

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 26/02/2026

At the author's request, the full text of this thesis will not be available online until
Feb. 26, 2026

CAMILE DUTRA LOURENÇO GOMES

**TRATAMENTO DE SEMENTES DE MILHO COM ÓLEO ESSENCIAL DE CRAVO-
DA-ÍNDIA E ANTAGONISTAS NO CONTROLE DE *Fusarium verticillioides***

Botucatu

2025

CAMILE DUTRA LOURENÇO GOMES

**TRATAMENTO DE SEMENTES DE MILHO COM ÓLEO ESSENCIAL DE CRAVO-
DA-ÍNDIA E ANTAGONISTAS NO CONTROLE DE *Fusarium verticillioides***

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Proteção de plantas).

Orientadora: Profa. Dra. Adriana Zanin Kronka

Botucatu

2025

G633t Gomes, Camile Dutra Lourenço
Tratamento de sementes de milho com óleo essencial
de cravo-da-india e antagonistas no controle de *Fusarium
verticillioides* / Camile Dutra Lourenço Gomes. --
Botucatu, 2025
72 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista
(UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu
Orientadora: Adriana Zanin Kronka

1. proteção de plantas. 2. patologia de sementes. 3.
controle alternativo. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados
fornecidos pelo autor(a).

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE:

TRATAMENTO DE SEMENTES DE MILHO COM ÓLEO ESSENCIAL DE CRAVO-DA-ÍNDIA E ANTAGONISTAS NO CONTROLE DE *Fusarium verticillioides*

AUTORA: CAMILE DUTRA LOURENÇO GOMES

ORIENTADORA: ADRIANA ZANIN KRONKA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em Agronomia (Proteção de Plantas), pela Comissão Examinadora:

Professora Doutora ADRIANA ZANIN KRONKA (Participação Presencial)
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas Unesp Botucatu



Pós-doutoranda DANIELE MARIA DO NASCIMENTO (Participação Virtual)
Entomology and Plant Pathology / Oklahoma State University

p/ 

Prof. Dr. JULIO MASSAHARU MARUBAYASHI (Participação Virtual)
Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista

p/ 

Professor Doutor MATHEUS APARECIDO PEREIRA CIPRIANO (Participação Presencial)
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas - Unesp Botucatu



Prof.ª Dr.ª DANILA COMELIS BERTOLIN (Participação Virtual)
Agronegócio / Faculdade de Tecnologia de São José do Rio Preto

p/ 

Botucatu, 26 de agosto de 2025

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por me fortalecer diante das adversidades e por me permitir realizar mais um sonho.

Aos meus pais, José Dutra e Maria Valcilene, por todo amor, carinho, incentivo, paciência e, acima de tudo, por nunca deixarem de acreditar em mim. Cada conquista minha carrega um pedacinho do esforço e da fé de vocês.

Ao meu noivo, Ronan Yudi, obrigada por todo amor, dedicação, apoio e compreensão. Sua presença constante foi essencial para que eu conseguisse concluir mais essa etapa da minha vida.

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Adriana Zanin Kronka, pela orientação, pelos ensinamentos, paciência e compreensão ao longo dessa caminhada. Sua orientação foi essencial para a minha formação profissional e para o meu crescimento pessoal.

À Prof.^a Dr.^a Maria Márcia Pereira Sartori pela ajuda e orientação nas análises estatísticas.

Às minhas amigas Alana Emanoele e Luana Catelan, pela amizade e parceria. Obrigada por cada conversa, cada risada e por todos os momentos de leveza que tornaram essa jornada mais leve e especial.

Aos meus queridos amigos Ruthlana Dutra, Jolinda Mércia, Ruthineia Dutra, Brito Júnior e Camila Barbosa, por estarem sempre ao meu lado. Obrigada por serem apoio, carinho e força nos momentos em que mais precisei.

Ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de estudos (Processo n.º 141280/2021-2), que foi fundamental para a realização deste trabalho.

Aos funcionários da FCA/UNESP e a toda a equipe do Laboratório de Patologia de Sementes, que contribuíram direta ou indiretamente para a execução desta pesquisa, deixo meu sincero agradecimento.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Proteção de Plantas, por cada ensinamento compartilhado.

A todos que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para a concretização deste sonho.

RESUMO

O milho (*Zea mays*) é um dos principais cereais produzidos e consumidos em todo o mundo. *Fusarium verticillioides*, um dos principais fitopatógenos da cultura, causa redução no rendimento e na qualidade de grãos e sementes. O tratamento de sementes é uma estratégia que pode minimizar a incidência de fitopatógenos e prevenir doenças no início do cultivo. No intuito de reduzir o uso de produtos químicos sintéticos, a aplicação de antagonistas e produtos naturais com ação antimicrobiana, como os óleos essenciais, tem se mostrado como uma alternativa viável e sustentável para o tratamento de sementes. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivos: investigar a ação *in vitro* do óleo essencial (OE) de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) sobre *F. verticillioides*; estabelecer uma técnica de aplicação deste OE no tratamento de sementes de milho, visando ao controle deste fungo; verificar a ação antagônica *in vitro* de *Trichoderma harzianum* e *Clonostachys rosea* sobre o patógeno; e avaliar a integração do OE de cravo-da-índia com estes antagonistas como estratégia no manejo de *F. verticillioides* em sementes de milho. A atividade antifúngica *in vitro* do OE de cravo-da-índia sobre o crescimento do patógeno foi avaliada nas concentrações de 0,05; 0,10; 0,15 e 0,20%. O OE inibiu o crescimento micelial a partir da concentração 0,10%. Para avaliar a melhor técnica de aplicação, as sementes foram tratadas com o OE a 0,15% por meio de imersão (3, 6 e 9 minutos) e pulverização (1,5; 3,0 e 4,5 minutos); sementes não tratadas compuseram o tratamento testemunha. Foram avaliadas as qualidades sanitária e fisiológica das sementes. Para ambas as técnicas, o tratamento com OE não afetou a germinação das sementes. O tratamento de pulverização por 4,5 minutos reduziu significativamente a incidência de *F. verticillioides*, sendo selecionada como melhor técnica para o tratamento de sementes. A ação antagônica de *T. harzianum* e *C. rosea* sobre *F. verticillioides* foi avaliada, *in vitro*, por meio do teste de pareamento em placa. Ambos os antagonistas inibiram o crescimento *F. verticillioides*. As sementes foram tratadas com o OE de cravo-da-índia e com antagonistas, isolados e integrados, e com fungicida (piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil); sementes não tratadas compuseram o tratamento testemunha. Foram avaliadas as qualidades fisiológica e sanitária das sementes. Os tratamentos proporcionaram redução significativa da incidência de *F. verticillioides* nas sementes, exceto para tratamento com o OE isolado, que não diferiu da testemunha. O tratamento com *C. rosea* isolado promoveu

um incremento na qualidade fisiológica das sementes e no desenvolvimento inicial das plântulas. A combinação deste antagonista com o OE e o tratamento com *T. harzianum* isolado não interferiram na qualidade fisiológica, enquanto o emprego de *T. harzianum* combinado com o OE não interferiu no vigor inicial, mas prejudicou a germinação final das sementes. Conclui-se que o OE de cravo-da-índia e os antagonistas *T. harzianum* e *C. rosea* inibem o desenvolvimento de *F. verticillioides*, com potencial emprego no manejo deste patógeno. A técnica de pulverização por 4,5 minutos para o tratamento de sementes de milho com OE de cravo-da-índia reduz a incidência de *F. verticillioides* sem comprometer a qualidade fisiológica. O antagonista *C. rosea*, isolado e combinado com OE de cravo-da-índia reduz a incidência de *F. verticillioides*, sem prejudicar a qualidade fisiológica, sendo uma alternativa viável e sustentável para o tratamento de sementes de milho.

Palavras-chave: *Zea mays*; *Syzygium aromaticum*; controle alternativo; *Trichoderma harzianum*; *Clonostachys rosea*.

ABSTRACT

Maize (*Zea mays*) is one of the main cereals produced and consumed worldwide. *Fusarium verticillioides*, one of the major phytopathogens affecting this crop, causes reductions in both yield and the quality of grains and seeds. Seed treatment is a strategy that can minimize the incidence of phytopathogens and prevent diseases at the early stages of crop establishment. In order to reduce the use of synthetic chemical products, the application of antagonists and natural products with antimicrobial activity, such as essential oils, has proven to be a viable and sustainable alternative for seed treatment. Therefore, the objectives of this study were to investigate the *in vitro* activity of clove essential oil (EO) (*Syzygium aromaticum*) against *F. verticillioides*; to establish an application technique of this EO for seed treatment aiming at the control of this fungus; to evaluate the *in vitro* antagonistic activity of *Trichoderma harzianum* and *Clonostachys rosea* against the pathogen; and to assess the integration of clove EO with these antagonists as a strategy for managing *F. verticillioides* in maize seeds. The *in vitro* antifungal activity of clove EO on the pathogen's mycelial growth was evaluated at concentrations of 0.05, 0.10, 0.15, and 0.20%. The EO inhibited mycelial growth starting at the 0.10% concentration. To determine the most effective application technique, seeds were treated with 0.15% EO through immersion (3, 6, and 9 minutes) and spraying (1.5, 3.0, and 4.5 minutes); untreated seeds served as the control. Seed health and physiological quality were evaluated. For both techniques, EO treatment did not affect seed germination. Spraying treatment for 4.5 minutes significantly reduced *F. verticillioides* incidence and was selected as the most effective technique for seed treatment. The antagonistic activity of *T. harzianum* and *C. rosea* against *F. verticillioides* was evaluated *in vitro* using a dual culture assay. Both antagonists inhibited the growth of *F. verticillioides*. Seeds were treated with clove EO and antagonists, individually and in combination, as well as with a commercial fungicide (pyraclostrobin + thiophanate-methyl + fipronil); untreated seeds served as control. Physiological and sanitary seed qualities were assessed. The treatments significantly reduced the incidence of *F. verticillioides* on seeds, except for the EO alone, which did not differ from the control. Treatment with *C. rosea* alone promoted an increase in seed physiological quality and seedling initial development. The combination of this antagonist with EO and the treatment with *T. harzianum* alone did not affect physiological quality, while the combination of *T. harzianum* with EO did not affect initial vigor but negatively influenced final germination. It can be concluded that clove

essential oil and the antagonists *T. harzianum* and *C. rosea* inhibit the development of *F. verticillioides*, showing potential for use in the management of this pathogen. The spraying technique for 4.5 minutes using clove EO in maize seed treatment reduces the incidence of *F. verticillioides* without compromising physiological quality. The antagonist *C. rosea*, when used alone or combined with clove EO, reduces *F. verticillioides* incidence without affecting physiological quality, representing a viable and sustainable alternative for maize seed treatment.

Keywords: *Zea mays*; *Syzygium aromaticum*; alternative control; *Trichoderma harzianum*; *Clonostachys rosea*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	Aspectos gerais da cultura do milho.....	15
2.2	Podridão da espiga, colmo e grãos ardidos (<i>Fusarium verticillioide</i>).....	16
2.3	Qualidade das sementes.....	18
2.4	Tratamento de sementes.....	20
2.4.1	Tratamento alternativo de sementes com óleos essenciais.....	21
2.4.1.1	Cravo-da-Índia (<i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & Perry).....	23
2.4.2	Tratamento de sementes com antagonistas.....	24
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1	Local do experimento.....	28
3.2	Obtenção do óleo essencial.....	28
3.3	Obtenção do isolado de <i>Fusarium verticillioides</i>	28
3.4	Atividade antifúngica do óleo essencial de cravo-da-índia sobre o crescimento micelial do fitopatógeno <i>Fusarium verticillioides</i>	29
3.5	Obtenção das sementes de milho.....	29
3.6	Métodos de aplicação de óleos essenciais no tratamento de sementes de milho visando o controle de <i>Fusarium verticillioides</i>	30
3.6.1	Avaliação da qualidade sanitária.....	31
3.6.2	Avaliação da qualidade fisiológica.....	31
3.6.2.1	Teste de germinação e primeira contagem de germinação.....	31
3.6.2.2	Comprimento e massa seca de plântulas.....	32
3.6.2.3	Emergência e índice de velocidade de emergência de plântulas em casa de vegetação.....	32
3.6.3	Delineamento experimental e análise estatística.....	33

3.7	Integração de tratamentos alternativos de sementes de milho para o controle de <i>Fusarium verticillioides</i>	33
3.7.1	Antagonismo de <i>Trichoderma harzianum</i> e <i>Clonostachys rosea</i> sobre <i>Fusarium verticillioides</i>	33
3.7.2	Tratamento de sementes.....	35
3.7.3	Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária das sementes..	36
3.7.4	Delineamento experimental e análise estatística.....	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1	Atividade antifúngica do óleo essencial de cravo-da-índia sobre o crescimento micelial do fitopatógeno <i>Fusarium verticillioides</i>	37
4.2	Qualidade sanitária de sementes de milho tratadas com óleo essencial de cravo-da-índia por meio das técnicas de imersão e pulverização.....	39
4.3	Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas com óleo essencial de cravo-da-índia por meio das técnicas de imersão e pulverização.....	41
4.4	Antagonismo de <i>Trichoderma harzianum</i> e <i>Clonostachys rosea</i> sobre o fitopatógeno <i>Fusarium verticillioides</i>	47
4.5	Integração de tratamentos alternativos em sementes de milho.....	50
5	CONCLUSÕES.....	58
	REFERÊNCIAS.....	59

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais cereais cultivados e consumidos no mundo, destacando-se por seu elevado potencial produtivo e importância econômica. É amplamente utilizado na alimentação humana e animal, além de servir como matéria-prima para diversas indústrias.

Apesar de sua relevância global, a cultura do milho ainda sofre consideráveis perdas tanto durante o cultivo quanto no período pós-colheita. Diversos fatores contribuem para a redução da produtividade e da qualidade dos grãos, entre os quais se destacam as doenças fúngicas, que podem comprometer o desenvolvimento da planta. Dentre os principais patógenos associados à cultura, espécies do gênero *Fusarium* são responsáveis por podridões em sementes e plântulas, colmo e espiga. O fungo *Fusarium verticillioides*, além dos prejuízos na cultura, é o principal produtor da micotoxina fumonisina, presente nos grãos e subprodutos do milho.

As sementes podem atuar como veículos de disseminação de diferentes fitopatógenos, resultando em perdas na qualidade fisiológica, redução do potencial germinativo, falhas no estande, diminuição da produtividade e introdução de patógenos em novas áreas. Nesse contexto, o tratamento de sementes torna-se uma prática essencial para minimizar os danos causados por patógenos e garantir proteção nas fases iniciais do cultivo. O tratamento químico é, atualmente, o método mais utilizado na agricultura. No entanto, embora eficaz, pode ocasionar impactos na saúde dos trabalhadores durante o manuseio e plantio das sementes, contaminação do meio ambiente e contribuir para seleção de fitopatógenos resistentes. Diante dessas limitações, cresce o interesse por alternativas sustentáveis

A exploração da bioatividade de óleos essenciais tem se mostrado promissora no controle de diversos fitopatógenos associados às sementes. No entanto, para que seja considerada alternativa viável, é fundamental que não comprometam a qualidade fisiológica das sementes. Ainda são escassos os estudos que abordam técnicas de aplicação de óleos essenciais no tratamento de sementes, bem como sua integração com outros métodos de manejo, como o uso de agentes biológicos antagonistas.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivos: investigar a ação *in vitro* do óleo essencial de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) sobre *F. verticillioides*; estabelecer uma técnica de aplicação deste óleo essencial no tratamento de sementes de milho, visando o controle deste fungo; verificar a ação antagônica *in vitro* de *Trichoderma harzianum* e *Clonostachys rosea* sobre o patógeno; e avaliar a integração do óleo essencial de cravo-da-índia com estes antagonistas como estratégia no manejo de *F. verticillioides* em sementes de milho.

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 26/02/2026

At the author's request, the full text of this thesis will not be available online until
Feb. 26, 2026

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que os experimentos foram conduzidos, conclui-se que o óleo essencial de cravo-da-índia e os antagonistas *T. harzianum* e *C. rosea* apresentam efeito inibitório *in vitro* sobre o desenvolvimento de *F. verticillioides*, demonstrando potencial para o manejo desse fitopatógeno. A técnica de pulverização por 4,5 minutos para o tratamento de sementes de milho com OE de cravo-da-índia reduz a incidência de *F. verticillioides* sem comprometer a qualidade fisiológica. O antagonista *C. rosea*, isolado e combinado com OE de cravo-da-índia reduz a incidência de *F. verticillioides*, sem prejudicar a qualidade fisiológica, sendo uma alternativa viável e sustentável para o tratamento de sementes de milho.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-KADER, M.M.; EL-MOUGY, N.S.; LASHIN, S.M. Essential oils and *Trichoderma harzianum* as an integrated control measure against faba bean root rot pathogens. **Journal of Plant Protection Research**, v.51, n.3, p. 306-313, 2011.
- ABD-ELSALAM, K. A.; KHOKHLOV, A. R. Eugenol oil nanoemulsion: antifungal activity against *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* and phytotoxicity on cottonseeds. **Applied Nanoscience**, v. 5, p. 255–265, 2015.
- ACHAR, P.N.; QUYEN, P.; ADUKWU, E.C.; SHARMA, A.; MSIMANGA, H.Z.; NAGARAJA, H.; SREENIVASA, M.Y. Investigation of the antifungal and anti-aflatoxigenic potential of plant-based essential oils against *Aspergillus flavus* in peanuts. **Journal Fungi**, v. 6, n.4, p. 1-19, 2020.
- ACHIMÓN, F.; BRITO, V.D.; PIZZOLITTO, R.P.; RAMIREZ SANCHEZ, A.; GÓMEZ, E.A.; ZYGADLO, J.A. Chemical composition and antifungal properties of commercial essential oils against the maize phytopathogenic fungus *Fusarium verticillioides*. **Revista Argentina de Microbiología**, v. 53, p. 292-303, 2021.
- AFFONSO, R.S.; RENNÓ, M.N.; SLANA, G.B.C.A.; FRANÇA, T.C.C. Aspectos químicos e biológicos do óleo essencial de cravo da Índia. **Revista Virtual Química**, v.4, n. 2, p. 146-161, 2012.
- AGUIAR, R.W.; OOTANI, M.A, ASCENCIO, S.D.; FERREIRA, T.P.; SANTOS M.M.; SANTOS, G.R. Fumigant antifungal activity of *Corymbia citriodora* and *Cymbopogon nardus* essential oils and citronellal against three fungal species. **Scientific World Journal**, v.30, p. 1- 8, 2014.
- AKTHAR, M.S.; DEGAGA, B.; AZAM, T. Antimicrobial activity of essential oils extracted from medicinal plants against the pathogenic microorganisms: a review. **Issues in Biological Sciences and Pharmaceutical Research**, v. 2, n. 1, p. 001-007, 2014.
- ANGELOTTI, F.; HAMADA, E.; BETTIOL, W. A Comprehensive Review of Climate Change and Plant Diseases in Brazil. **Plants**, v.13, n.17, p. 1-38, 2024.
- ANŽLOVAR, S.; LIKAR, M.; KOCE, J.D. Antifungal potential of thyme essential oil as a preservative for storage of wheat seeds. **Acta botanica croatica**, v. 76, n.1, p.64-71, 2017.
- ARAGÃO, F.B.; PALMIERI, M.J.; FERREIRA, A.; COSTA, A.V.; QUEIROZ, V.T.; PINHEIRO, P.F.; VIEIRA, L.F.A. Phytotoxic and cytotoxic effects of Eucalyptus essential oil on lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Allelopathy Journal**, v. 35, n. 1, p. 259-272, 2015.
- ARAÚJO, T.B.; SCHUELTER, A.R.; SOUZA, I.R.P.; COELHO, S.R.M.; CHRIST, D. Growth promotion in maize inoculated with *Trichoderma harzianum*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 22. p. 1-19, 2023.
- AZEVEDO, D.M.Q.; SILVA ROCHA, F.; FERNANDES, M.D.F.G.; COSTA, C.A.; MUNIZ, M.D.F.S.; BARROSO, P.D.; ROSÁRIO BARBOSA, D.M.C. Antagonistic

effect of *Trichoderma* isolates and its metabolites against *Fusarium solani* and *F. oxysporum* in chickpea. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 36344-36361, 2020.

BACON, C. W.; GLENN, A.E.; YATES, I.E. *Fusarium verticillioides*: managing the endophytic association with maize for reduced fumonisins accumulation. **Toxin Reviews**, v. 27, p. 411-446, 2008.

BARBOSA, J.C.; MALDONADO JÚNIOR, W. 2015. AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos. Versão 1.1.0.711. Jaboticabal: Unesp.

BASEGGIO, E.R.; BERTELA, M.; PAULA, S.; MILANESI, P.M. Microbiolização com *Trichoderma* spp., combinada ou não com polímero, sobre a sanidade, germinação e vigor de sementes de aveia preta e cevada. **Scientific Electronic Archives**, v. 10, n. 6, p. 39-44, 2017.

BELL, D. K.; WELLS, H. D.; MARKHAM, C. R. "In vitro" antagonism of *Trichoderma* species against six fungal Plant Pathogens. **Phytopathology**, v. 72, n. 4, p. 79-379, 1982.

BETTIOL, W.; MELO, I. S.; TERAQ, D.; HALFELD-VIEIRA, B.A; MENDES, R.; MORANDI, M.A.B.; MASCARIN, G.M. Controle biológico de doenças de plantas *In*: Morandi, M. A. B.; PACKER, A.P.C.; MENDES, R.; TANURE, J.P.M.; ANDRADE, C. A.; MENEZES, C. **Agricultura & meio ambiente: a busca pela sustentabilidade**, 1 ed. Brasília-DF, 2024. P. 601-644.

BEZERRA, M.C.L.; GOMES, R.S.S.; CARVALHO, T.K.N.; RODRIGUES, R.M.; SILVA, T.B.M.; MEDEIROS, J.G.F. Redução de fungos e qualidade fisiológica de sementes de milho inoculadas com *Trichoderma harzianum*. **Revista Nativa**, v. 10, n. 1, p. 69-73, 2022.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p.588-594, 2009.

BLACUTT, A.A.; GOLD, S.E.; VOSS, K.A.; GAO, M.; GLENN, A.E. *Fusarium verticillioides*: Advancements in Understanding the Toxicity, Virulence, and Niche Adaptations of a Model Mycotoxigenic Pathogen of Maize. **Phytopathology**, v. 108, n.3, p.312-326, 2018.

BOUKAEW, S.; PRASERTSAN, P.; SATTAYASAMITSATHIT, S. Evaluation of antifungal activity of essential oils against aflatoxigenic *Aspergillus flavus* and their allelopathic activity from fumigation to protect maize seeds during storage. **Industrial Crops and Products**, v 97, p.558-566, 2017.

BRASIL MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 45**, 2013. 22 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de análise sanitária de sementes**. Brasília: MAPA-ACS, 2009a. 200p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009b. 399p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. ATO Nº 50, de 21 de outubro de 2022. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ed. 204, p. 9, 2022. < <https://in.gov.br/en/web/dou/-/ato-n-50-de-21-de-outubro-de-2022-439125173>>

CASA, R. T.; MOREIRA, E.N.; BOGO, A.; SANGOI, L. Incidência de podridões do colmo, grãos ardidos e rendimento de grãos em híbridos de milho submetidos ao aumento na densidade de plantas. **Summa Phytopathol**, v. 33, n. 4, p. 353-357, 2007.

CASTRO, J.C.; PANTE, G.C.; CENTENARO, B.M.; ALMEIDA, R.T.R.; PILAU, E.J.; DIAS FILHO, B.P.; MOSSINI, S.A.G.; ABREU FILHO, B.A.; MATIOLI, G.; MANCHINSKI JÚNIOR, M. Antifungal and antimycotoxigenic effects of *Zingiber officinale*, *Cinnamomum zeylanicum* and *Cymbopogon martinii* essential oils against *Fusarium verticillioides*. **Food additives & contaminants: part a**, v.37, n.9, p.1531–1541,2020.

CHAGA, L. M. **Inibição do desenvolvimento de *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes de feijão com o uso de óleos essenciais e fungos antagonistas**. 2022. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia- Proteção de Plantas) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu.

CHAGAS JÚNIOR, A.F.; CHAGAS, L.F.B.; SANTOS, G.R.; MARTINS, A. L.L.; CARVALHO FILHO, M.R.; MILLERELISTA, L.O. Ação de *Trichoderma* spp. no controle de *Fusarium* sp., *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii*. **Revista Agri-Environmental Sciences**, v. 4, n. 2, p. 9-15, 2018.

CHATTERJEE, S.; KUANG, Y.; SPLIVALLO, R.; CHATTERJEE, P.; KARLOVSKY, P. Interactions among filamentous fungi *Aspergillus niger*, *Fusarium verticillioides* and *Clonostachys rosea*: fungal biomass, diversity of secreted metabolites and fumonisin production. **BMC Microbiology**, v.16, n. 83, p.1-13, 2016.

CHEN, A.; HAI, ISLAM, T.; MA, Z.; HUA, A. Integrated pest management program for managing *Fusarium* head blight disease in cereals. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 21, n. 12, p. 3434-3444, 2022.

CONAB – Companhia Nacional De Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 12, safra 2024/25, n. 9- Nono levantamento, p. 1-134, junho 2025. Disponível em: www.conab.org.br. Acesso em: 17 jun. 2025

COOK, R.J.; BAKER, K.F. **The nature and practice of biological controlo f plaant pathogens**. 2 Ed. American Phytopathological Society, 1983, 539p.

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.; BARRA, M.T.F. Ação do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M.Perry sobre as hifas de alguns fungos fitopatogênicos. **Revista Brasileira Plantas Medicinai**s.v.13, n.2, p.240-245, 2011.

COSTA, J.P.; NASSER, V.G.; MACEDO, W.R.; SANTOS, M.F.C.; SILVA, G.H. The biostimulant potential of clove essential oil for treating soybean seeds. **Agriculture**, v.14, p. 1-13, 2024.

COSTA, M.L.N.; GONÇALVES, D.S.F.; MACHADO, J.C. Controle de *Fusarium verticillioides* em sementes de milho com o óleo essencial de gengibre. **Summa Phytopathologica**, v. 46, n. 3, p. 250-254, 2020.

COUTO, A.P.S.; PEREIRA, A.E.; ABATI, A.; FONTANELA, M.L.C.; DIAS-ARIEIRA, C.R.; KROCH, N.G. Tratamento de sementes com *Trichoderma* e químicos para melhoria da qualidade fisiológica e sanitária de cultivares de trigo. **Revista Caatinga**, v. 34, n.4, p.813-823, 2021.

CropLifeBrasil, 2025. **Dados de mercado de Bioinsumos – safra 2024/2025**. Disponível em: <<https://croplifebrasil.org/publicacao/bioinsumos-do-brasil-dados-de-mercado-do-setor>> acesso em: 28 agos 2025.

CRUZ, J.M.F.L.; MEDEIROS, E.C.; FARIAS, O.R.; SILVA, E. C.; NASCIMENTO, L.C. Microbialization of organic cotton seeds with *Trichoderma* sp. and *Saccharomyces cerevisiae*. **Journal Seed Science**, v. 42, p. 1-9, 2020.

CUNHA, B. A.; NEGREIROS, M. M. DE; ALVES, K. A.; TORRES, J. P. Influência da época de semeadura na severidade de doenças foliares e na produtividade do milho safrinha. **Summa Phytopathol.** v. 45, n. 4, p. 424-427, 2019.

DENNIS, C.; WEBSTER, J. Antagonistic properties of species-groups of *Trichoderma*. III - Hyphal interaction. **Transactions of the British Mycological Society**, v.57, p.368-369,1971.

DIAS, F.H.C.; NUNES, M. S.; SILVA, E.; SILVA, E.G.F.; SILVA, H.F.; NASCIMENTO, L.C. Efeito dos óleos essenciais na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho crioulo. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 9, p. 10-18, 30 ago. 2021.

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.

DORNA, H.; SZOPIŃSKA, D.; ROSIŃSKA, A.; GÓRSKI, R. Chemical composition of fir, pine and thyme essential oils and their effect on onion (*Allium cepa* L.) Seed quality. **Agronomy**, v.11, p. 1-13, 2021.

DRAWANZ, B.B.; BUENO, T.R.; BOCCHESI, C.A.C.; BEZ, F.S.; ANTUNES, L.E.G. Óleos essenciais e hidrolatos de orégano e cravo-da-índia sobre o desenvolvimento micelial de *Botrytis cinerea* isolado de morangos. **Revista Verde**, v.15, n.4, p.341-345, 2020.

ERENSTEIN, O.; JALETA, M.; SONDER, K.; MOTTALEB, K.; PRASANNA, B. M. Global maize production, consumption and trade: trends and R&D implications. **Food Security**, v. 14, p. 1295-1319, 2022.

FAZOLIN, M.; MAISFORTE, N.S.; LIMA, M.E.C.; MONTEIRO, A.F.M.; RIMEIRO, F.P. Fitotoxicidade dos óleos essenciais e associação com adjuvantes para mitigar efeitos adversos na aplicação como inseticida. **DOCUMENTOS 174**, Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2022.p. 46 p.

FERNANDES, Í.V.; DE CARVALHO, H.P.; DOS SANTOS, A.C.P.C.; CHAGAS, Y.J. G. Inibição do crescimento micelial de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* por isolados de *Trichoderma* spp. **Revista Agrogeoambiental**. v. 13, n. 4, p. 762-771, 2021.

FERNANDO, W. G. D.; OGHENEKARO, A. O.; TUCKER, J. R.; BADEA, A. Building on a foundation: advances in epidemiology, resistance breeding, and forecasting research for reducing the impact of fusarium head blight in wheat and barley. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 43, n.4, 2021.

FERREIRA, C. F.; AOYAMA, E.M.; SOUZA, A.D.; FORTES, N.L.F.; FURLAN, M.R. Óleos essenciais e eugenol no controle *in vitro* de fungos fitopatogênicos de pós-colheita. **Revista Biociências**, v.26, n.2, p. 1-12, 2020.

FIGUEIREDO, A.R.; SILVA, L.R.; MORAIS, L.A.S. Bioatividade do óleo essencial de *Eugenia caryophyllus* sobre *Cladosporium herbarum*, agente etiológico da verrugose em maracujá. **Scientia Plena**, v.17, n.2, p. 1-8, 2021.

FORCELINI, C. A. Mudanças em plantas, ambiente e patógenos afetam controle de doenças. *Visão agrícola*, n. 13, 2015.

FRAGA, A. Mercado de biológicos vai quase triplicar no Brasil em 2030 e atingir R\$ 3,7 bilhões. Disponível em: <<https://globo rural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2021/04/mercado-de-biologicos-vai-quase-triplicar-no-brasil-em-2030-e-atingir-r-37-bilhoes.html>>. Acesso em: 29 ago. 2025.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PÁDUA, G. P.; LORINI, I.; HENNING, F. A. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade, Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82 p. (Embrapa Soja. **Documentos**, 380).

FUJINAWA, M. F.; PONTES, N.C.; BOREL, F.C.; HALFELD-VIEIRA, B.A.; GOES, A.; MORANDI, M.A.B. Biological control of gray mold and Myrothecium leaf spot in begônias. **Crop Protection**. v. 133, 2020.

FUKUYAMA, C.W. T.; BREXÓ, R.P.; DUARTE, L.G.R.; MARTINS, M. E.M.; ASTOLFO, M.E.A.; OSTI, Y.G.P.; PEDRINHO, I.C.; SANTOS, H.V.; OLIVEIRA FILHO, J.G.; PROCOPIO, F.R.; BOUSZ JUNIOS, S.; FERREIRA, M.D. Impact of essential oils composition and exposure methods on fungal growth and morphology: insights for postharvest management. **Future Postharvest and Food**, v 2, p.159-173, 2025.

GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G.V.; TROGELLO, E.; FRITSCHÉ-NETO, R. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. **Revista Ceres**, v. 61, Suplemento, p. 819-828, 2014.

GEIGER, A.; KARÁCSONY, Z.; GEML, J.; VÁCZY, K. Z. Mycoparasitism capability and growth inhibition activity of *Clonostachys rosea* isolates against fungal pathogens of grapevine trunk diseases suggest potential for biocontrol. **PLoS ONE**, v.17, n. 9, 2022.

GIRÃO FILHO, J.E.; ALCÂNTARA NETO, F.; PÁDUA, L.E.M.; PESSOA, E.F. Repelência e atividade inseticida de pós vegetais sobre *Zabrotes subfasciatus* Boheman em feijão-fava armazenado. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, v.16, n.3, p.499-504, 2014.

GOMES, C. D.L.; SÁ, J. M.; GOODOY, M. S.; RUGAMA-MOLINA, A.J.; OLIVEIRA, L. L.; PASTORI, O.L. Bioactivity of plant extracts from coating on cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.26, n.7, p.541-546, 2022.

GOMES, D. P.; KRONKA, A. Z.; PANIZZI, R. C.; BARROZO, L. M.; SILVA, R. P.; SILVA, B. M. S.; REIS, V.C.M. Influência de fatores da colheita mecanizada na incidência de fungos em sementes de milho. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, p. 82668-82677, 2020.

GOMES, J.V.P.; MATOS JUNIOR, E.L.; CARVALHO, H.P.; FERREIRA, S. Germinação e crescimento de plântulas de milho submetidas ao tratamento de sementes com óleos essenciais. **Jornada científica e tecnológica do IFSULDEMINAS**, v.15, n.1, p. 1-6, 2024.

GOMES, R.S.S.; NUNES, N.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 Plantas Mediciniais**, v.18, n.1, supl. I, p.279-287, 2016.

GONÇALVES, D.C.; QUEIROZ, V.T.; COSTA, A. V.; LIMA, W.P.; BELAN, L.L.; MORAES, W.B.; IORIO, N.L.P.; PÓVOA, H.C.C. Reduction of *Fusarium* wilt symptoms in tomato seedlings following seed treatment with *Origanum vulgare* L. essential oil and carvacrol, **Crop Protection**, v. 141, 2021.

GOULART, A. C. P. **Fungos em Sementes de Soja Detecção, Importância e Controle**. 2ª edição revista e ampliada. Brasília-DF, 2018, 71 P.

GRZANKA, M.; SOBIECH, L.; DANIELEWICZ, J.; HOROSZKIEWICZ-JANKA, J. SKRZYPCZAK, G.; SAWINSKA, Z.; RADZIKOWSKA, D.; ŚWITEK, S. Impact of essential oils on the development of pathogens of the *Fusarium* genus and germination parameters of selected crops. **Open Chemistry**, v. 19, p. 884–893, 2021.

GWIAZDOWSKA, D.; MARCHWIŃSKA, K.; JUŚ, K.; UWINEZA, P. A.; GWIAZDOWSKI, R.; WAŚKIEWICZ, A.; KIERZEK, R. The Concentration-Dependent Effects of Essential Oils on the Growth of *Fusarium graminearum* and Mycotoxins Biosynthesis in Wheat and Maize Grain. **Applied Sciences**. v.12, n.1, p. 1- 16, 2022.

HAN, P.; XUPING, Z.; DAN, XU.; BOWEN, Z.; DAOWAN, LAI.; LIGANG, Z. Metabolites from *Clonostachys* Fungi and Their Biological Activities. **Journal of Fungi** v.6, n. 4, p. 1-31, 2020.

HARO-GONZÁLEZ J. N.; CASTILLO-HERRERA, G.A.; MARTÍNEZ-VELÁZQUEZ, M.; ESPINOSA-ANDREWS, H. Clove essential oil (*Syzygium aromaticum* L. Myrtaceae): extraction, chemical composition, food applications, and essential bioactivity for human health. **Molecules**, v. 26, n. 21, p. 1-25, 2021.

HENNING, F.A.; JACOB JUNIOR, L. A.; MERTZ, L.M.; PESKE, S.T. Qualidade sanitária de sementes de milho em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2, p. 316 - 321, 2011.

IBÁÑEZ, M.D.; BLÁZQUEZ, M.A. Phytotoxic effects of commercial *Eucalyptus citriodora*, *Lavandula angustifolia*, and *Pinus sylvestris* essential oils on weeds, crops, and invasive species. **Molecules**, v. 24, n.15, 2019.

KAMOU, N.N.; CAZORLA, F.; KANDYLAS, G.; LAGOPODI, A.L. Induction of defense- related genes in tomato plants after treatments with the biocontrol agents *Pseudomonas chlororaphis* ToZa7 and *Clonostachys rosea* IK726. **Archives Microbiology**, v. 202, n. 2, p. 257–267, 2020.

KARLSSON, M.; DURLING, M.B.; CHOI, J.; KOSAWANG, C.; LACKNER, G.; TZELEPIS, G.D.; NYGREN, K.; DUBEY, M.K.; KAMOU, N.; LEVASSEUR, A.; ZAPPARATA, A.; WANG, J.; AMBY, D.B.; JENSEN, B.; SARROCCO, S.; PANTERIS, E.; LAGOPODI, A.L.; PÖGGELER, S.; VANNACCI, G.; COLLINGE, D. B.; HOFFMEISTER, D.; HENRISSAT, B.; LEE, Y-H.; JENSEN, D.F. Insights on the Evolution of Mycoparasitismo from the Genome of *Clonostachys rosea*. **Genome Biology and Evolution**, V. 7, P. 465–480, 2015.

KHAIRULLINA, A.; MICIC, N.; JØRGENSEN, H.J.L.; BJARNHOLT, N.; BÜLOW, L.; COLLINGE, D.B.; JENSEN, B. Biocontrol effect of *Clonostachys rosea* on *Fusarium graminearum* infection and mycotoxin detoxification in oat (*Avena sativa*). **Plants**, v. 12, n. 3, p. 1-16, 2023.

KRZYZANOWSKI, F. C., DIAS, D. C. F. DOS S., FRANÇA-NETO, J. B. Deterioração e vigor da semente. 1. ed. Londrina, PR: Embrapa soja, 2022, 19 P. (Embrapa Soja. **Circular técnica 191**).

KRZYZANOWSKI, F. C., FRANÇA-NETO, J. B., HENNING, A. A. A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura. 1. ed. Londrina, PR: Embrapa soja, 2018, 24 P. (Embrapa Soja. **Circular técnica 136**).

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B.; MARCOS-FILHO, J. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 2020. 601p.

LAALA-E. G.; IRSHAD, G.; NAZ, F.; HAFIZ, A. Suppression of *Fusarium sporotrichioides* initiating peach fruit rot with microencapsulated antifungal sachet of clove essential oil tablets. **European Journal of Plant Pathology**, v.170, p. 851-865, 2024.

LAGUNES, M.E.B.; MEDEL-ORTIZ, R.; SALINAS-CASTRO, A.; AGUILAR, D.T. Antagonismo in vitro de *Clonostachys* sp. contra hongos associados a enfermidades en cultivos de importancia económica. **Revista Mexicana de Fitopatología**, v. 42, n. 3, p. 1-9, 2024.

LAMICHHANE, J.R.; YOU, M.P.; LAUDINOT, V.; BARBETTI, M.J.; AUBERTOT, J.N. Revisiting sustainability of fungicide seed treatments for field crops. **Plant Disease**, v.104, p. 610–623,2020.

LAZAROTTO, M.; MEZZOMO, R.; MACIEL, C. G.; BOVOLINI, M. P.; MUNIZ, M. F. B. Tratamento de sementes de canafístula via calor úmido. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 56, n. 3, p. 268-273, 2013.

LIMA, T. S.; FRANÇA, K.R.S.; AZEVEDO, P.T.M.; PAIVA, Y.F.; SILVA, J.C.S.; SILVA, K.O.; SANTOS, A.B.; GALDINO, J. A. A. S.; MENDONÇA JÚNIOR, A.F.; CARDOSO, T.A.L. Control of some phytopathogenic fungi using clove essential oil (*Syzygium aromaticum* L.). **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 39, n. 3, p 1–11, 2019.

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 Agrônômica**, v. 50, n. 3, p. 510-518, 2019.

MA, P.; LI, H.; LIU, E.; HE, K.; SONG, Y.; DONG, C.; WANG, Z.; ZHANG, X.; ZHOU, Z.; XU, Y.; WU, J.; ZHANG, H. Evaluation and identification of resistance lines and QTLs of maize to seedborne *Fusarium verticillioides*, **Plant Disease**, v.106, n.8, p. 2066–2073, 2022.

MACEDO, P. E. F. **Promoção do crescimento de plantas mediada por *Clonostachys rosea***. 2011. 36 f. Dissertação (Mestrado em fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: UFLA. 2000. 138 p.

MACHADO, J.C. **Tratamento de sementes: fundamentos e aplicações**. Brasília: MEC-ESAL-FAEPE, 1988. 106p.

MACHADO, J.C.; MACHADO, A.Q.; POZZA, E.A.; MACHADO, C.F.; ZANCAN, W.L.A. Inoculum potential of *Fusarium verticillioides* and performance of maize seeds. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, n.3, p. 213 217, 2013.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; CARNEIRO, N.P.; PAIVA, E. Fisiologia do Milho. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2002, 23 p. (Embrapa-CNPMS. **Circular Técnica 22**).

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 76-177, 1962.

MARCONDES, M.M.; MARCONDES, M. M.; BALDIN, I.; MAIA, A.J.; LEITE, C.D.; FARIA, C.M.D.R. Influência de diferentes extratos aquosos de plantas medicinais no

desenvolvimento de *Colletotrichum gloeosporioides* e de *Fusarium moniliforme*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.16, n.4, p.896-904, 2014.

MELO, I. S.; MENDES, R. NECHET, K. L.; VIEIRA JUNIOR, G.L.; KOBAYASHI, J. F.; NOGUCGI, V.N. K. Bioprospecção de microrganismos com potencial de uso na agricultura. *In*: Morandi, M. A. B.; PACKER, A.P.C.; MENDES, R.; TANURE, J.P.M.; ANDRADE, C. A.; MENEZES, C. **Agricultura & meio ambiente: a busca pela sustentabilidade**, 1 ed. Brasília-DF, 2024. P. 561-599.

MINAMI, L.; MEIRELLES, P. G.; HIROOKA, E.Y.; ONO, E.Y.S. Fumonisin: efeitos toxicológicos, mecanismo de ação e biomarcadores para avaliação da exposição. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 25, n. 3, p. 207-224, 2004.

MIRANDA, R. A. de; BORGHI, E.; KARAM, D.; GONTIJO NETO, M. M.; TRINDADE, R. dos S.; RESENDE, A. V. de; OLIVEIRA, I. R. de; PARENTONI, S. N.; MENDES, S. M.; DUARTE, J. de O. Aumento de produtividade e rentabilidade de milho com intensificação tecnológica *In*. TELHADO, S. F. P.; CAPDEVILLE, G. **Tecnologias poupa-terra**. 2021 – Brasília, DF: Embrapa, 2021. 77 p.

MONTE, E.; BETTIOL, W.; HERMOSA, R. *Trichoderma* e seus mecanismos de ação para o controle de doenças de plantas. *In*: MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. da (ed.). **Trichoderma: uso na agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 181-199.

MONTEIRO, J.R.; SILVA, S.S.; CHRIST, A.J.; PASCUALI, L.C.; PORTO, A.G.; CARVALHO, J.W. P Sanitary and physiological quality of corn seeds (*Zea mays*) treated with essential oil emulsion. **Scientific Electronic Archives**, v. 13, n. 12, p. 31-35, 2020.

MORAIS, L. A. S. Óleos essenciais no controle fitossanitário. *In*: BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B. (Ed.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. p. 139-152.

MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. *In*: BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B. (Ed.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. p. 7-14.

MOUMNI, M.; ALLAGUI, M.B.; MEZRIQUI, K.; BEN AMARA, H.; ROMANAZZI, G. Evaluation of seven essential oils as seed treatments against seedborne fungal pathogens of *Cucurbita maxima*. **Molecules** v.26, 1-12, 2021.

MUNKVOLD, G. P.; DESJARDINS, A. E. Fumonisin in maize can we reduce their occurrence? **Plant Disease**, v. 81, n.6, p. 556-565, 1997.

NAGARAJ, G.; KOLANTHASAMY, E. Unveiling the antimicrobial and biocontrol potential of the Ascomycete fungus, *Clonostachys rosea*: A review. **The Microbe**, v. 6, p. 2025.

NASCIMENTO, D. M.; RIBEIRO-JUNIOR, M. R.; SANTOS, P. L. S.; PEREIRA, A. E.; KRONKA, A. Z. Óleos essenciais no tratamento de sementes. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 27, p. 77-90, 2021.

NASCIMENTO, D. M.; SANTOS, P.L.; RIBEIRO-JUNIOR, M.R.; SARTORI, M.M.P.; KRONKA, A. Z. Essential oils control anthracnose in pepper seeds. **Research Society and Development**, v. 9, n. 10, p. 1-19, 2020.

NEERGAARD, P. **Seed pathology**. London: The Mac Millan Press, v.1. 2.ed. 1979. 839 p.

NÓBREGA, J. S.; NASCIMENTO, L. C. Sanidade de sementes e sua influência no controle de fitopatógenos. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. 1-20, 2020.

OLDENBURG, E.; HÖPPNER, F.; ELLNER, F.; WEINERT, J. *Fusarium* diseases of maize associated with mycotoxin contamination of agricultural products intended to be used for food and feed. **Mycotoxin Research**, v.33, n.3, p. 167–182, 2017.

OLEA, A.F.; BRAVO, A.; MARTÍNEZ, R.; THOMAS, M.; SEDAN, C.; ESPINOZA, L.; ZAMBRANO, E.; CARVAJAL, D.; SILVA-MORENO, E.; CARRASCO, H. Antifungal activity of eugenol derivatives against *Botrytis cinerea*. **Molecules**, v.24, p.1-10,2019.

OLINTO, F. A.; OLIVEIRA, V.S.; NUNES, M.S.; SILVA, H.F., PORCINO, M.M.; NASCIMENTO, L.C. Óleos essenciais no tratamento de sementes florestais nativas do semiárido brasileiro. **Revista Principia**, v. 60, n. 2, p. 610-633, 2023.

OLIVEIRA, A. G.; MARTINS, W. S.; MURAISHI, C.T.; MICHELIN, L.H.F.; MENDES, W.D.; SILVA, I.M.; SOUZA, M.P.; SOBRINHO, C.A.M.; ADAMS, G.S.; PEREIRA, D.D. Transmissibilidade de *Fusarium* spp. em sementes de milho sob diferentes tempos de exposição. **Research Society and development**, v. 11, n. 16, p. 1-12, 2022.

PARISI, J. J. D.; MEDINA, P. F. **Tratamento de Sementes**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, Informações tecnológicas – IAC, 81. 7p. 2013.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoramento do milho. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. 969 p.

PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; DENUCCI, S. History, development and market of maize cultivars with low seed cost in Brazil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 21, p. 1-7e1236, 2022.

PERCZAK, A.; GWIAZDOWSKA, D.; GWIAZDOWSKI, R.; JUŚ, K.; MARCHWIŃSKA, K.; WAŚKIEWICZ, A. The Inhibitory Potential of Selected Essential Oils on *Fusarium* spp. Growth and Mycotoxins Biosynthesis in Maize Seeds. **Pathogens**, v. 9, n. 23, p.1-16, 2020.

PERCZAK, A.; GWIAZDOWSKA, D.; MARCHWIŃSKA, K.; JUŚ, K. GWIAZDOWSKI, R.; WAŚKIEWICZ, A. Antifungal activity of selected essential oils against *Fusarium culmorum* and *F. graminearum* and their secondary metabolites in wheat seeds. **Archives of Microbiology**, v. 201, p.1085–1097, 2019.

PEREIRA, A. E. **Trichoderma spp. no manejo de *Fusarium verticillioides* em sementes de milho e efeito na qualidade fisiológica**. 2024,70f. Tese (Doutorado

em Agronomia- Proteção de Plantas) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu.

PEREIRA, F.O.; MENDES, J.M.; LIMA, E.O. Affiliations Expand Investigation on mechanism of antifungal activity of eugenol against *Trichophyton rubrum*. **Medical Mycology**, v.51, n.5, P. 507–513, 2013.

PEREIRA, R. B.; SILVA, P.P.; NASCIMENTO, W. M.; PINHEIRO, J.B. Tratamento de Sementes de Hortaliças. 1 ed. Brasília, DF: Embrapa hortaliças, 2015, 16p. (Embrapa hortaliças, **circular técnica, 140**).

PINHEIRO, L. S.; GATTI, V. C. M.; OLIVEIRA, J. T.; SILVA, J. N.; SILVA, V. F. A.; SILVA, P. A. Características agro econômicas do milho: uma revisão. **Natural Resources**, v.11, n.2, p.13-21, 2021.

PINTO, N.F.J. de A. Grãos ardidos em milho. (2005) Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 6p. (Embrapa-CNPMS. **Circular Técnica 66**).

POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura/São Paulo: Agiplan, 1977. 289p.

QUEIROZ, S.C.N.; FERRACINI, V. L.; PRADO, J.S.M.; ASSALIN, M, R.; DUTRA, D.R.C.S.; PENTEADO, NA.; JONSON, C.M.; TERAQ, D.; CERDEIRA, A.L.; BETTIOL, W.; MAY, A.; SAMPAIO, F.G. Bioinsumos de origem vegetal para uso na agricultura. *In*: Morandi, M. A. B.; PACKER, A.P.C.; MENDES, R.; TANURE, J.P.M.; ANDRADE, C. A.; MENEZES, C. **Agricultura & meio ambiente: a busca pela sustentabilidade**. 1 ed. Brasília-DF, 2024. P. 743-773. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1171797/1/OK-cap-20.pdf>

QUEVEDO, A.C.; MUNIZ, M.F.B.; SAVIAN, L.G.; SARZI, J.S.; SALDANHA, M.A. Ação antagonista “in vitro” de *Trichoderma* spp. sobre *Fusarium oxysporum*. **Ciência Florestal**, v. 4, n. 32, p. 2288-2303, 2022.

RAMOS, D.P.; BARBOSA, R.M.; VIEIRA, B.G.T.L.; PANIZZI, R.C. Infecção por *Fusarium graminearum* e *Fusarium verticillioides* em sementes de milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, n.1, p.24-31, 2014.

RAVEL. Responsável técnico Ballagro Agro Tecnologia Ltda. Bom Jesus dos Perdões: Ballagro Agro Tecnologia Ltda., 2023. 1 bula.

REIS, E. M., REIS, A. C., ZANATTA, M. Quanto a eficácia do tratamento de sementes com fungicidas. - Ênfase em grandes culturas de grãos. **Summa Phytopathol**, v. 48, n. 4 p. 147-150, 2022.

RICCIONI, L.; ORZALI, L.; ROMANI, M.; ANNICCHIA RICO, P.; PECETTI, L. Organic seed treatments with essential oils to control ascochyta blight in pea. **European Journal of Plant Pathology**, v.155, p. 831–840, 2019.

RODRÍGUEZ M.A.; CABRERA, G.; GOZZO, F.C.; EBERLIN, M.N.; GODEA, A. *Clonostachys rosea* BAFC3874 as a *Sclerotinia sclerotiorum* antagonist: mechanisms involved and potential as a biocontrol agent. **Journal of Applied Microbiology**, v. 110, p.1177–1186, 2011.

ROSA JUNIOR, O.F.; DALCIN, M.S.; NASCIMENTO, V.L.; HAESBAERT, F.M.; FERREIRA, T.P.S.; FIDELIS, R.R.; SARMENTO, R.A.; AGUIAR, R.W.S.; OLIVEIRA, E.E.; SANTOS, G.R. Fumonisin production by *Fusarium verticillioides* in maize genotypes cultivated in different environments. **Toxins**, v.11, n. 4, p.1-16, 2021.

SABATO, E. DE O, PINTO, N. F. J. DE A, FERNANDES, F. T. **Identificação e controle de doenças na cultura do milho**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, p 198, 2013.

SALES, G. O. S.; GOMES, R. S. S.; CARVALHO, T. K. N.; SANTOS, M. R.; MEDEIROS, J. G. F. Microbiolização de sementes de soja com *Trichoderma harzianum*: qualidade fisiológica e sanitária. **Nativa**, v. 11, n. 2, p. 220-225, 2023.

SANTOS, A. F.; PARISI, J. J. D.; MENTEN, J. O. M. (ed.). **Patologia de sementes florestais**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2011. 236 p.

SANTOS, L.G.M.; CARDOSO, M.G.; LIMA, R.K.; SOUZA, P.E.; GUIMARÃES, L.G. L.; ANDRADE, M.A. Avaliação do potencial fungitóxico do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr & Perry (cravo-da-índia). **Tecnológica**, v. 11, p. 11-14, 2007.

SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. **Cultivares Sementes**. Campinas: CATI, 2025.

SARAIVA, R.M. **Interações *Clonostachys rosea* – *Botrytis cinera*- *solanum lycopersicum***. 2013. 131f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SHARMA, A.; SHUKLA, A.; GUPTA, M. Effect of bioagents on cucumber seed mycoflora, seed germination, and seedling vigour. **Scientific Reports**, v.13, n. 6052, p. 1-5, 2023.

SHARMA, K. K.; SINGH, U. S.; SHARMA, P.; KUMAR, A.; SHARMA, L. Seed treatments for sustainable agriculture -A review. **Journal of Applied and Natural Science**, v.7, n.1, p. 521-539, 2015.

SILVA, A. A.; PEREIRA, F.A.C.; SOUZA, E.A.; OLEIRA, D.F.; NOBRE, D.A.C.; MACEDO, W.R.; SILVA, G.H. Inhibition of anthracnose symptoms in common bean by treatment of seeds with essential oils of *Ocimum gratissimum* and *Syzygium aromaticum* and eugenol. **European Journal of Plant Pathology**, v. 163, p. 865–874, 2022.

SILVEIRA, D.C.; BONETTI, L.P.; TRAGNAGO, J.L.; NETO, N.; MONTEIRO, V. Caracterização agromorfológica de variedades de milho crioulo (*Zea mays* L.) na região noroeste do Rio Grande do Sul. **Revista Ciência e Tecnologia**, v.1, n.1, p 01-11, 2015.

SILVESTRI, J.D.F.; PAROUL, N.; CZYEWski, E.; LERIN, L.; ROTAVA, L.; 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**, v. 57, n.5, p. 589-594, 2010.

SPYCHAK, Y.; ROZHKOVA, T.; TYTOVA, L.; BILIAVSKA, L.; V, O.; TATARYNOVA, V.; YEMETS, O.; DEMENKO, V.; PIVTORAIKO, V.; BURDULANIUK, A. Changes in the seed and soil microbiota caused by seed treatment with chemical and biological agents. **Ecological Engineering & Environmental Technology**, v.26, n. 1, p. 103-110, 2025.

SUTTON, J.C.; LI, D.W.; PENG, G.; YU, H.; ZHANG, P.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M. *Gliocladium roseum*: a versatile adversary of *Botrytis cinerea* in crops. **Plant Disease**, v. 81, n. 4, p. 316-328, 1997.

SZOPIŃSKA, D.; JENSEN, B.; KNUDSEN, I. M.B.; TYLKOWSKA, K.; DORNA, H. Non-chemical methods for controlling seedborne fungi in carrot with special reference to *Alternaria radicina*. **Journal of plant protection research**, v. 50, n. 2, p. 184-192, 2010.

THOLL D. Biosynthesis and biological functions of terpenoids in plants. **Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology**, v. 148, p. 1- 44, 2015.

TOLEDO, M. Z.; FONSECA, N. R.; CÉSAR, M. L.; SORATTO, R. P.; CAVARIANI, C.; CRUSCIOL, C. A. C. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 2, p. 124–133, 2009.

VENTUROSO, L.R.; BACCHI, L.M.A.; GAVASSONI, W.L.; CONUS, L.A.; PONTIM, B.C.A.; BERGAMIN, A.C. Antifungal activity of plant extracts on the development of plant pathogens. **Summa Phytopathologica**, v.37, n.1, p.18-23, 2011.

VIANA, P.A.; GUIMARÃES, P.E.O.; MENDES, S.M. Maize cultivars with native insect resistance – potential, advances and challenges. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 21, p. 1-7, 2022.

VILLAVICENCIO-VÁSQUEZ, M.; ESPINOZA-LOZANO, F.; ESPINOZA-LOZANO, L.; CORONEL-LEÓN, J. Biological control agents: mechanisms of action, selection, formulation and challenges in agriculture. **Frontiers in Agronomy**. V. 7, p. 1-17, 2025.

VITERI-JUMBO, L.O.; HADDI, K.; FARONI, L.R.D.; HELENO, F.F.; PINTO, F.G.; OLIVEIRA, E.E. Toxicity to, oviposition and population growth impairments of *Callosobruchus maculatus* exposed to clove and cinnamon essential oils. **PLoS One**, v.13, n 11, p. 1-15, 2018.

WAURECK, A.; NOVEMBRE, A.D.L.C. Physiological and sanitary attributes of organic lettuce seeds treated with essential oils during storage. **Comunicata Scientiae**, v.13, p 1-11, 2022.

WILKE, A.L.; BRONSON, C.R.; TOMAS, U.; MUNKVOLD, G.P. Seed transmission of *Fusarium verticillioides* in maize plants grown under three different temperature regimes. **Plant Disease**, v.91, p.1109-1115, 2007.

WOO, S.L.; RUOCCO, M.; VINALE, F.; NIGRO, M.; MARRA, R.; LOMBARDI, N.; PASCALE, A.; LANZUISE, S.; MANGANIELLO, G.; LORITO, M. *Trichoderma*-based

products and their widespread use in agriculture. **The Open Mycology Journal**, v. 8, p. 71-126, 2014.

WORDELL FILHO, J.A.; NESI, C.N. Tombamento causado por *Fusarium verticillioides* na cultura do milho. **Agropecuária Catarinense**, v.31, n.2, p.33-36, 2018.

WORDELL FILHO, J.A.; STANDNIK, M.J.; DAVALOS, E.D. Podridões da base do colmo na cultura do milho: sintomas e medidas de controle. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.21, p.47-49, 2008.

XAVIER, A.L.S.; FRANÇA, K.R.S.; CARDOSO, T.A.L. Efeito do óleo essencial de palmarosa (*Cymbopogon martinii*) sobre fungos fitopatogênicos em sementes de soja. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. 1-24, 2020.

XU, Y., ZHANG, Z., LU, P., LI, R., MA, P., WU, J., LI, T., ZHANG, H. Increasing *Fusarium verticillioides* resistance in maize by genomics-assisted breeding: Methods, progress, and prospects. **Crop Journal**, v.11, n.6, p.1626-1641, 2023.

XUE, Q.; XIANG, Z.; WANG, S.; CONG, Z.; GAO, P.; LIU, X. Recent advances in nutritional composition, phytochemistry, bioactive, and potential applications of *Syzygium aromaticum* L. (Myrtaceae). **Frontiers in Nutrition**, v. 9, p. 1-25, 2022.

YANG, C.J.; GAO, Y.; DU, K.Y.; LOU, X.Y. Screening of 17 Chinese medicine plants against phytopathogenic fungi and active component in *Syzygium aromaticum*. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v.127, p.237–244, 2020.

ZHOU, X.; MA, H.-H.; XIONG, S.-J.; ZHANG, L.-L.; ZHU, X.-D.; ZHU, Y.-X.; ZHOU, L.-R. Evaluation of the inhibitory efficacy of eugenol against the pathogen of *Fusarium* wilt in ginger seedlings. **Horticulturae**, v. 9, p. 1- 11, 2023.