

MANEJO DO MOFO CINZENTO NO MORANGUEIRO PÓS-COLHEITA

Yasmim Rodrigues de Melo, Jocarstea Aparecida Brinati Leone, Anne Caroline Guimarães Pastore, Ana Clara Marcarini Mardegan, Lauana Pellanda de Souza, Simone de Paiva Caetano Bucker Moraes, Willian Bucker Moraes.

Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Alto Universitário s/n, 29500-000 – Alegre - ES, Brasil, meloyasmim306@gmail.com, jobrinati@yahoo.com.br, carolgpastore23@gmail.com, anaclaramardegan@gmail.com, lauana.souza@ufes.br, simonepaivabucker@gmail.com, willian.moraes@ufes.br

Resumo

O controle do mofo cinzento (*Botrytis cinerea*) em morangos pós-colheita enfrenta desafios significativos, levando a um foco crescente em alternativas aos fungicidas químicos. Estudos recentes mostram que métodos biológicos, como o uso de fungos do gênero *Trichoderma*, e produtos naturais, como melatonina, óleos essenciais e quitosana, são promissores para reduzir a incidência do patógeno e manter a qualidade dos frutos. Além disso, práticas de controle ambiental, incluindo a manutenção adequada de temperatura e umidade, são cruciais para minimizar o desenvolvimento do mofo cinzento. Embora os fungicidas químicos ainda sejam amplamente utilizados, fungicidas com menor impacto ambiental estão se tornando cada vez mais relevantes. A combinação de métodos biológicos, naturais e estratégias de controle ambiental com fungicidas de baixo impacto oferece uma abordagem integrada e sustentável para o manejo do mofo cinzento, promovendo práticas mais ecológicas e eficazes para a preservação dos morangos pós-colheita.

Palavras-chave: *Botrytis cinerea*, Morango, Controle.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônômica, Agronomia.

Introdução

O cultivo de morangos possui um enorme potencial no mercado, tanto para o consumo direto quanto para a industrialização, sendo um fruto amplamente valorizado mundialmente por sua aparência chamativa, sabor agradável e alto valor nutracêutico (MAZON, 2019). O morango (*Fragaria x ananasa*) tem grande importância econômica em diversas regiões do mundo, sendo a China o maior produtor do fruto, com uma produção estimada em cerca de 3,35 milhões de toneladas em 2022, seguida pelos Estados Unidos e pela Turquia (FAO, 2022).

Devido à elevada taxa de respiração e à delicadeza das paredes celulares, o morango é uma fruta altamente perecível, o que o torna também suscetível a contaminações microbianas (HASHMI et al., 2013). Entre os vários patógenos que afetam o morango, incluindo fungos, bactérias, vírus e nematoides, o ascomiceto *Botrytis cinerea*, conhecido como mofo cinzento, é o responsável por perdas econômicas impactantes na indústria do morango (PETRASCH et al., 2019).

As principais perdas pelo Mofo Cinzento ocorrem no pós-colheita, onde a vida útil do morango é amplamente limitada pela infecção, sendo a qualidade do lote influenciada pelo potencial de inóculo do fungo e pela resistência do morango à infecção (SHOUTEN et al., 2002). As técnicas utilizadas para o controle da doença geralmente dependem da aplicação de fungicidas sintéticos convencionais e de práticas culturais (BERNAL et al., 2019). No entanto, a utilização constante desses fungicidas apresentam diversos problemas, como a contaminação de alimentos por resíduos químicos, o desenvolvimento de resistência do fungo aos fungicidas, além do impacto negativo ao meio ambiente (ROMANAZZI et al., 2016; BERNAL et al., 2019; PROMYOU et al., 2023). Esses desafios desencadearam a busca por estratégias alternativas de manejo que reduzam a dependência de fungicidas convencionais (ROMANAZZI et al., 2016).

Diante da importância econômica do morango e da ameaça representada pelo mofo cinzento, este trabalho tem como objetivo abordar as estratégias de manejo pós-colheita que podem ser utilizadas para controlar essa doença. A aplicação de práticas eficazes é essencial para garantir a qualidade dos

frutos e minimizar as perdas, contribuindo para a sustentabilidade da produção e a maximização dos lucros na cadeia produtiva do morangueiro.

Metodologia

A revisão bibliográfica foi conduzida de forma metódica utilizando três bases de dados acadêmicas de relevância: Google Acadêmico, Periódico Capes e Scopus. As buscas foram realizadas com as palavras-chave "*Botrytis cinerea* strawberry", "Grey after-harvest mould" e "Post-harvest strawberry management". O intervalo de publicação foi restrito a artigos publicados entre 2002 e 2024, garantindo a inclusão de estudos recentes e pertinentes ao manejo pós-colheita. Foram excluídos artigos que não estavam disponíveis na íntegra ou que não se alinhavam diretamente com os objetivos da revisão. A síntese das informações envolveu a comparação dos resultados e a identificação de padrões e lacunas na pesquisa existente.

Resultados

Com o objetivo de reduzir as perdas ocasionadas pelo mofo cinzento (*Botrytis cinerea*) no pós-colheita de morangos, diversos métodos de controle têm sido desenvolvidos, com um foco crescente em alternativas aos fungicidas químicos devido às preocupações com resíduos e impacto ambiental. O controle biológico utilizado para reduzir as doenças causadas por fitopatógenos resultou em uma importante estratégia para o controle de doenças fúngicas, incluindo o mofo cinzento (ROMERO et al., 2022). Entre essas estratégias, a utilização de melatonina tem se mostrado promissora, reduzindo significativamente a incidência de mofo cinzento em frutos tanto naturalmente infectados quanto inoculados artificialmente (PROMYOU et al., 2023).

Os fungos do gênero *Trichoderma* spp. têm se destacado como agentes de controle biológico no combate ao patógeno *Botrytis cinerea*. Estudos demonstraram a eficácia desses fungos em diferentes contextos. Kowalska (2011) investigou o uso de *T. asperellum* e descobriu que esse agente biológico pode prolongar a vida útil dos frutos em até 7 dias na ausência do patógeno, além de estimular o crescimento das plantas no campo. Por outro lado, quando comparado *Trichoderma* spp. com *Bacillus subtilis* no combate a *B. cinérea*, concluíram que os produtos à base de *T. atroviride* e *T. harzianum* foram mais eficazes no controle do mofo cinzento em morangos em comparação com *B. subtilis* (ROBINSON-BOYER et al., 2009). Ademais, a aplicação de *T. harzianum* no pós-colheita também demonstrou ser um agente de biocontrole eficiente, conforme relatado por Cruz et al. (2018).

Outra abordagem promissora é a utilização de óleos essenciais. Óleos essenciais de canela, capim limão, palmarosa e menta têm se destacado como opções promissoras para estudos futuros no controle desse patossistema (LORENZETTI et al., 2011; DOS SANTOS et al., 2020). Além disso, a quitosana também demonstrou bom desempenho na manutenção da qualidade e redução da deterioração pós-colheita, podendo ser considerada uma alternativa viável aos fungicidas químicos-sintéticos para a preservação dos morangos (BERGER et al., 2011; RAJESTARY et al., 2022).

Fatores como a temperatura também desempenha um papel crucial no controle do mofo cinzento no pós-colheita. O armazenamento refrigerado deve manter uma temperatura ideal e constante, para isso, termômetros com acesso remoto sem fio são ótimas opções, pois permitem controlar a temperatura durante o transporte (ROMANAZZI et al., 2016). Além da temperatura, as condições e a umidade da superfície também devem ser monitoradas. Estufas, túneis e outras coberturas arejadas regularmente, e as plantas regadas preferencialmente por gotejamento em vez de irrigação aérea, são excelentes medidas para o controle do fungo (WEBER; HAHN, 2019).

No entanto, apesar dos contínuos esforços para desenvolver novas estratégias de controle do mofo cinzento, o uso de fungicidas continua sendo uma das principais estratégias. Sendo assim, estudos recentes têm focado em fungicidas de risco reduzido, como as formulações de pirimetanil (PYR, 175 mL/hL), boscalid (BOS, 80 g/hL) e a combinação de fludioxonil (FLU) com ciprodinil (CYP, 110 g/hL), que apresentaram resultados significativos no controle da doença e baixa quantidade de resíduos comparados a outros fungicidas (VISCHETTI et al., 2024).

Essas abordagens, quando integradas, podem proporcionar um controle eficaz do mofo cinzento em morangueiros, reduzindo a dependência de fungicidas químicos e minimizando o impacto ambiental.

Discussão

Os resultados obtidos destacam uma mudança nas estratégias para o controle do mofo cinzento (*Botrytis cinerea*) em morangos pós-colheita, com uma crescente ênfase em alternativas aos fungicidas químicos. As abordagens biológicas e naturais têm mostrado potencial para reduzir a dependência de produtos químicos e minimizar o impacto ambiental.

A utilização de agentes biológicos, como fungos do gênero *Trichoderma*, tem se revelado eficaz na redução do mofo cinzento e na prolongação da vida útil dos frutos (KOWALSKA, 2011; ROBINSON-BOYER et al., 2009; CRUZ et al., 2018). Esses agentes oferecem uma alternativa válida aos métodos tradicionais, mostrando bons resultados em estudos recentes. Além disso, a aplicação de produtos naturais, como melatonina (PROMYOU et al., 2023), óleos essenciais (LORENZETTI et al., 2011; DOS SANTOS et al., 2020) e quitosana (BERGER et al., 2011; RAJESTARY et al., 2022), também apresenta promessas para o controle do patógeno e a manutenção da qualidade dos morangos. Estes métodos sustentáveis podem complementar ou substituir os fungicidas químicos, embora mais pesquisa seja necessária para confirmar sua eficácia em larga escala.

O controle ambiental, através da manutenção adequada da temperatura e umidade, é fundamental para a preservação dos morangos e para limitar o desenvolvimento do mofo cinzento. Tecnologias modernas e práticas de manejo adequadas, como o uso de termômetros com acesso remoto e a irrigação por gotejamento, são essenciais para alcançar os melhores resultados (ROMANAZZI et al., 2016; WEBER & HAHN, 2019).

Embora novas alternativas estejam emergindo, os fungicidas químicos ainda desempenham um papel importante no manejo do mofo cinzento. No entanto, os fungicidas com menor impacto ambiental, como os estudados por Vischetti et al. (2024), estão se tornando cada vez mais relevantes, oferecendo uma solução mais sustentável.

A integração de métodos biológicos, naturais e estratégias de controle ambiental, junto com o uso de fungicidas com menor impacto, pode fornecer uma abordagem eficaz e sustentável para o controle do mofo cinzento em morangos pós-colheita.

Conclusão

Nas literaturas revisadas, observamos que o controle do mofo cinzento em morangos está se diversificando para reduzir o uso de fungicidas químicos e minimizar impactos ambientais. Métodos como melatonina, óleos essenciais e quitosana têm mostrado eficácia na proteção dos frutos. Além disso, práticas de controle ambiental, como armazenamento refrigerado e irrigação adequada, são essenciais para prevenir o crescimento do fungo. Apesar das alternativas promissoras, os fungicidas ainda são importantes, e os novos produtos com menor risco e resíduos reduzidos oferecem uma solução mais sustentável. A integração dessas estratégias (alternativas naturais, controle ambiental e fungicidas sustentáveis) apresenta uma abordagem abrangente para o manejo do mofo cinzento, equilibrando a necessidade de controle efetivo com a minimização dos impactos ambientais.

Referências

BERGER, Lucia R. Ramos; STAMFORD, Thayza Ch Montenegro; STAMFORD, Newton Pereira. Perspectivas para o uso da quitosana na agricultura. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, v. 12, n. 4, p. 195-215, 2011.

BERNAL, Angela R. Romero et al. Resposta de *Botrytis cinerea* à luz pulsada: Cultivabilidade, estado fisiológico, ultraestrutura e capacidade de crescimento em frutos de morango. **Revista internacional de microbiologia de alimentos**, v. 309, p. 108311, 2019.

CRUZ, Andre Freire et al. Biocontrol of strawberry fruit infected by *Botrytis cinerea*: Effects on the microbial communities on fruit assessed by next-generation sequencing. **Journal of Phytopathology**, v. 166, n. 6, p. 403-411, 2018.

DOS SANTOS, Camila Ferreira; POHLMANN, Valeria; LUDWIG, Fernanda. Alternative suppression of *Botrytis cinerea* in strawberry using essential oils. **Scientia Agraria Paranaensis**, p. 353-359, 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). FAOSTAT: Crops and livestock products. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>, 2022.

HASHMI, Majid S. et al. Hypobaric treatment stimulates defence-related enzymes in strawberry. **Postharvest biology and technology**, v. 85, p. 77-82, 2013.

KOWALSKA, Jolanta. Efeitos de *Trichoderma asperellum* [T1] sobre *Botrytis cinerea* [Pers.: Fr.], crescimento e rendimento de morango orgânico. **Acta scientiarum polonorum. Hortorum Cultus**, v. 10, n. 4, 2011.

LORENZETTI, E. R. et al. Bioatividade de óleos essenciais no controle de *Botrytis cinerea* isolado de morangueiro. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, p. 619-627, 2011.

MAZON, Suélen; STEILMANN, Paula; DE OLIVEIRA VARGAS, Thiago. Uso do *Trichoderma* na cultura do morango. **Trichoderma**, p. 493.

PETRASCH, Stefan et al. Grey mould of strawberry, a devastating disease caused by the ubiquitous necrotrophic fungal pathogen *Botrytis cinerea*. **Molecular plant pathology**, v. 20, n. 6, p. 877-892, 2019.

PROMYOU, Surassawadee; RARUANG, Yenjit; CHEN, Zhi-Yuan. Melatonin treatment of strawberry fruit during storage extends its post-harvest quality and reduces infection caused by *Botrytis cinerea*. **Foods**, v. 12, n. 7, p. 1445, 2023.

RAJESTARY, Razieh et al. Aplicação pré-colheita de produtos comerciais à base de quitosana, ácido fosfórico mais micronutrientes e óleo essencial de laranja na qualidade pós-colheita e infecções por mofo cinzento de morango. **Revista Internacional de Ciências Moleculares**, v. 23, n. 24, p. 15472, 2022.

ROBINSON-BOYER, Louisa et al. Manejo do mofo cinza morango utilizando misturas de agentes de biocontrole com diferentes mecanismos de ação. **Biocontrol Science and Technology**, v. 19, n. 10, p. 1051-1065, 2009.

ROMANAZZI, Gianfranco et al. Integrated management of postharvest gray mold on fruit crops. **Postharvest Biology and Technology**, v. 113, p. 69-76, 2016.

ROMERO, Janira et al. Controle de doenças pós-colheita em bagas por meio de revestimentos comestíveis e probióticos bacterianos. **Scientia Horticulturae**, v. 304, p. 111326, 2022.

SCHOUTEN, R. E. et al. Predictability of maintaining strawberry lot quality. **Postharvest Biology and Technology**, v. 26, n. 1, p. 35-47, 2002.

VISCHETTI, Costantino et al. Effectiveness of Four Synthetic Fungicides in the Control of Post-Harvest Gray Mold of Strawberry and Analyses of Residues on Fruit. **Agronomy**, v. 14, n. 1, p. 65, 2023.

WEBER, Roland WS; HAHN, Matias. Doença do mofo cinzento do morango no norte da Alemanha: agentes causais, resistência a fungicidas e estratégias de manejo. **Microbiologia aplicada e biotecnologia**, v. 103, n. 4, p. 1589-1597, 2019.