

## 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.**

<sup>1</sup>Universidade 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 Agronômica, 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 perifável e possui uma vida de pós-colheita muito curta, sendo também muito suscível à 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 intensificar 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 morango. 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 fitonematoídes 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 sp.</i>
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>Sphaerotechla macularis</i>
Podridão de <i>Phytophthora</i>	<i>Phytophthora cactorum</i>
Podridão de <i>Rhizopus</i>	<i>Rhizopus sp.</i>

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

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

O mofo cinzento 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 morango (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 morango é 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 disseminação (ALMEIDA, 2015).

O *Botrytis cinerea* afeta todo os estágios de desenvolvimento da planta, o que pode acarretar em grandes prejuízos na produção do morango, 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 (CO<sub>2</sub>) e baixos níveis de oxigênio (O<sub>2</sub>) 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 dezenas de 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 distrução da membrana celular do fitopatógeno, alterando sua permeabilidade e 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 *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 moranguero.** 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.** *lointerface 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 sanificantes 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.