensivos, anti-inflamatórios (Wang et al., 2002). Entretanto, existem poucos trabalhos realizados com a utilização desse óleo essencial sobre fitopatógenos. Trabalhos como o de Dalcin et al. (2017) ainda são escassos, os quais comprovaram a eficiência da utilização do óleo essencial de *Morinda citrifolia* L. em atividade fungistática sobre *Stagonosporopsis cucurbitacearum* agente causal do Crestamento-gomoso em cucurbitáceas.

Desta forma, é importante que ocorram mais estudos, visando auxiliar os produtores a adotarem sistemas de produção sustentáveis, com menor impacto possível sobre o ecossistema. Assim, esse trabalho teve como objetivo avaliar o potencial do óleo essencial de noni (*Morinda citrifolia* L.) no controle de *Colletotrichum gloeosporioides* em plantas de manga.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em condições de laboratório e casa de vegetação, no Campus de Gurupi, na Universidade Federal do Tocantins.

Obtenção e isolamento dos fitopatógenos

O fungo fitopatogênico (*Colletotrichum gloeosporioides*) foi obtido a partir do isolamento de lesões características de plantas de manga, cultivar “Manga Rosa” provenientes coletas em pomares localizados no município de Gurupi, Tocantins. Sua patogenicidade foi comprovada através dos postulados de Koch, conforme Silva et al. (2017).

Extração do óleo essencial

O óleo essencial foi obtido a partir de frutos maduros de noni (*Morinda citrifolia* L.) provenientes de plantas coletadas aleatoriamente do perímetro urbano no município de Gurupi/TO. O óleo essencial foi extraído pelo método de hidrodestilação por um período de duas horas. Em balão de fundo redondo com capacidade de 1000 mL⁻¹, foi depositado 200g de material para extração, acrescentando-se 500 mL⁻¹ de água

destilada e em seguida acoplado em aparelho tipo Clevenger. Ao final do período de extração, o óleo essencial foi coletado na forma de sobrenadante, armazenados em frascos âmbar, identificados e mantidos em geladeira a 4°C até o momento da implantação dos bioensaios, conforme Seixas et al., (2012).

Testes in vitro

Os bioensaios *in vitro* foram montados em placas de Petri (70 mm de diâmetro) testando-se diferentes concentrações do óleo essencial. Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial, com três repetições e cinco épocas de avaliação (2, 4, 6, 8 e 10 dias de incubação).

As diferentes concentrações de 0%, 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0% e 2,5% do óleo essencial foram diluídas em solução de água esterilizada mais Tween 80 (1,0%). Posteriormente, 100 microlitros das diferentes concentrações foram espalhadas na superfície do meio de cultura BDA comercial, com o auxílio de uma alça de Drigalsky, e em seguida, no centro de cada placa de Petri foi depositado um disco (4 mm) contendo micélio do fungo. As placas foram vedadas, identificadas e mantidas em câmara de incubação à 25°C por dez dias.

A avaliação foi feita pela mensuração do diâmetro médio das colônias em dois sentidos diametralmente opostos, com intervalos regulares de 48 horas. A partir dos valores obtidos do diâmetro médio dos fungos que foram isolados foi calculado o índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM), adotando-se a fórmula descrita por Maia et al. (2011).

$$IVCM = (D - D_a) / N$$

Sendo:

D= diâmetro médio atual da colônia;

D_a= diâmetro médio da colônia do dia anterior;

N= número de horas ou dias após a inoculação.

Teste de fitotoxicidade

Cinco concentrações diferentes de óleo essencial de noni (0%, 0,25%; 0,5%; 1,0%; 1,5% e 2,0% v.v.) foram usadas. Foi utilizada uma testemunha com aplicação de água destilada e esterilizada. As diferentes concentrações do óleo essencial foram aplicados sob plantas de manga (mudas com três meses), usando um pulverizador manual. As plantas foram mantidas a 25 °C ± 2 °C por 48 horas. Posteriormente, foi realizada a avaliação da fitotoxicidade nas plantas, utilizando uma escala de

notas adaptada de (Dequech et al., 2008; Freitas et al., 2009; Cogliatti et al., 2011): 0% = fitotoxicidade ausência; 1 - 25% = necrose leve das folhas ou planta de clorose leve; 26 - 50% = folhas moderadas necrose ou clorose de plantas moderadas; 51 - 75% = alta necrose de folhas ou alta clorose vegetal; 76 -100% = murcha e planta seca.

Testes in vivo

A partir dos testes de fitotoxicidade, foram estipuladas as concentrações de óleo essencial de noni e serem adotadas nos testes *in vivo*, no controle preventivo, sendo: 0%, 0,25%, 0,50%, 1,0% e 1,5%, como controle, foram utilizadas plantas pulverizadas com água (controle positivo) e plantas pulverizadas com fungicida (Tiofanato Metílico) (controle negativo). Em tubos de ensaio estéreis, adicionou-se solução de água e Tween 80 (1,0%), acrescentou-se a alíquota de óleo essencial para obtenção da concentração desejada. A solução de conídios do fungo foi preparada, adicionando-se 20 mL de água destilada e esterilizada em placas de Petri. Em seguida, com o auxílio de um pincel de cerdas macias, realizou-se o desprendimento dos conídios e a solução obtida foi filtrada em gaze e efetuada a quantificação dos conídios em câmara de Neubauer, ajustando-se a concentração para 10⁶ conídios mL⁻¹. O teste de controle preventivo foi instalado aplicando-se por meio de um borrifador manual, inicialmente, 5 mL⁻¹ das diferentes concentrações nas plantas, e foi aguardado o período de duas horas para a secagem da solução na superfície foliar, a solução de conídios foi inoculada nas folhas e em seguida as plantas foram mantidas em câmara úmida e escura por 48 horas. Posteriormente, as plantas foram colocadas em ambiente natural com temperatura variando de 26 a 34°C ± 2°C para o desenvolvimento da doença. Decorridos 11 dias após a inoculação foram avaliadas a severidade da doença 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. Para avaliar o efeito curativo do óleo essencial, foi utilizado o mesmo delineamento do teste preventivo, já descrito anteriormente. As plantas de manga foram inoculadas com 5 mL da solução de conídios (10⁶ conídios mL⁻¹) de *C. gloeosporioides*. Em seguida, os vasos foram mantidos por 48 h fechado com saco plástico para

fornecer uma câmara úmida. Após 48 h de inoculação, as plantas foram deixadas em local sombreado até o aparecimento da primeira folha com sintomas da doença. De cada tratamento, 5 mL⁻¹ das concentrações de óleo já citadas foi pulverizado sobre as plantas após verificação do aparecimento da doença. A avaliação da severidade da doença foi realizada a cada três dias, sendo realizado um total de cinco avaliações. Com os resultados obtidos nas avaliações foi feita a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD).

Análises estatísticas

O controle curativo e preventivo in vivo foi submetido à regressão linear. Os dados de área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD)

foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As equações de regressão foram ajustadas usando o software Excel®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inibição do crescimento micelial

O óleo essencial de noni apresentou inibição no crescimento micelial do fitopatógeno *C. gloeosporioides*, conforme o aumento das concentrações do óleo essencial. A partir da concentração de 1,5% o óleo essencial de noni totalmente o crescimento micelial de *C. gloeosporioides* (Tabela 1). Em trabalho semelhante Fonseca et al. (2019), a concentração de 2,0% de óleo de *M. citrifolia* foi eficaz na inibição do crescimento micelial deste mesmo fitopatógeno.

Tabela 1 - Médias do crescimento micelial (mm) de *Colletotrichum gloeosporioides*, em função de concentrações crescentes do óleo essencial de *Morinda citrifolia* L.

Concent.	Avaliações					Regressão Linear
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	
0%	18,26±0,75	35,58±0,31	53,47±0,50	64,86±0,35	73,0±0,0	$y = -1,775x^2 + 24,52x - 5,022$ R ² = 0,998
0,5%	15,52±0,92	31,85±0,86	48,66±0,54	59,03±1,23	66,43±3,45	$y = -1,736x^2 + 23,31x - 6,555$ R ² = 0,998
1,0%	-	19,56±2,59	39,22±6,86	42,06±0,80	44,72±0,98	$y = -3,614x^2 + 32,88x - 29,77$ R ² = 0,988
1,5%	-	-	-	-	-	-
2,0%	-	-	-	-	-	-

(-) não houve crescimento

Segundo Oliveira et al., (2022) para o controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, foram usadas algumas variáveis (densidade de inóculo, temperatura, período de molhamento e controle alternativo) onde os melhores tratamentos ficaram demonstrados com termoterapia, Nim e extratos de melão-de-são-caetano. Evidenciando o potencial da termoterapia como fator para o controle das podridões de pós-colheita causadas por *C. gloeosporioides* e outros fitopatógenos.

Os extratos vegetais de *Allamanda blachetti*, *Momordica charantia* e o *Ascophyllum nodosum* se mostram bastante eficientes para controle *C. gloeosporioides*, produzindo substâncias tóxicas capazes de interferir no crescimento, esporulação e na germinação de conídios do microrganismo (Demartelaere et al., 2021).

Fitotoxicidade

Foi observado fitotoxicidade a partir da concentração de 2,0% de óleo essencial de *M. citrifolia* L. em plantas de manga, apresentando sintomas de necrose e clorose leve variando de 1% a 25% do limbo foliar (Tabela 2).

Tabela 2 - Fitotoxicidade de óleo essencial de *Morinda citrifolia* L. em função da aplicação de concentrações crescentes em plantas de manga.

Tratamentos	Sintomas de fitotoxicidade
0	0%
0,25	0%
0,5	0%
1,0	0%
1,5	0%
2,0	1-25%= necrose e clorose leve das folhas

De acordo com o grau de fitotoxicidade causado pelo óleo essencial de noni, nas concentrações testadas, foram selecionadas concentrações abaixo de 1,5% a ser utilizada nos testes de controle preventivo e curativo da antracnose em plantas de manga. Para outras frutas como mamão, Guilherme et al. (2021), constatou que nas concentrações o OE noni sobre o fruto devem ser iguais ou inferiores a 3%, devido à fitotoxicidade provocada sobre a casca dos frutos de mamoeiro. Como os óleos essenciais são misturas complexas de substâncias, produzidas em diferentes partes da planta e geradas pelo metabolismo secundário vegetal não apresentando de um modo geral toxicidade residual, portanto pode ser pouco ou não fitotóxico (Prado, 2019).

Com base nos resultados obtidos no teste *in vitro* e fitotoxicidade foram realizados os ensaios de controle preventivo e curativo. Ao analisar a AACPD (Figura 1) percebe-se que o óleo de *M. citrifolia* L. possui baixo poder curativo sobre o patógeno *C. gloeosporioides*, pois o mesmo já se encontrava no interior do tecido vegetal, onde existem barreiras que impedem a translocação dos compostos presentes no óleo essencial.

No entanto sua aplicação preventiva em plantas de manga houve o controle da doença, impedindo que a mesma evoluísse nas plantas causando mais danos, demonstrando que as concentrações de 0,25%, 0,50% e 1,0% reduziram até metade da doença, quando comparado com o controle água e ao fungicida.

Controle preventivo e curativo

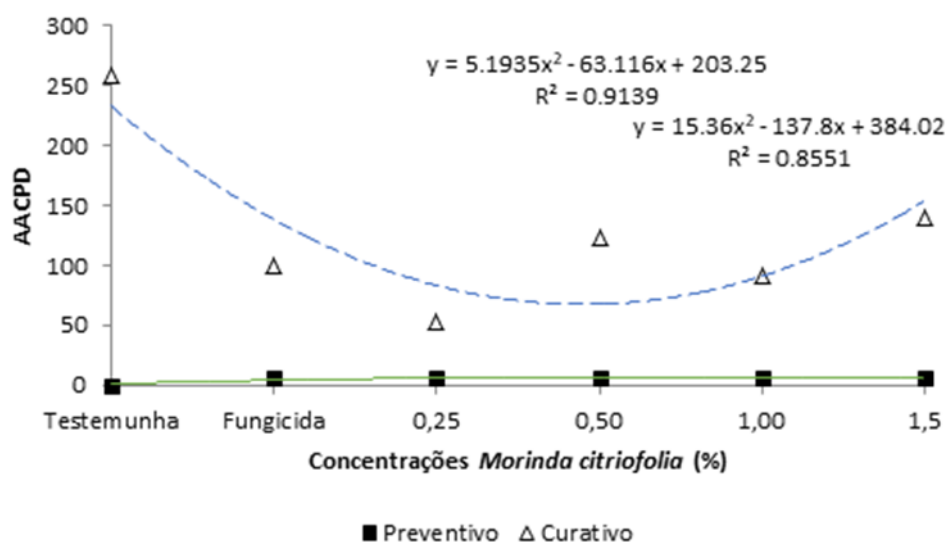


Figura 1 - Área abaixo da curva de progresso (AACPD) para controle preventivo e curativo da antracnose da manga com óleo essencial de noni. Controle positivo com água (0 = 0,0 μL^{-1} mL) e controle negativo com o fungicida Tiofanato Metílico (Tiof. Metílico); concentrações de óleo de noni (0,25% = 25 μL^{-1} mL; 0,50% = 50 μL^{-1} mL 1,0% = 100 μL^{-1} mL e 1,50% = 150 μL^{-1} mL).

Dessa forma, houve o controle parcial da doença quando aplicado preventivamente, atrasando a evolução da mesma. Fonseca et al. (2019), também observaram que a aplicação curativa do óleo de noni proporcionou controle parcial da doença. Estudos desenvolvidos por Osorio et al. (2018), comprovaram o controle parcial da ferrugem da Teca obtido pela aplicação dos óleos essenciais, como o noni. O autor explicou que provavelmente ocorreu o controle devido à presença de compostos tóxicos na composição dos óleos essenciais.

No presente trabalho, as concentrações de óleo avaliadas no controle preventivo tiveram alta eficácia, de forma similar ao fungicida avaliado, sendo verificado em todas as concentrações aplicadas a ausência de sintomas da antracnose nas plantas, podendo ser observado seu efeito fungistático. O óleo de noni obteve melhor eficiência no controle preventivo quando comparado ao curativo. Os estudos de Osorio et. al. (2018) apontam resultados semelhantes aos obtidos no presente trabalho, utilizando o óleo de noni, no controle da Ferrugem da Teca.

CONCLUSÕES

O óleo essencial de noni apresentou efeito inibitório no crescimento do fungo *C. gloeosporioides in vitro*.

Os sintomas de fitotoxicidade foram observados nas folhas da manga em doses de óleo de noni maior que 1,5%. A aplicação preventiva foi mais eficiente que a curativa para o controle de antracnose em plantas de manga. A aplicação de forma curativa obteve controle parcial da doença. Sendo assim o óleo de noni demonstrou viabilidade para o controle preventivo da antracnose da manga. Os resultados obtidos demonstram perspectivas futuras no desenvolvimento de um produto comercial natural, com alto potencial de controle de doenças.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar RWS, Ootani MA, Ascencio SD, Ferreira TPS, Santos MM, Santos GR. Fumigant antifungal activity of *Corymbia citriodora* and *Cymbopogon nardus* essential oils and Citronella against three fungal species. *Science World Journal*, v.3, p.1-9, 2014. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/492138>
- Cogliatti M, Juan VF, Bongiorno F, Dalla Valle H, Rogers WJ. Control of grassy weeds in annual canary grass. *Crop Protection*, v.30, n.2, p.125-129, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.11.002>
- Conexão Tocantins (2017) Fruticultores do Manoel Alves colhem 230 toneladas de manga e expansão continua em 2017. Disponível em: <https://conexaoto.com.br/2016/12/06/fruticultores-do-manoel-alves-colhem-230-toneladas-de-manga-e-expansao-continua-em-2017>. Acessado em julho, 2023.
- Dalcin MS, Café-Filho AC, Sarmento RA, Nascimento IR, Ferreira TPS, Aguiar RWS, Santos GR. Evaluation of essential oils for preventive or curative management of melon gummy stem blight and plant toxicity. *Journal of Medicinal Plants Research*, v.11, n.26, p.426-432, 2017. <https://doi.org/10.5897/JMPR2017.6405>
- Demartelaere ACF, Preston HAF, Mata TC, Costa WPLB, Nicolini C, Gomes WA. Utilização de extratos no controle da antracnose em pós-colheita de *Mangifera indica*. *Brazilian Journal of Development*, v.7, n.1, p.4872-4892, 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-331>
- Dequech STB, Ribeiro LP, Sausen CD, Egewarth R, Kruse ND. Fitotoxicidade causada por inseticidas botânicos em feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em estufa plástica. *Revista de Zootecnia, /veterinária e Agronomia – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul*, v. 15, n. 1, p. 71-80, 2008. https://www.researchgate.net/publication/279443855_Fitotoxicidade_causada_por_inseticidas_botanicos_em_feijao-de-vagem_Phaseolus_vulgaris_1_cultivado_em_estufa_plastica
- Fonseca ACC, Rotili EA, Ferreira TPS, Mourão DSC, Dias BL, Oliveira GRAS, Santos GR. Potencial do óleo essencial de noni no controle preventivo e curativo da antracnose da mangueira. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, v.7, n.3, p.356-362, 2019. <https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v7n3.fonseca>
- Freitas SP, Moreira JG, Freitas ILJ, Freitas Júnior SP, Amaral Júnior AT, Silva VQR. Fitotoxicidade de herbicidas a diferentes cultivares de milho-pipoca. *Planta Daninha*, v.27, p.1095-1103, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582009000500023>
- Guilherme EO, Costa PF, Mourão DSC, Osorio PRA, Ferreira TPS, Oliveira GRAS, Santos GR. Óleos Essenciais de plantas medicinais associados a biofilmes para proteção de frutos de mamoeiro. *Avanços Em Ciência Tecnologia Alimentos*, v.2, p.305-320, 2021. <https://doi.org/10.37885/201102278>
- Guimarães LGL, Cardoso MG, Sousa PE, Andrade J, Vieira SS. Atividades antioxidante e fungitóxica do óleo essencial de capim-limão e do citral. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, n.2, p.464-472, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000200028>
- Lima AF, Cruz TP, Ferreira MM, Costa AV, Junior WCJ, Moraes WB, Queiroz VT, Alves FR. Avaliação do efeito fungicida de óleos essenciais sobre a produção de esporos do fungo *Fusarium solani*. *Revista Univap*, v.22, n.40, p.802, 2016. <https://doi.org/10.18066/revistaunivap.v22i40.1619>
- Maia FGM, Armesto C, Zancan WLA, Maia JB, Abreu MS. Efeito da temperatura no crescimento micelial, produção e germinação de conídios de *Colletotrichum spp.* isolados de mangueira com sintomas de antracnose. *Bioscience Journal*, v.27, n.2, p.205-210, 2011.
- Morais LAS. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. *Horticultura Brasileira*, v.27, n.2, p.4050-4063, 2009.
- Oliveira, JR et al. Efeito da densidade de inóculo, temperatura, período de molhamento sobre o desenvolvimento de lesões e controle alternativo de antracnose e podridão peduncular de manga Tommy Atkins. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 5, n. 4, p. 4410-4428, 2022. <https://doi.org/10.34188/bjaerv5n4-084>
- Osorio PRA, Leão EU, Veloso RA, Mourão DSC, Santos GR. Essential Oils for Alternative Teak Rust Control. *Floresta e Ambiente*, v.25, n.2, p.1-9, 2018. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.039116>
- Prado MJS, Morais LAS, Pazianotto RAA. Efeito deletério de óleos essenciais sobre *Anticarsia gemmatilis* Helicoverpa armígera. *Teresina – PI, Embrapa Meio Norte*. 25p. 2019. (Boletim Pesquisa, 87).
- Piaru SP, Mahmud R, Majid AMSA, Nassar ZDM. Antioxidant and antiangiogenic activities of the essential oils of *Myristica fragrans* and *Morinda citrifolia*. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, v.5, n.4, p.294-298, 2012. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(12\)60042-X](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(12)60042-X)
- Santos GR, Café-Filho AC, Leão FF, César M, Fernandes LE. Progresso do crestamento gomoso e perdas na cultura da melancia. *Horticultura Brasileira*, v.23, n.2, p.228-232,

2005.

<https://doi.org/10.1590/S0102-05362005000200013>

Seixas PTL, Castro HG, Cardoso DP, Chagas AF Jr, Nascimento IR. Bioactivity of essential oils on the fungus *Didymella bryoniae* of the cucumber culture. Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science, v.5, n.3, p.61-66, 2012.

<https://doi.org/10.5777/paet.v5i3.1978>

Sheikh N, Patowary H, Laskar RA. Screening of cytotoxic and genotoxic potency of two pesticides (malathion and cypermethrin) on *Allium cepa* L. Molecular & Cellular Toxicology, v.16, n.3, p.291–299, 2020.

<https://doi.org/10.1007/s13273-020-00077-7>

Silva JCE, Mourão DSC, Lima FSO, Sarmiento RA, Dalcin MS, Aguiar, RWS, Santos GR. The efficiency of noni (*Morinda citrifolia* L.) essential oil on the control of leaf spot caused by *Ex-serophilum turcicum* in maize culture. Medicines, v.4, n.60, p.1-10, 2017.

<https://doi.org/10.3390/medicines4030060>.

Miran-Ying W, West BJ, Jensen CJ, Nowicki D, Chen S, Palu AK, Anderson G. *Morinda citrifolia* (Noni): A literature review and recent advances in Noni research. Acta Pharmacologica Sinica, v.23, n.12, p.1127–1141, 2002.

<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.611.2280&rep=rep1&type=pdf>

Zengin H, Baysal AH. Antibacterial and antioxidant activity of essential oil terpenes against pathogenic and spoilage-forming bacteria and cell structure-activity relationships evaluated by SEM. Microscopy. Molecules, v.19, n.11, p.17773-17798, 2014.

<https://doi.org/10.3390/molecules191117773>