







Controle de fungos com óleo de eucalipto e transmissão de *Fusarium* sp. em sementes de *Mimosa caesalpinifolia*

Otília Ricardo de Farias^{1*}, José Manoel Ferreira de Lima Cruz¹, Ingrid Gomes Duarte², Josiene Silva Veloso²,
Luciana Cordeiro do Nascimento¹

¹Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Campus II, Rodovia 12, PB-079, CEP 58397-000, Areia, PB, Brasil

²Universidade Federal Rural de Pernambuco, Avenida Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil

*Autor correspondente:
otiliarfarias@gmail.com

Termos para indexação:

Eucalyptus globulus
Patologia de sementes
Óleo essencial

Index terms:

Eucalyptus globulus
Seed pathology
Essential oils

Histórico do artigo:

Recebido em 18/08/2020
Aprovado em 10/05/2022
Publicado em 29/03/2023

Resumo - O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do óleo essencial de *Eucalyptus globulus* na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. e a transmissão de *Fusarium* sp. associado às sementes. As sementes foram imersas em quatro concentrações (0,25%; 0,50%; 0,75% e 1,0%) do óleo essencial de *E. globulus*. Também foi realizado o tratamento das sementes com fungicida Captana (240 g por 100 kg de sementes) e imersão em água destilada esterilizada (controle). Após tratadas, as sementes foram avaliadas pelo teste de sanidade, utilizando-se o método do papel de filtro (*blotter test*) e pela qualidade fisiológica através da germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação e comprimento de plântulas. Avaliou-se também a transmissão de *Fusarium* sp. via sementes, por ser considerado potencialmente patogênico. Os fungos identificados foram: *Cladosporium* sp. (16,5%), *Aspergillus* sp. (15,5%), *Fusarium* sp. (7,5%), *Penicillium* sp. (4,0%), *Rhizopus* sp. (2,5%) e *Periconia* sp. (0,5%). O óleo essencial de *E. globulus*, em qualquer concentração, reduziu de forma eficiente a incidência dos fungos associados às sementes de *M. caesalpinifolia* e não afetou a qualidade fisiológica das sementes tratadas. *Fusarium* sp. foi transmitido via sementes, causando apodrecimento das raízes e necrose do hipocótilo.

Fungi control with eucalypt essential oil and transmission of *Fusarium* sp. in seeds of *Mimosa caesalpinifolia*

Abstract - The objective of this work was to evaluate the effect of *Eucalyptus globulus* essential oil on the health and physiological quality of seeds of *Mimosa caesalpinifolia* Benth. and the transmission of *Fusarium* sp. associated with seeds. The seeds were immersed in four concentrations of *E. globulus* essential oil (0.25%; 0.50%; 0.75% and 1.0%). The seeds were also treated with Captana fungicide (240g for 100 kg of seeds) and immersed in sterile distilled water (control). After being treated, the seeds were evaluated by the health test, using the filter paper method (*blotter test*) and by the physiological quality through germination, first count, germination speed index and seedling length. The transmission of *Fusarium* sp. via seeds was also assessed, as it is considered potentially pathogenic. The identified fungi were: *Cladosporium* sp. (16.5%), *Aspergillus* sp. (15.5%), *Fusarium* sp. (7.5%), *Penicillium* sp. (4.0%), *Rhizopus* sp. (2.5%) and *Periconia* sp. (0.5%). The essential oil of *E. globulus*, in any concentration, reduced efficiently the incidence of fungi associated with *M. caesalpinifolia* seeds and did not affect the physiological quality of the treated seeds. *Fusarium* sp. was transmitted via seeds and caused root rot and hypocotyl necrosis.



Introdução

Mimosa caesalpiniiifolia Benth., conhecida popularmente como sabiá ou sansão-do-campo, é uma espécie nativa da Caatinga, utilizada tanto no setor madeireiro para a produção de mourões, estacas e/ou carvão, como também em programas de reflorestamento de áreas degradadas (Lacerda et al., 2006). Além disso, por apresentar mecanismo de fixação do N_2 e ciclagem de nutrientes, contribui para a manutenção da qualidade dos solos (Ferreira et al., 2007). Pode ser utilizada, ainda, como forragem para alimentação de bovinos, caprinos e ovinos (Lima et al., 2008; Mendes et al., 2013).

A principal forma de propagação do sabiá é por sementes. Por isso, para o sucesso da produção de mudas, e estabelecimento de populações florestais, é indispensável à utilização de sementes com boa qualidade sanitária (Pinheiro et al., 2016).

Diversos patógenos podem infectar sementes de espécies florestais. Os danos mais frequentes são ocasionados por fungos, podendo originar mudas com anormalidades e lesões (Walker et al., 2016), como descoloração, deterioração, deformações e apodrecimento das sementes, o que resulta em perda do potencial germinativo e redução do vigor (Guimarães & Carvalho, 2014). A maioria desses fungos associados às sementes podem ser transmitidos às plântulas, causando danos significativos às mudas e problemas no estabelecimento das populações florestais. Mendes et al. (2005) verificaram que *Fusarium* sp. foi transmitido das sementes de sabiá para as plântulas, causando má formação do sistema radicular e dos cotilédones e, consequentemente, seu tombamento.

O manejo destes patógenos é feito, principalmente, mediante o uso de tratamentos químicos (Oliveira et al., 2011). No entanto, com o avanço da agricultura sustentável e a maior conscientização sobre os efeitos negativos ao meio ambiente e ao ser humano causados pelo uso indiscriminado de defensivos agrícolas, além do custo elevado desses produtos, tem-se intensificado a busca por métodos alternativos para o controle de fitopatógenos (Oaya et al., 2019). É almejado que estes métodos alternativos sejam biodegradáveis, ecologicamente corretos, baratos e seguros (Nascimento et al., 2021).

Dentre os métodos alternativos, o uso de óleos essenciais, a exemplo do óleo de eucalipto, tem se mostrado eficiente na erradicação de fitopatógenos

(Lorenzetti et al., 2011; Patel & Jasrai, 2015; Pereira et al., 2016; Moura et al., 2018; Nasrin et al., 2018). A atividade antimicrobiana do óleo essencial de eucalipto dá-se devido a uma complexa mistura de componentes voláteis, frequentemente envolvendo de 50 a 100 ou até mais componentes isolados (Salgado et al., 2003). Segundo os mesmos autores, os componentes dos óleos são encontrados, principalmente, nas folhas e podem estar relacionados com metabolismos secundários, o que confere à planta a capacidade de adaptação a condições estressantes, podendo conter diferentes grupos químicos, como hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos e ésteres, que são responsáveis pela inibição do crescimento microbiano. Ademais, vale ressaltar que, apesar do grande potencial do uso do óleo essencial de eucalipto sobre fitopatógenos, tal produto pode ser responsável por efeitos alelopáticos sobre algumas plantas, afetando a germinação e o crescimento das mesmas (Tomaz et al., 2014; Farias et al., 2018).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito do óleo essencial de *Eucalyptus globulus* na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de *M. caesalpiniiifolia* e a transmissão de *Fusarium* sp. associado às sementes.

Material e métodos

Local do experimento e coleta das sementes

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Fitopatologia, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias, Campus II, da Universidade Federal de Paraíba, localizado no município de Areia, PB.

As sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* foram coletadas de 5 matrizes, no mesmo município (6°57'42" S e 35°41'43" W). As sementes foram beneficiadas manualmente, descartando-se aquelas com má formação e as atacadas por pragas, sendo acondicionadas em sacos de papel identificados com espécie, local e data de coleta. As amostras foram armazenadas à temperatura ambiente (25 ± 2 °C) por um período de 7 dias.

Sanidade de sementes de sabiá tratadas com óleo essencial de *Eucalyptus globulus*

Para o teste de sanidade, as sementes foram previamente desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio a 1%, por 3 min, e dupla lavagem em água destilada e esterilizada (ADE), conforme Brasil (2009a). A ADE utilizada nos testes foi esterilizada a uma temperatura

de 121 °C por 20 min, por meio do contato com vapor de água sob pressão em autoclave, para destruir agentes patogênicos (Alfenas & Mafia, 2016).

Após desinfestadas, as sementes foram submetidas ao tratamento com óleo essencial de *E. globulus*. Os tratamentos foram : T1 – controle (imersão das sementes em água destilada esterilizada); T2 a T5 – imersão em óleo de *E. globulus* a 0,25%, 0,5%, 0,75% e 1,0%, respectivamente; e T6 – fungicida Captan SC (240 g produto por 100 kg de sementes), que tem como composição N-(trichloromethylthio) ciclohex-4-ene-1,2-dicarboximide (CAPTANA) – 480 g L⁻¹ (48,0% m v⁻¹) e outros ingredientes – 748 g L⁻¹ (74,8% m v⁻¹).

O óleo essencial de *E. globulus* utilizado no experimento foi obtido comercialmente (By Samia®), sendo o mesmo 100% puro e natural. As concentrações do óleo essencial de *E. globulus* foram diluídas em 100 mL de água destilada esterilizada, acrescido com 10 µL de Tween 80®, para facilitar a emulsificação do óleo em água.

Em cada tratamento, foram utilizadas 200 sementes, divididas em dez subamostras de 20 sementes. As sementes foram imersas nas soluções contendo o óleo essencial de *E. globulus*, por um período de 5 min. Posteriormente, as sementes foram incubadas, empregando-se o método *Blotter test* (Brasil, 2009b). Para isso, as sementes tratadas foram colocadas em placas de Petri (Ø 15 cm) estéreis, sobre duas folhas de papel filtro, esterilizadas e umedecidas com água destilada e esterilizada. As placas de Petri foram incubadas em câmara do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), regulada à temperatura de 25 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 h por 7 dias.

Transcorrido o período de incubação, foram avaliados os microrganismos presentes nas sementes e identificados através de suas características morfológicas (esporos). Para isso, foi realizada transferência da estrutura dos fungos para lâminas com corante lactofenol, cobertas com laminulas e observadas com auxílio de microscópio ótico, sendo os mesmos identificados ao nível de gênero, por meio de literatura especializada (Seifert et al., 2011). Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes infectadas.

Qualidade fisiológica de sementes de sabiá tratadas com óleo essencial de *Eucalyptus globulus*

Avaliou-se a influência do óleo essencial de *E. globulus* sobre a expressão da qualidade fisiológica

das sementes de sabiá. Após receberem os tratamentos descritos anteriormente, as sementes foram avaliadas pelos seguintes testes:

- teste de germinação: foram utilizadas 100 sementes, distribuídas em quatro repetições de 25 sementes, e colocadas em substrato de papel *germitest* umedecido com 2,5 vezes o peso do papel seco. Após o semeio, os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes, para evitar a perda de água, sendo distribuídos em câmara de germinação do tipo BOD, a 25 °C em fotoperíodo de 8 h. As contagens foram realizadas no 5° e 10° dias, considerando as plântulas normais (Brasil, 2013).
- primeira contagem de germinação: conduzida conjuntamente com o teste de germinação, onde foram computadas as sementes germinadas no 5° dia após a semeadura (Brasil, 2009b). O índice de velocidade de germinação (IVG) foi obtido registrando-se diariamente o número de sementes germinadas (Brasil, 2013), do 5° ao 10° dia. O índice foi determinado de acordo com a equação proposta por Maguire (1962).

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$$

Onde: G₁, G₂, G_n = número de plântulas germinadas na primeira, segunda, até a última contagem e N₁, N₂, N_n = número de semanas desde a primeira, segunda, até a última contagem.

- comprimento de plântulas: foi determinado ao final do teste de germinação, com auxílio de uma régua graduada, sendo os resultados expressos em cm plântula⁻¹.

Transmissão de *Fusarium* sp. das sementes de sabiá para plântulas

Após realização do *Blotter test* na avaliação da qualidade sanitária, constatou-se a presença do gênero *Fusarium*, considerado potencialmente patogênico (Mendes et al., 2005; Carmo et al., 2017), o qual foi isolado a partir das sementes para o teste de transmissão.

Para o isolamento do *Fusarium* sp. (IS001), fragmentos de micélio que cresceram sobre as sementes foram transferidos para placas de Petri, contendo meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar) elaborado com infusos de batata, para produção do inóculo. Para preparo do meio, 200 g de batatas descascadas foram

fervidos em 500 mL de água por 30 min e, em seguida, o caldo foi filtrado em gaze. Foi feita a fusão de 20 g de dextrose (= D-glicose), 20 g de ágar em 500 mL de água, adicionando o caldo da batata e completando com água destilada e autoclavada a 121 °C por 15 min. até a obtenção de 1.000 mL.

O meio foi vertido, adicionando-se cloridrato de tetraciclina (1 mg por mL de meio). As placas de Petri foram mantidas em câmara de incubação do tipo BOD, regulada à temperatura de 25 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 h por sete dias. Após confirmação e para purificação da cultura, o fungo foi multiplicado em 10 placas de Petri, contendo meio de cultura BDA. As placas foram incubadas em BOD, à 25 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 h por sete dias para realização do teste de transmissão

Após o período de incubação, foi realizada a inoculação do isolado de *Fusarium* sp. As sementes utilizadas foram previamente desinfestadas em uma solução de hipoclorito de sódio a 1% por 3 min e três lavagens sucessivas em água destilada esterilizada. Essas foram colocadas sobre papel-filtro esterilizado, para retirar o excesso de umidade. As sementes foram inoculadas por imersão das mesmas em suspensão de conídios do patógeno.

Para obtenção da suspensão, em cada placa de Petri foram adicionados 10 mL de água destilada esterilizada. A suspensão foi filtrada em dupla gaze e retirada uma alíquota de 10 µL, sendo transferida para a câmara de Neubauer, na qual foi feita a contagem de conídios mL⁻¹, para ajuste da concentração.

Posteriormente, foi realizada a inoculação com *Fusarium* sp. através da imersão das sementes por 5 min na suspensão de conídios, ajustada a 1×10^5 conídios mL⁻¹. Após serem imersas na suspensão, as sementes foram colocadas sobre papel-filtro esterilizado, para retirar o excesso de umidade, e deixadas por 24 h, em câmara úmida. Para o tratamento controle, as sementes foram imersas em água destilada esterilizada por 5 min.

Em seguida, as sementes foram semeadas em bandejas, contendo substrato comercial Brasplant®, previamente autoclavado por duas vezes (1 atm, 120 °C por 60 min, com intervalo de 24 h entre autoclavagens). As bandejas permaneceram em casa de vegetação durante 30 dias. Durante o período de emergência e avaliação final, foram contabilizados sintomas de tombamento pré e pós-emergência. Ao final, as plântulas foram retiradas e colocadas em câmara úmida para o reisolamento do patógeno e confirmação do agente causal.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada pelo software estatístico R (R Core Team, 2020), com os resultados submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Os dados obtidos para teste de sanidade foram transformados em $\sqrt{x+1}$.

Resultados

Sanidade de sementes de sabiá tratadas com óleo essencial de *Eucalyptus globulus*

Nas sementes de sabiá foram identificados os gêneros *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Rhizopus* e *Periconia*. Nas sementes tratadas com o óleo essencial de *E. globulus*, observou-se uma redução significativa da incidência de todos os fungos associados às sementes (Tabela 1).

Para *Cladosporium* sp., responsável pela maior incidência nas sementes de sabiá (16,5%), houve redução significativa na ocorrência nas sementes tratadas em comparação ao tratamento controle, independentemente da concentração do óleo essencial de eucalipto utilizada (Tabela 1).

Observou-se que a aplicação de todas as concentrações do óleo de *E. globulus* nas sementes proporcionou redução significativa de *Aspergillus* sp. em comparação ao tratamento controle (T1), verificando melhor resultado ao utilizar a concentração de 0,5%, com redução de 90,3% da incidência, não diferindo do tratamento fungicida (T6), como pode ser observado na Tabela 1.

Diferenças estatísticas também foram observadas entre tratamentos com óleo de *E. globulus* para controle da incidência de *Fusarium* sp. e *Rhizopus* sp. No entanto, esses tratamentos diferiram apenas do T1 (Tabela 1).

Observou-se baixa incidência de *Periconia* sp. nas sementes (0,5%), não sendo também constatada diferença significativa da aplicação do óleo de eucalipto (Tabela 1).

Ao avaliar a redução da incidência de *Penicillium* sp. nas sementes tratadas com óleo essencial de eucalipto, observou-se diferença significativa das concentrações 0,25% (T2) e 0,5% (T3) quando comparadas ao T1 e aos demais tratamentos (redução de 100%), não diferindo do T6 (Tabela 1). Estes resultados demonstram que o óleo essencial de *E. globulus* é uma alternativa promissora para tratamento sanitário de sementes de sabiá em fase de pré-semeadura.

Tabela 1. Incidência de fungos em sementes de *Mimosa caesalpinifolia* tratadas com diferentes concentrações do óleo essencial de *Eucalyptus globulus*.**Table 1.** Incidence of fungi in *Mimosa caesalpinifolia* seeds treated with different concentrations of the essential oil of *Eucalyptus globulus*.

Tratamentos	Incidência de fungos (%)					
	1	2	3	4	5	6
T1 – controle	16,5 a	15,5 a	7,5 a	4,0 a	2,5 a	0,5 a
T2 – <i>Eucalyptus globulus</i> a 0,25%	4,0 b	6,0 b	2,5 b	0,0 b	0,5 b	0,0 a
T3 – <i>E. globulus</i> a 0,50%	4,0 b	1,5 c	3,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 a
T4 – <i>E. globulus</i> a 0,75%	8,0 b	3,0 b	2,0 b	3,5 a	0,0 b	0,0 a
T5 – <i>E. globulus</i> a 1,0%	2,5 b	4,0 b	1,5 b	2,0 a	0,5 b	0,0 a
T6 – Fungicida	0,0 c	1,0 c	1,5 b	0,0 b	0,0 b	0,0 a
C.V. (%)	22,17	23,50	19,02	14,67	11,23	7,36

Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$); dados transformados em $\sqrt{x+1}$; CV (%) = coeficiente de variação; 1 – *Cladosporium* sp.; 2 – *Aspergillus* sp.; 3 – *Fusarium* sp.; 4 – *Penicillium* sp.; 5 – *Rhizopus* sp.; 6 – *Periconia* sp. T1 – controle (imersão das sementes em água destilada esterilizada); T2 a T5 – imersão em óleo de *E. globulus* a 0,25%, 0,5%, 0,75% e 1,0%, respectivamente; e T6 – fungicida Captan SC (240 g 100 kg⁻¹).

Qualidade fisiológica de sementes de sabiá tratadas com óleo essencial de *Eucalyptus globulus*

Além do efeito benéfico do tratamento das sementes de sabiá com óleo essencial de *E. globulus* na redução da incidência de fungos associados às mesmas, também se verificou que não houve efeito deletério desse óleo essencial sobre as características fisiológicas (porcentagem de germinação, primeira contagem de germinação e índice de velocidade germinação) das sementes tratadas, não sendo observada diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 2). Foi também observado que a aplicação do

óleo essencial de eucalipto, assim como do fungicida, influenciaram positivamente o comprimento da parte aérea e das raízes das plântulas de sabiá.

Para crescimento da parte aérea (CPA) e crescimento de raízes (CRA), com exceção do T2, observou-se efeito positivo ao tratar as sementes de sabiá com óleo essencial de eucalipto. O tratamento que proporcionou maiores valores de CPA foi o óleo essencial a 1,0% (T5), não deferindo do T1 e nem do T6. O tratamento que apresentou maior CRA foi a concentração 0,75% (T4), não diferindo do T6 (Tabela 2).

Tabela 2. Comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento das raízes (CRA) de plântulas de *Mimosa caesalpinifolia* tratadas com diferentes concentrações do óleo essencial de *Eucalyptus globulus*.**Table 2.** Length of aerial part (CPA) and roots (CRA) of *Mimosa caesalpinifolia* seedlings treated with different concentrations of the essential oil of *Eucalyptus globulus*.

Tratamentos	CPA	CRA
	-----cm-----	
T1 – controle	6,37 a	7,77 b
T2 – <i>Eucalyptus globulus</i> a 0,25%	4,65 b	4,97 c
T3 – <i>E. globulus</i> a 0,50%	5,57 a	7,67 b
T4 – <i>E. globulus</i> a 0,75%	5,4 a	8,80 a
T5 – <i>E. globulus</i> a 1,0%	6,22 a	7,45 b
T6 – Fungicida	6,67 a	9,07 a
CV (%)	3,26	8,01

Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$); dados transformados em $\sqrt{x+1}$; CV (%) = coeficiente de variação; T1 – controle (imersão das sementes em água destilada esterilizada); T2 a T5 – imersão em óleo de *E. globulus* a 0,25%, 0,5%, 0,75% e 1,0%, respectivamente; e T6 – fungicida Captan SC (240 g 100 kg⁻¹).

Transmissão de *Fusarium* sp. das sementes de sabiá para plântulas

No teste de transmissão, verificou-se que *Fusarium* sp. foi patogênico a *Mimosa caesalpiniiifolia*, com registro de 64% das plântulas inoculadas com sintomas (Figura 1). O patógeno causou tombamento em pré e pós-emergência das plântulas, sendo observado apodrecimento das raízes e necrose do hipocótilo. As sementes não germinadas (SNG) foram equivalentes a 16% do total, sendo verificada podridão causada por *Fusarium* sp. em 70%.

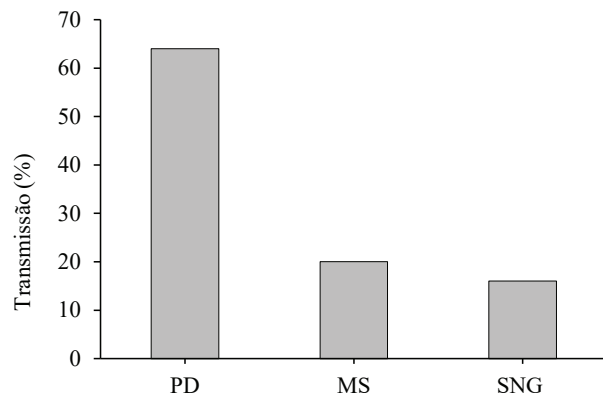


Figura 1. Porcentagem de plântulas doentes (PD), saudáveis (PS) e sementes não germinadas (SNG) de *Mimosa caesalpiniiifolia*, no teste de transmissão de *Fusarium* sp.

Figure 1. Percentage of diseased (PD), healthy (PS) and non-germinated (SNG) seedlings of *Mimosa caesalpiniiifolia*, after the transmission test of *Fusarium* sp.

Discussão

Dos fungos identificados nas sementes de sabiá, os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* são considerados como fungos de armazenamento, frequentemente encontrados em sementes. Esses podem alterar a coloração, reduzir o potencial germinativo das sementes e vigor das plântulas, além de produzir micotoxinas tóxicas para o ser humano, animais e plantas (Reverberi et al., 2010). Além destes fungos, a ocorrência de *Cladosporium* sp. também está associada à deterioração de sementes em condições de armazenamento inadequado (Guimarães & Carvalho, 2014). *Rhizopus* sp. é um fungo contaminante e/ou saprófita (Juliatti et al., 2011) e *Fusarium* sp. é um gênero que causa problemas em condições de

campo, ocasionando podridões de raízes e colo, o que pode ocasionar perdas quantitativas e qualitativas e a produção de micotoxinas, que causam redução na qualidade fisiológica das sementes em condições de armazenamento (Fantazzini et al., 2016).

O potencial fungitóxico do óleo essencial de eucalipto sobre os fungos *Penicillium digitatum*, *Aspergillus flavus*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Pythium ultimum* e *Rhizoctonia solani* foi evidenciado por Katooli et al. (2011). O controle alternativo pelo uso de óleo essencial de eucalipto tem demonstrado resultados eficientes no tratamento sanitário de sementes de diversas culturas, como estudado por Brito et al. (2012), ao tratar sementes de milho com óleo de eucalipto. Esses autores observaram a atividade antifúngica sobre o desenvolvimento de *Aspergillus* sp., *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp. e *Penicillium* sp. Daronco et al. (2015) também verificaram que a aplicação do óleo de eucalipto em sementes de soja reduziram a incidência de *Fusarium* sp., nas sementes, bem como a produção de micotoxinas.

O uso do óleo de eucalipto no tratamento sanitário de espécies florestais são escassos. Pereira et al. (2016) observaram eficiência do óleo essencial de *E. globulus* na redução da incidência de *Cladosporium* sp., *Pythium* sp., *Rhizopus* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. *Dreschlera* sp., *Epicocum* sp. e *Fusarium* spp. associados às sementes de *Schinus molle*. No entanto, esses mesmos autores não constataram eficiência desse óleo no controle de *Rhizoctonia* sp., *Pestalotiopsis* sp. e *Alternaria* sp.

A aplicação do óleo de eucalipto contribui para a redução da incidência de fitopatógenos que se aderem à superfície ou estão presentes no interior das sementes, além de não serem nocivos ao ser humano, animais e meio ambiente. O tratamento de sementes com este óleo também não afeta a germinação de sementes, como observado nesta pesquisa e em trabalhos anteriores com a aplicação em sementes de mamoneira (Gomes et al., 2017).

Os efeitos positivos observados para crescimento de raízes e de parte aérea (Tabela 2) foram descritos previamente para plântulas de *Eucalyptus grandis* (Steffen et al., 2010) e de *S. molle* (Pereira et al., 2016). Estes resultados podem estar relacionados às características químicas, físicas e moleculares de óleos essenciais aplicados, que incrementam o metabolismo das plantas (Salgado et al., 2003).

Vale ressaltar que os efeitos de óleos essenciais sobre a qualidade fisiológica das sementes variam de acordo com a sua concentração, constituição e com a interação entre os constituintes presentes no óleo, podendo causar efeitos sobre a permeabilidade das membranas (Ferreira & Áquila, 2000).

Observou-se que houve transmissão de *Fusarium* sp. das sementes para mudas. Os sintomas identificados foram podridão de raízes, manchas nos cotilédones e morte de plântulas. *Fusarium* sp. também foi relatado causando tombamento de plântulas em espécies florestais, a exemplo de Walker et al. (2016), que verificaram através do teste de transmissão que *Fusarium acuminatum* e *Fusarium verticillioides* foram patogênicos a *Cordia americana*. A transmissão via sementes de *Fusarium* sp. também foi observada em *Ceiba speciosa* (Lazarotto et al., 2010), *Parapiptadenia rigida* (Maciel et al., 2012) e em *Cedrela fissilis* (Lazarotto et al., 2012), sendo verificados sintomas como a má formação do sistema radicular e dos cotilédones e tombamento de plântulas. Mazarotto et al. (2019) constataram a transmissão de *Fusarium* sp. das sementes às mudas de *Aspidosperma polyneuron* (Muell). Arg., causando má formação e necrose nas raízes e cotilédones.

Além de causar problemas em condição de campo, o gênero *Fusarium* também é responsável pelo apodrecimento de sementes (Fantazzini et al., 2016), como foi constatado por Silva et al. (2017), que não observaram transmissão de *Fusarium* spp. das sementes para as plântulas de *Pinus taeda*, no entanto o patógeno causou apodrecimento de sementes na fase de germinação.

Fusarium spp. pode ser transmitido por sementes infectadas durante a germinação, podendo causar danos na pré-emergência, com destruição de sementes ou na pós-emergência, causando apodrecimento do sistema radicular e dos cotilédones, lesões no colo, tombamento e morte das plantas (Mazarotto et al., 2019), como observado no presente trabalho.

Conclusões

A aplicação de concentrações do óleo essencial de *Eucalyptus globulus* de 0,25% a 1% reduziu de forma eficiente a incidência de *Cladosporium* sp., *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp. e *Periconia* sp. nas sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia*.

O óleo essencial de *E. globulus* favoreceu o crescimento de raízes e da parte aérea de *M. caesalpiniiifolia*.

Houve a transmissão de *Fusarium* sp. das sementes para mudas de *M. caesalpiniiifolia* e os sintomas foram podridão de raízes, manchas nos cotilédones e morte de plântulas.

Conflito de interesses

Os autores não têm conflito de interesses a declarar.

Contribuição de Autoria

Otília Ricardo de Farias: conceituação, análise formal, investigação; metodologia, escrita da primeira redação.

José Manoel Ferreira de Lima Cruz: análise formal, metodologia.

Ingrid Gomes Duarte: metodologia, escrita da primeira redação.

Josiene Silva Veloso: escrita - revisão e edição.

Luciana Cordeiro do Nascimento: supervisão, revisão.

Referências

- Alfenas, A. C. & Mafía, R. G. **Métodos em fitopatologia**. 2. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2016. 516 p.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: MAPA, 2013.
- Brasil. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Manual de análise sanitária de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009a. 200 p.
- Brasil. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria Nacional de Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009b. 395 p.
- Brito, D. R. et al. Efeito dos óleos de citronela, eucalipto e composto citronelal sobre micoflora e desenvolvimento de plantas de milho. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 4, p. 184-192, 2012. <https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v3n4.brito>.
- Carmo, A. L. M. et al. Associação de fungos com sementes de espécies florestais nativas. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 3, p. 246-247, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-5405/2211>.
- Daronco, M. V. et al. Avaliação da eficácia de óleos essenciais no tratamentos de sementes de soja. **Revista Ciência Agrícola**, v. 13, n. 1, p. 47-52, 2015. <http://dx.doi.org/10.28998/rca.v13i1.1870>.
- Fantazzini, T. B. et al. *Fusarium verticillioides* inoculum potential and its relation with the physiological stored corn seeds quality. **Bioscience Journal**, v. 32, n. 5, p. 1254-1262, 2016. <https://doi.org/10.14393/BJ-v32n5a2016-33056>.
- Farias, O. R. et al. Óleo essencial de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) e copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf) sobre a sanidade e fisiologia de sementes de feijão macassar (*Vigna unguiculata* L. Walp). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 18, p. 629-

635, 2018.

Ferreira, A. G. & Áquila, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, p. 175-204, 2000. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004001100005>.

Ferreira, R. L. C. et al. Deposição e acúmulo de matéria seca e nutrientes em serapilheira em um bosque de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). **Revista Árvore**, v. 31, n. 1, p. 7-12, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622007000100002>.

Gomes, R. S. S. et al. Óleo essencial de eucalipto na qualidade de sementes de mamoneira. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 12, n. 4, p. 248-254, 2017.

Guimarães, G. R. & Carvalho, D. D. C. Incidência e caracterização morfológica de *Cladosporium herbarum* em feijão comum cv. 'Pérola'. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 12, n. 3, p. 137-140, 2014. <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/28231>.

Juliatti, F. C. et al. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de algodoeiro produzidas nas regiões do Triângulo Mineiro e sul de Goiás. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 1, p. 24-31, 2011. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7370>.

Katooli, N. et al. Evaluation of eucalyptus essential oil against some plant pathogenic fungi. **Journal of Plant Breeding and Crop Science**, v. 3, n. 2, p. 41-43, 2011.

Lacerda, M. R. B. et al. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 163-170, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000200002>.

Lazarotto, M. et al. Detecção, transmissão, patogenicidade e controle químico de fungos em sementes de paineira (*Ceiba speciosa*). **Summa Phytopathologica**, v. 36, n. 2, p. 134-139, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-54052010000200005>.

Lazarotto, M. et al. Sanidade, transmissão via semente e patogenicidade de fungos em sementes de *Cedrela fissilis* procedentes da região sul do Brasil. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 493-503, 2012. <http://dx.doi.org/10.5902/198050986617>.

Lima, I. C. A. et al. Avaliação de sabiazeiro (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) quanto a acúleos e preferência por bovinos. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, v. 3, n. 3, p. 289-294, 2008. <https://doi.org/10.5039/agraria.v3i3a345>.

Lorenzetti, E. R. et al. O. Bioatividade de óleos essenciais no controle de *Botrytis cinerea* isolado de morangueiro. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 13, p. 619-627, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000500019>.

Maciel, C. et al. Detecção, transmissão e patogenicidade de fungos em sementes de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida*). **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 4, p. 323-328, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-54052012000400009>.

Maguire, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962. <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>.

Mazarotto, E. J. et al. Associação de *Fusarium* e *Phomopsis* com sementes de Peroba Rosa. **Floresta e Ambiente**, v. 26, n. 2, e20170515, 2019. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.051517>.

Mendes, M. M. C. et al. Crescimento e sobrevivência de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) inoculadas com micro-organismos simbiotes em condições de campo. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 2, p. 309-320, 2013. <https://doi.org/10.5902/198050989277>.

Mendes, S. S. et al. Levantamento, patogenicidade e transmissão de fungos associados a sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*). **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 1, p. 118-122, 2005.

Moura, S. S. S. et al. Physiological and sanitary quality of seeds of *Dimorphandra gardneriana* Tul. treated with essential oils. **Comunicata Scientiae**, v. 9, n. 3, p. 457-464, 2018. <https://doi.org/10.14295/CS.v9i3.1600>.

Nascimento, D. M. et al. Óleos essenciais no tratamento de sementes. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 27, p. 77-90, 2021. <https://doi.org/10.31976/0104-038321v270004>.

Nasrin, L. et al. Investigation of potential biological control of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* by plant extracts, antagonistic sp. and chemical elicitors in vitro. **Fungal Genomics & Biology**, v. 8, n. 1, p. 1-4, 2018. <https://doi.org/10.4172/2165-8056.1000155>.

Oaya, C. S. et al. Impact of synthetic pesticides utilization on humans and the environment: an overview. **Agricultural Science & Technology**, v. 11, n. 4, p. 279-286, 2019. <https://doi.org/10.15547/ast.2019.04.047>.

Oliveira, M. D. M. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* A.C. Smith submetidas à termoterapia e tratamento químico. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 1, p. 45-50, 2011. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v33i1.5645>.

Patel, R. M. & Jasrai, Y. T. Antifungal potency of *Eucalyptus globules* labill essential oil against important plant pathogenic fungi. **CIBTech Journal of Microbiology**, v. 4, n. 1, p. 42-52, 2015.

Pereira, K. C. et al. Avaliação de óleos essenciais na qualidade sanitária e fisiológica em sementes e mudas de *Schinus molle*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 85, p. 71-78, 2016. <https://doi.org/10.4336/2016.pfb.36.85.905>.

Pinheiro, C. G. et al. Efeito da assepsia superficial na germinação e incidência de fungos em sementes de espécies florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 87, p. 253-260, 2016. <https://doi.org/10.4336/2016.pfb.36.87.1234>.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2020. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 16 maio 2022.

Reverberi, M. et al. Natural functions of mycotoxins and control of their biosynthesis in fungi. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 87, n. 3, p. 899-911, 2010. <https://doi.org/10.1007/s00253-010-2657-5>.

Salgado, A. P. S. P. et al. Avaliação da atividade fungitóxica de óleos essenciais de folhas de *Eucalyptus* sobre *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea* e *Bipolaris sorokiniana*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 2, p. 249-254, 2003. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542003000200001>.

- Seifert, K. et al. **The genera of Hyphomycetes**. Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 2011.
- Silva, T. W. R. et al. Métodos de detecção, transmissão e patogenicidade de *Fusarium* spp. em sementes de *Pinus taeda*. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 1, p. 73-84, 2017. <https://doi.org/10.5902/1980509826448>.
- Steffen, R. B. et al. Efeito estimulante do óleo essencial de eucalipto na germinação e crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 63, p. 199-206, 2010. <https://doi.org/10.4336/2010.pfb.30.63.199>.
- Tomaz, M. A. et al. Composição química e atividade alelopática do óleo essencial de eucalipto. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 5, p. 475-483, 2014. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/18115>.
- Walker, C. et al. Caracterização morfológica, molecular e patogenicidade de *Fusarium acuminatum* e *Fusarium verticillioides* a *Cordia americana*. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 463-473, 2016. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509822747>.