

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

ATIVIDADE DE COMPOSTOS BIOATIVOS VEGETAIS CONTRA FUNGOS FITOPATOGÊNICOS DO GÊNERO *Fusarium* sp

Antônio Rony da Silva Pereira Rodrigues

Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil

Ronny346silva@gmail.com

Resumo: O gênero *Fusarium* representa um dos gêneros de fungos fitopatógenos mais preocupantes para as culturas agrícolas em todo o mundo, devido sua alta disseminação e resistência aos fungicidas agrícolas sintéticos utilizados atualmente. Com objetivo de avaliar na literatura quais compostos bioativos podem atuar como agentes fungicidas frente a espécies de *Fusarium*, o presente estudo optou por realizar uma revisão integrativa de literatura, através da busca de estudos nas bases Scopus, Scielo, Embase e Web of Science. Os resultados demonstram que alcaloides, triterpenos e compostos aromáticos, como epicatequina, linalol, limoneno e cânfora, podem atuar inibindo a esporulação micelial, o crescimento e causando danos na produção de conídios, na parede celular e nos ciclos de produção de energia nos fungos. O alcaloide cantina-6-ona inibi o crescimento de *F. oxysporum*, através da paralisação das sínteses proteicas. O uso de fungicidas botânicos formulados com compostos bioativos auxilia no manejo e controle de *Fusarium* e protege a saúde humana e ambiental.

Palavras-chave: Atividade antifúngica, Fitopatógenos, Fungicidas botânicos.

1. INTRODUÇÃO

Fusarium é um gênero de fungos fitopatogênicos pertencentes ao grupo dos ascomicetos, que estão associados a podridão das raízes e caules, ferrugem e murcha em diferentes espécies vegetais (PATEL et al., 2022). O gênero *Fusarium* compreende cerca de 300 espécies encontradas entre 23 espécies diferentes de *Fusarium*. As espécies mais relevantes economicamente são *Fusarium graminearum*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* e *Fusarium fujikuroi*, que estão relacionadas doenças em tomateiros, trigo, alho e outros vegetais (O'DONNELL et al., 2020; SUMMERELL, 2019).

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

Os fungos do gênero *Fusarium* provocam altas perdas na produtividade de grãos, afetando a qualidade, o tamanho, massa e contaminando com micotoxinas (MCMULLEN et al., 2012). Espécies de *Fusarium* produzem micotoxinas como tricotecenos, zearalenonas, fumonisinas e toxinas secundárias como beauvericina, enniatinas, fusaproliferina e moniliformina, sendo essas responsáveis pela invasão nas frutas e vegetais, causando apodrecimento e deterioração (FERRIGO et al., 2016; PATEL et al., 2022).

A melhor forma para combater infecções por *Fusarium* segue sendo o controle preventivo, manejo das sementes e o tratamento químico por fungicidas, mas as espécies têm se adaptado e se tornado resistentes aos produtos químicos atualmente utilizados, o que provocou que novas pesquisas fossem iniciadas, buscando o controle biológico de espécies *Fusarium*. (OLIVEIRA et al., 2014; MACHADO et al., 2002).

Entre os meios de controle biológico de fitopatógenos fúngicos, o uso de extrato de plantas são indicados como alternativa antifúngica frente ao fitopatógenos, por ter ação fungitóxica direta, inibindo o crescimento micelial e esporulação (SCHWAN-ESTRADA; STANGARLIN, 2005). O uso de agentes alternativos de controle biológico para o controle de *Fusarium* tem sido amplamente documentado na literatura (TIAN et al. 2022).

O controle biológico de *Fusarium* por meio da utilização de microrganismos antagonísticos não patogênicos, ações de nanopartículas ou compostos químicos como fenóis e alcaloides, possuem potência para minimizar ou recuperar culturas agrícolas contaminadas por *Fusarium* (CHTIOUI et al., 2022; ATTIA et al., 2022; JIAN et al., 2022).

Tendo em vista a necessidade de controle e a resistência das espécies fitopatogênicas do gênero *Fusarium* aos fungicidas químicos atualmente utilizados nas culturas agrícolas contaminadas, o presente estudo objetivou avaliar na literatura ações de controle biológico de espécies do gênero *Fusarium*, através da aplicação de compostos bioativos oriundos de espécies vegetais, que podem atuar como fungicidas botânicos.

2. METODOLOGIA

O estudo trata-se de uma revisão integrativa de literatura (RI). A revisão integrativa auxilia na síntese dos estudos selecionados, com base na identificação de abordagens teóricas e metodológicas, bem como nas falhas nos estudos (SOARES et al., 2014). Souza et al. (2010), descreve que revisões integrativas devem seguir 6 etapas metodológicas, sendo elas: elaboração da pergunta norteadora, busca ou amostragem na literatura, coleta de dados, análise crítica dos estudos incluídos, discussão dos resultados e apresentação da revisão integrativa.

Inicialmente, foi elaborado a seguinte pergunta norteadora: “Quais compostos bioativos naturais são descritos na literatura como possíveis meios de ação para atuar como fungicidas frente a espécies do gênero *Fusarium*?”.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

Na segunda etapa do estudo, foi realizado uma busca por artigos nas fontes bases de dados Embase (*Elsevier*), Scopus (*Elsevier*), Web of Science (*Clarivate*) e Scielo (*Scientific Electronic Library Online*), o acesso as bases de dados forma realizadas através do Portal de Periódico da CAPES, e a pesquisa nas bases de dados através do termos: “*Bioactive compounds*”, “*Chemical compounds*” “*Phytopathogenic fungi*” “*Fusarium*”, “*Fungicidal action*”, “*Antifungal activity*”, e “*Genus Fusarium*” juntos aos operadores booleanos AND e OR, os termos foram pesquisados em língua portuguesa e inglesa para ampliar o espectro de busca.

Para seleção dos artigos, foram aplicados de inclusão, sendo incluídos: artigos completos, em qualquer idioma, no período de corte temporal proposto (2018-2023) e dentro do escopo proposto para o estudo. Foram excluídos: artigos incompletos, resumos, teses, dissertações, monografias, livros, capítulos de livros, trabalhos publicados em anais de eventos, trabalhos fora do recorte temporal e estudos que não respondiam a pergunta norteadora.

Os estudos foram selecionados através da aplicação dos critérios de inclusão, exclusão e remoção das duplicatas através do uso do *software* gratuito *Rayyan*, como proposto por Ouzzani et al. (2016) para revisões. Posteriormente os artigos foram selecionados através da leitura de títulos, resumos e palavras-chave e depois mediante leitura minuciosa dos artigos na íntegra, com proposito de selecionar os artigos que respondiam à pergunta norteadora, sendo esses inclusos para compor a versão final da revisão integrativa.

Para o processamento e apresentação dos dados, optou-se pelo método de nuvem de palavras, com auxílio do *software* *Wordle*. As nuvens de palavras demonstram a frequência das palavras mais citadas no corpus textual, sendo uma metodologia auxiliar para apresentação de dados e apoia outros estudos dentro da mesma temática (DIAS et al., 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram recuperados nas bases de dados 849 artigos, com a aplicação dos critérios de inclusão, exclusão e remoção das duplicatas 613 estudos foram excluídos, sendo eleitos 236 artigos, que foram lidos títulos, resumos e palavras-chave, sendo selecionados 52 trabalhos para serem lidos na íntegra, com a leitura minuciosa dos estudos, 14 artigos foram considerados aptos a integrar a versão final da revisão

O uso de compostos químicos para formulação de fungicidas botânicos para espécies do gênero *Fusarium* tem se demonstrado promissor. Epicatequina, kaempferol-3-O-ramnosídeo, lemonal, 5-hidroxi-7,4'-dime-toxiflavona, β -felandreno e ácido maslínico, são alguns compostos descritos na literatura como potenciais fungicidas, pois atuam inibindo o crescimento micelial, reduzindo a esporulação e reduzindo a produção de micotoxinas das espécies de *Fusarium* (UWINEZA et al., 2022; ABBAS; YLI-MATTILA, T, 2022; SEEPE et al., 2021; ZHANG et al., 2022).

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023
WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

O estudo de óleos essenciais como potencial agente antifúngico frente a espécies de *Fusarium*, tem se demonstrado viáveis. Jian et al. (2023), avaliou a ação antifúngica do óleo essencial de *Humulus lupulus* (lúpulo) frente a cepas de *Fusarium graminearum*. Os resultados demonstraram que com o aumento da nanoemulsão de óleo essencial de lúpulo de 0,88 mg/g para 14,00 mg/g, as taxas de inibição de crescimento micelial de *F. graminearum* aumentaram de 21,71% para 55,37%, esse aumento está relacionado a maior concentração de β -mirceno e α -humuleno, compostos identificados como responsáveis pela ação antifúngica. Outros estudos relatam que o óleo essencial de lúpulo inibi o crescimento de patógenos fúngicos, como *Fusarium oxysporum* em 60,7-91,5% (OKORSKA et al., 2023).

Estudos descrevem o potencial de antifúngico de óleos essenciais contra fungos fitopatogênicos do gênero *Fusarium*. Achimon et al. (2021) descreve que o óleo essencial de *Rosmarinus officinalis* apresenta efeito antifúngico frente a cepa de *F. verticillioides* M3125 de 24,2% de inibição a 1000 ppm, além de ser eficaz contra a esporulação fúngica, provocando redução de 30-40% na produção de conídios. Outro óleo essencial com ação viável é o de *Senecio viridis*, devido a presença de α -felandreno e β -pineno, o óleo de *S. viridis* demonstra efeito de antifúngico para *F. verticillioides* (GALVEZ et al., 2020). Em concentrações que variam de 20 a 80 $\mu\text{l ml}^{-1}$ de 1,8-cineol isolados de *R. officinalis* apresentam atividade fungicida frente a *Fusarium oxysporum* (RAHMOUNI et al., 2019).

Na perspectiva de encontrar um fungicida eficaz frente a espécie *Fusarium oxysporum*, diversos estudos revelam potenciais compostos químicos com ação fungicida a essa espécie. Entre as novas pesquisas está o uso do extrato bruto das folhas secas de *Annona cherimola* (cherimóia), devido a presença de almunequina e isocherimolina-1, os testes com extratos de *A. cherimola* demonstraram taxa de inibição de 100% contra *F. oxysporum* na dosagem de 16 mg/mL. Compostos como os alcaloides β -carbolínicos (β Cs), harmina, harmalina, harmano, harmalol e harmol obtidos da *Peganum harmal* e o alcaloide cantina-6-ona isolada de *Ailanthus altíssima*, atuam como antifúngicos para *F. oxysporum*, alterando a expressão de proteínas do fungo (MÉNDEZ-CHÁVEZ et al., 2022; ZHU et al., 2022; LI et al., 2021).

Compostos isolados de espécies vegetais, como o limoneno, linalol e lantadene A são descritos na literatura como inibidores do crescimento fúngico de *F. subglutinans*, *F. proliferatum*, *F. solani*, *F. graminearum*, e *F. semitectum*. O limoneno exibe atividade antifúngica contra *F. graminearum* com o EC_{50} a 1,40 $\mu\text{l/ml}$, podendo reduzir o comprimento e septos de conídios e causar quebra e encolhimento das hifas. O lantadene A, apresenta concentração inibitória mínima menor ou igual a 0,63 mg/mL, com taxa de inibição máxima em 84,2 $\mu\text{g/mL}$. O linalol danifica a integridade da membrana celular, aumentou os níveis de espécies reativas de oxigênio, causando inibição micelial através de reações redox (JIAN et al., 2023; LI et al., 2023; SEEPE et al., 2022).

Chen et al. (2018), avaliou a atividade fúngica de compostos presente nos extratos de *Curcuma longa* frente a *F. graminearum*. Os resultados demonstraram que os componentes químicos da *C. longa* possuem efeito antifúngico, podendo interferir na membrana celular e inibir a síntese de ergosterol. Avanço et al.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023
WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

(2017) revelou que cepas de *F. verticillioides* tratadas com óleo essencial de *C. longa* apresentaram redução na produção de ergosterol ($p < 0,05$).

4. CONCLUSÃO

Com a análise dos estudos que compõem a revisão, foi possível observar que muitos estudos relatam diferentes compostos químicos que podem atuar como formuladores de composições fungicidas, tendo como destaque compostos aromáticos, triterpenos, fenóis e alcaloides, isolados ou em composições de óleos essenciais ou extratos.

A aplicação de fungicidas em áreas contaminadas por *Fusarium* formulados com componentes químicos isolados de espécies vegetais são importantes, por assegurar a funcionalidade do produto, não ser agressivo ao meio ambiente e nem a saúde humana. Ainda são necessários novos estudos para viabilizar a produção de fungicidas botânicos a partir desses componentes em carga escala. O presente estudo abrange e descreve diversos estudos que contribuem para a formulação de conhecimento acerca de compostos bioativos no controle e manejo de fungos fitopatogênicos do gênero *Fusarium*.

REFERÊNCIAS

ABBAS, A.; YLI-MATTILA, T. Biocontrol of *Fusarium graminearum*, a causal agent of *Fusarium* head blight of wheat, and deoxynivalenol accumulation: From in vitro to in planta. **Toxins**, v. 14, n. 5, p. 299, 2022.

ACHIMÓN, F.; BRITO, V. D.; PIZZOLITTO, R. P.; SANCHEZ, A. R.; 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 Microbiologia**, v. 53, n. 4, p. 292-303, 2021.

ATTIA, M. S.; ABDELAZIZ, A. M.; AL-ASKAR, A. A.; ARISHI, A. A.; ABDELHAKIM, A. M.; HASHEM, A. H. Plant growth-promoting fungi as biocontrol tool against fusarium wilt disease of tomato plant. **Journal of Fungi**, v. 8, n. 8, p. 775, 2022.

AVANÇO, G. B.; FERREIRA, F. D.; BOMFIM, N. S.; PERALTA, R. M.; BRUGNARI, T.; MALLMANN, C. A.; MACHINSKI JR, M. Curcuma longa L. essential oil composition, antioxidant effect, and effect on *Fusarium verticillioides* and fumonisin production. **Food Control**, v. 73, p. 806-813, 2017.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023
WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

CHEN, C.; LONG, L.; ZHANG, F.; CHEN, Q.; CHEN, C.; YU, X.; LONG, Z. Antifungal activity, main active components and mechanism of *Curcuma longa* extract against *Fusarium graminearum*. **PloS one**, v. 13, n. 3, p. e0194284, 2018.

CHTIOUI, W.; BALMAS, V.; DELOGU, G.; MIGHELI, Q.; OUFENSOU, S. Bioprospecting phenols as inhibitors of trichothecene-producing *Fusarium*: Sustainable approaches to the management of wheat pathogens. **Toxins**, v. 14, n. 2, p. 72, 2022.

DIAS, M. S. D. A.; PARENTE, J. R. F.; VASCONCELOS, M. I. O.; DIAS, F. A. C. Intersetorialidade e Estratégia Saúde da Família: tudo ou quase nada a ver?. **Ciência Saúde Coletiva**, v. 19, n. 11, p. 4371-4382, 2014.

FERRIGO, D.; RAIOLA, A.; CAUSIN, R. *Fusarium* Toxins in Cereals: Occurrence, Legislation, Factors Promoting the Appearance and Their Management. **Molecules**, v. 21, n. 627, 2016.

GALVEZ, C. E.; JIMENEZ, C. M.; GOMEZ, A. D. L. A.; LIZARRAGA, E. F.; SAMPIETRO, D. A. Chemical composition and antifungal activity of essential oils from *Senecio nutans*, *Senecio viridis*, *Tagetes terniflora* and *Aloysia gratissima* against toxigenic *Aspergillus* and *Fusarium* species. **Natural product research**, v. 34, n. 10, p. 1442-1445, 2020.

JIAN, Y.; CHEN, X.; AHMED, T.; SHANG, Q.; ZHANG, S.; MA, Z.; YIN, Y. Toxicity and action mechanisms of silver nanoparticles against the mycotoxin-producing fungus *Fusarium graminearum*. **Journal of advanced research**, v. 38, p. 1-12, 2022.

JIAN, Y.; CHEN, X.; MA, H.; ZHANG, C.; LUO, Y.; JIANG, J.; YIN, Y. Limonene formulation exhibited potential application in the control of mycelial growth and deoxynivalenol production in *Fusarium graminearum*. **Frontiers in Microbiology**, v. 14, 2023.

JIANG, H.; ZHONG, S.; SCHWARZ, P.; CHEN, B.; RAO, J. Antifungal activity, mycotoxin inhibitory efficacy, and mode of action of hop essential oil nanoemulsion against *Fusarium graminearum*. **Food Chemistry**, v. 400, p. 134016, 2023.

LI, X.; WANG, Q.; LI, H.; WANG, X.; ZHANG, R.; YANG, X.; SHI, Q. Revealing the Mechanisms for Linalool Antifungal Activity against *Fusarium oxysporum* and Its Efficient Control of *Fusarium* Wilt in Tomato Plants. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, n. 1, p. 458, 2023.

LI, Y.; ZHAO, M.; ZHANG, Z. Quantitative proteomics reveals the antifungal effect of canthin-6-one isolated from *Ailanthus altissima* against *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* in vitro. **PLoS One**, v. 16, n. 4, p. e0250712, 2021.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023
WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

MACHADO, J. C. **Salt agar medium to detect storage fungi in seed**. 1ed. Bassersdorf: ISTA, 2002. 138p.

MCMULLEN, M.; BERGSTROM, G.; DE WOLF, E.; DILL-MACKY, R.; HERSHMAN, D.; SHANER, G.; SANFORD, D. A Unified Effort to Fight an Enemy of Wheat and Barley: *Fusarium* Head Blight. **Plant Dis**, v. 96, p. 1712–172, 2012.

MÉNDEZ-CHÁVEZ, M.; LEDESMA-ESCOBAR, C. A.; HIDALGO-MORALES, M.; RODRÍGUEZ-JIMENES, G. D. C.; ROBLES-OLVERA, V. J. Antifungal activity screening of fractions from *Annona cherimola* Mill. leaf extract against *Fusarium oxysporum*. **Archives of Microbiology**, v. 204, n. 6, p. 330, 2022.

O'DONNELL, K.; AL-HATMI, A. M. S.; AOKI, T.; BRANKOVICS, B.; CANO-LIRA, J. F.; COLEMAN, J. J.; DE HOOG, G. S.; DI PIETRO, A.; FRANDSEN, R. J. N.; GEISER, D. M. No to *Neocosmospora*: Phylogenomic and Practical Reasons for Continued Inclusion of the *Fusarium Solani* Species Complex in the Genus *Fusarium*. **Sphere**, v. 5, p. 1–7, 2020.

OKORSKA, S. B.; DĄBROWSKA, J. A.; GŁOWACKA, K.; PSZCZÓŁKOWSKA, A.; JANKOWSKI, K. J.; JASTRZĘBSKI, J. P.; OKORSKI, A. The Fungicidal Effect of Essential Oils of Fennel and Hops against *Fusarium* Disease of Pea. **Applied Sciences**, v. 13, n. 10, p. e6282, 2023.

OLIVEIRA, J. 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**, v. 17, n. 3, p. 5-10, 2014.

OUZZANI, M.; HAMMADY H.; FEDOROWICZ, Z.; ELMAGARMID A. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. **Systematic. Reviews**, v. 5, p. 1-10, 2016.

PATEL, R.; MEHTA, K.; PRAJAPATI, J.; SHUKLA, A.; PARMAR, P.; GOSWAMI, D.; SARAF, M. An anecdote of mechanics for *Fusarium* biocontrol by plant growth promoting microbes. **Biological Control**, p. e105012, 2022.

RAHMOUNI, A.; SAIDI, R.; KHADDOR, M.; PINTO, E.; DA SILVA J. C. G. E.; MAOUNI, A. Chemical composition and antifungal activity of five essential oils and their major components against *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* of Moroccan palm tree. **Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration**, 4, 1-9, 2019.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R. Extratos e óleos essenciais de plantas medicinais na indução de resistência. In: CAVALCANTI, L. S. (Org.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 125-132

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023
WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

SEEPE, H. A.; RAMAKADI, T. G.; LEBEPE, C. M.; AMOO, S. O.; NXUMALO, W. Antifungal activity of isolated compounds from the leaves of *Combretum erythrophyllum* (Burch.) Sond. and *Withania somnifera* (L.) dunal against *Fusarium* pathogens. **Molecules**, v. 26, n. 16, p. 4732, 2021.

SEEPE, H. A.; RAPHOKO, L.; AMOO, S. O.; NXUMALO, W. Lantadene A and boswellic acid isolated from the leaves of *Lantana camara* L. have the potential to control phytopathogenic *Fusarium* species. **Heliyon**, v. 8, n. 12, p. e12216, 2022.

SOARES, C. B.; HOGA, L. A. K.; PEDUZZI, M.; SANGALETI, C.; YONEKURA T.; SILVA, D. R. A. D. Revisão integrativa: conceitos e métodos utilizados na enfermagem. **Revista Escola de Enfermagem da USP**, v. 48, n. 2, p. 335-345, 2014.

SOUZA, M.T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010.

SUMMERELL, B. A. Resolving *Fusarium*: Current Status of the Genus. *Annu. Revista. Phytopathologic*, v. 57, p. 323–339, 2019.

TIAN, Y.; TAN, Y.; LIU, N.; LIÃO, Y.; SOL, C.; WANG, S.; WU, A. Elimination of *Fusarium* mycotoxin deoxynivalenol (DON) via microbial and enzymatic strategies: Current status and future perspectives. **Trends in Food Science & Technology**, v. 124, p. 96-107, 2022.

UWINEZA, P. A.; URBANIAK, M.; BRYŁA, M.; STEPIEŃ, Ł.; MODRZEWSKA, M.; WAŚKIEWICZ, A. In vitro effects of lemon balm extracts in reducing the growth and mycotoxins biosynthesis of *Fusarium culmorum* and *F. proliferatum*. **Toxins**, v. 14, n. 5, p. 355, 2022.

ZHANG, J.; ZHAO, Z.; LIANG, W.; BI, J.; ZHENG, Y.; GU, X.; FANG, H. Essential oil from *Sabina chinensis* leaves: A promising green control agent against *Fusarium* sp. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, 2022.

ZHU, Z.; ZHAO, S.; WANG, C. β -Carboline Alkaloids from *Peganum harmala* Inhibit *Fusarium oxysporum* from *Codonopsis radix* through Damaging the Cell Membrane and Inducing ROS Accumulation. **Pathogens**, v. 11, n. 11, p. 1341, 2022.