



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO**
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM FITOPATOLOGIA**

Dissertação de Mestrado

Epidemiologia e manejo do mofo cinzento no morango

Barbara Marchesini Malta

**RECIFE - PE
2017**

BARBARA MARCHESINI MALTA

**EPIDEMIOLOGIA E MANEJO DO MOFO CINZENTO NO
MORANGO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitopatologia.

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Orientadora: Prof^a Dr^a. Sônia Maria Alves de Oliveira

Coorientadora: Dr^a. Edilaine Alves de Melo

**RECIFE-PE
JULHO – 2017**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

M261e Malta, Barbara Marchesini.
Epidemiologia e manejo do mofo cinzento no morango / Barbara
Marchesini Malta. – 2017.
44 f. : il.

Orientadora: Sônia Maria Alves de Oliveira.
Coorientadoras: Edilaine Alves de Melo.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de
Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia,
Recife, BR-PE, 2017.
Inclui referências.

1. *Fragaria x ananassa* 2. *Botrytis cinerea* 3. Caracterização
epidemiológica 4. Manejo 5. Controle alternativo I. Oliveira, Sônia
Maria Alves de, orient. II. Melo, Edilaine Alves de, coorient.
III. Título

CDD 632

EPIDEMIOLOGIA E MANEJO DO MOFO CINZENTO NO MORANGO

BARBARA MARCHESINI MALTA

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: 26/07/2017.

ORIENTADORA:

Prof^ª. Dr^ª. Sônia Maria Alves de Oliveira (UFRPE)

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Marco Aurélio Siqueira da Gama

Prof^ª. Dr^ª Severina Rodrigues de Oliveira Lins

**RECFE - PE
JULHO – 2017**

Aos meus amigos e familiares, inclusive os que moram longe, pelos momentos juntos que me ensinaram o quanto a família é importante em nossa vida. Ao meu namorado, companheiro e único amor, Leandro Velez, pelo apoio, paciência e carinho nos momentos felizes e difíceis e, aos meus novos familiares, os Velez.

OFEREÇO

*Aos meus pais, **Angelica Marchesini** e **Alvaro Malta**, por toda dedicação, paciência, amor e ensinamentos para que eu pudesse alcançar o céu, sem medir esforços para isso acontecer. E á minha irmã, **Ana Beatriz**, pela amizade, ternura e amor incondicional.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado o dom da vida, coragem, fé e saúde, e por ter colocado anjos no meu caminho.

Aos meus pais e minha irmãzinha, pelo amor incondicional e apoio por tudo desde o início de minha vida.

Ao meu namorado, companheiro e amigo, Leandro Velez, pelos momentos mais felizes que passamos e passaremos juntos, bem como pelo apoio, paciência e conselhos nos momentos difíceis durante a vida.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco pela oportunidade de realizar um curso de mestrado de qualidade, e ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

À minha orientadora Prof^a. Dra. Sônia Maria Alves de Oliveira, não só pelos conhecimentos transmitidos desde a graduação, mas também pela sua paciência, humildade e humor como vive a vida.

À minha coorientadora, Dra. Edilaine Alves de Melo, por sempre estar disposta a ajudar e tirar dúvidas, a sua serenidade quando estamos desesperados e pela amizade.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Fitopatologia, pela transmissão de conhecimentos e contribuição para a minha formação.

Aos colegas do Laboratório de Patologia Pós-Colheita: Roberto (Bob), Elisabeth, Adriana, Daniela e Caroline pelas conversas, dúvidas, almoços, aniversários e ajuda durante os experimentos.

Aos antigos e novos amigos que fiz durante o curso de Mestrado, em especial a Ana Dulce, Ananda, Angélica, Beatriz, Caroline, Emanuel, Marilene e Tarciana, pela ajuda e risadas nos momentos de dificuldade durante as disciplinas e distração nos horários livres.

Por fim, a todos que me ensinaram algo novo, colaborando para a minha vida pessoal e profissional, ajudando-me a ser mais forte e a amadurecer, o meu muito obrigado!

SUMÁRIO

| | |
|--|------|
| AGRADECIMENTOS | V |
| RESUMO GERAL..... | VII |
| GENERAL ABSTRACT | VIII |
| CAPÍTULO I | 1 |
| EPIDEMIOLOGIA E MANEJO DO MOFO CINZENTO NO MORANGO..... | 2 |
| INTRODUÇÃO GERAL..... | 2 |
| Importância econômica da cultura do morangueiro | 2 |
| Podridões pós-colheita | 4 |
| Botrytis cinerea e o mofo cinzento no morango | 5 |
| Aspectos epidemiológicos..... | 7 |
| Manejo pós-colheita do morango | 8 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 9 |
| CAPÍTULO II..... | 14 |
| EPIDEMIOLOGIA E APLICAÇÃO PÓS-COLHEITA DE CÁLCIO E POTÁSSIO SOBRE O MOFO CINZENTO EM MORANGO | 14 |
| Resumo | 15 |
| Abstract..... | 15 |
| Introdução | 16 |
| Material e métodos..... | 18 |
| Obtenção dos isolados..... | 18 |
| Teste de patogenicidade e agressividade..... | 18 |
| Identificação molecular dos isolados | 19 |
| Influência da concentração de inóculo, período de molhamento e temperatura na severidade do mofo cinzento..... | 19 |
| Efeito de cloreto de cálcio, cloreto de potássio e carbonato de cálcio no manejo do mofo cinzento | 20 |
| Atributos de qualidade | 20 |
| Análise estatística..... | 21 |
| Resultados e Discussão | 21 |
| Conclusões | 25 |
| Agradecimentos | 25 |
| Referências Bibliográficas | 25 |
| CONCLUSÕES GERAIS..... | 36 |

RESUMO GERAL

O morango é um produto altamente perecível, tendo uma vida útil pós-colheita reduzida, devido, dentre outros fatores, a alta taxa respiratória e a incidência de podridões que afetam os frutos. *Botrytis cinerea*, causador do mofo cinzento, é considerado um dos fungos mais importantes no Brasil, podendo ocasionar perdas de 80 a 90% desde a produção até a comercialização. Visando reduzir danos econômicos, perdas significativas e aumentar o tempo de conservação dos morangos na pós-colheita, estudos de métodos alternativos de controle aos fungicidas, e condições climáticas que favoreçam a doença devem ser feitas para o manejo adequado. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a patogenicidade e agressividade de isolados (BC1, BC2, BC3, BC4 e BC5) de *B. cinerea* de diferentes hospedeiros em frutos de morangueiro; através do isolado mais agressivo, avaliar a influência da concentração de inóculo (10^3 , 10^4 , 10^5 , 10^6 , e 10^7 conídios.mL⁻¹), temperatura (15, 18, 20, 25 e 28°C) e do período de molhamento (0, 12, 24, 36 e 48h) ideais para o estabelecimento da doença; avaliar o efeito do cloreto de cálcio, cloreto de potássio e carbonato de cálcio através da imersão dos frutos em soluções de diferentes concentrações (0,3%; 0,6% e 1%), na severidade do mofo cinzento em morango; bem como, verificar a influência destes produtos nos atributos físico-químicos como pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável (AT) e firmeza. Todos os isolados apresentaram-se patogênicos, sendo utilizado o BC5 nas etapas seguintes. No tocante aos aspectos epidemiológicos, verificou-se que a maior concentração de inóculo (10^7 conídios.mL⁻¹), período de molhamento de 48 h e temperatura de 28°C apresentaram os maiores tamanhos de lesões. As aplicações de cloreto de cálcio (CaCl₂) e cloreto de potássio (KCl) conseguiram diminuir a severidade da doença em todas as concentrações aplicadas. Observou-se que os tratamentos realizados com carbonato de cálcio (CaCO₃) não foram eficazes na redução do diâmetro da lesão do mofo cinzento em morangos, visto que não houve diferença significativa entre os tratamentos. Não foram observadas alterações significativas nos atributos físico-químicos pH, SST, AT e firmeza que indicassem perda na qualidade do produto.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*, *Botrytis cinerea*, caracterização epidemiológica, controle alternativo.

GENERAL ABSTRACT

Strawberry is a highly perishable product with a reduced post-harvest shelf life, due to, among other factors, a high respiratory rate and incidence of rot affecting fruit. *Botrytis cinerea*, which causes gray mold, is considered one of the most important fungi in Brazil, and can cause losses of 80 to 90% from production to commercialization. Aiming to reduce economic damages, significant losses and increase the shelf life of the strawberries in the post-harvest, studies of alternative fungicide control methods, and climatic conditions favoring the disease, should be made for proper management. The present study aimed to evaluate the pathogenicity and aggressiveness of *B. cinerea* isolates (BC1, BC2, BC3, BC4 e BC5) from different hosts in strawberry; through the more aggressive isolate, evaluate the influence of ideal inoculum concentration (10^3 , 10^4 , 10^5 , 10^6 , e 10^7 conídios.mL⁻¹), temperature (15, 18, 20, 25 e 28°C) and the wetness period (0, 12, 24, 36 e 48h) for the establishment of the disease; evaluate the effect of calcium chloride, potassium chloride and calcium carbonate by immersing the fruits in the solutions in different concentrations (0,3%; 0,6% e 1%), on the severity of gray mold in strawberry, as well as, verify the influence of these products on physical-chemical attributes such as pH, total soluble solids (SST), titratable acidity (AT) and firmness. All isolates showed up pathogenic, being used BC5 the following steps. Regarding the epidemiological aspects, it was verified that the highest concentration of inoculum (10^7 conidia.mL⁻¹), wetting period of 48 h and temperature of 28 °C, presented the largest lesion sizes. The calcium chloride (CaCl₂) and potassium chloride (KCl) applications were able to reduce the severity of the disease in all applied concentrations. It was observed that the treatments with calcium carbonate (CaCO₃) were not effective in reducing the diameter of the gray mold lesion in strawberries, since there was no significant difference between treatments. No significant changes were observed in the pH, SST, AT and firmness factors indicating a loss in product quality.

Keywords: *Fragaria x ananassa*, *Botrytis cinerea*, Epidemiological characterization, alternative control.

CAPÍTULO I
Introdução Geral

EPIDEMIOLOGIA E MANEJO DO MOFO CINZENTO NO MORANGO

INTRODUÇÃO GERAL

Importância econômica da cultura do morangueiro

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é uma planta herbácea pertencente à família Rosaceae (OLIVEIRA; SANTOS, 2003), a qual possui diversas espécies frutíferas de interesse econômico, tais como a macieira (*Malus domestica* Borkh) e a pereira (*Pyrus communis* L.). O gênero *Fragaria* é composto por mais de 28 espécies, incluindo várias subespécies (GARRIDO et al., 2011).

Botanicamente, o morango é um 'pseudofruto composto' e não um fruto verdadeiro, pois se origina do desenvolvimento do receptáculo floral de uma única flor com vários ovários, e não do desenvolvimento do ovário como ocorre em frutos verdadeiros. No morango, cada um dos pequenos pontos escuros, chamados popularmente de sementes, é cientificamente conhecido como aquênio, que, na verdade, é o verdadeiro fruto. Estas sementes são dispostas na parte externa do tecido do receptáculo. O crescimento do receptáculo é dependente da fertilização bem-sucedida dos óvulos, com seu tamanho e forma dependentes do número de aquênios formados. (HUSAINI; NERI, 2016).

O *Fragaria x ananassa* é classificado como uma hortaliça de hábito de crescimento rasteiro, e tem sua origem na Europa, América do Sul e América do Norte, existindo com ampla variedade de formas silvestres em extensas áreas nesses continentes (RONQUE, 1998). O desenvolvimento desta espécie ocorreu em função da hibridação natural de plantas femininas de *F. chiloensis*, morangueiro silvestre do Chile, o qual chamou a atenção dos exploradores pelo tamanho dos pseudofrutos, cultivadas com plantas masculinas de *F. virginiana*, uma planta resistente e com a habilidade de suportar baixas temperaturas e clima seco, originando *Fragaria x ananassa* (HUSAINI; NERI, 2016). Este híbrido obteve bagas vermelhas maiores, mais perfumadas e mais saborosas, e mostrou-se com grande capacidade de adaptação climática (MAAS, 1998) e assim, a espécie foi difundida e cultivada amplamente no mundo (GARRIDO et al., 2011).

A partir do século XIX, com a evolução da ciência agrônômica, o morangueiro apresentou considerável progresso e variedades foram melhoradas, originando 12 cultivares (Camarosa, Campinas, Oso grande, Aromas, Diamante, Vila Nova, San Andreas, Camino Real, Benícia, Albion, Seascape e Capitola), exploradas atualmente no Brasil, com ampla

distribuição nas zonas temperadas e subtropicais (ANTUNES et al., 2011). No Brasil, a exploração do morangueiro despertou o interesse devido à alta rentabilidade, quando comparada com outras culturas (REICHERT; MADAIL, 2003; THIMOTEO et al., 2006), sendo importante principalmente para a agricultura familiar e em pequenas propriedades. Outro fator que contribuiu para o progresso do morangueiro no Brasil foi à produção e o fornecimento regular de matrizes básicas livres de enfermidades para a produção de viveiros. Com a oferta de mudas de boa qualidade, a cultura expandiu-se para os estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Santa Catarina, Goiás, Paraná e Rio de Janeiro (SANTOS; MEDEIROS, 2003).

O morangueiro sendo uma cultura de grande importância econômica e social em vários países destaca-se pela produção em quase todos os continentes. De acordo com a FAO (2016), a produção mundial anual de morango excedeu 7,7 milhões de toneladas em 2014, sendo que a Ásia detém 48,9% da produção mundial, acompanhada das Américas e Europa com 25,2% e 20%, respectivamente. A China é o maior produtor com 3 milhões de toneladas em uma área equivalente a 110 mil hectares, seguido dos Estados Unidos com aproximadamente 1,3 milhões de toneladas produzidas em mais de 24 mil hectares (FAO, 2016). Estimativas mostram que, em 2006 o Brasil produziu aproximadamente 72 mil toneladas de morango, distribuídas em mais de 70 mil estabelecimentos rurais (IBGE, 2016). Atualmente, a produção nacional está concentrada principalmente nos estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo, gerando uma produção em torno de 130 mil toneladas (ANTUNES; PERES, 2013; FAGHERAZZI et al., 2014). De acordo com o IBGE (2016), Pernambuco destaca-se como o segundo maior estado produtor de morangos do Nordeste, com 39 toneladas, perdendo apenas pelo Estado da Bahia, com 52 toneladas produzidas.

O morango é um fruto que possui imenso significado e importância nas regiões temperada e subtropical do mundo. Geralmente obtém um valor alto no mercado quando fornecido fresco. No entanto, sua demanda é grande tanto in natura, quanto em produtos derivados, como sucos, gelatinas, geleias, sorvetes, chocolates, tortas, xaropes e bebidas. Aromas e sabores artificiais de morango também são amplamente utilizados em muitos produtos como doces, desinfetantes, perfumes e batons (HUSAINI; NERI, 2016). Morangos são ricos em nutrientes como vitamina C, potássio, ácido fólico e fibras. Apresentam importância medicinal devido a presença da aquercetina, um flavonóide que reduz o risco de aterosclerose e proporciona proteção contra os danos causados pelo colesterol de lipoproteína de baixa densidade. Devido ao seu alto teor de potássio, morangos são recomendados para pessoas com pressão arterial elevada, uma vez que ajuda a combater os efeitos do sódio no

corpo. Além disso, seu baixo índice glicêmico pode ajudar na regulação de açúcar no sangue e, portanto, é uma boa opção para dieta de diabéticos (HUSAINI; NERI, 2016).

Existem alguns desafios no cultivo do morangueiro, entretanto, os cientistas têm sido bem sucedidos em avançar na abordagem desses aspectos. Os desafios mais comuns dizem respeito à melhoria dos frutos para as características que ajudam a otimizar a vida útil, bem como o aumento da tolerância contra doenças e pragas (HUSAINI; NERI, 2016).

Podridões pós-colheita

Apesar de ser um dos maiores produtores de frutas no mundo, o Brasil é um dos países que mais sofrem com perdas na pré e pós-colheita, pois cerca de 30 a 40% dos produtos colhidos, nunca chegam ao consumidor (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Os prejuízos pós-colheita recebem atenção especial em relação às perdas ainda no campo, além do custo de produção, também estão inseridos os custos como transporte, armazenamento e comercialização (OLIVEIRA et al., 2006; ZAMBOLIM et al., 2002). As perdas pós-colheita são decorrentes, geralmente, de danos de origem fisiológicas ou patológicas.

Dentro da cadeia de produção de alimentos, frutas e vegetais podem estar contaminados em diferentes estádios, uma vez que são expostos a diversos agentes patogênicos através de várias fontes, incluindo insetos, água de irrigação ou chuva, solo, ar, fertilizantes à base de estrume, manipulação manual por trabalhadores durante o processo de colheita e embalagem, instalações de processamento de alimentos e transporte (YUK et al., 2006). Todos esses fatores podem influenciar diretamente no seu modo de apodrecimento e no tempo para chegar ao fim da vida útil (DANTIGNY et al., 2007).

Vários patógenos podem afetar o morangueiro, causando danos em maior ou menor intensidade em função das condições climáticas, do manejo adotado, das cultivares utilizadas e da agressividade do patógeno. O morango, em especial, é um produto altamente perecível, tendo uma vida útil pós-colheita reduzida, devido, dentre outros fatores, a alta taxa respiratória e a incidência de podridões que afetam os frutos (KADER, 1991). No morango, cada cultivar difere na sua susceptibilidade à diferentes patógenos e às suas raças ou patotipos. Essas raças não são distribuídas uniformemente ao redor do mundo, e muitas vezes estão presentes apenas em regiões específicas produtoras de morangos. Portanto, os danos causados nas lavouras de morangueiro e as perdas econômicas geradas são de diferentes escalas para cada região (MAAS, 2004).

A Sociedade Americana de Fitopatologia (APS) publicou avanços significativos em patologia de plantas, micologia, virologia, bacteriologia e nematologia, e uma lista dos tipos

mais comuns de danos que afetam mais de 100 culturas, incluindo o morangueiro. Esta lista inclui mais de 67 espécies de patógenos fúngicos, das quais 47 pertencem ao filo Ascomycota, 10 ao Oomycota, quatro ao Basidiomycota, um para o Chytridiomycota e cinco para o Zygomycota. Várias espécies de fungos são capazes de causar danos a mais de uma parte da planta de morango (folha, raiz, coroa e / ou fruta), enquanto outras espécies afetam apenas uma parte específica da planta (HUSAINI; NERI, 2016).

Um grande número de patógenos está associado às podridões de frutos de morango na pós-colheita. *Botrytis cinerea* Pers, *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill. e *Colletotrichum* spp. Corda, são considerados os mais importantes no Brasil. Embora outros fungos sejam relatados com menor frequência como *Rizoctonia solani* Kühn, *Phytophthora* spp. de Bary, *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, *Pestalotia longisetula* Guba., *Mucor* spp., *Aspergillus* spp., *Gnomonia comari* Karst, *Penicillium* sp. P. Micheli e *Alternaria* spp. Nees (COSTA et al., 2003; DIAS et al., 2005; HENZ et al., 2008; MAAS, 1998; TANAKA et al., 2005; ZAMBOLIM; COSTA, 2006).

Botrytis cinerea e o mofo cinzento no morango

O gênero *Botrytis* produz micélio acinzentado em grande quantidade, composto por hifas e conidióforos ramificados, possuindo no ápice conídios unicelulares, ovoides, incolores ou acinzentados. Os conídios são liberados quando a umidade relativa do ar encontra-se alta e são transportados principalmente pelo vento. O fungo produz estruturas de sobrevivência chamadas escleródios, de coloração negra, duros e irregulares, em tecidos da planta infectados ou mortos pelo patógeno (TÖFOLI et al., 2011). Os escleródios são capazes de produzir hifas infectivas e conídios, que podem penetrar através da superfície intacta do hospedeiro. Em condições específicas, esses escleródios podem, também, produzir apotécios dos quais se originam os ascósporos. *Botryotinia* spp. Whetzel é a fase teleomórfica do gênero *Botrytis* e, até o momento, não existe nenhum relato de sua ocorrência no Brasil (TÖFOLI et al., 2011).

Botrytis cinerea é um ascomiceto fitopatogênico que causa mofo cinzento em mais de 200 espécies de culturas em todo o mundo, sem qualquer especificidade de hospedeiro aparente. No morango, este patógeno pode causar enormes perdas no campo (80-90% em flores e morangos) durante o período chuvoso e nublado, apenas na pré ou durante a colheita e posteriormente durante o armazenamento. Este fungo necrotrófico ataca diferentes órgãos, tais como brotos, folhas, flores e frutos, e é mais destrutivo no tecido maduro ou senescente (FILLINGER; ELAD, 2016).

A infecção, geralmente, inicia-se em tecido debilitado, especialmente pétalas senescentes, para posteriormente infectar os tecidos saudáveis do fruto (BRAGA, 2012). As flores são geralmente infectadas durante o florescimento, e o patógeno então penetra nos frutos jovens em um estágio muito precoce de desenvolvimento. Permanece quiescente por um período considerável antes de decompor rapidamente os tecidos sob condições ambientais favoráveis, tais como temperatura e umidade relativa, além do ótimo estado fisiológico do fruto. O fungo infecta o fruto, fazendo-o deformar, secar, escurecer e rapidamente encobre-o com uma camada de esporos, o que dá uma aparência cinzenta. Em geral, os morangos que estão em contato com o solo, outros morangos infectados e folhas mortas em folhagens densas, são comumente afetados por este fungo fitopatogênico (HUSAINI; NERI, 2016).

O sintoma típico da doença é o aparecimento do mofo cinzento em várias partes da planta, como folhas, brotos, cálices jovens, flores e frutos. Os sintomas iniciam-se como queimaduras no ápice das folhas e se estendem até a base e o pecíolo. Nos brotos, as lesões apresentam-se como um escurecimento da epiderme, que evolui para manchas deprimidas; e quando ocorre nos brotos do ápice das mudas, pode causar a morte do ápice. Em todos os casos, e sob condições favoráveis ao fungo, os tecidos afetados são cobertos por um mofo cinzento. A infecção pode iniciar no momento da floração, sendo observada apenas após a abertura do cálice, como pequenos pontos negros irregularmente distribuídos na superfície do fruto. O cálice infectado pode apodrecer e desprender-se e provocar a queda do fruto. Na pós-colheita, os frutos armazenados apresentam manchas escuras na epiderme, podendo atingir o mesocarpo, que se torna amarronzado e com uma consistência gelatinosa (AGROLINK, 2017). A disseminação do patógeno ocorre principalmente pela ação do vento, água de chuva e/ou irrigação, bem como durante o processo da colheita, de um fruto infectado para o outro sadio. *B. cinerea* também provoca perdas significativas durante o transporte até a comercialização, tornando-se um dos patógenos mais importantes economicamente do morango (ZHANG et al., 2007).

Como na maioria das doenças fúngicas, o inóculo é um componente chave das epidemias por *Botrytis*, porque a fonte, quantidade e tipo de inóculo influenciam significativamente o início da epidemia, a taxa de progresso da doença e, indiretamente, as perdas de rendimento. O inóculo de *Botrytis* pode ser dividido em inicial ou primário e secundário. Neste sentido, o inóculo inicial é o que sobrevive ao inverno ou ao período de não cultivo e que desencadeia novas epidemias, enquanto o inóculo secundário é produzido como resultado da conclusão do primeiro ciclo de infecção com produção de conídios. Na maioria dos casos, o inóculo inicial é constituído por conídios que se formaram a partir de germinação miceliogênica de escleródios,

que se formaram diretamente do micélio ou que sobreviveram ao período não cultivado (FILLINGER; ELAD, 2016).

Para várias espécies de *Botrytis*, como *B. squamosa* Walker, são produzidos vários grupos de conídios em cada escleródio e, assim, o inóculo inicial é produzido durante um longo período desde a primavera até o início do verão (FILLINGER; ELAD, 2016). Da mesma forma, escleródios de *B. cinerea* produzem conídios continuamente até 12 semanas após a produção do primeiro grupo de conídios. Quando a germinação do escleródio ocorre, a temperatura geralmente não é um fator limitante, podendo produzir conídios com temperaturas variando de 3 a 27 ° C (FILLINGER; ELAD, 2016).

As espécies de *Botrytis* são responsáveis por grandes perdas em uma série de culturas hortícolas e florais economicamente importantes. A maioria das espécies tem uma gama limitada de hospedeiros que atacam plantas monocotiledôneas ou dicotiledôneas. O patógeno exibe uma extraordinária variabilidade nos traços fenotípicos, tornando-o um modelo para estudar fontes de variação em fungos. As epidemias de mofo cinzento são comuns em campos abertos, pomares e estufas, tornando-o assim, um importante patógeno a ser estudado, visando o manejo adequado e respeitando sempre o meio ambiente, o consumidor e a praticidade para o produtor (FILLINGER; ELAD, 2016).

Aspectos epidemiológicos

É essencial o conhecimento epidemiológico de doenças fúngicas em culturas agrícolas, visando a prevenção do risco de epidemias durante o período de crescimento e desenvolvimento das plantas, na colheita e durante o armazenamento pós-colheita (MICHAILIDES et al., 2010).

Para a ocorrência de epidemias de doenças de plantas é necessário que ocorra uma perfeita interação entre a população de plantas suscetíveis, uma população de patógenos virulentos e agressivos e condições ambientais favoráveis para o desenvolvimento do patógeno (MICHEREFF, 2015). A temperatura e a umidade na superfície da planta são os fatores ambientais que mais afetam o início e o progresso de doenças infecciosas em plantas, não sendo diferente no armazenamento pós-colheita (SILVEIRA et al., 2001). Ambos os fatores são predominante no desenvolvimento da maioria das doenças causadas por fungos, bactérias e nematoides, podendo facilitar a reprodução e a disseminação da maioria dos patógenos, além de ser indispensável para a germinação da maioria dos esporos fúngicos e para a penetração do tubo germinativo no hospedeiro, e de aumentar a suscetibilidade a certos patógenos, afetando a

incidência e a severidade da doença (AGRIOS, 2005; MICHEREFF, 2015). Uma quantidade de inóculo mínima e viável, seja de esporos de fungos ou de células bacterianas, também faz-se necessário para a ocorrência de uma infecção, pois o aumento na concentração de inóculo é frequentemente responsável pelo aumento do nível ou da taxa de infecção (OLIVEIRA et al., 2014) A redução do nível de inóculo tem importância prática para minimizar a infecção e/ou a manifestação da doença em pós-colheita, a qual poderá ser realizada por meio de medidas de controle que reduzem o nível de inóculo no campo, no *packing house* e no armazenamento (OLIVEIRA et al., 2006).

Manejo pós-colheita do morango

Para reduzir danos econômicos, perdas significativas e aumentar o tempo de conservação dos morangos na pós-colheita, existem diversos métodos de controle, sendo que o foco é estabelecer medidas alternativas aos agroquímicos, garantindo a segurança do produto hortícola e a saúde do consumidor.

Na agricultura convencional, não se pode evitar o uso de fungicidas químicos, e há uma longa lista de ingredientes ativos registrados em diferentes culturas para o controle do mofo cinzento em pré e pós-colheita (ROMANAZZI; FELIZIANI, 2014). No entanto, os produtores são atualmente estimulados a adotar abordagens alternativas como tratamentos autônomos ou em conjunto com fungicidas químicos. Este desenvolvimento está ocorrendo devido a várias razões, incluindo exigências de cadeias de supermercados para *commodities* com baixo número de pesticidas residuais usados durante a produção e posterior manuseio pós-colheita. (HUSAINI; NERI, 2016).

Dessa forma, métodos alternativos de manejo na pós-colheita vêm sendo pesquisados em diversas culturas, destacando-se a utilização de fosfitos, fontes de cálcio (cloreto de cálcio, carbonato de cálcio e o cálcio), bem como o uso de leveduras e bactérias antagonistas (GOMES et al., 2005). A imersão de maçãs em cloreto de cálcio após a colheita reduz a incidência de podridões na pós-colheita (BANGERTH et al, 1972; MASON et al, 1975; REID; PADFIELD, 1975), aumentando, assim, a vida de prateleira do produto, além de manter a firmeza dos frutos por períodos mais prolongados (CONWAY; SAMS, 1984; POOVAIAH, 1986), e aumentar o teor de cálcio, melhorando o seu valor nutricional (BANGERTH et al., 1972).

Para o cloreto de potássio, verificou-se que a resistência natural é aumentada na parte aérea de alguns vegetais às doenças fúngicas, às pragas e ao acamamento. No entanto, o excesso de potássio desequilibra a nutrição de hortaliças, dificultando a absorção de cálcio e magnésio (FAQUIN, 1994; FILGUEIRA, 1981; MALAVOLTA, 1980; PERRENOUD, 1977).

Entre outras funções que o potássio exerce nas plantas, citam-se melhor eficiência de uso da água, em consequência do controle da abertura e fechamento dos estômatos, maior translocação de carboidratos produzidos nas folhas para os outros órgãos da planta, maior eficiência enzimática e melhoria da qualidade comercial da planta, incluindo o produto final (MALAVOLTA et al., 1997; YAMADA, 1995).

Nesse contexto, torna-se importante a realização de estudos com o objetivo de avaliar a patogenicidade e a agressividade de isolados de *B. cinerea* de diferentes hospedeiros em frutos de morangueiro, analisando a influência da concentração de inóculo, temperatura e do período de molhamento ideais para o estabelecimento da doença, bem como avaliar o potencial do cloreto de cálcio, cloreto de potássio e carbonato de cálcio no manejo do mofo cinzento presente na pós-colheita. Pela pouca quantidade de informações e recomendações na literatura relacionadas ao patógeno e seu controle, na pós-colheita do morango, há então, uma necessidade de mais pesquisas na área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5th. Burlington: Elsevier Academic, 2005.

AGROLINK – O portal do conteúdo agropecuário. Disponível em:

https://www.agrolink.com.br/culturas/problema/mofo-cinzento_1559.html. Acesso em: 25 jun 2017.

ANTUNES, L. E. C.; CARVALHO, G. L.; SANTOS, A. M. **A cultura do morango**. 2ª ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 52 p.

ANTUNES, L. E. C.; PERES, N. A. Strawberry production in Brazil and South America.

International Journal of Fruit Science, Philadelphia, v. 13, n. 1-2, p. 156-161, 2013.

BANGERTH, F.; DILLEY, D. R.; DEWEY, D. H. Effect of postharvest calcium treatments on internal breakdown and respiration of apple fruits. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria. v. 97, p. 679-682, 1972.

BRAGA, D. O. **Qualidade pós-colheita de morangos orgânicos tratados com óleos essenciais na pré-colheita**. 2012. 74 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 735 p.

CONWAY, W. S.; SAMS, C. E. Possible mechanisms by which postharvest calcium treatment reduces decay in apples. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 74, No. 2, p. 208-210, 1984.

COSTA, H.; ZAMBOLIM, L; VENTURA, J. A. Manejo integrado das doenças do morangueiro. In: ZAMBOLIM, L (Ed). **Manejo integrado de pragas e doenças: fruteiras tropicais**. Viçosa: UFV Editora, 2003. p. 131-164.

DANTIGNY, P.; MARÍN, S.; BEYER, M.; MAGAN, N. Mould germination: data treatment and modelling. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 114, p. 17–24, 2007.

DIAS, M. S. C.; CANUTO, R. S.; SANTOS, L. O.; MARTINS, R. N. Doenças pós-colheita de frutas: Doenças do morango. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 26, n. 228, 2005.

FAGHERAZZI, A. F.; COCCO, C.; ANTUNES, L. E. C.; SOUZA, J. A.; RUFATO, L. La fragolicoltura brasiliana guarda avanti. **Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura**, Bologna, No. 6, p. 20-24, 2014.

FAOSTAT - Fao-Food and Agriculture Organization. Faostat. Statistics Division. 2013. Disponível em: <http://faostat.fao.org/> . Acesso em: 23 jul. 2016.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL-FAEPE, 1994. 227 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. 2ª ed. São Paulo: Ceres, 1981. 338 p.

FILLINGER, S.; ELAD, Y. **Botrytis - the fungus, the pathogen and its management in agricultural systems**. New York: Springer International Publishing, 2016.

GARRIDO, C.; CARBÚ, M.; FERNÁNDEZ-ACERO, F. J.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, V. E.; CANTORAL, J. M. New insight in the study of strawberry fungal pathogens. In: HUSAINI, A. M.; MERCADO, J. A. (eds) **Genomics, transgenics, molecular breeding and biotechnology of strawberry**. Japan: Global Science Books, 2011. p. 24–39.

- GOMES, A. M. A.; SILVEIRA, E. B.; MARIANO, R. L. R. Tratamento pós-colheita com cálcio e microrganismos para controle da podridão-mole em tomate. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 108-111, 2005.
- HENZ, G. P.; REIS, A.; SILVA, K. C. C.; PEREIRA, S. F. **Incidência de doenças de pós-colheita em frutos de morango produzidos no Distrito Federal**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. (Boletim Técnico13).
- HUSAINI, A. M.; NERI, D. **Strawberry: growth, development and diseases**. Boston: CABI, 2016.
- IBGE -INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário. 2006. Online. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf. Acesso em: 23 Jul. 2016.
- KADER, A. A. Quality and its maintenance in relation to the postharvest physiology of strawberry. In: DALE, A.; LUBY, J. J. (eds.). **The strawberry into 21st century**. Portland: Timber Press, 1991. p. 145-152
- MAAS, J. L. **Compendium of strawberry diseases**. 2^a Ed. Beltsville: APS Press/USDA, 1998. 98 p.
- MAAS, J. L. Strawberry disease management. In: NAQVI, S. A. M. H. (ed.) **Diseases of fruits and vegetables**. The Netherlands: Springer, 2004. v. 2, p. 441–483.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição de plantas**. Piracicaba: Ceres, 1980. 251 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2^a. ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997.
- MASON, J. L.; JASMIN, J. J.; GRANGER, R. L. Softening of ‘McIntosh’ apples reduced by postharvest dip in calcium chloride solution plus thickeners. **HortScience**, Alexandria. v. 10, p. 524-525, 1975.
- MICHAILIDES, T. J.; MORGAN, D. P.; LUO, Y. Epidemiological assessments and postharvest disease incidence. In: PRUSKY, D.; GULLINO, M. L. (eds.) **Postharvest pathology, plant pathology in the 21st Century**. Netherlands: Springer Science Business Media B.V., 2010. v. 2, p. 69-88.

MICHEREFF, S. J. **Fundamentos de fitopatologia**. Recife: UFRPE, 2015.

OLIVEIRA, M. A. C.; SANTOS, A. M. Classificação botânica, origem e evolução. In: SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. (eds) **Morango: produção**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2003. p.16-17.

OLIVEIRA, S. M. A.; TERAPO, D.; DANTAS, S. A. F.; TAVARES, S. C. C. H. (eds). **Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2006. 855 p.

OLIVEIRA, T. A. S., BLUM, L. E. B., DUARTE, E. A. A., TAVARES, G. M., LUZ, E. D. M. N. Fatores epidemiológicos de *Phytophthora palmivora* afetando a severidade da podridão-dos-frutos do mamoeiro na pós-colheita. **Summa Phytopathologica**, v. 40, n. 3, p. 256-263, 2014.

PERRENOUD, S. **Potassium and plant health**. Bern: International Potash Institute, 1977. 218 p.

POOVAIAH, B. W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 40, p. 86-89, 1986.

REICHERT, L. J.; MADAIL, J. C. M. **Morango – produção**. Brasília: Embrapa Clima Temperado, 2003. 81 p.

REID, M. S.; PADFIELD, C. A. S. Control of bitter pit in apples with lecithin and calcium Nova Zelândia. **New Zealand Journal of Agricultural Research**. Wellington, v.7, p. 379-381, 1975.

ROMANAZZI, G.; FELIZIANI, E. *Botrytis cinerea* (Gray Mold). In: BAUTISTA-BAÑOS, S. (ed) **Post harvest decay: control strategies**. London: Elsevier, 2014. p. 131-144.

RONQUE, E. R. V. **A cultura do morangueiro**. Curitiba:EMATER-PR, 1998. 206 p.

SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. (eds). **Morango: produção**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2003. p. 12.

SILVEIRA, N. S. S.; MICHEREFF, S. J.; MARIANO, R. L. R.; TAVARES, L. A.; MAIA, L. C. Influência da temperatura, período de molhamento e concentração do inóculo de fungos na incidência de podridões pós-colheita em frutos de tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 33-38, 2001.

TANAKA, M. A. S.; BETTI, J. A.; KIMATI, H. Doenças do morangueiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (eds.) **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4ª. ed. São Paulo: Agronômica Ceres. 2005. p. 489-499.

THIMOTEO, A.; RESENDE, J. T. V.; GONÇALVES, W. M.; RESENDE, K. V.; NASCIMENTO, I. R.; FARIA, M. V. Expectativa de retorno e risco da produção de morangos no município de Guarapuava. **Horticultura Brasileira**, Brasília, 2006. v.24.

TÖFOLI, J. G.; FERRARI, J. T.; DOMINGUES, R. J.; NOGUEIRA, E. M. C. *Botrytis* sp. em espécies hortícolas: hospedeiros, sintomas e manejo. **Instituto Biológico**, São Paulo, v.73, n.1, p. 11-20, 2011.

YAMADA, T. **Potássio: funções na planta, dinâmica no solo, adubos e adubação potássica**. Uberlândia: UFU, 1995. Notas de aula.

YUK, H. G., BARTZ, J. A., SCHNEIDER, K. R. The effectiveness of sanitizer treatments in inactivation of *Salmonella* spp. from bell pepper, cucumber, and strawberry. **Journal of Food Science**, Champaign, v. 71, p. 95-99, 2006.

ZAMBOLIM, L.; COSTA, H. Manejo integrado de doenças do morangueiro. In: CARVALHO, S. P. (Coord). **Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico**. Belo Horizonte: FAENG, 2006.

ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; VENTURA, J. A.; VALE, F. X. R. Controle de doenças em pós-colheita de frutas tropicais. In: ZAMBOLIM, L (ed) **Manejo integrado de pragas e doenças: fruteiras tropicais**. Viçosa: UFV, 2002. p. 443-512.

ZHANG, H.; WANG, L.; DONG, Y.; JIANG, S.; CAO, J.; MENG, R. Postharvest biological control of gray mold decay of strawberry with *Rhodotorula glutinis*. **Biological Control**, Orlando, v. 40, p. 287–292, 2007.

CAPÍTULO II

EPIDEMIOLOGIA E APLICAÇÃO PÓS-COLHEITA DE CÁLCIO E POTÁSSIO SOBRE O MOFO CINZENTO EM MORANGO

1 EPIDEMIOLOGIA E APLICAÇÃO PÓS-COLHEITA DE CÁLCIO E 2 POTÁSSIO SOBRE O MOFO CINZENTO EM MORANGO 3

4 **Barbara Marchesini Malta⁽¹⁾, Daniela Dambrós Amaral⁽¹⁾, Elizabeth Rodrigues
5 Alexandre⁽¹⁾, Adriana Pereira de Melo⁽¹⁾, Edilaine Alves de Melo⁽¹⁾, Severina Rodrigues de
6 Oliveira e Sonia Maria Alves de Oliveira⁽¹⁾**

7 ⁽¹⁾Universidade Federal Rural de Pernambuco/Agronomia/Fitossanidade, Laboratório de Patologia Pós-Colheita,
8 Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife-PE, e-mail: bmmalta@gmail.com,
9 dani_dambros@hotmail.com, beth.agrofito@hotmail.com, adrifito@hotmail.com, laine-melo@hotmail.com,
10 linsnina@gmail.com, oliveirasonia55@yahoo.com.br.

11 **Resumo** - O morango é um fruto de grande importância econômica e muito apreciado pelos
12 consumidores. Porém é infectado por vários patógenos dentre os quais encontra-se o *Botrytis*
13 *cinerea*, depreciando-o para o consumo. Nesse contexto, a presente pesquisa teve como
14 objetivo avaliar a patogenicidade e agressividade de isolados de *B. cinerea* de diferentes
15 hospedeiros em morango, avaliar a influência da concentração de inóculo, temperatura e do
16 período de molhamento ideais para o estabelecimento da doença e avaliar o efeito do cloreto de
17 cálcio, cloreto de potássio e carbonato de cálcio em diferentes concentrações, na severidade do
18 mofo cinzento em morango na fase de pós-colheita; bem como, verificar a influência destes
19 produtos nos atributos físico-químicos como pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável
20 (AT) e firmeza. Todos os isolados apresentaram-se patogênicos. Verificou-se que a maior
21 concentração de inóculo (10^7 conídios.mL⁻¹), período de molhamento de 48 h a 28°C
22 apresentaram as maiores médias de tamanho da lesão, sendo as condições ótimas para o
23 desenvolvimento do mofo cinzento em morango na pós-colheita. As aplicações de cloreto de
24 cálcio (CaCl₂) e cloreto de potássio (KCl) conseguiram diminuir, a severidade da doença em
25 todas as concentrações utilizadas. Entretanto, os tratamentos realizados com carbonato de
26 cálcio (CaCO₃) não foram eficazes na redução de *B. cinerea*, visto que não houve diferença
27 significativa entre os tratamentos aplicados. Não foram observadas alterações nos fatores pH,
28 SST, AT e firmeza que indicassem perda na qualidade do produto para o consumo.

29 Termos para indexação: *Fragaria x ananassa*, *Botrytis cinerea*, epidemiologia, controle
30 alternativo.

31
32 **Abstract** – Strawberry is a fruit of great economic importance and much appreciated by
33 consumers. However, it is infected by several pathogens among which *Botrytis cinerea* is
34 found, depreciating it for consumption. The present study aimed to evaluate the pathogenicity
35 and aggressiveness of *B. cinerea* isolates from different hosts in strawberry; evaluate the

36 influence of ideal inoculum concentration, temperature and the wetness period for the
37 establishment of the disease and evaluate the effect of calcium chloride, potassium chloride and
38 calcium carbonate, in different concentrations, on the severity of gray mold in post-harvest
39 strawberry, as well as, verify the influence of these products on physical-chemical attributes
40 such as pH, total soluble solids (SST), titratable acidity (AT) and firmness. All isolates showed
41 up pathogenic. It was verified that the highest concentration of inoculum (10^7 conidia.mL⁻¹),
42 wetness period of 48 h at 28 °C presented the highest averages of lesion, that is, are the optimal
43 conditions for the development of gray mold in postharvest strawberry. The calcium chloride
44 (CaCl₂) and potassium chloride (KCl) applications were able to statistically reduce the severity
45 of the disease in all concentrations. However, treatments with calcium carbonate (CaCO₃) were
46 not effective in reducing the diameter of the gray mold lesion in strawberries, since there was
47 no significant difference between treatments. No significant changes were observed in the pH,
48 SST, AT and firmness factors indicating a loss in product quality.

49 Index terms: *Fragaria x ananassa*, *Botrytis cinerea*, epidemiology, alternative control.

50

51

Introdução

52 No Brasil, a exploração do morangueiro (*Fragaria x ananassa*) despertou o interesse
53 devido à alta rentabilidade. Estimativas mostram que, em 2006 o Brasil produziu
54 aproximadamente 72 mil toneladas de morango, distribuídas em mais de 70 mil
55 estabelecimentos rurais (IBGE, 2016). Atualmente, a produção está concentrada principalmente
56 nos estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo, gerando uma produção em torno
57 de 130 mil toneladas (Santos; Medeiros, 2003; Antunes e Peres, 2013; Fagherazzi et al., 2014).

58 Mesmo sendo um dos maiores produtores de frutas no mundo, o Brasil é também um dos
59 que mais geram perdas na pré e pós-colheita, aproximadamente 30 a 40% dos produtos
60 colhidos, nunca chegam ao consumidor (Chitarra e Chitarra, 2005).

61 Os patógenos podem afetar o morangueiro, causando danos em maior ou menor
62 intensidade em função das condições climáticas, do manejo adotado, das cultivares utilizadas e
63 da agressividade do patógeno. O morango é um produto altamente perecível, tendo uma vida
64 útil pós-colheita reduzida, devido, dentre outros fatores, a alta taxa respiratória, a incidência de
65 podridões que afetam os frutos, alta suscetibilidade à perda de água e à danos mecânicos
66 (Kader, 1991). Um grande número de patógenos está associado às podridões de frutos em
67 morangueiro na pós-colheita, sendo *Botrytis cinerea* Pers., *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill.
68 e *Colletotrichum* spp. Corda, considerados os mais importantes no Brasil (Lopes, 2011).

69 O mofo cinzento é uma doença causada pelo fungo *B. cinerea*. No morango, este
70 patógeno pode causar enormes perdas no campo (80-90% em flores e morangos) durante o
71 período chuvoso e nublado, apenas na pré ou durante a colheita atacando diferentes órgãos, tais
72 como brotos, folhas, flores e frutos, sendo mais destrutivo no tecido maduro ou senescente e
73 posteriormente durante o armazenamento (Fillinger e Elad, 2016).

74 No manejo pré e pós-colheita do morangueiro existem alguns desafios que vem sendo
75 encarados por pesquisadores, de modo que as questões mais comuns dizem respeito à melhoria
76 dos frutos para as características que ajudam a otimizar a vida útil, bem como o aumento da
77 tolerância contra doenças e pragas (Husaini e Neri, 2016).

78 O conhecimento epidemiológico de doenças fúngicas em culturas agrícolas é essencial
79 para a prevenção do risco de doença durante o período de crescimento e desenvolvimento das
80 plantas, incluindo o processo de colheita e também durante o armazenamento pós-colheita
81 (Michailides et al., 2010). A temperatura e a umidade na superfície da planta são fatores
82 ambientais que mais afetam o início e o progresso de doenças infecciosas em plantas, não
83 sendo diferente na pós-colheita (Silveira et al., 2001).

84 Para reduzir danos econômicos, perdas significativas e aumentar o tempo de conservação
85 dos morangos na pós-colheita, existem diversos métodos de controle, visando estabelecer
86 medidas alternativas aos agroquímicos, garantindo a segurança do produto, o melhor manejo
87 adequado, respeitando sempre o meio ambiente, a saúde do consumidor e a praticidade para o
88 produtor (Fillinger e Elad, 2016). Dessa forma, pesquisas pós-colheita destacam métodos
89 alternativos de manejo, como a utilização de fosfitos (Dambrós et al., 2016), fontes de cálcio
90 (cloreto de cálcio, carbonato de cálcio) (Nigro et al., 2006; Palou et al., 2002), potássio
91 (Youssef e Roberto, 2014), bem como o uso de leveduras e bactérias antagonistas (Gomes et
92 al., 2005).

93 O uso de sais orgânicos e inorgânicos está se tornando cada vez mais popular em várias
94 culturas orgânicas (Nigro et al., 2006, Feliziani et al., 2013, Khamis e Sergio, 2014). Outros
95 sais inorgânicos também utilizados na pós-colheita são considerados seguros ambientalmente e
96 apresentam capacidade de controlar doenças de plantas causadas por fungos e oomicetos
97 (Deliopoulos et al., 2010), inclusive no controle de podridões pós-colheita, como no controle da
98 sarna da macieira causada por *Venturia inaequalis* (Boneti e Katsurayama, 2002) e podridões
99 causadas por *Penicillium* spp., *Botrytis* spp. e *Rhizopus* spp., (Brackmann et al., 2004).

100 Nesse contexto, torna-se importante a realização de estudos com o objetivo de avaliar a
101 patogenicidade e a agressividade de isolados de *B. cinerea* de diferentes hospedeiros em frutos
102 de morangueiro, analisando a influência da concentração de inóculo, temperatura e do período

103 de molhamento ideais para o estabelecimento da doença, bem como avaliar o potencial do
104 cloreto de cálcio, cloreto de potássio e carbonato de cálcio no manejo do mofo cinzento
105 presente na pós-colheita.

106

107 **Material e métodos**

108 Todos os experimentos foram realizados no Laboratório de Patologia Pós-Colheita da
109 Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife/PE no período de setembro de 2016 a junho
110 de 2017.

111

112 **Obtenção dos isolados**

113 Os isolados foram obtidos a partir de lesões presente em frutos de morangueiro (BC1,
114 BC2, BC3 e BC4) e kiwizeiro (BC5), no estádio de maturação comercial provenientes da
115 Companhia de Abastecimento e Armazéns Gerais do Estado de Pernambuco (CEAGEPE,
116 Recife-PE.). Os frutos foram mantidos à temperatura de 25°C e 24h de câmara úmida para
117 desenvolvimento dos sintomas causados por *B. cinerea*. Após esse período, foi realizado o
118 isolamento do fungo, em meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA), e a preservação dos
119 isolados em água destilada esterilizada, os quais foram mantidos sob temperatura de 25°C.

120

121 **Teste de patogenicidade e agressividade**

122 Todos os experimentos foram realizados em morangos em estádio de maturação
123 comercial provenientes da CEAGEPE, Recife, Pernambuco, Brasil. Os frutos foram lavados em
124 água corrente e desinfestados com hipoclorito de sódio a 1% durante três minutos. O inóculo
125 foi preparado a partir da suspensão de esporos contados em câmara de Neubauer sendo ajustada
126 a concentração para 10^6 conídios.mL⁻¹. Em seguida, foi realizado um fermento na zona
127 equatorial de cada fruto com auxílio de um furador de 3mm de profundidade e realizada a
128 deposição de 15µL da suspensão de conídios com auxílio de um pipetador automático. Após a
129 inoculação, os mesmos foram colocados em câmara úmida por 48h e mantidos em condições
130 laboratoriais (25 ± 2°C/ 90% UR). A avaliação foi realizada 48 h após a inoculação, verificando
131 se houve ou não o aparecimento de sintomas do mofo cinzento causado por *B. cinerea*. A
132 agressividade foi caracterizada de acordo com o tamanho das lesões produzidas por cada
133 isolado através da medição em dois sentidos opostos com auxílio de um paquímetro digital,

134 estabelecendo-se a média das repetições. Posteriormente foi feito o reisolamento do fungo para
135 preservação em tubo de ensaio. A unidade amostral foi de cinco morangos, sendo cinco
136 repetições, totalizando 25 morangos por isolado.

137

138 **Identificação molecular dos isolados**

139 A identificação dos isolados foi realizada por meio de *primers* específicos: BC108+
140 (ACCCGCACCTAATTCGTCAAC) e BC563- (GGGTCTTCGATACGGGAGAA) para *B.*
141 *cinerea* (Rigotti, et al., 2006), os quais amplificam um fragmento de 480 pb. A extração de
142 DNA dos isolados foi realizada a partir do crescimento micelial com cinco dias, de acordo com
143 Weising et al. (1995). As reações de PCR foram compostas por 12,5 µl de PCR 1X Master
144 Mix, 0,4 µM de cada primer e 100 ng de DNA, para um volume final de 25 µl. As amostras
145 foram amplificadas em termociclador modelo PTC-100 (MJ Research, Estados Unidos). As
146 condições da PCR consistiram de desnaturação inicial a 95°C por 3 min, seguidos por 34 ciclos
147 de 94°C por 20 seg, 54°C por 20 seg e 72°C por 30 seg, e extensão final a 72°C por 10 min. A
148 visualização dos fragmentos amplificados foi realizada em gel de agarose a 1% e a corrida
149 eletroforética realizada durante 1 h a 80 V em tampão TBE 0,5X, utilizando-se o marcador
150 GenRuler 100 pb DNA Ladder (Fermentas Life Sciences, Canadá) para avaliação do tamanho
151 dos fragmentos amplificados. Posteriormente, o gel foi fotodocumentado.

152

153 **Influência da concentração de inóculo, período de molhamento e temperatura na** 154 **severidade do mofo cinzento**

155 Para análise de variáveis epidemiológicas foi utilizado o isolado mais agressivo
156 seguindo o resultado obtido anteriormente.

157 Para o teste de influência da concentração de inóculo, foram depositadas 15µL das
158 suspensões de conídios nas concentrações de 10^3 , 10^4 , 10^5 , 10^6 e 10^7 conídios.mL⁻¹ nos
159 morangos já desinfestados e perfurados com o auxílio de um furador de 3mm de profundidade.
160 Em seguida os morangos foram acondicionados em câmara úmida por 48h e armazenados em
161 condições de laboratório ($25 \pm 2^\circ\text{C}$ / U.R. 70%).

162 Para realização do estudo da influência do período de molhamento na severidade da
163 doença, os morangos foram inoculados, aplicando-se 15µL de suspensão com concentração de
164 inóculo que causou a maior severidade da doença no ensaio anterior, e colocados em sacos
165 plásticos umedecidos a fim de simular uma câmara úmida por 0, 12, 24, 36 e 48 h, sendo que a

166 zero hora não foi utilizada a câmara úmida e para os demais períodos foi retirado dos sacos
167 plásticos nas horas determinadas. Todos os presentes ensaios do período de molhamento foram
168 aclimatados sob temperatura ambiente (25°C) e avaliados 48 horas após a inoculação. Para a
169 influência da temperatura na severidade da doença, os morangos foram aclimatados nas
170 temperaturas de 15, 18, 20, 25 e 28°C, em incubadora do tipo B.O.D (Biochemistry Oxygen
171 Demand). Nesse parâmetro foi utilizada a concentração de inóculo e o período de molhamento
172 que mais favoreceram a severidade da doença, estabelecidos nos ensaios anteriores.

173 As três avaliações foram realizadas por meio da medição das lesões em dois sentidos
174 opostos com auxílio de paquímetro digital, calculando-se a média das repetições. O
175 delineamento experimental, utilizado nos três ensaios, foi inteiramente casualizado. A unidade
176 experimental foi cinco frutos, com cinco repetições por tratamento.

177

178 **Efeito de cloreto de cálcio, cloreto de potássio e carbonato de cálcio no manejo do mofo** 179 **cinzento**

180 Os morangos já desinfestados, foram imersos em soluções de cloreto de cálcio, cloreto
181 de potássio e carbonato de cálcio, separadamente, por 10 minutos, a fim de verificar a
182 capacidade de reduzirem o crescimento micelial e a esporulação do isolado BC5 de *B. cinerea*.
183 Para cada tratamento foram utilizadas as seguintes doses: 0,3%, 0,6% e 1%, sendo utilizada
184 água como tratamento controle.

185 Posteriormente, foram feitos os ferimentos com auxílio de uma almofada de alfinetes
186 entomológicos, e as inoculações foram realizadas imediatamente após o tratamento com a
187 deposição de 15µl da suspensão ajustada para a melhor concentração de inóculo, segundo
188 ensaio anterior. Todos os frutos tratados e o controle foram colocados em câmara úmida e
189 período de molhamento determinados em ensaios anteriores.

190 As avaliações foram realizadas por meio da medição das lesões em dois sentidos
191 opostos com auxílio de paquímetro digital, calculando-se a média das repetições. O
192 delineamento experimental utilizado nos três tratamentos e o controle foram inteiramente
193 casualizados. A unidade experimental foi cinco frutos, com cinco repetições por tratamento.

194

195 **Atributos de qualidade**

196 Com os frutos já desinfestados e tratados com os produtos nas concentrações descritas
197 anteriormente, foram avaliadas as seguintes características físico-químicas: Firmeza, Sólidos
198 Solúveis Totais (SST), Acidez Total Titulável (AT) e potencial hidrogeniônico (pH) da polpa.

199 A firmeza da polpa foi determinada utilizando um penetrômetro modelo FT 327 (0-
200 13lbs), o qual foi realizado através da metodologia descrita pelo fabricante. Para análise de
201 Sólidos Solúveis Totais, a polpa do morango foi macerada com auxílio de cadinho e pistilo até
202 a obtenção do suco, o qual foi retirado aproximadamente 20 μ L para avaliar os Sólidos Solúveis
203 Totais através de um refratômetro modelo Exacta+Optech GmbH (0-32 °Brix) para
204 determinação do °Brix. A AT foi determinada por titulação conforme a metodologia descrita na
205 Association of Official Analytical Chemists - A.O.A.C. (1990) e o pH com leitura direta em
206 potenciômetro Quimis Q-400A, utilizando o suco restante do morango macerado.

207

208 **Análise estatística**

209 Os dados das variáveis epidemiológicas (concentração de inóculo, período de
210 molhamento e temperatura) foram submetidos à análise de regressão, para selecionar os
211 modelos com os melhores ajustes às curvas de severidade do mofo cinzento baseado no
212 coeficiente de determinação (R^2).

213 Os dados dos demais experimentos foram submetidos à análise de variância e teste de
214 Tukey HSD a 5% de probabilidade, para comparação das médias no programa Statistix 9.0.
215 versão Tallahassee, FL, USA.

216

Resultados e Discussão

217 Todos os isolados (BC1, BC2, BC3, BC4 e BC5) do presente estudo mostraram-se
218 patogênicos, apresentando os sintomas típicos do mofo cinzento. Doenças causadas por *B.*
219 *cinerea* compreendem as mais importantes em todo o mundo (Dean et al., 2012), afetando
220 diversas culturas (ornamentais, frutas, vegetais e leguminosas), podendo ser encontradas em
221 viveiros, campos, estufas e durante o processo de armazenamento. Uma epidemia causada por
222 este patógeno compreende uma sequência de processos (penetração, infecção, colonização,
223 conidiação e dispersão de conídios), cada um dos quais é influenciado pelo hospedeiro e pelo
224 meio ambiente. Verificou-se que não houve diferença significativa entre os isolados analisados
225 ($P \leq 0,05$), variando no diâmetro da lesão de 6,98 mm para o isolado menos agressivo (BC1) e
226 10,3 mm para o isolado mais agressivo (BC5). A amplitude da variação entre o isolado mais
227 agressivo (BC5) e o menos agressivo (BC1) foi de 32,2%.

228 A identificação molecular dos isolados de *B. cinerea*, foi realizada através da reação de
229 PCR utilizando os oligonucleotídeos indicadores: BC563- e BC108+, que permitiram a
230 amplificação de um fragmento específico de aproximadamente 480 bp. Para a análise de

231 variáveis epidemiológicas foi utilizado o isolado BC5, considerado como o mais agressivo. O
232 modelo que proporcionou melhor ajuste das curvas de progresso da severidade da doença em
233 função das concentrações de inóculo, influência da umidade e temperatura de *B. cinerea* foi
234 regressão linear ($y = a + bx$) com coeficientes de determinação (R_2) de 70,64%, 82,01% e
235 79,15%, respectivamente (Figura 1). Esse resultado demonstra que a umidade, temperatura e
236 concentração de inóculo são fatores fundamentais para o desenvolvimento do fungo, segundo
237 Steel (2001), Fillinger e Elad (2016). As lesões ocasionadas por *B. cinerea* nos morangos
238 aumentaram significativamente com o incremento da concentração de inóculo de 10^3 a 10^7
239 conídios.mL⁻¹ (Figura 1A). A concentração aplicada de 10^7 conídios.mL⁻¹ ocasionou maiores
240 lesões (9,66 mm) nos morangos, enquanto a menor concentração de inóculo (10^3 conídios.mL⁻¹)
241 obteve um diâmetro de 4,01 mm. Mesmo com uma concentração baixa, o isolado BC1 foi
242 capaz de causar doença, sugerindo que é necessário apenas uma quantidade mínima de inóculo
243 viável para a ocorrência da doença. Vilanova et al. (2012) mostraram que mesmo um patógeno
244 habitualmente não-hospedeiro como *Penicillium expansum*, sob elevada concentração de
245 inóculo (10^7 conídios.mL⁻¹), foi capaz de infectar citros, como a laranja sob condições
246 favoráveis. Segundo Oliveira et al. (2014), para que ocorra o processo de infecção, é necessário
247 que exista uma quantidade viável de inóculo e a medida que a concentração de inóculo
248 aumenta, o nível de infecção também se eleva.

249 Todos os períodos de molhamento testados proporcionaram o desenvolvimento da doença
250 em frutos de morangueiro. De modo geral, houve aumento na severidade da doença, à medida
251 que o período da presença da câmara úmida progredia. A permanência em câmara úmida
252 aumentou significativamente a severidade da doença quando os morangos foram submetidos a
253 um período de molhamento de 48 horas após a inoculação. Na ausência de câmara úmida (0 h)
254 o isolado BC5 apresentou menor tamanho de lesão (Figura 1B). Alderman e Lacy (1983)
255 observaram que quando a umidade contínua da folha de cebola excedeu 12 h após a formação
256 da lesão madura, *B. squamosa* cresceu além das bordas iniciais de algumas lesões, resultando
257 na expansão das mesmas que continuaram a aumentar sob umidade constante na folha. Após
258 quatro dias de umidade contínua da folha, as lesões em expansão resultaram no início da fase
259 de mancha da doença. Isto confirma que quanto maior o período de molhamento, maior a
260 severidade da doença em patossistemas diversos, incluindo o do presente estudo.

261 Quanto a influência da temperatura, foi observada interação positiva quanto a severidade
262 de *B. cinerea*, uma vez que o tamanho de lesão nos morangos inoculados foi maior na
263 temperatura de 28°C favorecendo o desenvolvimento da doença e diferindo significativamente
264 das demais temperaturas testadas. Sob a condição de 15°C, ocorreu a menor severidade da

265 doença. O diâmetro da lesão nos frutos inoculados aumentou, à medida que a faixa de
266 temperatura também era incrementada (15 a 28 °C) (Figura 1C). Para Romanazzi e Feliziani
267 (2014), *B. cinerea* pode desenvolver-se bem sob temperatura máxima de 30°C e mínima de
268 0°C. Embora as temperaturas ótimas do presente trabalho tenham sido 25°C e 28°C, Fillinger e
269 Elad (2016) afirmam que uma infecção ótima ocorreu sob temperaturas entre 15°C e 20°C. No
270 entanto, Broome et al. (1995) observaram significativamente menos flores de videira infectadas
271 com *B. cinerea* a temperaturas inferiores a 15 °C ou superiores a 25 °C.

272 Os resultados de temperatura, período de molhamento e da concentração de inóculo
273 mostraram que ocorreu uma influencia significativa na incidência do mofo cinzento em frutos
274 de morangueiro.

275 Muitos meios alternativos foram propostos para gerenciar a doença pós-colheita de frutas
276 e vegetais. Estes incluem agentes de controle biológico (Janisiewicz e Korsten, 2002),
277 substâncias naturais (Ippolito e Nigro, 2003) e tratamentos físicos (Nigro et al., 1998). Sais
278 inorgânicos vem demonstrando ser agentes antimicrobianos ativos contra uma série de fungos
279 fitopatogênicos (Nigro et al., 2006).

280 Vários fatores, como espécies de plantas hospedeiras, cultivares, sensibilidade do
281 patógeno, e condições de armazenamento influenciam a eficácia e viabilidade do controle.
282 Estudos sobre doenças de plantas fazem-se necessários para entender como esses fatores
283 separadamente ou em conjunto impedem o desenvolvimento e dispersão de patógenos, sendo
284 importante compreender a base fundamental das interações do hospedeiro-patógeno e como os
285 métodos de controle alternativos influenciam essas interações (Bautista-Baños, 2014).

286 Contudo, neste experimento, a eficiência dos tratamentos foram observados para cloreto
287 de cálcio (CaCl_2) e cloreto de potássio (KCl), em que ambos conseguiram diminuir,
288 estatisticamente, a severidade da doença (Figura 2A e 2B). No tratamento com cloreto de
289 cálcio, houve diferença significativa entre as concentrações 0,3 e 1% em relação a 0,6%,
290 apresentando as seguintes médias: 6,84, 6,85 e 5,98 mm respectivamente, quando comparado
291 ao controle (8,54mm). Os tratamentos pós-colheita com cloreto de cálcio e bicarbonato de
292 sódio foram propostos por Nigro et al (2006) como meios alternativos seguros e eficazes para
293 controlar as podridões pós-colheita de frutas e vegetais. Chervin et al. (2009) verificaram que
294 na aplicação pré-colheita de 1% de CaCl_2 em uvas de mesa, houve redução significativa de
295 mais de 5% na deterioração durante a colheita. No mesmo estudo, outro experimento com
296 armazenamento de uvas mostrou que houve uma redução de podridão de 50% após seis
297 semanas de armazenamento. Ippolito et al. (2005) também observaram o efeito do tratamento
298 pós-colheita com CaCl_2 em cerejas, o qual foi positivo, reduzindo cerca de 20% as podridões

299 causadas por *B. cinerea*, *Monilinia laxa*, *Alternaria alternata* e outros patógenos como
300 *Penicillium* spp. e *Fusarium* spp..

301 O cloreto de potássio mostrou-se eficiente em diminuir a severidade da doença nos frutos
302 imersos antes da inoculação, sendo observado interação significativa entre os tratamentos e o
303 controle. Porém, as diferentes concentrações utilizadas não diferenciaram estatisticamente entre
304 si, para o controle do mofo cinzento (Figura 2B). Em estudo realizado por Youssef et al.
305 (2014), foi verificado a redução significativa de *B. cinerea* em uva de mesa cv. Itália por sais de
306 cálcio e potássio na incidência do mofo cinzento, aplicados na pré e pós-colheita, e combinação
307 dos dois. Os autores verificaram também que a eficiência dos sais é significativamente maior
308 quando aplicado em pré-colheita. Outro estudo demonstrou que o sorbato de potássio aplicado
309 após a colheita controlou uma variedade de patógenos pós-colheita em cítricos (Wild, 1987;
310 Palou et al., 2002) e em cereja doce (Karabulut et al., 2001; Mari et al., 2004). Isso sugere que a
311 existência de sorbato de potássio durante o armazenamento pode proteger frutos de infecções
312 secundárias que geralmente ocorrem ao final do armazenamento.

313 Verificou-se também, que os tratamentos realizados com carbonato de cálcio não foram
314 eficazes na redução da lesão do mofo cinzento em morangos, visto que, não houve diferença
315 significativa ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos (0,3%, 0,6% e 1%) e o controle (0%) (Figura 2C).

316 Apesar de os tratamentos realizados com carbonato de cálcio não terem sido eficazes na
317 redução da lesão do mofo cinzento em morangos, uma vez que, não houve diferença
318 significativa ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos (0%, 0,3%, 0,6% e 1%). Estudos afirmam que a
319 atividade de sais de bicarbonato contra patógenos fúngicos é bem conhecida (Hervieux et al.,
320 2002) e as aplicações recentes em pós-colheita reduziram as podridões de armazenamento de
321 melão (Aharoni et al., 1997), mamão (Sivakumar et al., 2002), citros (Palou et al., 2002;
322 Smilanick et al., 2005), banana (Alvindhia et al., 2004), uva de mesa (Mlikota Gabler e
323 Smilanick, 2001) e pimentão (Fallik et al., 1997). Segundo Punja e Grogan (1982), Biggs
324 (1999) e Conway et al. (1999), os produtos de cálcio, conhecidos por sua capacidade de reduzir
325 ou atrasar desordens parasitárias e/ou fisiológicas em frutas e vegetais, também mostrou
326 resultados promissores no controle de podridões de armazenamento quando aplicado como sais
327 orgânicos e inorgânicos.

328 As análises físico-químicas dos frutos demonstraram que não houve diferença
329 significativa nos frutos submetidos aos tratamentos nas análises de SST e firmeza (Tabela 1).
330 As frutas mais firmes são menos propensas a ferimentos na colheita, na classificação, na
331 embalagem e no transporte (Johnson e Dover, 1990). Os tratamentos que potencialmente geram
332 frutas mais firmes na colheita e conseguem controlar o aparecimento de patógenos, sem

333 comprometer outros aspectos da qualidade dos frutos são de grande importância para os
334 produtores.

335 Para os morangos tratados com CaCl_2 e CaCO_3 não houve alteração quanto aos valores
336 de pH, no entanto, os tratados com KCl apresentaram um leve aumento do pH ($\text{pH}_{0,6\%}=2,74$)
337 comparado ao controle ($\text{pH}_{\text{cont}} = 2,0$) (Tabela 1). Para os valores de AT também foram
338 observados pequenas alterações nos frutos tratados com CaCl_2 e KCl, os quais diferiram
339 significativamente do controle (Tabela 1). Não houve efeito do tratamento com CaCO_3 sobre
340 AT. Diante dos dados verificou-se que não foram observadas alterações significativas nos
341 fatores pH, SST, AT e firmeza que indicassem perda na qualidade do produto.

342

Conclusões

343 As condições ótimas para a ocorrência do mofo cinzento em morango aconteceram em
344 função da alta concentração de inóculo (10^7 conídios.mL⁻¹) em torno de 25°C a 28°C por um
345 período de molhamento de 48h;

346 A aplicação pós-colheita de cloreto de cálcio e cloreto de potássio mostram resultados
347 satisfatórios no controle do mofo cinzento em morango;

348 Os frutos de morangueiro não apresentaram alterações significativas em suas
349 características físico-químicas após receberem tratamento com os sais inorgânicos.

350

Agradecimentos

351 Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão
352 da bolsa de estudo a Barbara Marchesini Malta.

353

Referências Bibliográficas

354 A.O.A.C. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of**
355 **analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15th ed. Washington: AOAC,
356 1990. 684p.

357 AHARONI, Y., FALLIK, E., COPEL, A., GIL, M., GRINBERG, S., KLEIN, J.D. Sodium
358 bicarbonate reduces postharvest decay development on melons. **Postharvest Biology and**
359 **Technology**. Amsterdam , v. 10, p. 201–206. 1997.

360 ALDERMAN, S. C., LACY, M. L. Influence of dew period and temperature on infection of
361 onion leaves by dry conidia of *Botrytis squamosa* . **Phytopathology**. Saint Paul v.73, p.1020–
362 1023. 1983

- 363 ALVINDIA, D.G., KOBAYASHI, T., NATSUAKI, K.T., TANDA, S. Inhibitory influence of
364 inorganic salts on banana postharvest pathogens and preliminary application to control crown
365 rot. **Journal of General Plant Pathology**. Tokyo, v. 70, p. 61–65. 2004.
- 366 ANTUNES, L. E. C.; PERES, N. A. Strawberry production in Brazil and South America.
367 **International Journal of Fruit Science**, Philadelphia, v. 13, n. 1-2, p. 156-161, 2013.
- 368 BAUTISTA-BAÑOS, S. (Ed) **Post harvest decay: Control Strategies**. Elsevier, London, p.
369 131-144, 2014.
- 370 BIGGS, A.R., Effects of calcium salts on apple bitter rot caused by two *Colletotrichum* spp.
371 **Plant Disease**. Saint Paul, v. 83, p.1001–1005. 1999.
- 372 BONETI, J. I. S.; KATSURAYAMA, Y. Viabilidade do uso de fosfitos no manejo das doenças
373 da macieira. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA
374 TEMPERADO – ENFRUTE, 5., 2002, Fraiburgo. **Anais**. Fraiburgo, 2002. p. 125-139.
- 375 BRACKMANN, A.; GIEHL, R. F. H.; SESTARI, I. STEFFENS, C. A. Fosfitos para o controle
376 de podridões pós-colheita em maçãs ‘Fuji’ durante o armazenamento refrigerado. **Ciência**
377 **Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1039-1042, 2004.
- 378 BROOME, J. C., ENGLISH, J. T., MAROIS, J. J., LATORRE, B. A., AVILES, J.C.
379 Development of an infection model for Botrytis bunch rot of grapes based on wetness duration
380 and temperature. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 85, n. 1, p. 97-102, 1995.
- 381 CHERVIN, C., LAVIGNE, D., WESTERCAMP, P. Reduction of gray mold development in
382 table grapes by preharvest sprays with ethanol and calcium chloride. **Postharvest biology and**
383 **technology**, Amsterdam, v. 54, n. 2, p. 115-117, 2009.
- 384 CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e**
385 **manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 735 p.
- 386 CONWAY, W.S., JANISIEWICZ, W.J., KLEIN, J.D., SAMS, C.E., Strategy for combining
387 heat treatment, calcium infiltration, and biological control to reduce postharvest decay of ‘Gala’
388 apples. **HortScience**, Alexandria, v.34, p. 700–704. 1999.

- 389 DAMBRÓS, D.; MONTEIRO, A. L. R.; MELO, A. P.; LINS, S. R. O.; OLIVEIRA, S. M. A..
390 Caracterização epidemiológica e manejo da podridão pós-colheita por *Aspergillus* em uva de
391 mesa. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, vol. 11, num. 13, pp. 171-177. 2016.
- 392 DEAN, R., VAN KAN, J. A. L., PRETORIUS, Z. A. The top 10 fungal pathogens in molecular
393 plant pathology. **Molecular Plant Pathology**. Oxford, v.13, p.414–430. 2012
- 394 DELIOPOULOS, T.; KETTLEWELL, P. S.; HARE, M. C. Fungal disease suppression by
395 inorganic salts: a review. **Crop Protection**, Guildford, v. 29, n. 10, p. 1059-1075, 2010.
- 396 EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de análises
397 químicas de solos, plantas e fertilizantes. Embrapa, Brasília, Brasil, 2006.
- 398 FAGHERAZZI, A. F.; COCCO, C.; ANTUNES, L. E. C.; SOUZA, J. A.; RUFATO, L. La
399 fragolicoltura brasiliana guarda avanti. **Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura**,
400 Bologna, v. 6, p. 20-24, 2014.
- 401 FALLIK, E., GRINBERG, S., ZIV, O. Potassium bicarbonate reduces postharvest decay
402 development on bell pepper fruits. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**.
403 Ashford, v. 72, p.35–41. 1997.
- 404 FELIZIANI E, SMILANICK J. L, MARGOSAN D. A. Preharvest fungicide, potassium
405 sorbate, or chitosan use on quality and storage decay of table grapes. **Plant Disease**. Saint Paul.
406 v. 97. 2013. p. 307–314
- 407 FILLINGER, S.; ELAD, Y. **Botrytis - The fungus, the pathogen and its management in**
408 **agricultural systems**. Springer International Publishing, 2016.
- 409 GOMES, A. M. A.; SILVEIRA, E. B.; MARIANO, R. L. R. Tratamento pós-colheita com
410 cálcio e microrganismos para controle da podridão-mole em tomate. **Horticultura Brasileira**,
411 Brasília, v. 23, n. 1, p. 108-111, 2005.
- 412 HERVIEUX, V., YAGANZA, E.S., ARUL, J., TWEDDELL, R.J. Effect of organic and
413 inorganic salts on the development of *Helminthosporium solani*, the causal agent of potato
414 silver scurf. **Plant Disease**. Saint Paul, v. 86, p.1014–1018. 2002.
- 415 HUSAINI, A. M.; NERI, D. **Strawberry: growth, development and diseases**. Boston: CABI,
416 2016.

- 417 IBGE -INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário.
418 2006. Online. Disponível em: [http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf)
419 [51/agro_2006.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf). Acesso em: 23 Jul. 2016.
- 420 IPPOLITO, A., NIGRO, F. **Natural antimicrobials in postharvest storage of fresh fruit and**
421 **vegetables**. In: Roller, S. (Ed.), **Natural Antimicrobials for the Minimal Processing of**
422 **Foods**. CRC Press, Boca Raton, DC, USA, pp. 201–234. 2003.
- 423 IPPOLITO, A., SCHENA, L., PENTIMONE, I., NIGRO, F. Control of postharvest rots of
424 sweet cherries by pre-and postharvest applications of *Aureobasidium pullulans* in combination
425 with calcium chloride or sodium bicarbonate. **Postharvest Biology and Technology**,
426 Amsterdam, v. 36, n. 3, p. 245-252, 2005.
- 427 JANISIEWICZ, W.J., KORSTEN, L. Biological control of postharvest diseases of fruit. *Annu.*
428 *Rev. Phytopathology*. Saint Paul. v. 40, p. 411–441. 2002.
- 429 JOHNSON, D. S., DOVER, C. J. Factors influencing the bruise susceptibility of Bramley's
430 seedling apples. In: **International conference on agricultural mechanization, Zaragoza,**
431 **Spain, 27-30 March 1990. Workshop on impact damage of fruits and vegetables. Volume**
432 **2**. Feria Técnica Internacional de la Maquinaria Agrícola, 1990. p. 87-94.
- 433 KADER, A. A. Quality and its maintenance in relation to the postharvest physiology of
434 strawberry. In: DALE, A.; LUBY, J. J. (eds.). **The strawberry into 21st century**. Portland:
435 Timber Press, 1991. p. 145-152
- 436 KARABULUT, O.A., LURIE, S., DROBY, S. Evaluation of the use of sodium bicarbonate,
437 potassium sorbate and yeast antagonists for decreasing postharvest decay of sweet cherries.
438 **Postharvest Biology and Technology**. Amsterdam, v. 23, 2001. p.233–236.
- 439 KHAMIS Y, SERGIO R. R. Applications of salt solutions before and after harvest affect the
440 quality and incidence of postharvest gray mold of 'Italia' table grapes. **Postharvest Biology**
441 **and Technology**. Amsterdam, v. 87. 2014. p.95–102
- 442 LOPES, U. P. **Podridões pós-colheita em morango: etiologia e efeito de produtos**
443 **alternativos**. 2011. 14 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Minas
444 Gerais.

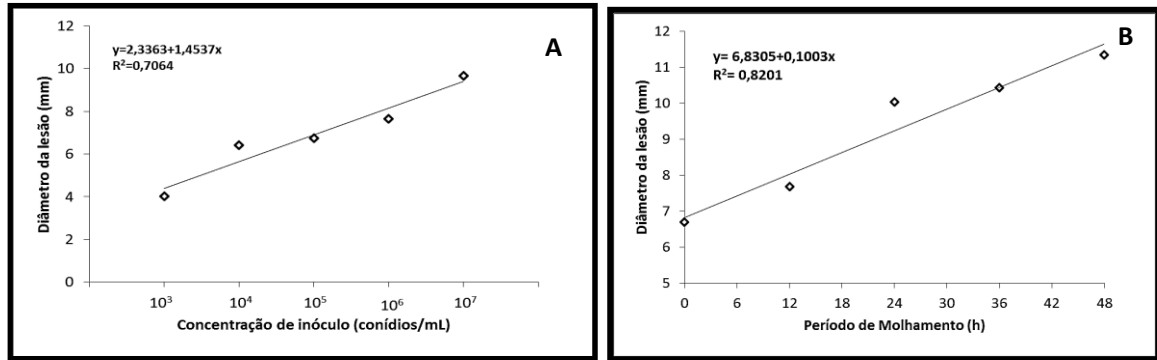
- 445 MARI, M., GREGORI, R., DONATI, I. Postharvest control of *Monilinia laxa* and *Rhizopus*
446 *stolonifer* in stone fruit by peracetic acid. **Postharvest Biology and Technology**. Amsterdam,
447 v. 33, 2004. p.319–325.
- 448 MICHAILIDES, T. J.; MORGAN, D. P.; LUO, Y. Epidemiological assessments and
449 postharvest disease incidence. In: PRUSKY, D.; GULLINO, M. L. (eds.) **Postharvest**
450 **pathology, plant pathology in the 21st Century**. Netherlands: Springer Science Business
451 Media B.V., 2010. v. 2, p. 69-88.
- 452 MLIKOTA GABLER, F., SMILANICK, J.L., Postharvest control of table grape gray mold on
453 detached berries with carbonate and bicarbonate salts and disinfectants. **American Journal of**
454 **Enology and Viticulture**. Davis, v. 52, 12–20. 2001.
- 455 NIGRO, F., SCHENA, L., LIGORIO, A., Control of table grape storage rots by pre-harvest
456 applications of salts. **Postharvest Biology and Technology**. Amsterdam, v. 42. 2006. p.142–
457 149
- 458 NIGRO, F.; IPPOLITO, A.; LIMA, G. Use of UV-C light to reduce *Botrytis* storage rot of table
459 grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 13, n. 3, p. 171-181, 1998.
- 460 OLIVEIRA, T. A. S., BLUM, L. E. B., DUARTE, E. A. A., TAVARES, G. M., LUZ, E. D. M.
461 N. Fatores epidemiológicos de *Phytophthora palmivora* afetando a severidade da podridão-dos-
462 frutos do mamoeiro na pós-colheita. **Summa Phytopathologica**, v. 40, n. 3, p. 256-263, 2014.
- 463 PALOU, L., USALL, J., MUNOZ, J.A., SMILANICK, J.L., VINAS, I. Hot water, sodium
464 carbonate, and sodium bicarbonate for the control of postharvest green and blue molds of
465 Clementine mandarins. **Postharvest Biology and Technology**. Amsterdam, v. 24, p. 93–96.
466 2002.
- 467 PALOU, L., USALL, J., SMILANICK, J.L., AGUILAR, M.-J., VINAS, I. Evaluation of food
468 additives and alternative chemicals for the control of *Penicillium digitatum* Sacc. and
469 *Penicillium italicum* Wehmer on citrus fruit. **Pest Management Science**. Sussex, v. 58, 2002.
470 p.459–466.
- 471 PUNJA, Z.K., GROGAN, R.G. Effects of inorganic salts, carbonate bicarbonate anions,
472 ammonia, and the modifying influence of pH on sclerotial germination of *Sclerotium rolfsii*.
473 **Phytopathology**. Saint Paul, v. 72, p.635– 639. 1982.

- 474 RIGOTTI, S., VIRET, O., GINDRO, K., Two New Primers Highly Specific for the Detection
475 of *Botrytis cinerea* Pers. Fr. **Phytopathologia Mediterranea**, v. 45, n. 3, p. 253-260, 2006.
- 476 ROMANAZZI, G.; FELIZIANI, E. ***Botrytis cinerea* (Gray Mold)**. In: BAUTISTA-BAÑOS,
477 S. (Ed) **Post harvest decay: Control Strategies**. Elsevier, London, p. 131-144, 2014.
- 478 SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. (eds). **Morango: produção**. Pelotas: Embrapa Clima
479 Temperado, 2003. p. 12.
- 480 SILVEIRA, N. S. S.; MICHEREFF, S. J.; MARIANO, R. L. R.; TAVARES, L. A.; MAIA, L.
481 C. Influência da temperatura, período de molhamento e concentração do inóculo de fungos na
482 incidência de podridões pós-colheita em frutos de tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**,
483 Brasília, v. 26, n. 1, p. 33-38, 2001.
- 484 SIVAKUMAR, D., HEWARATHGAMAGAE, N.K., WILSON WIJERATNAM, R.S.,
485 WIJESUNDERA, R.L.C. Effect of ammonium carbonate and sodium bicarbonate on
486 anthracnose of papaya. **Phytoparasitica**. Bet Dagan, v. 30, p. 486– 492. 2002.
- 487 SMILANICK, J.L., MANSOUR, M.F., MARGOSAN, D.A., MLIKOTA GABLER, F.,
488 GOODWINE, W.R. Influence of pH and NaHCO₃ on effectiveness of imazalil to inhibit
489 germination of *Penicillium digitatum* and to control postharvest green mold on citrus fruit.
490 **Plant Disease**. Saint Paul, v. 89, p.640– 648. 2005.
- 491 STEEL, C.C. Effects of altered UV light and climate change on the susceptibility of grapevines
492 to fungal diseases. **The Australian Grapegrower and Winemaker**. v. June, 2001. p.13-15
- 493 VILANOVA, L., VIÑAS, I., TORRES, R., USALL, J., JAUSET, A.M., TEIXIDÓ, N.
494 Infection capacities in the orange-pathogen relationship: Compatible (*Penicillium digitatum*)
495 and incompatible (*Penicillium expansum*) interactions. **Food Microbiology**. London v.29, 2012
496 p. 56–66.
- 497 WEISING K., NYBOM H., WOLFF K., MEYER W. **DNA Fingerprinting in Plants and**
498 **Fungi**. CRC Press, Boca Raton. 1995.
- 499 WILD, B.L. Fungicidal activity of potassium sorbate against *Penicillium digitatum* as affected
500 by thiabendazole and dip temperature. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, 32, 1987. p.41–47.

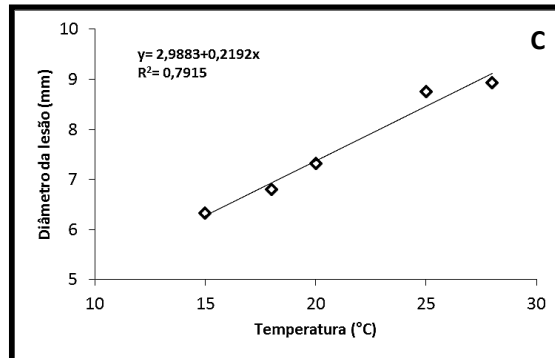
501 YOUSSEF, K.; ROBERTO, S. R. Applications of salt solutions before and after harvest affect
502 the quality and incidence of postharvest gray mold of 'Italia' table grapes **Postharvest Biology**
503 **and Technology**, Amsterdam, v. 87, p. 95–102, 2014.

504

505

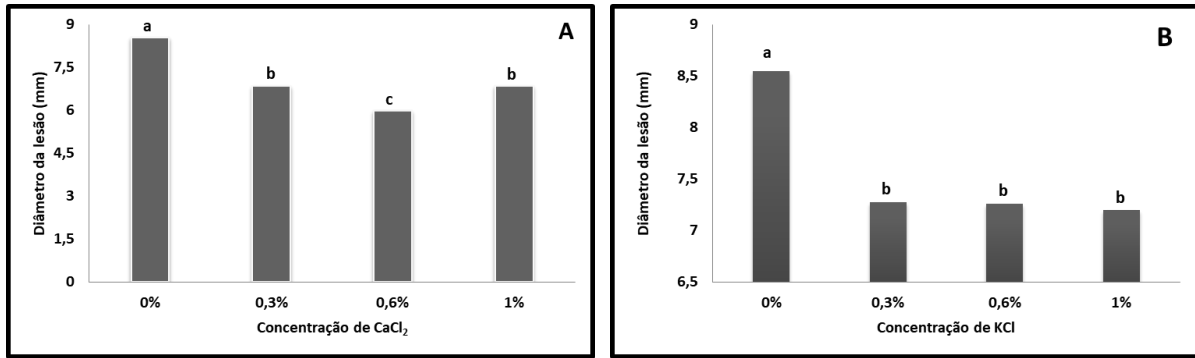


506

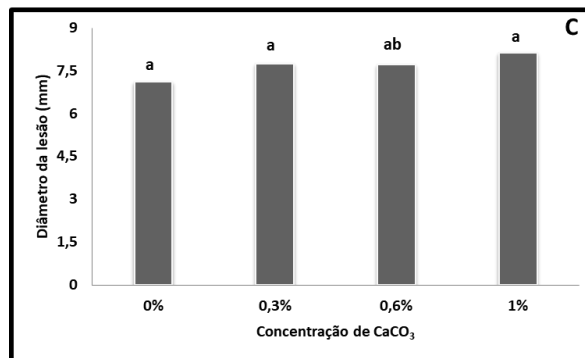


507 **Figura 1.** Curva de progresso da severidade da doença baseada na influência da concentração de
 508 inóculo (1A), período de molhamento (1B) e temperatura (1C) do isolado BC5 de *Botrytis cinerea*.
 509

510



511



512 **Figura 2.** Influência da concentração de cloreto de cálcio (CaCl₂) (2A), cloreto de potássio (KCl) (2B),
 513 e carbonato de cálcio (CaCO₃) (2C), sobre morangos infectados por *Botrytis cinerea*. Médias seguidas
 514 de mesma letra diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

515 **Tabela 1.** Atributos físico-químicos de frutos de morangueiro após tratamentos com sais inorgânicos e inoculados com *Botrytis cinerea*

| Concentração ¹ | Acidez Titulável (AT) (g.ác.cítrico.100g ⁻¹ polpa) | | | Sólidos Solúveis Totais (SST) (°Brix) | | | Firmeza (Newtons) | | | pH | | |
|---------------------------|--|---------|-------------------|--|--------|-------------------|----------------------|-----------|-------------------|-------------------|-----------|-------------------|
| | CaCl ₂ | KCl | CaCO ₃ | CaCl ₂ | KCl | CaCO ₃ | CaCl ₂ | KCl | CaCO ₃ | CaCl ₂ | KCl | CaCO ₃ |
| 0,3 | 1,40 a ² | 1,36 a | 1,84 a | 6,76 a | 6,68 a | 7,04 a | 4,26 a | 4,09 a | 4,20 a | 2,17 a | 2,64 a | 3,42 a |
| 0,6 | 0,32 b | 1,30 a | 2,00 a | 7,60 a | 7,16 a | 6,60 a | 4,19 a | 3,41 a | 3,98 a | 2,69 a | 2,73 a | 3,41 a |
| 1 | 1,42 a | 0,32 b | 1,80 a | 6,96 a | 7,12 a | 6,40 a | 4,17 a | 4,90 a | 3,77 a | 2,62 a | 2,68 a | 3,50 a |
| Testemunha | 0,82 ab | 0,82 ab | 1,90 a | 6,96 a | 6,96 a | 6,40 | 4,52 a | 4,52 a | 3,80 a | 2,65 a | 2,00 b | 3,38 a |
| CV (%) | 49,65 | 48,0 | 9,89 | 15,07 | 11,47 | 6,99 | 16,24 | 20,54 | 21,21 | 2,53 | 2,34 | 2,02 |

516 ¹Concentração dos tratamentos em porcentagem (%). ²Médias na coluna seguidas pela mesma letra não diferem significativamente ($P \leq 0,05$) entre si pelo teste de Tukey.517 CV = Coeficiente de Variação; CaCl₂ = Cloreto de Cálcio; KCl = Cloreto de Potássio; CaCO₃ = Carbonato de Cálcio.

518

Conclusões Gerais

CONCLUSÕES GERAIS

- A severidade do mofo cinzento em frutos de morangueiro progrediu de acordo o aumento da concentração de inóculo (10^7 conídios mL^{-1}), sob a temperatura de 28 °C e um período de molhamento de 48 h em câmara úmida;
- Os tratamentos protetores de morangos em pós-colheita com cloreto de cálcio e cloreto de potássio proporcionaram efeito positivo no manejo do mofo cinzento;
- O carbonato de cálcio não proporcionou efeito positivo para o manejo do mofo cinzento em morangos, ou seja, não reduziu a severidade de *B. cinerea*;
- Não foram observadas alterações nos atributos físico-químicos que comprometessem a qualidade do morango em pós-colheita.