



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA DE PROGRAMAS ESPECIAIS

Micofumigação contra fungos associados à doenças pós-colheita no morango

Wallingson Moura da Cunha

Recife, setembro de 2021



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA DE PROGRAMAS ESPECIAIS

Micofumigação contra fungos associados à doenças pós-colheita no morango

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO (ESO)

ALUNO: Wallingson Moura da Cunha

CURSO: Agronomia

ORIENTADOR: André Angelo Medeiros Gomes

DEPARTAMENTO/UNIDADE ACADÊMICA: Departamento de Agronomia/Sede

TÍTULO DO TRABALHO

Micofumigação contra fungos associados à doenças pós-colheita no morango.

RESUMO DO RELATÓRIO

Os fungos estão frequentemente relacionados às podridões de frutos e destacam-se como importantes agentes de doenças em pós-colheita. A micofumigação, estratégia de controle biológico, destaca-se como uma promissora alternativa na redução de perdas pós-colheita causada por fitopatógenos fúngicos. A micofumigação é caracterizada pelo uso de compostos orgânicos voláteis (COV's) antimicrobianos, emitidos por fungos endofíticos. Estes compostos inibem o crescimento e/ou promovem a morte de muitos agentes patógenos de plantas. Neste trabalho, realizou-se a prospecção de fungos endofíticos capazes de produzir e emitir COV's antimicrobianos para serem utilizados na micofumigação de doenças pós-colheita de frutas. Foram coletadas folhas, ramos, e outras partes vegetais saudáveis de canela, planta frequentemente usada na medicina popular. O material vegetal foi encaminhado ao Laboratório de Patologia Pós-Colheita da UFRPE, lavado, cortado em fragmentos de aproximadamente 0,3 x 0,3cm. Os fragmentos foram desinfestados e depositados em um dos lados de placas de Petri subdivididas, contendo meio de cultura BDA, no outro lado das placas havia culturas com 10 dias de crescimento de *Muscodor coffeanum*. As placas foram incubadas à 25°C e monitoradas diariamente. Hifas fúngicas emergindo dos fragmentos foram coletadas e depositadas em placas sem a presença de *Muscodor*. Ao total, foram obtidos cinco isolados endofíticos. Dentre os isolados obtidos, apenas o isolado CC01 apresenta características morfológicas semelhantes às de espécies de *Muscodor* sp. (micélio estéril, ausência de conídios e outras estruturas de esporulação, presença de hifas entrelaçadas formando fios em forma de corda, e estruturas em forma de bobina derivadas de hifas entrelaçadas). *Screening* para a capacidade de produção de COV's antimicrobianos deveria ter sido realizado contra *Aspergillus ochraceus*, *Botrytis cinerea* e *Colletotrichum gloeosporioides*, para todos os isolados obtidos. Os isolados seriam cultivados, em BDA, em um dos lados de placas de Petri subdivididas, até o estabelecimento das culturas, em seguida no outro lado das placas seriam depositados um plug de BDA contendo estruturas de *A. ochraceus*, *B. cinerea* e *C. gloeosporioides* para testar a sensibilidade in vitro desses fitopatógenos aos COV's emitidos pelos fungos endofíticos obtidos. O efeito de cada isolado endofítico sobre a espécie fitopatogênica seria avaliado através da medição do crescimento micelial nas placas inoculadas.

Palavras-chave: Compostos Orgânicos Voláteis, Fungos Endofíticos, Micofumigação.

INTRODUÇÃO GERAL

Cerca de um terço dos alimentos produzidos para consumo humano, são perdidos ou desperdiçados universalmente, o que representa aproximadamente 1,3 bilhão de toneladas por ano (GUSTAVSSON et al., 2011). No cenário mundial que enfrenta mudanças climáticas e escassez de recursos naturais, assim como a questão da insegurança alimentar, a redução das perdas e do desperdício de alimentos deve ser uma prioridade global. Entre as principais causas de perdas em pós-colheita de frutas, as mais sérias são, provavelmente, as infecções por microrganismos, favorecidas por danos físicos e fisiológicos, que predispõem o produto à invasão de fitopatógenos (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

Os fungos estão frequentemente relacionados às podridões de frutos e destacam-se como importantes agentes de doenças em pós-colheita, sendo o grupo de microrganismos de maior frequência e atividade, responsável por 80 a 90% do total de perdas causadas por agentes microbianos (PRUSKY, 2011). A colonização de frutas por fungos pode determinar perdas quantitativas e/ou qualitativas que são decorrentes de efeitos deteriorantes como descoloração, manchas e produção de odores desagradáveis (CHITARRA e CHITARRA, 2005; BENATO, 2002). Embora as perdas econômicas devido às infecções fúngicas em frutas e vegetais durante a cadeia pós-colheita sejam variáveis e superficialmente documentadas, afetam, geralmente entre 30 a 50% da produção e, em algumas ocasiões, a podridão pode levar à perda total dos produtos (BAUTISTA-BAÑOS, 2014). A ocorrência de podridões em pós-colheita é uma barreira limitante à comercialização de frutas in natura. Estas lesões ocasionadas em decorrência de infecções fúngicas, descredencia o fruto à comercialização e interfere diretamente no seu tempo de prateleira, diminuindo assim sua vida útil.

O controle químico de doenças em pós-colheita tem se mostrado um método eficiente na redução de infecções fúngicas, apesar de que atualmente este método tem sido realizado de maneira indiscriminada, utilizando-se, em muitos casos, produtos que causam danos à saúde humana e ao meio ambiente. Embora a utilização de fungicidas constitua uma importante estratégia de controle, o surgimento de populações de patógenos resistentes têm contribuído para a diminuição da eficiência desses produtos (SPOTTS e CEVANTS, 1986; DROBY e CHALUTZ, 1994). Contudo, nas últimas décadas

as pesquisas envolvendo o controle alternativo de doenças de plantas, com especial destaque no controle biológico, têm crescido significativamente. No entanto, pouca ênfase tem sido dada ao controle biológico de doenças pós-colheita, na qual a micofumigação destaca-se como promissora alternativa na redução de perdas pós-colheita causada por fitopatógenos.

A micofumigação trata-se de uma estratégia de controle biológico utilizada no manejo de pragas e doenças agrícolas, como também contra patógenos humanos, caracterizada pelo uso de compostos voláteis produzidos por fungos endofíticos (STROBEL et al., 2001; STROBEL, 2006). O conceito de micofumigação vem sendo estabelecido após a descrição de *Muscodor albus* Worapong, Strobel & W.M. Hess (2001), fungo endofítico obtido da planta de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Breyne), e o seu potencial de emissão de compostos voláteis que inibe o crescimento e/ou promove a morte de muitos agentes patógenos de plantas. Após sua descoberta, outras espécies do gênero *Muscodor* foram isoladas especialmente de plantas tropicais, apresentando também emissão de voláteis potencialmente antimicrobianos (WORAPONG et al., 2001; DAISY et al., 2002; MITCHELL et al., 2008; GONZÁLEZ et al., 2009; CHU-LONG et al., 2010; PRIYANKA et al., 2012; GOMES et al., 2018).

Os compostos orgânicos voláteis referem-se, de modo geral, às substâncias com massa molecular pequena, de baixa polaridade, que exibem alta pressão de vapor (MANSUROVA et al., 2018). Devido à sua volatilidade, esses compostos podem transpor as membranas com facilidade e serem liberados na atmosfera ou no solo, na ausência de uma barreira de difusão. Além disso, também podem ser transportados através do fluxo em massa de água pelo perfil do solo (PICHERSKY; NOEL; DUDAREVA, 2006). O fenômeno de estímulo e/ou inibição do crescimento micelial e germinação de esporos fúngicos por compostos presentes na fase gasosa parece ser de caráter multifuncional, ou seja, depende de uma série de eventos somados. Os COV's produzidos por fungos com ação antimicrobiana têm sido introduzidos como uma boa alternativa de controle biológico, por não terem contato com o alimento, tendo como consequência menos manipulação das mercadorias (NUNES, 2012). Há diversos trabalhos na literatura que relatam a produção desses compostos no controle de fungos fitopatogênicos em pós colheita (HUANG et al, 2011; ARRARTE et al, 2017). Estes COV's têm enorme potencial para

serem usados diretamente na micofumigação ou para uso de seus ativos de forma independente, representando uma abordagem alternativa para o controle de doenças pós-colheita, especialmente em mercadorias que serão armazenadas em contêineres fechados (ARRARTE et al., 2017).

O desenvolvimento de estratégias alternativas e eficientes para controle de doenças pós-colheita, potencializará a comercialização de frutas por aumentar seu tempo de prateleira. O uso da micofumigação para controlar podridões pós-colheita é uma alternativa potencial à aplicação de agrotóxicos em frutos. O estabelecimento de um produto de biocontrole irá interligar a pesquisa à extensão, atendendo os anseios da sociedade.

OBJETIVOS

Geral:

Prospectar fungos endofíticos, que a exemplo do gênero *Muscodor*, possuam capacidade de produção de voláteis antimicrobianos, para uso no controle biológico de doenças pós-colheita de frutas.

Específicos:

- Coletar plantas utilizadas na medicina popular;
- Isolar fungos endofíticos, com capacidade de produção de compostos voláteis antimicrobianos;
- Identificar fungos endofíticos, com capacidade de produção de compostos voláteis antimicrobianos;
- Definir a sensibilidade in vitro de *Aspergillus ochraceus* aos compostos voláteis dos fungos obtidos;
- Definir a sensibilidade in vitro de *Botrytis cinerea* aos compostos voláteis dos fungos obtidos;
- Definir a sensibilidade in vitro de *Colletotrichum gloeosporioides* aos compostos voláteis dos fungos obtidos;
- Construir uma micoteca de fungos produtores de voláteis antimicrobianos para futuro uso em programas de controle biológico de podridões pós-colheita.

METODOLOGIA

Isolamento e *screening* de fungos produtores de voláteis:

Folhas, cascas, botões florais e entrenós intactos e saudáveis de canela (*Cinnamomum zeylanicum*), foram coletadas em um sítio de cultivo orgânico localizado no bairro de São Pedro, situado na cidade de Camaragibe (8°00'42,8" S 34°58'17,9" W), região do estado de Pernambuco. As amostras foram coletadas de cinco partes diferentes de uma única planta, acondicionadas em sacos plásticos e posteriormente encaminhadas ao Laboratório de Patologia Pós-Colheita da Universidade Federal Rural de Pernambuco. O material vegetal foi desinfestado de acordo com os procedimentos adotados por Zhang et al. (2010). O tecido vegetal foi suavemente lavado com água corrente, cortados em fragmentos de 0,3cm x 0,3cm e imersos em etanol 75% durante 30s, seguido pela imersão em hipoclorito de sódio 1% durante 2 min, e finalmente lavado 3 vezes em água destilada esterilizada (ADE) por 30s. O isolamento dos fungos endofíticos foi direcionado para produção de compostos voláteis antimicrobianos, de acordo com a metodologia adaptada de Ezra et al. (2004). Cinco fragmentos foram colocados em um dos lados da placa de Petri com uma subdivisão, sendo que, no outro lado da placa foram depositados os isolados *Muscodor coffeanum* (741, 743 e ACJ03) anteriormente cultivado por 10 dias em meio de cultivo BDA (batata, dextrose e ágar). A placa foi vedada com filme plástico e incubada a 25°C no escuro. Hifas fúngicas emergindo a partir dos fragmentos foram transferidas para placa de Petri com BDA sem a presença de *Muscodor coffeanum* (741, 743 e ACJ03) e incubados nas mesmas condições anteriores.

Screening para capacidade de produzir voláteis com propriedades antimicrobianas deveria ter sido realizado para os fungos endofíticos obtidos neste trabalho. Todos os isolados obtidos seriam testados para a capacidade emitirem voláteis que inibam o crescimento de *Aspergillus ochraceus*, *Botrytis cinerea* ou *Colletotrichum gloeosporioides*, de acordo com a metodologia adaptada de Strobel et al. (2001). Vinte mililitros de BDA seriam vertidos em placas de Petri com uma subdivisão. Em um dos lados da placa, durante 7 dias a 25°C na ausência de luz, seria cultivado o isolado endofítico. Posteriormente, o isolado fitopatogênico seria repicado para o outro lado da placa, que seria vedada com filme plástico e incubada a 25°C na ausência de luz, por 48 horas, e avaliado a cada 48 horas. O efeito de cada isolado endofítico no crescimento de cada

espécie fitopatogênica seria avaliada pela medição do crescimento micelial nas placas inoculadas.

Isolados

Os isolados de *Muscodor coffeanum* (741, 743 e ACJ03) que foram utilizados para isolamento seletivo de fungos produtores de voláteis antimicrobianos foram cedidos pelo Laboratório de Micologia e Etiologia de Doenças Fúngicas da Universidade Federal de Viçosa - MG. Os isolados de fungos fitopatogênicos utilizados foram da Coleção de Culturas de Fungos Fitopatogênicos “Prof. Maria Menezes”, UFRPE.

Avaliação do crescimento micelial

A avaliação do crescimento do micelial foi realizada através da média do diâmetro da colônia fúngica, em dois sentidos opostos. A partir dos resultados obtidos determinou-se a percentagem de inibição do crescimento micelial (PIC), por meio da fórmula apresentada a seguir:

$$\text{PIC} = \left(\frac{\text{DIÂMETRO DA TESTEMUNHA} - \text{DIÂMETRO DO TRATAMENTO}}{\text{DIÂMETRO DA TESTEMUNHA}} \right) \times 100$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Folhas, cascas, botões florais e entrenós intactos e saudáveis de canela (*Cinnamomum zeylanicum*), planta comumente utilizada na medicina popular, foram coletadas em um sítio de cultivo orgânico localizado no bairro de São Pedro, situado na cidade de Camaragibe (8°00'42,8" S 34°58'17,9" W), região metropolitana do Recife, no estado de Pernambuco. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas ao Laboratório de Patologia Pós-Colheita da Universidade Federal Rural de Pernambuco. O material vegetal foi lavado, cortado em fragmentos de aproximadamente 0,3 x 0,3cm, posteriormente desinfestados e depositados (cinco fragmentos por placa) em um dos lados de placa de Petri subdividida, contendo BDA e um dos isolados de *Muscodor coffeanum* (741, 743 ou ACJ03) com 10 dias de crescimento (**Fig.2**) As placas foram incubadas à 25°C e monitoradas diariamente. Hifas fúngicas emergindo dos fragmentos foram coletadas e depositadas em placas sem a presença de *Muscodor*. Ao total, foram obtidos cinco isolados endofíticos. Dentre os isolados obtidos, apenas o isolado CC01 apresentou características morfológicas semelhantes às de espécies do gênero *Muscodor* (micélio estéril, ausência de conídios e outras estruturas de esporulação, presença de hifas entrelaçadas formando fios em forma de corda, e estruturas em forma de bobina derivadas de hifas entrelaçadas) (**Fig.1**). Todos os isolados endofíticos obtidos serão submetidos a teste de sensibilidade in vitro para avaliar a capacidade de emitirem compostos orgânicos voláteis que inibam o crescimento de isolados de *Aspergillus ochraceus*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum gloeosporioides*.

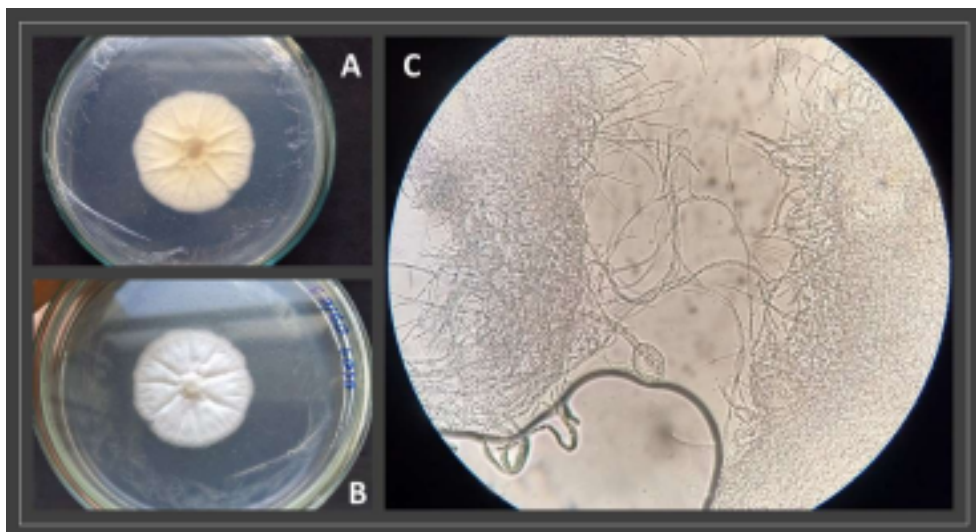


Figura 1. (A, B) Características de crescimento do isolado CC01; (C) Hifas do isolado CC01 em microscopia óptica.



Figura 2. (A) Isolados de *Muscodor coffeanum* utilizados no isolamento dos fungos endofíticos; (B, C) Preservação de isolados de *Muscodor coffeanum*; (D, E) Material vegetal coletado de *Cinnamomum zeylanicum*, e utilizado para obtenção dos isolados endofíticos; (F) Desinfestação do material vegetal coletado, previamente lavado e fragmentado: (1) Fragmentos de diferentes partes de *Cinnamomum zeylanicum*, (2) Álcool 70%, (3) Hipoclorito de sódio 1%, (4,5 e 6) Água destilada e esterilizada.

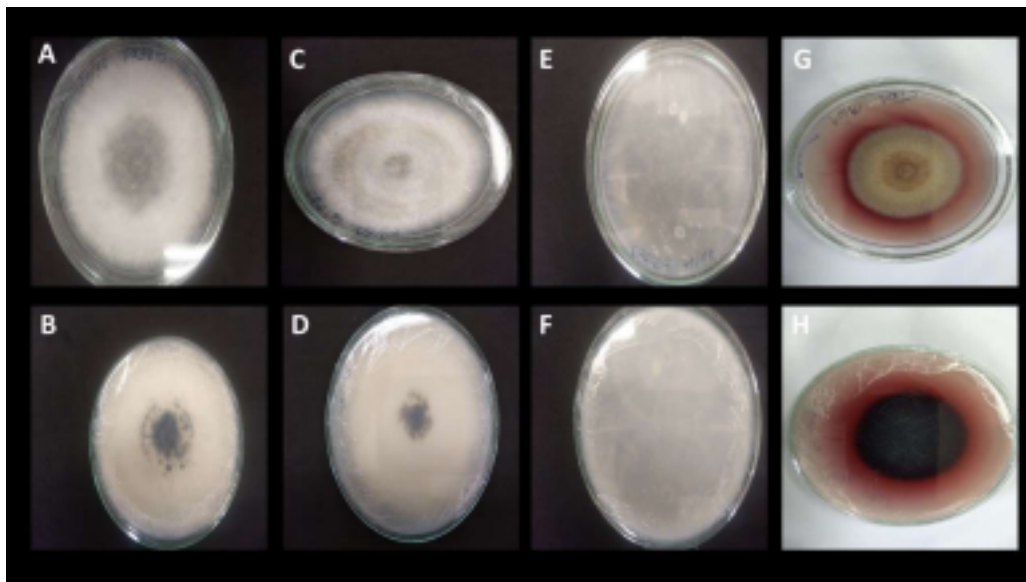


Figura 3. Características de crescimento dos isolados endofíticos obtidos: (A, B) Isolado CBF01; (C, D) Isolado CBF02; (E, F) Isolado CBF03; (G, H) Isolado CE01.

Tabela 1. Lista de isolados endofíticos obtidos.

Cód..	Hospedeiro / Tecido	Local/data da coleta	Data do isolamento	Características morfológicas semelhantes à <i>Muscodor sp.</i>	Atividade contra <i>Aspergillus ochraceus</i>	Atividade contra <i>Botrytis cinerea</i>	Atividade contra <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>
CBF01	Canela / Botão floral	8°00'42,8" S 34°58'17,9" W - 28/12/20	31/12/20	Não			
CBF02	Canela / Botão floral	8°00'42,8" S 34°58'17,9" W - 28/12/20	31/12/20	Não			
CBF03	Canela / Botão floral	8°00'42,8" S 34°58'17,9" W - 28/12/20	07/01/21	Não			
CC01	Canela / Casca	8°00'42,8" S 34°58'17,9" W - 28/12/20	04/01/21	Sim			
CE01	Canela / Entrenó	8°00'42,8" S 34°58'17,9" W - 28/12/20	06/01/21	Não			

Tabela 1. Lista de isolados endofíticos obtidos.

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Atividades*	2020					2021						
	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J
Coleta de material vegetal	X	X	X	X	X							
Isolamento de fungos endofíticos	X	X	X	X	X							
Preservação de isolados fúngicos				X	X	X	X	X	X			
Micofumigação contra <i>Aspergillus ochraceus</i>									O	O	O	
Micofumigação contra <i>Botrytis cinerea</i>									O	O	O	
Micofumigação contra <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>									O	O	O	
Identificação morfológica dos isolados							X	X	X			
Análise de dados									O	O	O	O
Escrita de resumos											O	O
Escrita do relatório Parcial							X	X	X			
Escrita do relatório Final											X	X

X. Atividades já realizadas pelo estudante.

O. Atividades não realizadas.

Não foi possível realizar as demais atividades do cronograma devido à restrição das atividades acadêmicas, ocasionada pela pandemia do COVID-19, além da interdição temporária das instalações do prédio Otávio Gomes (Fitossanidade – DEPA/Agronomia) onde as atividades do projeto são realizadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora os isolados endofíticos obtidos ainda não tenham sido submetidos a testes de sensibilidade *in vitro* para avaliar a capacidade de emitirem compostos orgânicos voláteis antimicrobianos que inibem crescimento e/ou promovam a morte de *Aspergillus ochraceus*, *Botrytis cinerea*, e *Colletotrichum gloeosporioides*, o isolado CC01 apresenta características morfológicas semelhantes às de espécies do gênero *Muscodor*, gênero do qual já foram isoladas e mencionadas na literatura várias espécies com a capacidade de produção e emissão de voláteis potencialmente antimicrobianos. Caso o isolado CC01, ou algum outro isolado obtido neste trabalho, apresenta tal capacidade de produção e emissão de voláteis antimicrobianos, os mesmos serão devidamente identificados e registrados, e depositados na micoteca de fungos produtores de voláteis antimicrobianos do Laboratório de Patologia Pós-Colheita da Universidade Federal Rural de Pernambuco, onde estarão disponíveis para serem utilizados em programas de controle biológico de doenças pós-colheita, dando origem a produtos de biocontrole que serão utilizados como alternativa ao uso de defensivos químicos, aumentando o tempo de prateleira de produtos agrícolas, sem causar danos à saúde humana e ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRARTE, E. et al. Volatile organic compounds produced by Antarctic strains of *Candida sake* play a role in the control of postharvest pathogens of apples. *Biological Control*, v.109, p.14-20, 2017.
- BAUTISTA-BAÑOS, S., ed. *Postharvest Decay: Control Strategies*. Elsevier, 2014.
- BENATO, E. A. Principais doenças em em frutas pós-colheita e métodos alternativos de controle com potencial de indução de resistência. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE DOENÇAS EM PLANTAS, 2, 2002, Lavras - MG. Anais...Lavras; NEFIT/UFLA, 2002. p. 139-182.
- BENSKY D.; GAMBLE A. *Chinese Herbal Medicine: Materia Medica*, Revised Edition. Seattle, WA: Eastland Press; 1993.
- BERDY, J. Are actinomycetes exhausted as a source of secondary metabolite? *Proceedings of the 9th International Symposium on the Biology of Actinomycetes*. New York: Allerton Press, p.3-23, 1995.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESALQ - FAEPE, 1990. 293 p.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESALQ/FAEPE, 2005. 735 p.
- CHU-LONG, Z., GUO-PING, W., LI-JUAN, M. *Muscodor fengyangensis* sp. nov. from southeast China: morphology, physiology and production of volatile compounds. *Fungal Biology* 114: 797-808. 2010.
- CLAY, K.; SCHARDL, C. Evolutionary origins and ecological consequences of endophyte symbiosis with grasses. *American Naturalist*, Chicago, v. 160, n. 6, p. 99-127, Oct. 2002.
- DA SILVEIRA, Norma Suely Sobral et al. DOENÇAS FÚNGICAS PÓS-COLHEITA EM FRUTAS TROPICAIS: PATOGÊNESE E CONTROLE. *Revista Caatinga*, v. 18, n. 4, p. 283- 298, 2005.
- DAISY, B., STROBEL, G., EZRA, D., CASTILLO, U., EZRA, D., SEARS, J.; WEAVER, D., RUNYON, J. Naphthalene, an insect repellent, is produced by *Muscodor vitigenus*, a novel endophytic fungus. *Microbiology* 148: 3737–3741. 2002.
- DROBY, S.; CHALUTZ, E. Mode of action of biocontrol agents of postharvest diseases. In: WILSON, C. L.; WISNIEWSKI, M. E. (eds). *Biological Control of Postharvest Diseases: Theory and Practice*. Boca Raton: CRC Press, 1994, p. 63-75.
- EZRA, D. HESS, W.M., STROBEL, G.A. New endophytic isolates of *Muscodor albus*, a

volatile-antibiotic-producing fungus. *Microbiology* 150:4023–4031. 2004.

GOMES, A. A. M., PINHO, D.B., CARDEAL, Z.L., MENEZES, H.C., QUEIROZ, M.V., PEREIRA, O.L. *Simplicillium coffeanum*, a new endophytic species from Brazilian coffee plants, emitting antimicrobial volatiles. *Phytotaxa* 333 (2): 188–198. 2018.

GONZÁLEZ, M.C., ANAYA, A.L., GLENN, A.E., MARCÍAS-RUBALCAVA, M.L., HERNÁNDEZ-BAUTISTA, B.E., HANLIN, R.T. *Muscodor yucatanensis*, a new endophytic ascomycete from Mexican chakah, *Bursera simaruba*. *Mycotaxon* 110: 363-372. 2009.

GUSTAVSSON, J., CEDERBERG, C., SONESSON, U., VAN OTTERDIJK, R., MEYBECK, A. Global food losses and food waste: extent, causes and prevention. Food and agriculture organization of the United Nations – FAO. 2011.

HUANG, R.; LI, G. K.; ZHANG, J.; YANG, L.; CHE, H. J.; JIANG, D. H.; HUANG, H. C. Control of postharvest *Botrytis* fruit rot of strawberry by volatile organic compounds of *Candida intermedia*. *Phytopathology*, v. 101, n. 7, p. 859-869, 2011.

MANSUROVA, M.; EBERT, B. E.; BLANK, L. M.; IBÁÑEZ, A. J. A breath of information: the volatilome. *Current Genetics*, v. 64, n. 4, p. 959-964, 2018.

MITCHELL, A. M.; STROBEL, G. A.; HESS, W. M.; VARGAS, P. N.; EZRA, D. *Muscodor crispans*, a novel endophyte from *Ananas ananassoides* in the Bolivian Amazon. *Fungal Diversity*, v. 31, p. 37-43, 2008.

NUNES, C. A. Biological control of postharvest diseases of fruit. *European Journal of Plant Pathology*, v. 133, n. 1, p. 181-196, 2012.

PICHERSKY, E.; NOEL, J. P.; DUDAREVA, N. Biosynthesis of plant volatiles: Nature's diversity and ingenuity. *Science*, v. 311, p. 808-811, 2006.

POINTING, S. B. Feasibility of bioremediation by white-rot fungi. *Applied Microbiology and Biotechnology*, New York, v. 57, n. 2, p. 20-33, Oct. 2001.

PRIYANKA, K., GARY, S., RIYAZ-UL-HASSAN, S., GEARY, B., SEARS, J. *Muscodor sutura*, a novel endophytic fungus with volatile antibiotic activities. *Mycoscience* 53: 319-325. 2012.

PRUSKY, D. Reduction of the incidence of postharvest quality losses, and future prospects. *Prospects Food Secur.* v. 3, p. 463-474, 2011.

SPOTTS, R. A.; CEVANTES, A. Populations, pathogenicity, and benomyl resistance of *Botrytis* spp., *Penicillium* spp., and *Mucor piriformis* in packing-houses. *Plant Disease*, St. Paul, v70, p. 106-108, 1986.

STROBEL, G. et al. *Stegolerium kukenani* gen. et sp. nov. an endophytic taxol producing fungus from the Roraima *Stegolepsis guianensis* and Kukenan tepuis of Venezuela.

Mycotaxon, v.78, p.353-61, 2001.

STROBEL, Gary A., et al. Volatile antimicrobials from *Muscodor albus*, a novel endophytic fungus. *Microbiology*, 2001, 147.11: 2943-2950.

STROBEL, Gary. Harnessing endophytes for industrial microbiology. *Current opinion in microbiology*, 2006, 9.3: 240-244.

STROHL, W. R. *Drugs and the Pharmaceutical Sciences*. Taylor & Francis Group, USA, 860 p.vol. 82, 1997.

WORAPONG, J.; STROBEL, G. A.; FORD, E. J.; LI, J. Y.; BAIRD, G.; HESS, W. M. *Muscodor albus* anam. nov. an endophyte from *Cinnamomum zeylanicum*. *Mycotaxon*, v. 79, p. 67–79, 2001.

ZHANG, C., WANG, G., MAO, L., KOMON-ZELAZOWSKA, M., YUAN, Z., LIN, F. DRUZHININA, I. S., KUBICEK, C. P. *Muscodor fengyangensis* sp. nov. from southeast China: morphology, physiology and production of volatile compounds. *Fungal Biology*. 2010.

ATIVIDADES RELEVANTES DESENVOLVIDAS PELO DISCENTE

Eventos:

- 17 a 19/11/20. III Colóquios em Fitopatologia Tropical.
- 07 a 09/12/20. XXII SIMPAGRO – Aspectos do Agronegócio Nordeste.
- 16 a 18/12/20. FungMA – I Simpósio Micológico da Mata Atlântica Nordeste.
- 10, 17 e 24/05/21. 1º Webinar Fitopatológico.
- 24 a 26/08/21. 52º Congresso Brasileiro de Fitopatologia.

Cursos:

- 16 a 18/12/20. Fungos micorrízicos arbusculares na Mata Atlântica: o que precisamos saber para estudá-los? 8hrs.
- 16 a 18/12/20. Batista Foray. 4hrs.

DIFICULDADES ENCONTRADAS

Houve dificuldades relacionadas à concessão de meios de transporte para o deslocamento até os locais de cultivos orgânicos das regiões do estado de Pernambuco onde foram coletados os materiais vegetais utilizados, e de recursos financeiros para compra de placas de Petri, meios de cultura, e materiais usados na execução do projeto, além das restrições de atividades decorrentes da pandemia do COVID-19, e de problemas estruturais nas instalações onde o projeto vem sendo desenvolvido (prédio da fitossanidade/DEPA).

PARECER DO ORIENTADOR

O plano de trabalho proposto foi parcialmente executado. Apesar da dedicação do aluno , as restrições ao uso do laboratório de Patologia Pós-Colheita, devido a pandemia de COVID-19 e interdição do prédio Otávio Gomes, impossibilitaram a execução de todas as atividades planejadas.

Recife, 03 de Setembro de 2021.

Assinatura do Orientador

Assinatura do Aluno