

CONTROLE ALTERNATIVO NO MANEJO DE DOENÇAS DE PÓS-COLHEITA DO MORANGUEIRO: UMA REVISÃO DE LITERATURA.

Jordania Bolzan dos Santos, Jocarstea Aparecida Brinati Leoni, Renan Curty da Silva, Yasmim Rodrigues de Melo, Fábio Ramos Alves, Simone de Paiva Caetano Bucker Moraes, Willian Bucker Moraes.

¹Universidade Federal do Espírito Santo/ Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Alto Universitário, s/n, 29500-000, Alegre – ES, Brasil, jordaniabolzan@gmail.com, jobrinati@yahoo.com.br, meloyasmim306@gmail.com, curty.renan@gmail.com, fabioramosalves@yahoo.com.br, simonepaivabucker@gmail.com, willian.moraes@ufes.br

Resumo

O morango representa importância significativa na produção agrícola mundial e nacional. Um dos fatores que comprometem a vida útil dos frutos na pós-colheita são as doenças ocasionadas por fungos fitopatogênicos. O uso de agroquímico é um meio utilizado, porém, o mesmo representa um desafio significativo devido à presença de resíduos químicos, com isso, técnicas como a utilização de produtos biológicos, óleos essenciais, atmosfera modificada e tratamento térmico mostraram eficácia na redução da incidência e severidade dessas doenças. Essas abordagens oferecem soluções sustentáveis e seguras, diminuindo a necessidade de produtos químicos e prolongando a vida útil dos morangos.

Palavras-chave: crescimento micelial, deterioração, germinação, sustentável.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônômica, Agronomia.

Introdução

O morangueiro (*Fragaria* × *ananassa*), pertencente à família Rosaceae é uma infrutescência amplamente valorizada comercialmente devido à suas características sensoriais, aparência atraente, aroma e sabor agradável (Reis *et al.*, 2008). Além de suas qualidades sensoriais, o morango possui alto valor nutricional, sendo uma excelente fonte de vitamina C, folato, potássio, bioflavonoides com propriedades anticancerígenas, apresenta baixo teor calórico e é rico em fibras alimentares (ABH, 2008).

No que diz respeito à sua produção mundial, este representa importância significativa, sendo que em 2023 foram produzidos 9.175.384 toneladas correspondendo à uma área cultivada de 389.665 hectares. No Brasil, a produção foi de 197 mil toneladas, deixando o país em 9º posição no ranking de maiores países produtores. (EMBRAPA, 2023).

O morango possui características organolépticas que o faz ser muito apreciado entre os consumidores, porém, o mesmo é altamente perecível e possui uma vida de pós-colheita muito curta, sendo também muito suscetível às pragas doenças por suas alta atividade metabólica, necessitando então de métodos de conservação e manejo para aumentar sua vida útil. (COLMAN, V., 2023).

Segundo MOURA *et al.* (2016), há relato de mais de dez doenças que acometem o morango no período de pós-colheita, comprometendo a qualidade do mesmo, sendo as principais, o mofo cinzento, ocasionado pelo fungo fitopatogênico *Botrytis cinerea* e a podridão de Rhizopus, que tem como agente causal o fungo fitopatogênico *Rhizopus* sp.

Como método de manejo, as técnicas mais empregadas são a aplicação de agrotóxicos, nos quais além de diminuir a qualidade do produto, apresentam um desafio significativo devido à presença de resíduos químicos que podem comprometer a atratividade das frutas para os consumidores, além disso, a toxicidade dos produtos químicos resulta em riscos para o meio ambiente, o que tem causado restrições crescentes no mercado internacional (DOTTO, *et al.*, 2011; AMORIM *et al.*, 2016).

Com isso, a busca por métodos alternativos para o controle de doenças têm sido estudados, visando não apenas a substituição dos agrotóxicos, mas também, para inensificar a importância de obter alternativas de manejo que sejam mais sustentáveis (ARCEO-MARTÍNEZ *et al.*, 2019; MOURA *et al.*, 2019).

O presente trabalho tem como objetivo discorrer sobre alguns dos métodos alternativos utilizados para o controle das doenças de pós-colheitas mofo cinzento e podridão mole causadas, assim como, seus respectivos agentes causais.

Metodologia

Realizou-se uma busca de dados sobre métodos alternativos de controle para doenças de pós-colheita da cultura do morangueiro. A revisão de literatura presente foi realizada através de pesquisas de referências bibliográficas sob diferentes bases de dados eletrônicos, como Google Acadêmico, Portal de Periódicos da CAPES e Circulares Técnicos da EMBRAPA. A seleção dos trabalhos foi dada pela língua portuguesa e inglesa no período de 2004 a 2024.

Resultados

Segundo UENO (2004), há na literatura cerca de cinquenta tipos de fungos, três bactérias e oito fitonematoides que são causadores de doenças na cultura do morango. Das doenças ocasionadas por fungos fitopatogênicos, tem-se nove como sendo as principais (UENO, 2004; ALMEIDA, 2015; MOURA *et al.*, 2016). (Tabela 1).

Tabela 1: Doenças ocasionadas por fungos e seus respectivos agentes causais.

Doenças	Agentes causais
Antracnose	<i>Colletotrichum</i> sp.
Mancha da <i>Dendrofoma</i>	<i>Dendrofoma obscurans</i>
Mancha de <i>Diplocarpon</i>	<i>Diplocarpon earlianum</i>
Mancha de Micosferela	<i>Mycosphaerella fragariae</i>
Mofo cinzento	<i>Botrytis cinerea</i>
Murcha de <i>Verticillium</i>	<i>Verticillium dahliae</i>
Oídio	<i>Sphaerotecha macularis</i>
Podridão de <i>Phytophthora</i>	<i>Phytophthora cactorum</i>
Podridão de <i>Rhizopus</i>	<i>Rhizopus</i> sp.

Fonte: UENO (2004); ALMEIDA (2015); MOURA *et al.* (2016);

Das doenças fúngicas que são prejudiciais no período de pós-colheita do morangueiro, tem-se como as principais o mofo cinzento (*Botrytis cinerea*) e a podridão de *Rhizopus* (*Rhizopus nigricans*) (JAREK *et al.*, 2022).

O mofo cizento se apresenta nos frutos com manchas acinzentadas escuras, possuindo uma massa de esporos esbranquiçado, no qual se desenvolve em umidade altas e temperaturas amenas, levando o fruto à uma rápida deterioração. Essa é considerada como a principal doença dos frutos do morangueiro (ELAD *et al.*, 2004; PIMENTEL *et al.*, 2022). Sua presença se dá em todas as regiões produtoras de morango, podendo afetar o fruto ainda no pé acarretando em perdas significativas e também na pós-colheita, através de infecções geradas em campo (ALMEIDA, 2015).

Os esclerócios do fitopatógeno presentes nas diferentes partes do morangoé considerado fonte de inóculo, tornando-se conídios em ambientes com temperaturas elevadas, onde esses são dispersos pelo vento e chuva, assim como também pelo transporte das frutas. Além disso, a presença de morangos deteriorados no solo, é uma importante fonte de de disseminação (ALMEIDA, 2015).

O *Botrytis cinerea* afeta todo os estágios de desenvolvimento da planta, o que pode acarretar em grandes prejuízos na produção do morangueiro, sendo que, quando não é realizado nenhum tipo de manejo após a infecção do patógeno, as perdas na colheita podem chegar em até 40%, gerando danos econômicos de até 100% (MOURA *et al.*, 2016).

Como métodos de controle alternativo, um dos mais utilizados, tem-se o biológico, atmosfera modificada e o uso de extrato vegetal. Segundo MUKHERJEE *et al.* (2022) e ZHENG *et al.* (2023), o uso da bactéria *Bacillus subtilis* e do fungo *Trichoderma harzianum* no controle biológico de mofo cinzento, apresentam redução significativa, podendo diminuir a incidência da doença em até 70%.

A utilização de atmosfera modificada com elevados níveis de dióxido de carbono (CO₂) e baixos níveis de oxigênio (O₂) podem reduzir a propagação de *Botrytis cinerea* em frutos e morango armazenados, preservando a qualidade dos mesmos em um período de tempo maior (VIEITES *et al.*, 2006; LIU *et al.*, 2023). Esse método atua na inibição de germinação dos esporos, diminuindo também a taxa de crescimento micelial, criando um ambiente que não favorece o desenvolvimento do fitopatógeno (XIE *et al.*, 2024).

A aplicação de extratos vegetais e óleo essencial é uma medida sustentável para o controle da doença, sendo que esses possuem propriedades que inibem a germinação e o crescimento micelial, atuando na interferência do desenvolvimento do patógeno. (SIVAKUMAR *et al.*, 2021).

Lorezenti *et al.*, (2011) testou mais de dozes óleos essenciais sob diferentes dosagens para inibir a produção de esporos e crescimento micelial de *Botrytis cinerea*, sendo que nas menores dosagens todos eles apresentaram atividade antifúngica no controle do fitopatógeno, onde os óleos essenciais de capim-limão e canela se mostraram mais eficientes.

No que diz respeito à podridão de Rhizopus, a doença se manifesta nos frutos em alta umidade e calor, causando uma massa viscosa e escura, levando os frutos à decomposição (JANISIEWICZ *et al.*, 2017; WANG *et al.*, 2022). Os frutos armazenados que apresentam foco da doença e estão sob temperatura de 21° a 26°C, em um intervalo de 5 dias, podem ter perdas de até 98% (LOPES *et al.*, 2010).

A aplicação de óleos essenciais no controle da podridão de Rhizopus se mostra eficaz na diminuição de incidência da doença, onde eles atuam na destruição da membrana celular do fitopatógeno, alterando sua permeabilidade o levando a morte (Khan *et al.*, 2023).

Trabalhos realizados por OLIVEIRA FILHO *et al.*, (2021), relataram que os óleos essenciais de *Cymbopogon martinii* e *Mentha spicata* mostraram inibição de germinação dos de de *Rhizopus nigricans* de 98,6% e 95,5% respectivamente, onde esses se mostraram capazes de diminuir a incidência e severidade da doença nos frutos.

Um outro método de controle, é a utilização tratamento térmico, onde faz com que os frutos sejam expostos à temperaturas elevadas para a eliminação ou diminuição do fungo fitopatogênico. Segundo ZHANG *et al.* (2023) e WANG *et al.* (2022), a imersão dos frutos em água à temperaturas de 45°-50°C em um intervalo de 1 a 5 minutos diminuem a incidência da doença sem haver alteração na qualidade dos mesmos.

DO NASCIMENTO NUNES *et al.* (2005) relatam que para a podridão de Rhizopus, o pré-resfriamento imediato no período de pós-colheita juntamente com o armazenamento em baixas temperaturas, posteriormente, quando o índice de severidade não está elevado, são etapas importantes para o atraso do desenvolvimento da doença sem causar modificações na aparência do fruto

Discussão

Os resultados obtidos através do levantamento de pesquisas sobre as alternativas de controle para doenças de pós-colheita do morango mostram que, os métodos de controle para mofo cinzento e podridão de Rhizopus podem ser efetivos e também sustentáveis, sendo que para a podridão mole, os óleos essenciais e o tratamento térmico apresentam uma abordagem complementar para o controle. A aplicação de óleos essenciais é um meio menos tóxico em relação aos produtos químicos e o tratamento térmico oferece uma solução prática na redução de proliferação do fitopatógeno.

Para o controle de mofo cinzento, o uso de produtos biológicos, é uma alternativa sustentável ao induzir respostas de defesa. Além deste, a utilização de atmosfera modificada e extratos vegetais podem ser eficazes para o manejo, onde a atmosfera modificada cria condições desfavoráveis para o desenvolvimento do fitopatógeno, enquanto os extratos vegetais atuam de forma natural, reduzindo a necessidade de aplicação de produtos químico, sendo que, ambas as técnicas visam reduzir a incidência e severidade do mofo cinzento.

Conclusão

Os métodos alternativos para o controle de doenças pós-colheita de morangos, como o mofo cinzento e podridão mole podem ser eficazes e sustentáveis.

Sendo assim, o uso de produtos biológicos, extratos vegetais, atmosfera modificada e tratamento térmico, são alternativas promissoras para o controle, reduzindo o uso indiscriminado de agrotóxicos e melhorando a conservação dos frutos. Essas práticas além de diminuir a incidência das doenças, contribuem para práticas agrícolas mais sustentáveis.

Referências

ABH – Associação Brasileira de Horticultura. **Guia Nutricional: Morango**. 2008.

Agrios GN. **Introduction to plant pathology**. Elsevier Academic Press Publication. 2005; 922:23-37.

ALMEIDA, GUSTAVO STEFFEN DE. **Potencial de óleos essenciais no controle de fungos fitopatogênicos em pós colheita de morango**. Gustavo Steffen de Almeida. – Campinas, SP : [s.n.], 2015

Amorim L, Rezende JA, Bergamin Filho A, Camargo LE. **Manual de fitopatologia**. Editora UFV. 2016.

ARCEO-MARTÍNEZ, M.A.; JIMÉNEZ MEJÍA, RAFAEL; SALGADO-GARCIGLIA, RAFAEL; SANTOYO, GUSTAVO; LÓPEZ-MEZA, JOEL; LOEZA-LARA, PEDRO. (2019). **In vitro and in vivo anti-fungal effect of chitosan on post-harvest strawberry pathogens**. Agrociencia. 53. 1297.

COLMAN, V. C. G. **Revestimento à base de óleo essencial como forma de conservação em pós-colheita de morango**. 2023. 57 p. TCC (Curso de Bacharel em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, campus Pombal – PB, 2023.

DO NASCIMENTO NUNES, MARIA CECILIA & MORAIS, A.M.M.B. & BRECHT, JEFFREY & SARGENT, STEVEN & BARTZ, JERRY. (2005). **Prompt Cooling Reduces Incidence and Severity of Decay Caused by *Botrytis cinerea* and *Rhizopus stolonifer* in Strawberry**. HortTechnology. 15. 10.21273/HORTTECH.15.1.0153.

DOTTO, M.C.; POMBO, M.A.; MARTINEZ, G.A.; CIVELLO, P.M. **Heat treatments and expansin gene expression in strawberry fruit**. Scientia Horticulturae, v.130, n.4, p.775-780, 2011.

ELAD, Y., PERTOT, I., HJELJORD., & GARGOURI, S. (2004) **The Role of *Botrytis cinerea* in Strawberry Fruit Decay**. *Plant Pathology*, 53(4), 583-593.

EMBRAPA. **Morangos: os desafios da produção brasileira**. Anuário HF 2023 Campo & Negócios, p. 92-94, 2023.

JANISIEWICZ, W. J.; CONWAY, W. S. (2017). **Control of *Rhizopus* rot of strawberry with natural products**. *Postharvest Biology and Technology*, 125, 28-33.

KHAN, M. F., KHAN, R. M., & KHAN, M. S. (2023). **Efficacy of Essential Oils in Controlling *Rhizopus stolonifer* in Strawberry Fruits**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(2), 678-686.

LIU, Y., XIE, X., & ZHANG, C. (2023). **Modified Atmosphere Packaging for Extending Shelf Life and Controlling *Botrytis cinerea* in Strawberries**. *Food Control*, 141, 109214.

LOPES, U.P *et al.* **Doenças em pós-colheita de morango na região serrana do Espírito Santo**. Horticultura Brasileira, v. 28, 2010.

LOPES VIEITES, ROGÉRIO; EVANGELISTA, REGINA MARTA; DE SOUZA SILVA, CÍNTIA; MARTINS, MARCELO LUIS. **Conservação do morango armazenado em atmosfera modificada.** Semina: Ciências Agrárias, vol. 27, núm. 2, abril-junio, 2006, pp. 243-252.

LORENZETTI, E.R.; MONTEIRO, F.P.; SOUZA, P.E.; SOUZA, R.J.; SCALICE, H.K.; DIOGO JR, R.; PIRES, M.S.O. **Bioatividade de óleos essenciais no controle de Botrytis cinerea isolado de morangueiro.** Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v.13, especial, p.619-627, 2011.

MOURA, GABRIELA & JASKI, JONAS & FRANZENER, GILMAR. (2016). **Potencial de extratos etanólicos de propólis e extratos aquosos de plantas espontâneas no controle de doenças pós-colheita do morango.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. 11. 57. 10.18378/rvads.v 11i5.4175.

MUKHERJEE, P. K., ARAUJO, R., & GOMES, S. (2022). **Recent Advances in Biological Control of Postharvest Diseases Using Microbial Antagonists.** *Frontiers in Microbiology*, 13, 846374.

OLIVEIRA FILHO, JOSEMAR & SILVA, GUILHERME & EGEA, MARIANA & AZEREDO, HENRIETTE & FERREIRA, MARCOS. (2021). **Essentials Oils as Natural Fungicides to Control Rhizopus stolonifer-Induced Spoiled of Strawberries.** Iointerface REsearch in Applied Chemistry. 11. 13244 – 13251. 10. 33263/BRIAC115.1324413251.

PIMENTEL, M. A., AZEVEDO, M. A., & FREITAS, C. (2022). **Postharvest Control of Botrytis cinerea in Strawberry Using Natural Extracts.** *Horticultural Research*, 9(1), 33-45.

REIS, K.C.; SIQUEIRA, H.H.; ALVES, A.P.; SILVA, D.J.; LIMA, L.C.O. **Efeito de diferentes sanitizantes sobre a qualidade de morango cv. Oso Grande.** Ciência Agrotécnica, Lavras, v. 32, n. 1, p. 196-202, jan/fev. 2008.

SIVAKUMAR, D., BAUTISTA-BAÑOS, S., & MORENO, M. (2021). **Natural Products for Postharvest Disease Control in Fruits: A Review.** *Journal of Plant Pathology*, 103(3), 563-575.

UENO, BERNARDO. (2004). **Manejo Integrado de Doenças do Morango.** II Simpósio Nacional do Morango. ISSN 1516-8840.

WANG, J., ZHENG, X., & LIU, Y. (2022). **Efficacy of Hot Water Treatments for Controlling Rhizopus stolonifer in Postharvest Strawberries.** *Postharvest Biology and Technology*, 186, 111847.

XIE, X., LIU, Y., & ZHANG, C. (2024). **Effects of Modified Atmospheres on Shelf Life and Quality of Strawberries.** *Food Science & Nutrition*, 12(1), 113-122.

ZHANG, H., XU, X., & SUN, C. (2023). **Postharvest Treatments for Control of Rhizopus stolonifer and Botrytis cinerea in Strawberries.** *Journal of Postharvest Science*, 20(4), 456-468.

ZHENG, X., LIU, H., & ZHANG, X. (2023). **Biological Control of Botrytis cinerea in Strawberries Using Bacillus subtilis and Trichoderma harzianum.** *Plant Disease*, 107(5), 1098-1105.