

SUBMETIDO 24/08/2021

APROVADO 13/12/2021

PUBLICADO ON-LINE 21/12/2021

PUBLICADO 30/06/2023

EDITORA ASSOCIADA
Ane Cristine Fortes da Silva

DOI: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2021id6299>

ARTIGO ORIGINAL

Óleos essenciais no tratamento de sementes florestais nativas do semiárido brasileiro

 Francisco Aricles Olinto ^{[1]*}

 Valdeir de Souza Oliveira ^[2]

 Maria Silvana Nunes ^[3]

 Hilderlande Florêncio da Silva ^[4]

 Mirelly Miguel Porcino ^[5]

 Luciana Cordeiro do Nascimento ^[6]

[1] faolinto@gmail.com

Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB),
Campus Sousa, Brasil

[2] valdeir.natal25@gmail.com

[3] silvana.nunes@hotmail.com

[4] hildafs@hotmail.com

[5] mirellyagroufpb@hotmail.com

[6] luciana.cordeiro@academico.ufpb.br

Departamento de Fitotecnia e Ciências
Ambientais, Universidade Federal
da Paraíba (UFPB), Campus Areia, Brasil

*Autor para correspondência.

RESUMO: Espécies florestais nativas são muito importantes para o equilíbrio ambiental, e garantir a sua preservação é essencial para as próximas gerações. Este trabalho objetivou avaliar a eficiência de óleos essenciais na redução da incidência de fungos e na qualidade fisiológica de sementes de craibeira, ipê-rosa e jurema-branca. Os tratamentos utilizados foram: sementes não tratadas, fungicida e os óleos essenciais de citronela, olíbano, eucalipto, girassol, sementes de uva, cravo, melaleuca e alecrim, na concentração de 1 mL.L⁻¹. Avaliou-se o percentual de incidência de fungos; percentual de germinação e de emergência; índice de velocidade de germinação e de emergência; plântulas normais, anormais, comprimentos da parte aérea, da raiz e da plântula; matéria seca da parte aérea e da raiz. Os óleos essenciais de cravo e olíbano reduziram os percentuais de incidência de *Aspergillus* sp. e *Rhizopus* sp., respectivamente, em sementes de craibeira, ipê-rosa e jurema-branca. O óleo essencial de citronela diminuiu o percentual de *Penicillium* sp. e de *Cladosporium* sp. nas sementes de ipê-rosa e jurema-branca. Todos os óleos essenciais melhoraram a qualidade fisiológica das sementes de jurema-branca. Os óleos essenciais de sementes de uva e de melaleuca reduziram a qualidade fisiológica das sementes de craibeira.

Palavras-chave: controle alternativo; fungos fitopatogênicos; metabólitos secundários; qualidade fisiológica.

Essential oils in the treatment of native forest seeds from the Brazilian semiarid region

ABSTRACT: Native forest species are very important for environmental balance and ensuring their preservation is essential for future generations. This work aimed at evaluating the efficiency of essential oils in reducing the incidence of fungi and in the physiological quality of craibeira, ipê-rosa and jurema-branca seeds. The treatments used were: untreated seeds, fungicide and essential oils of citronella, frankincense, eucalyptus, sunflower, grape seeds, cloves, Melaleuca and rosemary, at a concentration of 1 mL.L⁻¹. The percentage of incidence

of fungi was evaluated; percentage of germination and emergence; speed index of germination and emergence; normal and abnormal seedlings, shoot, aerial part, root and seedling lengths; aerial part and root dry matter. The essential oils of clove and frankincense reduced the percentage of incidence of *Aspergillus* sp. and *Rhizopus* sp., respectively, in craibeira, ipê-rosa and jurema-branca seeds. Citronella essential oil decreased the percentage of *Penicillium* sp. and *Cladosporium* sp. in the seeds of ipê-rosa and jurema-branca. All essential oils improved physiological quality of jurema-branca seeds. The essential oils from grape seeds and *Melaleuca* seeds reduced the physiological quality of craibeira seeds.

Keywords: alternative control; physiological quality; phytopathogenic fungi; secondary metabolites.

1 Introdução

As espécies florestais nativas desempenham um papel ecológico fundamental ao meio ambiente devido ao seu potencial de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas. Essas espécies também apresentam importância devido à utilização da sua madeira e propriedades medicinais, como ocorre, por exemplo, com a craibeira (*Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f ex S. Moore), o ipê-rosa (*Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos) e a jurema-branca (*Piptadenia stipulacea* Benth) (CARMO *et al.*, 2017)

Nas sementes, podem estar associados diversos microrganismos patogênicos que podem causar danos futuros, como manchas necróticas, descolorações de cascas, deformações e apodrecimentos. Conseqüentemente, os resultados encontrados diretamente nas sementes são a diminuição do vigor, perda do poder germinativo, problemas na formação das mudas, além de se constituírem em focos primários de infecção no viveiro e no campo (MOREAU, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2011; PIVETA *et al.*, 2010).

A preocupação com o meio ambiente e com a segurança durante a manipulação de sementes tratadas tem aumentado a demanda por tecnologias que permitam a redução dos riscos, sem comprometer a qualidade delas. O uso exagerado de produtos químicos no tratamento de sementes pode contaminar o meio ambiente, além de provocar falhas de controle decorrentes do surgimento de microrganismos resistentes a esses compostos (DOMENE *et al.*, 2016).

Estudos recentes indicam as vantagens em usar óleos essenciais na agricultura devido a sua ação antimicrobiana, por ser uma alternativa de manejo que não polui o ambiente, fornecendo novos princípios ativos, além de evitar o aparecimento de resistência de patógenos (GONÇALVES; MATTOS; MORAIS, 2009). Os métodos alternativos de controle de doenças de plantas são importantes para obtenção de produtos agrícolas que se adequem às novas exigências de qualidade ambiental (DOMENE *et al.*, 2016; OLIVEIRA; BIONDO; SCHWAN-ESTRADA, 2014; SCHWAN-ESTRADA, 2009).

Os óleos essenciais são metabólitos secundários¹ produzidos pelas plantas, caracterizados como misturas complexas que podem conter entre 20 e 60 componentes em concentrações muito diferentes. Geralmente, os óleos essenciais apresentam misturas variáveis, principalmente terpenoides, monoterpenos e sesquiterpenos, embora diterpenos também possam estar presentes. Esses metabólitos secundários podem inibir ou retardar o crescimento de microrganismos (MOTA; TURRINI; POVEDA, 2015; SWAMY; AKHTAR; SINNIHAH, 2016).

[1] Metabólitos secundários são produtos do metabolismo vegetal, não diretamente relacionados com os chamados processos primários para a planta, como fotossíntese, respiração e formação do protoplasma. Daí esse conjunto de vias biossintéticas ter recebido o nome de metabolismo secundário (VIZZOTTO; KROLOW; WEBER, 2010).

Alguns estudos têm demonstrado que óleos essenciais de algumas espécies vegetais são eficientes no controle de doenças de plantas, seja pela ação fungitóxica direta ou pela indução de resistência da planta. Por exemplo, o óleo essencial de *Syzygium aromaticum* na concentração de 0,15% controlou os fungos *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani* e *Fusarium oxysporum* (COSTA *et al.*, 2011). Outrossim, o óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) nas concentrações de 25 µg/g e 50 µg/g controlou o crescimento do fungo *Aspergillus flavus* e inibiu a produção de aflatoxina² (NERILO *et al.*, 2020).

[2] As aflatoxinas (AFs) são metabólitos secundários produzidos por *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, *A. nomius* e *A. pseudotamarii*. AFs são compostos orgânicos de menor peso molecular, tipicamente produzidos por micélios fúngicos e acumulados em conídios e escleródios (FRISVAD *et al.*, 2019).

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou avaliar a eficiência de diferentes óleos essenciais sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de três espécies florestais, quais sejam: craibeira (*Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f ex S. Moore), ipê-rosa (*Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos) e jurema-branca (*Piptadenia stipulacea* Benth).

Este trabalho é apresentado em três seções principais: a seção 2 apresenta toda a metodologia usada nesta pesquisa, desde as coletas das sementes até as avaliações de sanidade, germinação e emergência; a seção 3 apresenta os principais resultados obtidos com a aplicação dos óleos essenciais em sementes de espécies florestais; e a seção 4 apresenta as principais conclusões deste trabalho.

2 Materiais e métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia (LAFIT) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus II, em Areia, PB.

Foram coletadas sementes de craibeira (*Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f ex S. Moore), ipê-rosa (*Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos) e jurema-branca (*Piptadenia stipulacea* Benth), a partir de cinco matrizes de cada espécie, selecionadas previamente. As coletas foram realizadas no município de Sousa, mesorregião do Sertão Paraibano, no período de julho a novembro de 2018.

As sementes foram beneficiadas e desinfestadas utilizando hipoclorito de sódio (1%) durante três minutos e dupla lavagem em água destilada esterilizada (ADE). Posteriormente, as sementes foram tratadas com óleos essenciais, em concentração única de 1 mL.L⁻¹ de ADE, com adição de Tween[®] 80 a 0,05% (v/v) para facilitar a emulsificação dos óleos em água (BRITO *et al.*, 2010). Todos os óleos foram adquiridos comercialmente.

Os tratamentos aplicados foram: T1 – testemunha (ADE); T2 – fungicida químico com princípio ativo Captana (240 g.100 kg⁻¹ de sementes); e oito óleos essenciais, sendo eles: T3 – óleo essencial de citronela (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle); T4 – óleo essencial de olíbano (*Boswellia carterii*); T5 – óleo essencial de eucalipto (*Eucalyptus globulus*); T6 – óleo essencial de girassol (*Helianthus annuus* L.); T7 – óleo essencial de sementes de uva (*Vitis vinifera*); T8 – óleo essencial de cravo (*Eugenia caryophyllata* Thunb. [Myrtaceae]); T9 – óleo essencial de melaleuca (*Melaleuca alternifolia*); e T10 – óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.).

O método utilizado foi via imersão das sementes durante cinco minutos, e o fungicida foi aplicado diretamente sobre as sementes. Após a aplicação dos tratamentos, as sementes foram postas para secar em papel absorvente e utilizadas nos testes de sanidade, germinação e emergência.

Para o teste de sanidade foram utilizadas 100 sementes por cada tratamento, divididas em dez repetições de dez sementes cada. As sementes foram incubadas em placas de Petri

sobre uma dupla camada de papel filtro esterilizado e umedecido com ADE, em seguida foram incubadas sob temperatura de 25 ± 2 °C, por sete dias.

A avaliação da incidência dos fungos nas sementes foi realizada com o auxílio do microscópio ótico, adotando-se como critério para identificação a comparação de características descritas na literatura específica (ZAUZA; ALFENAS; MAFIA, 2007). Os resultados foram expressos em percentual de sementes infectadas.

Para o teste de germinação foram utilizadas 100 sementes, divididas em quatro repetições de 25 sementes cada, semeadas em papel do tipo Germitest® previamente esterilizado e umedecido com ADE com o equivalente a 2,5 vezes o peso da massa do papel e colocadas para germinar em câmara tipo B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*) em temperatura de 25 °C, sob fotoperíodo de 12 horas (BRASIL, 2009).

Nesta pesquisa, as seguintes características foram avaliadas: germinação – correspondente à porcentagem total de sementes germinadas até o décimo dia após a semeadura; primeira contagem – correspondente à porcentagem de sementes germinadas até o quarto dia após o início do teste; índice de velocidade de germinação (IVG) – determinado de acordo com a fórmula apresentada por Maguire (1962); e comprimento de plântula – obtida com a medição das partes das plântulas normais emergidas utilizando-se uma régua graduada em centímetros.

A matéria seca da parte aérea e da raiz também foi determinada; as partes das plântulas normais foram separadas, acondicionadas em papel Kraft e levadas para a estufa mantida à temperatura de 65 °C, permanecendo até obtenção de peso constante (72 horas). As amostras foram pesadas em balança analítica, e os resultados obtidos foram expressos em g/plântula⁻¹.

Para o teste de emergência foram utilizadas 100 sementes, divididas em quatro repetições de 25 sementes cada, semeadas em bandejas plásticas de 200 células com volume de 18 cm³, contendo areia lavada esterilizada, e sendo umedecidas diariamente, ficando distribuídas ao acaso durante 14 dias.

A primeira contagem de plântulas normais emergidas foi obtida no quarto dia após a instalação; já o percentual de emergência obteve-se no 14º dia. O índice de velocidade de emergência (IVE) foi representado pelo número de plântulas emergidas diariamente até o 14º dia após a instalação, conforme a fórmula adaptada de Maguire (1962) (BRASIL, 2009).

O comprimento das plântulas foi determinado ao final do teste de emergência. Para tal, a raiz primária e a parte aérea de cada plântula foram medidas, individualmente, com auxílio de uma régua graduada em centímetros, e os resultados tiveram os seus valores expressos em cm.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com dez tratamentos. As médias do teste de sanidade e da qualidade fisiológica foram comparadas pelos testes de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando *software* estatístico Sisvar® versão 5.4 (FERREIRA, 2010).

3 Resultados e discussão

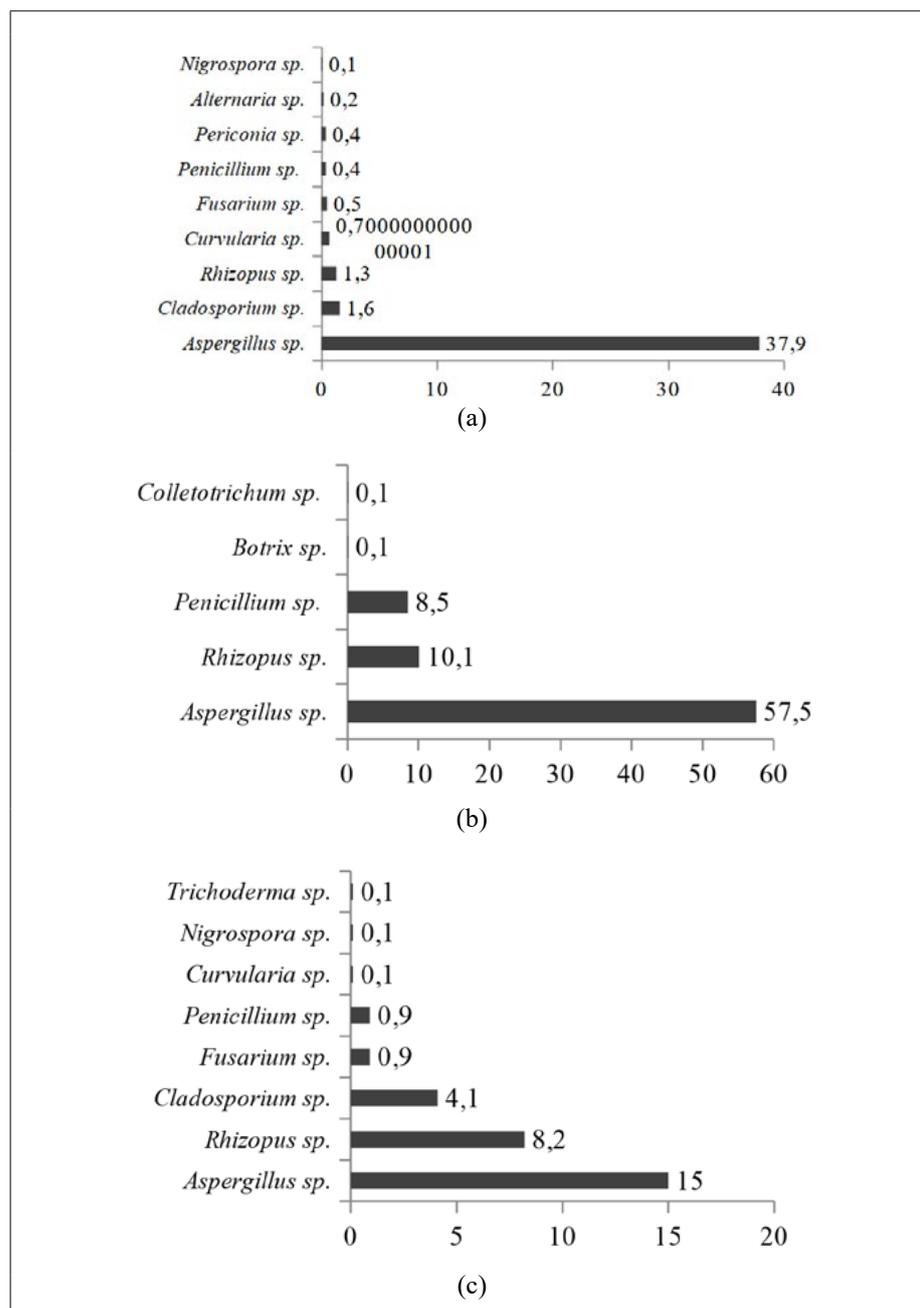
Os resultados mostram a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de três espécies florestais nativas do Semiárido – craibeira (*Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore), ipê-rosa (*Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos) e jurema-branca (*Piptadenia stipulacea* Benth) – tratadas com óleos essenciais.

3.1 Qualidade sanitária de sementes de espécies nativas do Semiárido

De acordo com os resultados, as sementes das espécies florestais de craibeira, ipê-rosa e jurema-branca apresentaram alta incidência do gênero *Aspergillus* sp., apresentando valores de 37,9%, 57,5% e 15,0%, respectivamente.

Em sementes de craibeira ainda foram identificados os gêneros fúngicos *Cladosporium* sp. (1,6%), *Rhizopus* sp. (1,3%), *Curvularia* sp. (0,7%), *Fusarium* sp. (0,5%), *Penicillium* sp. e *Periconia* sp. (0,4%), *Alternaria* sp. (0,2%) e *Nigrospora* sp. (0,1%) (Figura 1a). Nas sementes de ipê-rosa também foram visualizados *Rhizopus* sp. (10,1%), *Penicillium* sp. (8,5%), *Botrytis* sp. e *Colletotrichum* sp. (0,1%) (Figura 1b). Já nas sementes de jurema-branca, o quantitativo foi de 8,2% de *Rhizopus* sp., 4,1% de *Cladosporium* sp., 0,9% de *Penicillium* sp. e *Fusarium* sp. e 0,1% de *Colletotrichum* sp. (Figura 1c).

Figura 1 ►
Incidência de fungos em sementes de craibeira (a), ipê-rosa (b) e jurema-branca (c).
Fonte: dados da pesquisa



O gênero *Fusarium* sp. tem sido associado a tombamentos em pré e pós-emergência de várias espécies florestais. Geralmente tem sido constatado que a transmissão ocorre via semente-plântula (WALKER *et al.*, 2016). Segundo Gomes *et al.* (2019b), foram identificados cinco gêneros fúngicos associados às sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), entre eles *Fusarium* sp., *Aspergillus niger* e *Penicillium* sp., mais incidentes nas sementes.

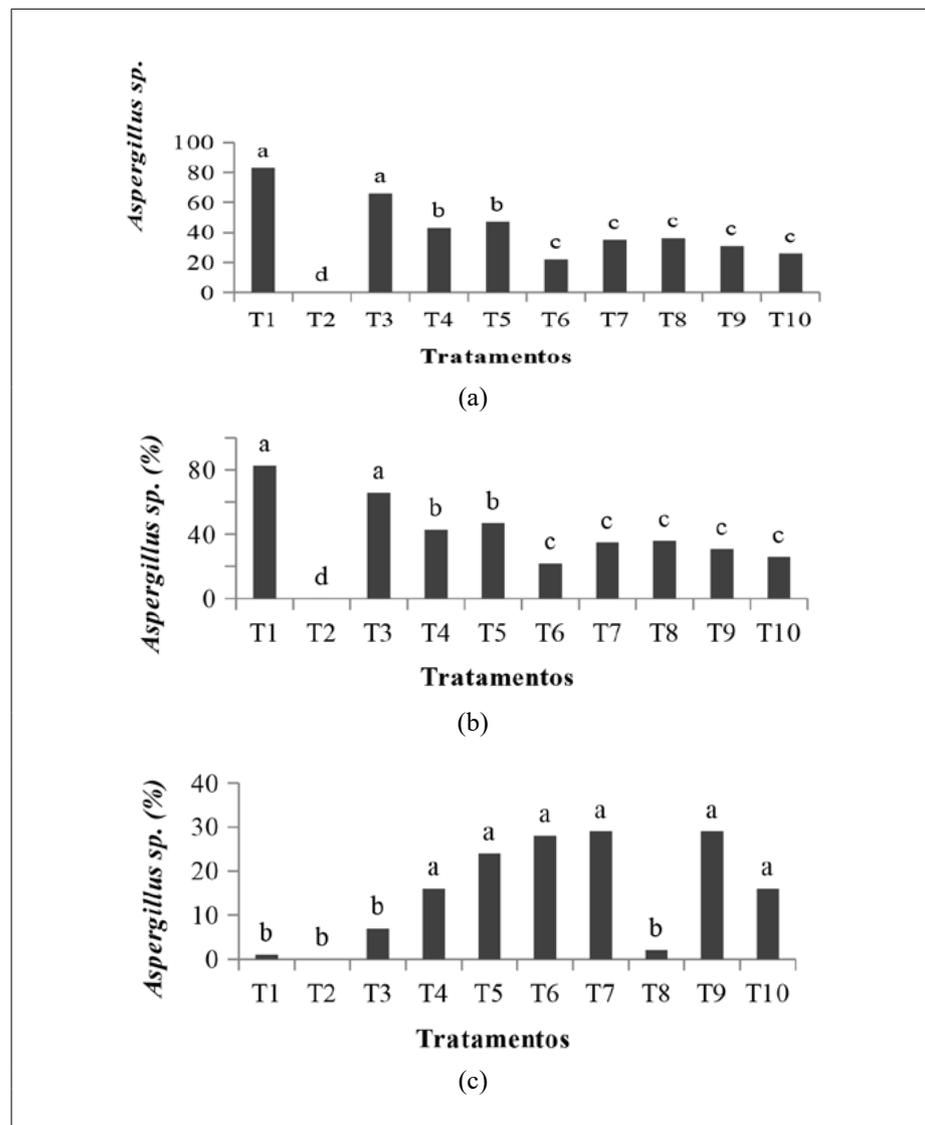
Em pesquisa de Souza *et al.* (2020), comparando a eficácia de diferentes métodos de detecção de fungos em sementes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hill.), foram encontrados nos lotes *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Aureobasidium melanogenum*, *Aspergillus* sp., *Pestalotia* sp., *Nigrospora* sp., *Trichoderma* sp., *Fusarium graminearum*, *Fusarium oxysporum* e *F. guttiforme*.

Na presente investigação, observou-se que os tratamentos com óleos essenciais de girassol, sementes de uva, cravo, melaleuca e alecrim não deferiram estatisticamente entre si, mostrando-se mais eficientes na redução da incidência de *Aspergillus* sp. em sementes de craibeira, equiparando-se ao efeito do fungicida. Não houve diferença significativa entre os óleos essenciais de olíbano e de eucalipto (Figura 2a)

Figura 2 ▶

Incidência de *Aspergillus* sp. em sementes de craibeira (a), ipê-rosa (b) e jurema-branca (c). Testemunha (T1), fungicida (T2) e óleos essenciais de citronela (T3), olíbano (T4), eucalipto (T5), girassol (T6), sementes de uva (T7), cravo (T8), melaleuca (T9) e alecrim (T10).

Fonte: dados da pesquisa



Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p > 0,05$).

As sementes de ipê-rosa tratadas com óleo essencial de melaleuca apresentaram os menores percentuais de *Aspergillus* sp., comportando-se de forma semelhante ao tratamento com fungicida, apresentando eficiência contra esse fungo. Os tratamentos com óleos essenciais de citronela, olíbano e eucalipto não tiveram diferença estatística entre si e se mostraram menos eficientes na redução da incidência de *Aspergillus* sp. (Figura 2b).

Na Figura 2c, pode-se observar que o tratamento com óleo essencial de cravo apresentou maior eficácia no controle de *Aspergillus* sp. em sementes de jurema-branca, não diferindo estatisticamente do tratamento com fungicida. Porém, vale ressaltar que o tratamento testemunha também não diferiu desses tratamentos, indicando algum fator externo influenciando no resultado. Os óleos essenciais de olíbano, eucalipto, girassol, sementes de uva, melaleuca e alecrim foram menos eficientes na redução da incidência fúngica.

O óleo essencial de cravo tem como composto majoritário o eugenol (90,3%), além de β -cariofileno (4,83%) e acetato de eugenol (1,87%), e os testes de atividade contra microrganismos mostraram bons resultados, com certo potencial de controle (SILVESTRI *et al.*, 2010). O óleo essencial de citronela também apresenta destaque, podendo contribuir para o controle biológico através de seus aleloquímicos; é uma espécie medicinal, aromática, apresenta na sua composição como compostos majoritários o citronelal e geraniol (HIRATA *et al.*, 2018).

Em sementes de angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* var. Cebil (Griseb.) Altschul) tratadas com diferentes óleos essenciais, o tratamento utilizando o óleo de melaleuca apresentou potencial positivo no controle do desenvolvimento micelial de *Rhizoctonia* sp. (cm), inibindo o seu desenvolvimento em 15%, em relação ao tratamento testemunha (BRESSAN *et al.*, 2018).

Na Figura 3 (próxima página) estão expostos os resultados do percentual de sementes de craibeira, ipê-rosa e jurema-branca com *Rhizopus* sp. após os tratamentos com óleos essenciais. Sob condições favoráveis, o gênero *Rhizopus* sp. é capaz de reduzir a viabilidade das sementes, diminuindo seu poder germinativo, ou até mesmo de ocasionar sua morte (PADULLA *et al.*, 2010).

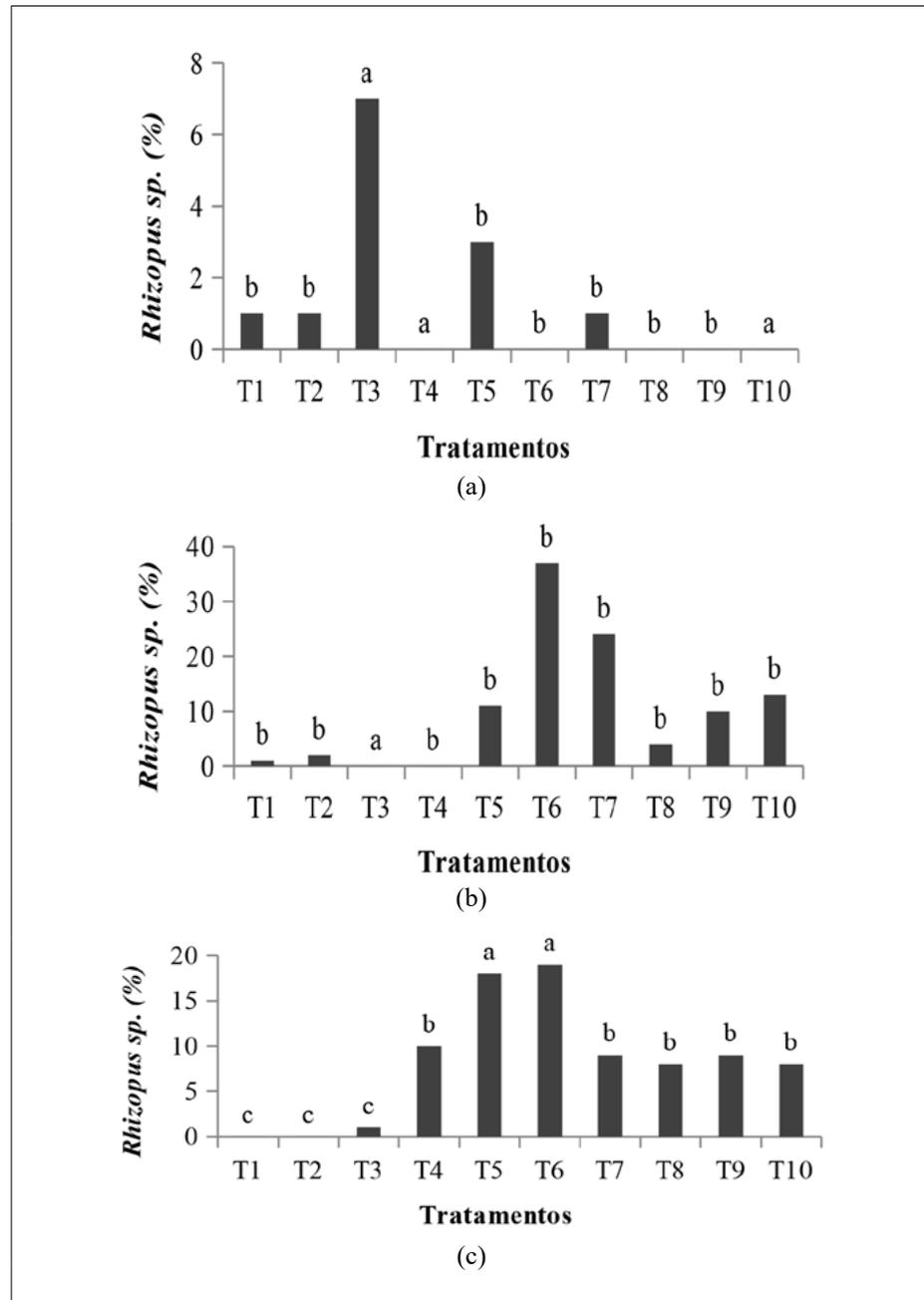
Para a incidência de *Rhizopus* sp. sobre as sementes de craibeira, observa-se que os tratamentos com óleo essencial de olíbano, girassol, cravo, melaleuca e alecrim promoveram resultados equivalentes em relação ao tratamento testemunha e ao fungicida, além de não apresentarem incidência do patógeno (Figura 3a). Diferentemente, as sementes tratadas com óleo de citronela apresentaram maior incidência desse fungo.

A incidência de *Rhizopus* sp. nas sementes de ipê-rosa foi reduzida pelos tratamentos com óleo essencial de citronela e de olíbano (Figura 3b). O tratamento com óleo de citronela também teve destaque no controle do *Rhizopus* sp. nas sementes de jurema-branca, comparando-se com os demais óleos e estatisticamente semelhante ao tratamento testemunha e ao fungicida (Figura 3c).

Figura 3 ►

Incidência de *Rhizopus* sp. em sementes de craibeira (a), ipê-rosa (b) e jurema-branca (c). Testemunha (T1), fungicida (T2) e óleos essenciais de citronela (T3), olíbano (T4), eucalipto (T5), girassol (T6), sementes de uva (T7), cravo (T8), melaleuca (T9) e alecrim (T10).

Fonte: dados da pesquisa



Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p > 0,05$).

Rezende *et al.* (2020) encontraram resultados semelhantes contra *Rhizopus stolonifer*, apontando que os óleos essenciais de laranja-lima e de laranja-bahia (*Citrus sinensis*) reduziram a incidência e inibiram em 91,95% e 80,05% o crescimento micelial desse fungo, na dose de 100 μ L. O óleo essencial de olíbano apresenta em seu perfil químico o isoincensol e o acetato de isoincensol, principais componentes diterpênicos, e suas atividades antimicrobianas foram avaliadas individualmente contra diferentes microrganismos (CAMARDA *et al.*, 2007).

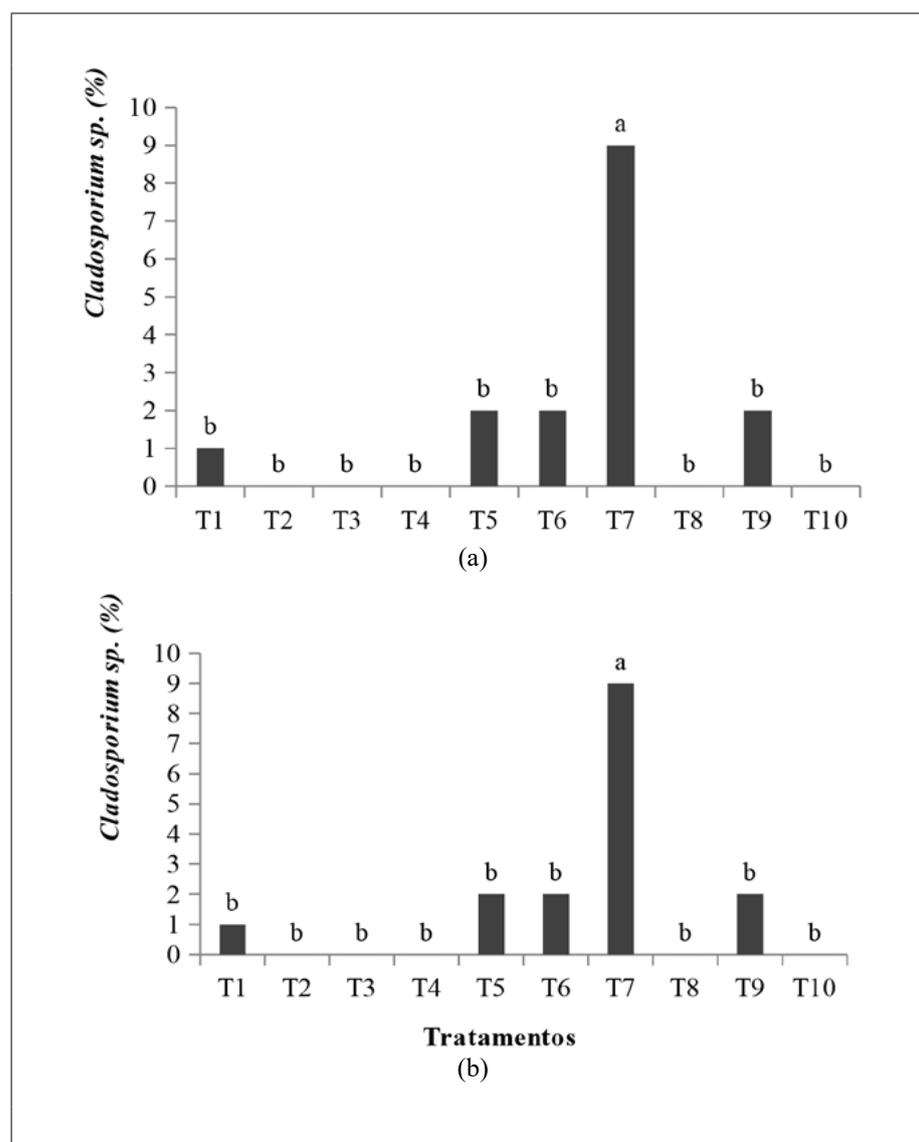
De acordo com Silva, Gomes e Nascimento (2019), houve diminuição da incidência de *Rhizopus* sp. em sementes de pau-mocó (*Luetzelburgia auriculata* Allemão Ducke), tendo sobressaído no controle desse patógeno o tratamento com óleo de eucalipto na concentração de 100 μ L.L⁻¹.

Segundo Mota, Turrini e Poveda (2015), em testes de substâncias com atividade antimicrobiana, o óleo essencial de eucalipto destacou-se em ação contra fungos. Os gêneros *Penicillium* sp. e *Rhizopus* sp. são responsáveis pela deterioração de sementes em más condições de armazenamento, degradando a reserva das sementes, reduzindo seu vigor e seu índice germinativo, podendo levar à morte do embrião (SOUZA *et al.*, 2017).

Pode-se observar na Figura 4a que todos os óleos influenciaram na diminuição da incidência de *Cladosporium* sp. em sementes de craibeira, com exceção do óleo essencial de sementes de uva, que apresentou efeito contrário aos demais. Esse gênero fúngico é considerado fitopatogênico, devido a sua ocorrência em várias espécies vegetais, causando descoloração do tegumento e perda do poder germinativo (GOLDFARB *et al.*, 2010).

Figura 4 ▶

Incidência de *Cladosporium* sp. em sementes de craibeira (a) e jurema-branca (b). Testemunha (T1), fungicida (T2) e óleos essenciais de citronela (T3), olíbano (T4), eucalipto (T5), girassol (T6), sementes de uva (T7), cravo (T8), melaleuca (T9) e alecrim (T10).
Fonte: dados da pesquisa



Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p > 0,05$).

Na Figura 4b, em sementes de jurema-branca, os óleos essenciais de citronela e melaleuca apresentaram melhor efeito inibidor de *Cladosporium* sp., assim como os óleos de olíbano e girassol, comportando-se estatisticamente de forma semelhante ao fungicida.

Nunes *et al.* (2019), trabalhando com sementes de tambor (*Enterolobium contortisiliquum*), apontaram que o óleo essencial de manjeriço foi o mais

satisfatório no controle dos gêneros *Aspergillus* sp. e *Cladosporium* sp., tendo efeito equivalente ao fungicida.

Os tratamentos realizados com todos os óleos essenciais conseguiram reduzir significativamente o percentual de incidência de *Fusarium* sp., em relação ao tratamento testemunha. Segundo Silva, Gomes e Nascimento (2019), ocorreu redução significativa de *Fusarium* sp. com óleo essencial de eucalipto, atingindo-se 0% desse fungo em sementes de pau-mocó (*Luetzelburgia auriculata*) submetidas ao controle com esse óleo.

O potencial antifúngico dos óleos essenciais contra fitopatógenos tem atraído cada vez mais a atenção dos pesquisadores em todo o mundo, uma vez que esses óleos podem atuar como biofungicidas e substituir fungicidas químicos (ZNINI *et al.*, 2013). A atividade dos óleos essenciais pode ocorrer através de alterações na integridade, na composição e na permeabilidade das membranas celulares, estresse oxidativo, inibição de processos intracelulares de transporte de íons e ruptura das membranas celulares (NAZZARO *et al.*, 2017).

3.2 Qualidade fisiológica de sementes de espécies nativas do Semiárido

Os dados obtidos na avaliação do teste de germinação nas sementes de craibeira apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos quando avaliada a germinação (G), resultando em valores médios de 98% (óleo essencial de sementes de uva) a 100% (demais tratamentos) de sementes germinadas (Tabela 1).

Tabela 1 ▼

Valores médios de germinação (G), plântulas normais (PN), anormais (PA), comprimentos da parte aérea (CPA), da raiz (CPR) e da plântula (CPL), matéria seca da parte aérea (MSA) e da raiz (MSR) e índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de craibeira tratadas com óleos essenciais na concentração de 1 mL.L⁻¹.
Fonte: dados da pesquisa

Trat.	G (%)	PN (%)	PA (%)	CPA (cm)	CPR (cm)	CPL (cm)	MSA (g)	MSR (g)	IVG (%)
T1	100,0a	24,0a	1,0a	4,02a	10,56b	14,58b	0,433a	0,072b	60,51a
T2	100,0a	23,75a	1,25a	3,86a	9,71b	13,57b	0,474a	0,066b	56,93a
T3	100,0a	24,25a	0,75a	4,54a	10,97b	15,51a	0,482a	0,106b	56,05a
T4	100,0a	24,0a	1,0a	4,16a	10,18b	14,33b	0,463a	0,095b	62,01a
T5	100,0a	24,0a	1,0a	3,26b	10,08b	13,34b	0,444a	0,101b	58,01b
T6	100,0a	24,25a	0,75a	3,12b	10,34b	13,45b	0,475a	0,109b	54,30d
T7	98,0b	23,5a	1,25a	3,48b	12,51a	15,99a	0,482a	0,216a	56,44c
T8	100,0a	23,5a	1,5a	3,18b	10,77b	13,95b	0,470a	0,220a	57,88c
T9	100,0a	24,0a	1,0a	4,01a	10,37b	14,38b	0,466a	0,214a	55,51d
T10	100,0a	22,5a	2,5a	3,25b	10,39b	13,64b	0,460a	0,208a	57,43c
CV (%)	0,73	4,81	97,42	28,07	17,72	13,18	7,82	24,04	2,37

Água destilada esterilizada (T1), fungicida (T2) e óleos essenciais de citronela (T3), olíbano (T4), eucalipto (T5), girassol (T6), sementes de uva (T7), cravo (T8), melaleuca (T9) e alecrim (T10). CV = Coeficiente de variação.

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p > 0,05$).

Para o índice de velocidade da germinação (IVG), observaram-se valores entre 54,30% (óleo essencial de girassol) e 62,01% (óleo essencial de olíbano). Não foram observadas diferenças significativas nos tratamentos quando avaliadas as porcentagens de plântulas normais germinadas e de plântulas anormais, de acordo com os dados da Tabela 1.

O efeito dos óleos essenciais sobre a germinação das sementes depende do tipo de óleo essencial e da dose utilizada (HILLEN *et al.*, 2012). Os componentes dos óleos essenciais são resultados do metabolismo secundário de plantas, podendo apresentar alelopatia em altas concentrações, inibindo germinação e crescimento ou ainda influenciando diretamente na emissão de radículas nas plântulas, já que interferem na divisão celular, na permeabilidade das membranas e na ativação das enzimas (PIÑA-RODRIGUES; LOPES, 2001).

O efeito do tratamento com óleos essenciais de *Eucalyptus camaldulensis* e *Corymbia citriodora* sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho (*Zea mays*) aponta que ocorreu comportamento semelhante da germinação entre os lotes de sementes avaliados (DOMENE *et al.*, 2016).

Nas análises de comprimento da parte aérea, da raiz e da plântula, foram observadas diferenças significativas entre os óleos essenciais e também quando comparados com o tratamento testemunha e o fungicida. Não foi observado incremento para as variáveis comprimento da parte aérea, da raiz e da plântula em sementes de craibeira.

Não foi observada diferença significativa para matéria seca de parte aérea, ocorrendo comportamento semelhante entre todos os tratamentos. Já a matéria seca da raiz primária apresentou diferença significativa. Neste caso, o tratamento com óleo essencial de cravo apresentou o maior índice de comprimento (Tabela 1).

De acordo com Miranda *et al.* (2015), nenhuma das concentrações do óleo essencial extraído das folhas de gengibre branco (*Hedychium coronarium*) influenciou a resposta das variáveis índice de velocidade de germinação e comprimento de raiz das plântulas de alface (*Lactuca sativa*). Já o óleo essencial extraído dos rizomas causou uma diminuição na resposta do IVG – de 75,9% para 65,8% – e no comprimento de raiz – de 38,5 mm para 35,7 mm.

Segundo Monteiro *et al.* (2014), tratamentos com óleo de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) e óleo de verbena (*Verbena officinalis* L.) nas concentrações de 0,5% e 1% causaram redução do poder germinativo das sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, mas a redução não foi observada no tratamento com óleo de mostarda (*Brassica nigra* (L.) Koch). Esse resultado pode ser atribuído à maior dificuldade de embebição de água pelas sementes tratadas com óleos e/ou alteração dos processos fisiológicos envolvidos na germinação, por efeito químico, corroborando os resultados da presente pesquisa.

Verifica-se na Tabela 2 (próxima página) uma diferença significativa entre os tratamentos de sementes de craibeira para o percentual de emergência de plântulas, tendo o uso dos óleos essenciais de sementes de uva (76%), citronela (75%) e girassol (72%) apresentado destaque em relação aos demais óleos, comportando-se estatisticamente de forma superior ao tratamento testemunha (48%) e ao tratamento com fungicida (59%).

Tabela 2 ►

Valores médios de emergência (EM), comprimentos da parte aérea (CPA), raiz (CPR), plântula (CPL), matéria seca de parte aérea (MSA) e de raiz (MSR) e índice de velocidade de emergência (IVE) em sementes de craibeira tratadas com óleos essenciais na concentração de 1 mL.L⁻¹.

Fonte: dados da pesquisa

Trat.	EM (%)	CPA (cm)	CPR (cm)	CPL (cm)	MSA (g)	MSR (g)	IVE (%)
T1	48,0b	4,67b	6,79a	11,46a	0,108a	0,025a	4,60b
T2	59,0b	4,99a	6,62b	11,61a	0,115a	0,025a	5,61a
T3	75,0a	4,78a	6,19b	10,97b	0,126a	0,025a	7,41a
T4	47,0b	4,45b	6,03b	10,47b	0,118a	0,224a	4,54b
T5	49,0b	4,93a	7,54a	12,46a	0,112a	0,025a	4,10b
T6	72,0a	5,23a	7,39a	12,61a	0,110a	0,023a	6,42a
T7	76,0a	4,97a	7,02a	11,98a	0,124a	0,024a	6,12a
T8	48,0b	4,97a	5,97b	10,94b	0,119a	0,027a	4,25b
T9	45,0b	4,22b	6,22b	10,44b	0,115a	0,027a	3,25b
T10	45,0b	4,50b	7,45a	11,95b	0,116a	0,028a	3,90b
CV (%)	26,99	12,43	22,29	14,45	8,35	9,73	30,61

Água destilada esterilizada (T1), fungicida (T2) e óleos essenciais de citronela (T3), olíbano (T4), eucalipto (T5), girassol (T6), sementes de uva (T7), cravo (T8), melaleuca (T9) e alecrim (T10). CV = Coeficiente de variação. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p > 0,05$).

A utilização dos óleos essenciais de melaleuca e de alecrim provocou maior redução na emergência de plântula de craibeira, com percentual de 30%. Além disso, contribuiu negativamente no índice de velocidade de emergência. O óleo essencial de citronela teve o melhor desempenho para o índice de velocidade de emergência, computando 7,41%.

Resultados semelhantes foram obtidos por Gomes *et al.* (2016) em sementes de feijão-fava, em que ocorreu diferença significativa na interação entre óleos essenciais de copaíba, cravo-da-índia e manjerição nas concentrações 0, 1, 1,5 e 2 mL.L⁻¹, quando avaliada a porcentagem de plântulas normais emergidas na primeira contagem de germinação e emergência.

De acordo com Teixeira *et al.* (2013), a emergência e o índice de velocidade de emergência de sementes de milho não variaram significativamente quando tratadas com 1,0% de óleo essencial de citronela, 0,1% de capim-limão e 0,1% e 0,5% de óleo de eucalipto.

Segundo Domene *et al.* (2016), os resultados de comprimento de plântulas apresentaram um comportamento semelhante para dois lotes de sementes de milho avaliados, ou seja, a maioria dos tratamentos não prejudicou o desenvolvimento da plântula, pois este não diferiu do tratamento testemunha.

Ribeiro e Lima (2012) também obtiveram um efeito inibitório do óleo essencial da casca da laranja (*Citrus sinensis*) no desenvolvimento das plântulas de duas espécies de ervas daninhas, *Euphorbia heterophylla* L. e *Ipomoea grandifolia*.

Tabela 3 ▼

Valores médios de germinação (G), plântulas normais (PN), anormais (PA), comprimentos da parte aérea (CPA), da raiz (CPR) e da plântula (CPL), matéria seca da parte aérea (MSA) e da raiz (MSR) e índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de ipê-rosa tratadas com óleos essenciais na concentração de 1 mL.L⁻¹.
Fonte: dados da pesquisa

Conforme os dados da Tabela 2 referentes à matéria seca das plântulas, verificou-se que os tratamentos das sementes de craibeira com óleo essencial de citronela originaram plântulas com maiores conteúdos de massa seca na parte aérea, ocorrendo o mesmo com a matéria seca da raiz no tratamento com óleo de alecrim.

Oliveira, Coelho e Diógenes (2020) observaram resultados semelhantes, em que o extrato de semente de *Amburana cearensis* comprometeu o vigor, afetando significativamente os processos de emergência de sementes de melão, influenciando negativamente no índice de velocidade de emergência, no comprimento da parte aérea, no comprimento das raízes e na matéria seca.

Na Tabela 3, estão apresentados os dados obtidos na avaliação do teste de germinação nas sementes de ipê-rosa tratadas com óleos essenciais, que não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos e o tratamento testemunha. Entretanto, a utilização do óleo de melaleuca apresentou o melhor índice, com 100% de sementes germinadas.

Trat.	G (%)	PN (%)	PA (%)	CPA (cm)	CPR (cm)	CPL (cm)	MSA (g)	MSR (g)	IVG (%)
T1	97,0a	22,25b	2,75a	2,26b	12,18a	14,45b	0,036a	0,223a	39,68a
T2	99,0a	24,25a	0,75b	2,15b	11,47b	13,62c	0,025a	0,057a	34,79c
T3	94,0a	23,0b	2,0a	2,26b	10,06c	12,33c	0,031a	0,053a	33,37c
T4	99,0a	22,50b	2,50a	2,09b	10,82b	12,91c	0,029a	0,066a	37,0b
T5	95,0a	23,50b	1,50a	2,10b	10,0c	12,09c	0,027a	0,060a	33,85c
T6	95,0a	24,25a	0,75b	2,38b	11,31b	13,69c	0,027a	0,066a	33,58c
T7	95,0a	23,50b	1,50a	2,09b	11,69b	13,78c	0,017a	0,070a	35,83c
T8	99,0a	24,75a	0,25b	3,02a	13,21a	16,23a	0,048a	0,068a	34,70c
T9	100,0a	24,25b	0,75b	2,26b	12,29a	14,55b	0,031a	0,069a	37,0b
T10	98,0a	25,0a	0,0b	2,32b	13,29a	15,62a	0,043a	0,062a	35,91c
CV (%)	4,83	4,54	84,41	25,16	18,95	17,40	59,17	131,63	4,9

Água destilada esterilizada (T1), fungicida (T2) e óleos essenciais de citronela (T3), olíbano (T4), eucalipto (T5), girassol (T6), sementes de uva (T7), cravo (T8), melaleuca (T9) e alecrim (T10). CV = Coeficiente de variação.

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p > 0,05$)

Verificou-se que o óleo essencial de citronela reduziu a germinação das sementes. Isso pode ter ocorrido devido à presença de compostos como citronelal e geraniol, cujas altas concentrações podem causar esse efeito (XAVIER *et al.*, 2012). Dados estatisticamente discrepantes ocorreram para o índice de velocidade de germinação, em que os tratamentos com óleos essenciais tiveram comportamento inferior ao tratamento testemunha.

Um benefício que possivelmente pode ser obtido através da utilização de óleos essenciais no tratamento de sementes é o aumento do poder germinativo. O tratamento de sementes com óleo de casca de laranja apresentou excelente ação fungistática e ainda incremento no vigor das sementes, quando avaliada a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja (*Glycine max*) (LEMES *et al.*, 2016).

Tabela 4 ▼
Valores médios de emergência (EM), comprimentos da parte aérea (CPA), raiz (CPR), plântula (CPL), matéria seca de parte aérea (MSA) e de raiz (MSR) e índice de velocidade de emergência (IVE) em sementes de ipê-rosa tratadas com óleos na concentração de 1 mL.L⁻¹.
Fonte: dados da pesquisa

Em sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) inoculadas com *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. e tratadas com óleos essenciais, as maiores porcentagens de germinação ocorreram em relação ao aumento da concentração de óleo essencial de *Citrus latifolia*, evidenciando potencial atividade fungicida para ambos os fungos. Quando o óleo essencial de *Cinnamomum zeylanicum* foi utilizado, as sementes de feijoeiro apresentaram uma redução na qualidade fisiológica, assim, esse óleo apresentou efeito fitotóxico nas sementes. Os mesmos autores observaram que, quando o tratamento químico das sementes foi realizado, houve redução na germinação e no índice de velocidade de germinação em comparação ao tratamento testemunha e aos tratamentos com óleos essenciais (VALENTINI *et al.*, 2019).

Moura *et al.* (2013), trabalhando com potencial alelopático de óleos essenciais na germinação de sementes de pimenteira (*Capsicum annuum*), observaram menor capacidade de germinação em sementes tratadas com óleo essencial de *C. zeylanicum*, sendo este capaz de inibir completamente a germinação das sementes na concentração de 1%.

Para o teste de emergência em estufa, as sementes não tratadas tiveram uma emergência de 81%. O uso do óleo de eucalipto resultou em diferença estatística, mostrando um número menor de sementes emergidas (28%). Os tratamentos com óleos essenciais de alecrim e de citronela destacaram-se nos índices de emergência, apresentando atividade estatisticamente semelhante ao tratamento testemunha e ao fungicida, diferindo dos demais óleos (Tabela 4).

Trat.	EM (%)	CPA (cm)	CPR (cm)	CPL (cm)	MSA (g)	MSR (g)	IVE (%)
T1	81,0a	6,73a	5,52a	12,25a	0,040a	0,048a	23,71a
T2	81,0a	4,06b	3,56b	7,62b	0,049a	0,078a	5,09b
T3	87,0a	4,43b	3,70b	8,13b	0,023a	0,076a	6,13b
T4	59,0b	4,51b	3,58b	8,09b	0,029a	0,082a	4,29b
T5	28,0c	3,94b	3,52b	7,46b	0,048a	0,091a	1,70b
T6	59,0b	4,37b	4,0b	8,38b	0,038a	0,081a	4,20b
T7	64,0b	4,53b	3,70b	8,23b	0,094a	0,191a	5,0b
T8	36,0c	3,33d	2,86c	6,19c	0,069a	0,052a	2,76b
T9	74,0b	6,05c	6,01a	12,06a	0,089a	0,182a	20,0a
T10	88,0a	6,81a	6,02a	12,83a	0,180a	0,053a	24,52a
CV (%)	17,88	17,65	20,68	14,65	101,11	117,33	32,99

Água destilada esterilizada (T1), fungicida (T2) e óleos essenciais de citronela (T3), olíbano (T4), eucalipto (T5), girassol (T6), sementes de uva (T7), cravo (T8), melaleuca (T9) e alecrim (T10). CV = Coeficiente de variação.
Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p > 0,05$).

Na investigação de Lozada *et al.* (2019), sementes de cebola (*Allium cepa* L.) não tratadas apresentaram uma emergência de 93%, já as sementes tratadas com óleo essencial de manjerição na concentração de 2000 ppm apresentaram os menores índices de emergência, enquanto o uso dos óleos de capim-limão, sálvia, tomilho e citronela não apresentaram diferenças estatísticas.

Os valores do IVE para sementes de ipê-rosa, apresentados na Tabela 4, apontam que os maiores resultados estão identificados nas sementes tratadas com óleo essencial de alecrim (24,52%), sendo semelhante ao tratamento testemunha e superior ao fungicida.

Certas substâncias presentes em altas concentrações na composição dos óleos essenciais de plantas podem ser tóxicas, a exemplo do eugenol, em maior concentração nos óleos essenciais, e extratos brutos superiores a 25%, que podem ligar-se fortemente ao tanino por meio de pontes de hidrogênio, causando toxicidade em sementes e inibindo a germinação (OLIVEIRA *et al.*, 2011; SOUZA FILHO *et al.*, 2009).

Nas análises de comprimento da parte aérea, da raiz primária e da plântula de ipê-rosa, foram observadas diferenças significativas na interação entre os óleos essenciais. Quando utilizado o tratamento com óleo de cravo, foi observada redução no comprimento da parte aérea, da raiz e da plântula, influenciando negativamente no vigor das plântulas e diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 4).

De acordo com Thiesen *et al.* (2019), resultados semelhantes foram encontrados para comprimento da radícula e comprimento da parte aérea em sementes de alface (*Lactuca sativa*). As sementes foram submetidas aos tratamentos com óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) apresentaram valores menores. A deformidade radicular é um bom parâmetro para o registro da anormalidade da plântula, pois esse órgão é mais sensível à ação alelopática do que o caule, além de ser o órgão que permanece em contato direto com o óleo essencial ou composto aleloquímico (PIRES; OLIVEIRA, 2011).

O tratamento de sementes de ipê-rosa com óleo essencial de alecrim apresentou o maior percentual de massa seca da parte aérea de plântulas; já para a massa seca da raiz, o índice que teve destaque ocorreu com o uso de óleo essencial de melaleuca e sementes de uva. Segundo Miranda *et al.* (2015), o comprimento da raiz e da parte aérea e a massa seca das mudas de alface foram reduzidos por um aumento nas concentrações de óleo essencial de alfarroba (*Ocimum gratissimum*).

Na Tabela 5 estão os dados referentes às sementes de jurema-branca. Não houve diferença estatística entre os tratamentos, quando avaliada a porcentagem de sementes germinadas, plântulas normais e anormais, comprimento da plântula, matéria seca da raiz e índice de velocidade de germinação. Isso pode ser explicado pelas condições ideais de realização do teste de germinação, o qual nem sempre permite detectar as pequenas diferenças na qualidade fisiológica das sementes. Assim, contrastes no desempenho de lotes com germinação semelhante de sementes estão associados ao fato de que os primeiros sinais da deterioração ocorrem antes da perda da viabilidade (BARBIERI *et al.*, 2012).

Tabela 5 ▼

Valores médios de germinação (G), plântulas normais (PN), anormais (PA), comprimentos da parte aérea (CPA), da raiz (CPR) e da plântula (CPL), matéria seca da parte aérea (MSA) e da raiz (MSR) e índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de jurema-branca tratadas com óleos essenciais na concentração de 1 mL.L⁻¹.
Fonte: dados da pesquisa

Trat.	G (%)	PN (%)	PA (%)	CPA (cm)	CPR (cm)	CPL (cm)	MSA (g)	MSR (g)	IVG (%)
T1	96,0a	22,25a	1,50a	9,76b	9,01a	18,77a	0,060d	0,015a	54,29a
T2	98,0a	23,50a	1,25a	9,59b	8,31a	17,90a	0,188b	0,017a	55,29a
T3	98,0a	23,25a	1,25a	9,36b	7,81a	17,18a	0,193b	0,012a	54,79a
T4	93,0a	21,50a	1,75a	10,86a	7,1b	17,96a	0,216b	0,012a	52,47a
T5	92,0a	22,75a	0,25a	9,14b	8,56a	17,70a	0,194b	0,012a	51,28a
T6	97,0a	23,50a	0,75a	10,79a	6,25b	17,04a	0,210b	0,007a	53,85a

Continua

									Conclusão
T7	96,0b	23,00a	1,0a	9,25b	7,20b	16,46a	0,269a	0,011a	53,54a
T8	93,0a	21,00a	2,25a	9,59b	8,05a	17,64a	0,283a	0,011a	51,47a
T9	94,0a	23,50a	1,0a	9,90b	8,52a	17,42a	0,139c	0,021a	53,04a
T10	93,0a	25,00a	0,0a	9,29b	6,95b	16,24a	0,171b	0,034a	51,97a
CV (%)	4,61	6,18	101,64	14,74	28,31	13,96	19,54	88,93	4,66

Água destilada esterilizada (T1), fungicida (T2) e óleos essenciais de citronela (T3), olíbano (T4), eucalipto (T5), girassol (T6), sementes de uva (T7), cravo (T8), melaleuca (T9) e alecrim (T10). CV = Coeficiente de variação.

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p > 0,05$).

Gomes *et al.* (2019a) encontraram resultados diferentes entre os tratamentos à base de óleos essenciais de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), canela (*Cinnamomum zeylanicum* Breyn.) e manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), quando avaliados os mesmos parâmetros da presente pesquisa em sementes de pata de vaca (*Bauhinia variegata* Linn.).

Nesta pesquisa foi verificado um maior comprimento de parte aérea de plântulas oriundas de sementes de jurema-branca tratadas com óleo essencial de olíbano (10,86 cm) e maior matéria seca da raiz de plântulas quando submetidas ao tratamento com óleo essencial de cravo (0,283 g), diferindo estatisticamente do tratamento com fungicida e do controle (Tabela 5).

Para Silva *et al.* (2019), o uso de óleos essenciais de citronela (*Cymbopogon nardus*), pimenta-longa (*Piper longum*), capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*) e melissa (*Melissa officinalis*) no tratamento de sementes de arroz apresentou tendência para inibição do comprimento de parte aérea e de raiz e da matéria seca da raiz e da parte aérea, com exceção para o tratamento com o óleo essencial de neem (*Azadirachta indica*), que apresentou resultados semelhantes ao tratamento testemunha e ao fungicida.

O tratamento com óleo de girassol gerou redução de 2,76 cm no comprimento da raiz de plântula de jurema-branca, quando comparado ao maior valor encontrado para a mesma variável analisada. Os óleos de olíbano, sementes de uva e alecrim também provocaram diminuição no comprimento de raiz de plântulas de jurema-branca (Tabela 5).

Resultados diferentes foram encontrados por Farias *et al.* (2020), em estudo com o óleo essencial de alecrim aplicado em sementes de feijão-fava (*Phaseolus lunatus*). O uso do óleo de alecrim, independente da concentração utilizada, proporcionou maior valor de comprimento de raiz, significativamente superior aos encontrados no tratamento testemunha.

As sementes de jurema-branca submetidas a tratamentos com fungicida, óleo essencial de citronela e alecrim apresentaram ligeiro destaque nos percentuais de emergência, com médias de 96%, 95% e 95%, respectivamente. Porém, não diferiram entre si e nem dos demais tratamentos (Tabela 6).

Tabela 6 ▼

Valores médios de germinação (G), plântulas normais (PN), anormais (PA), comprimentos da parte aérea (CPA), da raiz (CPR) e da plântula (CPL), matéria seca da parte aérea (MSA) e da raiz (MSR) e índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de jurema-branca tratadas com óleos essenciais na concentração de 1 mL.L⁻¹.
Fonte: dados da pesquisa

Trat.	G (%)	PN (%)	PA (%)	CPA (cm)	CPR (cm)	CPL (cm)	MSA (g)	MSR (g)	IVG (%)
T1	96,0a	22,25a	1,50a	9,76b	9,01a	18,77a	0,060d	0,015a	54,29a
T2	98,0a	23,50a	1,25a	9,59b	8,31a	17,90a	0,188b	0,017a	55,29a
T3	98,0a	23,25a	1,25a	9,36b	7,81a	17,18a	0,193b	0,012a	54,79a

Continua

T4	93,0a	21,50a	1,75a	10,86a	7,1b	17,96a	0,216b	0,012a	52,47a
T5	92,0a	22,75a	0,25a	9,14b	8,56a	17,70a	0,194b	0,012a	51,28a
T6	97,0a	23,50a	0,75a	10,79a	6,25b	17,04a	0,210b	0,007a	53,85a
T7	96,0b	23,0a	1,0a	9,25b	7,20b	16,46a	0,269a	0,011a	53,54a
T8	93,0a	21,0a	2,25a	9,59b	8,05a	17,64a	0,283a	0,011a	51,47a
T9	94,0a	23,50a	1,0a	9,90b	8,52a	17,42a	0,139c	0,021a	53,04a
T10	93,0a	25,0a	0,0a	9,29b	6,95b	16,24a	0,171b	0,034a	51,97a
CV (%)	4,61	6,18	101,64	14,74	28,31	13,96	19,54	88,93	4,66

Água destilada esterilizada (T1), fungicida (T2) e óleos essenciais de citronela (T3), olíbano (T4), eucalipto (T5), girassol (T6), sementes de uva (T7), cravo (T8), melaleuca (T9) e alecrim (T10). CV = Coeficiente de variação.

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p > 0,05$).

Os tratamentos que não danificam o embrião das sementes permitem a correta emergência da muda e promovem a reidratação dos tecidos, com consequente intensificação da respiração e de todas as demais atividades metabólicas, culminando com o fornecimento de energia e nutrientes necessários para a retomada do crescimento do eixo embrionário (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Lozada *et al.* (2019) observaram o índice de emergência de 85% na concentração de 1.000 ppm e de 75% a 2.000 ppm em sementes de cebola (*Allium cepa* L.) tratadas com óleo essencial de citronela.

De maneira geral, o tratamento com óleo essencial de alecrim apresentou maiores porcentagens de emergência associadas a maiores médias de IVE, indicando a existência de relação direta entre os dois processos, demonstrando que esse tratamento é satisfatório para estabelecer emergência uniforme de sementes de jurema-branca (Tabela 6).

Ainda com relação à Tabela 6, pode-se observar que não foram encontradas diferenças significativas para o comprimento de plântulas e para a matéria seca de parte aérea em sementes de jurema-branca tratadas com os óleos essenciais. Porém, na variável comprimento de parte aérea, o óleo de eucalipto se destacou, sendo superior aos demais e diferindo do tratamento testemunha. Para comprimento de raiz, o destaque foi para o tratamento com óleo essencial de sementes de uva. Para matéria seca da raiz, ocorreu diferença significativa, com o menor índice de massa para o tratamento com óleo de alecrim.

Para Barreto *et al.* (2016), a concentração de 1% do óleo de alecrim influenciou positivamente o crescimento das plântulas de feijão-fava da variedade Rosinha, com 7,6 cm para CPA e 9,5 cm para CPR, enquanto na variedade Roxinha a concentração de 0,25% do óleo teve efeito negativo no crescimento das plântulas, reduzindo em 13% o CPA e apresentando o menor CPR (9,5 cm).

4 Conclusão

O percentual de incidência dos fungos *Aspergillus* sp. e *Rhizopus* sp. associados às sementes de craibeira, ipê-rosa e jurema-branca teve redução significativa em função do uso dos óleos essenciais de cravo e olíbano. O óleo essencial de citronela contribuiu na diminuição do percentual de *Penicillium* sp. e de *Cladosporium* sp. nas sementes de ipê-rosa e jurema-branca.

Os óleos essenciais de sementes de uva e de melaleuca reduziram a qualidade fisiológica das sementes de craibeira. O óleo essencial de alecrim proporcionou um aumento no percentual de emergência em sementes de ipê-rosa.

Todos os óleos essenciais contribuíram positivamente nos parâmetros da qualidade fisiológica das sementes de jurema-branca nas condições testadas.

Financiamento

Esta pesquisa não recebeu financiamento externo.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

BARBIERI, A. P. P.; MENEZES, N. L.; CONCEIÇÃO, G. M.; TUNES, L. M. Teste de lixiviação de potássio para a avaliação do vigor de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 1, p. 117-124, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222012000100015>.

BARRETO, G. G.; FARIAS, O. R.; DUARTE, I. G.; SOUSA, B. O.; NASCIMENTO, L. C. Efeito do óleo de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) na qualidade de sementes de feijão fava. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 1., 2016, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: Editora Realize, 2016. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/23761>. Acesso em: 5 dez. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. 399 p. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/laboratorios/arquivos-publicacoes-laboratorio/regras-para-analise-de-sementes.pdf/view>. Acesso em: 5 dez. 2021.

BRESSAN, D. F.; BATISTA, V. V.; OLIGINI, K. F.; MAZARO, S. M.; CECHIN, F. E.; FUNGHETTO, D. J. Patologia e germinação de sementes de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth) Brenan) e potencial de óleos essenciais no controle de *Rhizoctonia* sp. *in vitro* e no tratamento de sementes. **TECIE – Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, n. 10, p. 1-18, maio 2018. Disponível em: <https://revistatecie.crea-pr.org.br/index.php/revista/article/view/311>. Acesso em: 23 maio 2023.

BRITO, N. M.; NASCIMENTO, L. C.; COELHO, M. S. E.; FÉLIX, L. P. Efeitos de óleos essenciais na germinação de sementes de *Cereus jamacaru*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 2, p. 207-211, 2010. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v5i2a702>.

CAMARDA, L.; DAYTON, T.; DI STEFANO, V.; PITONZO, R.; SCHILLACI, D. Chemical composition and antimicrobial activity of some oleogum resin essential oils

from *Boswellia* spp. (Burseraceae). **Anali di Chimica**, v. 97, n. 9, p. 837-844, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1002/adic.200790068>.

CARMO, A. L. M.; MAZARATTO, E. J.; ECKSTEIN, B.; SANTOS, A. F. Associação de fungos com sementes de espécies florestais nativas. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 3, p. 246-247, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2211>.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

COSTA, A. R. T.; AMARAL, M. F. Z. J.; MARTINS, P. M.; PAULA, J. A. M.; FIUZA, T. S.; TRESVENZOL, L. M. F.; PAULA, J. R.; BARA, M. T. F. Ação do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L. M. Perry sobre as hifas de alguns fungos fitopatogênicos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 2, p. 240-245, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000200018>.

DOMENE, M. P.; GLÓRIA, E. M.; BIAGI, J. D.; BENEDETTI, B. C.; MARTINS, L. Efeito do tratamento com óleos essenciais sobre a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de milho (*Zea mays*). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 83, p. 1-6, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657000072014>.

FARIAS, O. R.; CRUZ, J. M. F. L.; GOMES, R. S. S.; SILVA, H. A. O.; NASCIMENTO, L. C. Atividade antifúngica do óleo de alecrim sobre sementes de *Phaseolus lunatus*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 43, n. 1, p. 23-30, 2020. DOI: <https://doi.org/10.19084/rca.18742>.

FERREIRA, D. F. **Programa computacional Sisvar** – UFLA, versão 5.4, 2010. Disponível em: <https://des.ufla.br/~danielff/programas/sisvar.html>. Acesso em: 5 dez. 2021.

FRISVAD, J. C.; HUBKA, V.; EZEKIEL, C. N.; HONG, S. B.; NOVÁKOVÁ, A.; CHEN, A. J.; ARZANLOU, M.; LARSEN, T. O.; SKLENÁŘ, F.; MAHAKARNCHANAKUL, W.; SAMSON, R. A.; HOUBRAKEN, J. Taxonomy of *Aspergillus* section *Flavi* and their production of aflatoxins, ochratoxins and other mycotoxins. **Studies in Mycology**, v. 93, n. 1, p. 1-63, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2018.06.001>.

GOLDFARB, M.; DUARTE, M. E. M.; MATA, M. E. R. M. C.; NASCIMENTO, L. C.; BRITO, N. M.; SOUTO, F. M. Incidência de fungos e qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) após o armazenamento criogênico. **Revista Biotemas**, v. 23, n. 1, p. 19-26, 2010. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2010v23n1p19>.

GOMES, R. S. S.; FARIAS, O. R.; DUARTE, I. G.; SILVA, R. T.; CRUZ, J. M. F.; NASCIMENTO, L. C. Qualidade de sementes de *Bauhinia variegata* tratadas com óleos essenciais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 39, e201801647, 2019a. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1647>. Acesso em: 5 dez. 2021.

GOMES, R. S. S.; NUNES, M. C.; NASCIMENTO, L. C.; SOUZA, J. O.; PORCINO, M. M. Eficiência de óleos essenciais na qualidade sanitária e fisiológica em sementes de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 18, n. 1, supl. 1, p. 279-287, 2016. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_117.

GOMES, R. S. S.; SOUZA, F. M. C.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A. Qualidade sanitária de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* fr. Allemão) tratadas com argila silicatada. In: GOMES, R. S. S.; NASCIMENTO, L. C. (org.). **Experimentação em Fitossanidade**. 1. ed. João Pessoa: S & S, 2019b. p. 545-556.

GONÇALVES, G. G.; MATTOS, L. P. V.; MORAIS, L. A. S. Óleos essenciais e extratos vegetais no controle de fitopatógenos de grãos de soja. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. S102-S107, 2009. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/577689>. Acesso em: 5 dez. 2021.

HILLEN, T.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; MESQUINI, R. M.; CRUZ, M. E. S.; STANGARLIN, J. R.; NOKAZI, M. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais no controle de fitopatógenos fúngicos in vitro e no tratamento de sementes. **Revista Brasileira de Plantas Medicináveis**, Botucatu, v. 14, n. 3, p. 439-445, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722012000300003>.

HIRATA, D. B.; LUZ, A. C. C.; ZANETTI, L. V.; WERNER, E. T.; MILANEZ, C. R. D.; LEITE, I. T. A. Efeito alelopático do óleo essencial de *Cymbopogon nardus* e extrato de *Annona muricata* na germinação de *Bidens pilosa* e *Megathyrus maximus*. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 41, n. 3, p. 141-150, 2018. DOI: <https://doi.org/10.19084/RCA17317>.

LEMES, E. S.; ASSIS, D. B.; TAVARES, L. C.; BENATTO JÚNIOR, J. C.; OLIVEIRA, S.; TUNES, L. M.; MENEGHELO, G. E. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja tratadas com essência de suco de laranja. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 10, n. 2, p. 74-82, 2016.

LOZADA, M. I. O.; SILVA, P. P.; PEREIRA, R. B.; NASCIMENTO, W. M. Essential oils in the control of *Colletotrichum gloeosporioides* f. Sp. cepae in onion seeds. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 50, n. 3, p. 510-518, 2019. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/6131>. Acesso em: 5 dez. 2021.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination – Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-77, 1962. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>.

MIRANDA, C. A. S. F.; CARDOSO, M. G.; CARVALHO, M. L. M.; MACHADO, S. M. F.; ANDRADE, M. A.; OLIVEIRA, C. M. Análise comparativa do potencial alelopático do óleo essencial de *Thymus vulgaris* e seu constituinte majoritário na germinação e vigor de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista E-xacta**, v. 8, n. 2, p. 45-53, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.18674/exacta.v8i2.1516>.

MONTEIRO, T. S. A.; NASU, E. G. C.; GUIMARÃES, C. P.; NEVES, W. S.; MIZOBUTSI, E. H.; FREITAS, L. G. Redução de inóculo de *Aphelenchoides besseyi* em sementes de *Brachiaria brizantha* tratadas com óleos essenciais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 7, p. 1149-1154, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20120383>.

MOREAU, J. S. **Germinação de sementes em diferentes substratos e caracterização morfológica de plântulas de Anadenanthera macrocarpa (Benth.) Brenan**. 2011. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2011.

Disponível em: <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/8012>. Acesso em: 5 dez. 2021.

MOTA, V. S.; TURRINI, R. N. T.; POVEDA, V. B. Atividade antimicrobiana do óleo de *Eucalyptus globulus*, xilitol e papaína: um estudo piloto. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, São Paulo, v. 49, n. 2, p. 216-220, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0080-623420150000200005>.

MOURA, G. S.; JARDINETTI, V. A.; NOCCHI, P. T. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; FRANZENER, G. Potencial alelopático do óleo essencial de plantas medicinais sobre a germinação e desenvolvimento inicial de picão-preto e pimentão. **Revista Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 17, n. 2, p. 51-62, 2013. Disponível em: <https://ensaioseciencia.pgskroton.com.br/article/view/2347>. Acesso em: 5 dez. 2021.

NAZZARO, F.; FRATIANNI, F.; COPPOLA, R.; DE FEO, V. Essential oils and antifungal activity. **Pharmaceuticals**, v. 10, n. 4, 86, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3390/ph10040086>.

NERILO, S. B.; ROMOLI, J. C. Z.; NAKASUGI, L. P.; ZAMPIERI, N. S.; MOSSINI, S. A. G.; ROCHA, G. H. O.; GLORIA, E. M.; ABREU FILHO, B. A.; MACHINSKI JUNIOR, M. Antifungal activity and inhibition of aflatoxins production by *Zingiber officinale* Roscoe essential oil against *Aspergillus flavus* in stored maize grains. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 50, n. 6, e20190779, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190779>.

NUNES, M. S.; NASCIMENTO, L. C.; SILVA, H. F.; SILVA, E. C. Qualidade de sementes de tambor (*Enterolobium contortisiliquum*) tratadas com óleos essenciais. In: GOMES, R. S. S.; NASCIMENTO, L. C. (org.). **Experimentação em Fitossanidade**. 1. ed. João Pessoa: S & S, 2019. v. 1, p. 534-544.

OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M. F. B.; DIÓGENES, F. E. P. Allelopathic activity of *Amburana cearensis* seed extracts on melon emergence. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 33, n. 1, p. 274-280, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n130rc>.

OLIVEIRA, J. A.; SILVA, T. T. A.; PINHO, E. V. R.; ABREU, L. A. S. Secagem e armazenamento de sementes de sorgo com alto e baixo teor de tanino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 4, p. 699-710, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222011000400012>.

OLIVEIRA, J. S. B.; BIONDO, V.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Extratos e tinturas vegetais sobre o crescimento micelial de *Corynespora cassiicola* e indução de fitoalexinas em soja. **Revista UNINGÁ Review**, Maringá, v. 17, n. 3, p. 5-10, 2014. Disponível em: https://www.mastereditora.com.br/periodico/20140301_214258.pdf. Acesso em: 5 dez. 2021.

PADULLA, T. L.; MORAES, M. H. D.; BARBEDO, C. J.; BORGES, I. F.; MENTEN, J. O. M.; PASCHOLATI, S. F. Detecção de fungos em sementes de pau-brasil (*Caesalpinia echinata*) coletadas durante sua formação e dispersão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 154-159, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222010000200019>.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. P.; LOPES, B. M. Potencial alelopático de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth sobre sementes de *Tabebuia alba* (Cham.) Sandw. **FLORAM – Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 8, p. 130-136, 2001. Disponível em: <https://www.floram.org/article/588e21f8e710ab87018b45c6>. Acesso em: 5 out. 2021.

PIRES, N. M.; OLIVEIRA, V. R. Alelopatia. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Ompipax, 2011. p. 145-185. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/910833>. Acesso em: 5 nov. 2021.

PIVETA, G.; MENEZES, V. O.; PEDROSO, D. C.; MUNIZ, M. F. B.; BLUME, E.; WIELEWICKI, A. P. Superação de dormência na qualidade de sementes e mudas: influência na produção de *Senna multijuga* (L. C. Rich.) Irwin & Barneby. **Acta Amazônica**, v. 40, n. 2, p. 281-288, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672010000200006>.

REZENDE, J. L.; FERNANDES, C. C.; COSTA, A. O. M.; SANTOS, L. S.; VICENTE NETO, F.; SPERANDIO, E. M.; SOUCHIE, E. L.; COLLI, A. C.; CROTTI, A. E. M.; MIRANDA, M. L. D. Antifungal potential of essential oils from two varieties of *Citrus sinensis* (lima orange and bahia navel orange) in postharvest control of *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.: Fr.) Vuill. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 40, supl. 2, p. 405-409, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/fst.30519>.

RIBEIRO, J. P. N.; LIMA, M. I. S. Allelopathic effects of orange (*Citrus sinensis* L.) peel essential oil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 26, n. 1, p. 256-259, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000100025>

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Extratos vegetais e de cogumelos no controle de doenças de plantas. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. S4038-S4045, 2009. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_3/mr_4_artigo_katia_regina_estrada.pdf. Acesso em: 5 dez. 2021.

SILVA, I. N.; CHRIST, A. J.; SILVA, S. S.; CARVALHO, J. W. P.; PASCUALI, L. C. Qualidade fisiológica de sementes de arroz tratadas com óleos essenciais e extratos vegetais. **Revista Destaques Acadêmicos**, Lajeado, v. 11, n. 3, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.22410/issn.2176-3070.v11i3a2019.2333>.

SILVA, R. T.; GOMES, R. S. S.; NASCIMENTO, L. C. Tratamento alternativo no controle de fungos associados às sementes de pau-mocó (*Luetzelburgia auriculata* Allemão Ducke). In: GOMES, R. S. S.; NASCIMENTO, L. C. (org.). **Experimentação em Fitossanidade**. 1. ed. João Pessoa: S & S, 2019. p. 608-618.

SILVESTRI, J. D. F.; PAROUL, N.; CZYEWSKI, E.; LERIN, L.; ROTAVA, I.; CANSIAN, R. L.; MOSSI, A.; TONIAZZO, G.; OLIVEIRA, D.; TREICHEL, H. Perfil da composição química e atividades antibacteriana e antioxidante do óleo essencial do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata* Thunb.). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 5, p. 589-594, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2010000500004>.

SOUZA, E. P.; PERINO, F. H. B.; MOSCATO, B. S.; FREITAS, P. G. N.; BLUMER, S.; CARDOSO, A. I. I.; BONINI, C. S. B.; BONINI NETO, A. Extrato de própolis no controle do *Penicillium* sp. e na qualidade de sementes de couve-flor.

Brazilian Journal of Biosystems Engineering, v. 11, n. 2, p. 135-141, 2017. DOI: <https://doi.org/10.18011/bioeng2017v11n2p135-141>.

SOUZA, G. F.; OLIVEIRA, L. M.; CASA, R. T.; AGOSTINETTO, L.; SOUZA, A. C. Detection Methods of Fungi in *Ilex paraguariensis* Seeds. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 27, n. 3, p. 1-7, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.098317>.

SOUZA FILHO, A. P. S.; VASCONCELOS, M. A. M.; ZOGHBI, M. G. B.; CUNHA, R. L. Efeitos potencialmente alelopáticos dos óleos essenciais de *Piper hispidinervium* C. DC. e *Pogostemon heyneanus* Benth sobre plantas daninhas. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 2, p. 389-395, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672009000200018>.

SWAMY, M. K.; AKHTAR, M. S.; SINNIHAH, U. R. Antimicrobial properties of plant essential oils against human pathogens and their mode of action: an updated review. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine: eCAM**, v. 3, 3012462, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1155/2016/3012462>.

TEIXEIRA, G. A.; ALVES, E.; AMARAL, D. C.; MACHADO, J. C.; PERINA, F. J. Essential oils on the control of stem and ear rot in maize. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 11, p. 1945-1951, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013001100004>.

THIESEN, L. A.; SCHMIDT, D.; PINHEIRO, M. V. M.; HOLZ, E.; ALTISSIMO, B. S.; HOLZ, E. Essential oil of *Lippia alba* (Mill.) N.E.Br. influences the germination, vigor and emergence of lettuce seeds. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 13, n. 3, p. 416-425, 2019. DOI: <https://doi.org/10.17584/rcch.2019v13i3.8033>.

VALENTINI, R. P.; BONOME, L. T. S.; MOURA, G. S.; SIQUEIRA, D. J.; TOMAZI, Y.; FRANZENER, G.; BITTENCOURT, H. H. Essential oils of Tahiti lemon and cinnamon bark in control of storage fungi and the physiological and sanitary quality of beans. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 86, e0172019, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657000172019>.

VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C. R.; WEBER, G. E. B. **Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 16 p. (Documentos, 316). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/886074/1/documento316.pdf>. Acesso em: 19 maio 2023.

WALKER C.; MACIEL, C. G.; MILANESI, P. M.; MUNIZ, M. F. B.; MEZZOMO, R.; POLLET, C. S. Caracterização morfológica, molecular e patogenicidade de *Fusarium acuminatum* e *Fusarium verticillioides* a *Cordia americana*. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 463-473, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509822747>.

XAVIER, M. V. A.; OLIVEIRA, C. R. F.; BRITO, S. S. S.; MATOS, C. H. C.; PINTO, M. A. D. S. C. Viabilidade de sementes de feijão caupi após o tratamento com óleo essencial de citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 14, n. spe, p. 250-254, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722012000500021>.

ZAUZA, E. A. V.; ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. Esterilização, preparo de meios de cultura e fatores associados ao cultivo de fitopatógenos. *In*: ALFENAS, A. C.; MÁFIA, R. G. (ed.). **Métodos em fitopatologia**. Viçosa: UFV, 2007. p. 23-51.

ZNINI, M.; CRISTOFARI, G.; MAJIDI, L.; PAOLINI, J.; DESJOBERT, J. M.; COSTA, J. Essential oil composition and antifungal activity of *Pulicaria mauritanica* Coss., against postharvest phytopathogenic fungi in apples. **LWT – Food Science and Technology**, v. 54, n. 2, p. 564-569, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.05.030>.