

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUL DE
MINAS GERAIS - IFSULDEMINAS**

Claudio Soares Reis

**PRODUTOS ALTERNATIVOS COMO FERRAMENTA PARA O MANEJO DE
DOENÇAS EM FRUTOS DE MAMOEIRO PÓS-COLHEITA**

**Machado/MG
2019**

Claudio Soares Reis

**PRODUTOS ALTERNATIVOS COMO FERRAMENTA PARA O MANEJO DE
DOENÇAS EM FRUTOS DE MAMOEIRO PÓS-COLHEITA**

Dissertação apresentada ao IFSULDEMINAS,
como parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência e
Tecnologia de Alimentos, para a obtenção do
título de Mestre.

Orientador: Dr^a. Dalilla Carvalho Rezende

**Machado/MG
2019**

R299p

Reis, Claudio Soares

Produtos alternativos como ferramenta para o manejo de doenças em frutos de mamoeiro pós-colheita / Claudio Soares Reis. – Machado: [s.n.], 2019.

44 p.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Dalilla Carvalho Rezende.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Machado.

Inclui bibliografia

1. Biofertilizante. 2. Fitopatologia. 3. Segurança alimentar. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Machado. II. Título.

CDD: 632.3

Claudio Soares Reis

**PRODUTOS ALTERNATIVOS COMO FERRAMENTA PARA O MANEJO DE
DOENÇAS EM FRUTOS DE MAMOEIRO PÓS-COLHEITA**

Dissertação apresentada ao IFSULDEMINAS,
como parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência e
Tecnologia de Alimentos, para a obtenção do
título de Mestre.

APROVADA em xx (dia) de xxxx (mês) de xxxx (ano)

Prof.^a. Dr.^a. Katia Alves Campos
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Sul de Minas Gerais
Campus Machado

Prof.^a. Dr.^a. Cynthia de Melo Rocha
Fundação Educacional de Machado

Prof.^a. Dr.^a. Dalilla Carvalho Rezende
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Sul de Minas Gerais
Campus Machado

À Deus primeiramente e eternamente pela concessão de tão divina oportunidade, à minha noiva Crislene Silva de Sousa pelo incentivo, apoio e participação em todas as etapas do curso, por sempre acreditar e incansavelmente me acompanhar fisicamente e espiritualmente em todas as etapas deste tão sonhado Mestrado.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe pelo apoio incondicional em todos os meus objetivos almejados e orações contínuas para que sempre voltasse para casa com minha integridade física e mental, de modo que nenhum mal me ocorresse diante de tantos perigos encontrados em rodovia e em todos os lugares que viesse a permanecer.

À minha família que sempre me apoiou em meus estudos, fazendo sempre tudo ao alcance deles para me ajudar de modo que eu pudesse sempre estar concluindo todos os objetivos e etapas para a conclusão do mestrado, interpretando sempre como causa e vitória de todos nós.

Agradeço de forma especial à minha professora e orientadora Dalilla Carvalho Rezende que ao longo de todo curso me apoiou, orientou, aconselhou e ajudou de forma direta com o experimento do meu trabalho, em todas as suas etapas. E agradeço principalmente pela oportunidade de poder conhecer e conviver com uma pessoa tão admirável, de tanta força e garra, que passei a enxergar como um exemplo de profissional e pessoa.

À minha gerente operacional, Helen Gomes, que buscou sempre conciliar minhas obrigações do ofício com o mestrado de forma que nenhuma delas ficasse prejudicada e, conseqüentemente, à empresa Stillus Alimentação Ltda, por atender ao pedido da gerente Helen, e apoiar a minha entrada no programa do mestrado.

Ao meu amigo e colega de curso do mestrado Hercules Marzoque, que durante todo o curso foi constantemente solícito e sempre muito atento com as palavras e orientações certas, no momento oportuno e quando mais era necessário.

À toda a turma de alunos, com a qual compartilhamos diversas experiências e aprendizados que utilizarei e carregarei por toda a vida.

A todos os professores, por destinarem seu tempo a dividir com nós, alunos, o bem mais precioso que têm: o conhecimento, pois, através das aulas e ensinamentos, me torno cada vez um profissional mais experiente, podendo multiplicar assim também o meu conhecimento e aprendizado, me tornando um ser humano melhor e contribuindo para a formação de um mundo melhor através dos caminhos da educação.

Agradeço ao Instituto Federal do Sul de Minas – *Campus* Machado pela oferta do curso de mestrado profissional em Ciências e Tecnologia de Alimentos, e assim pôde tornar possível e concreto meu objetivo e capacitar a todos aqueles que buscam realizar seus sonhos e objetivos através da educação. Agradeço a todos os funcionários do Instituto, desde professores até os serviços gerais, pois todos têm sua importância no funcionamento do

campus.

Aos colegas de pesquisa do Grupo de Estudos e Pesquisas em Fitopatologia do IFSULDEMINAS – *Campus* Machado, que estiveram presente no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Fernando de Divisa Nova pela doação dos mamões.

Agradeço à professora Dr^a. Brígida Monteiro Vilas Boas por toda disponibilidade em ceder o Laboratório de Bromatologia para realização das análises físico químicas do experimento, e ao técnico do laboratório, Leandro Rossi Castilho, por estar sempre solícito em todas as necessidades referentes ao laboratório, e aos demais alunos bolsistas que acompanharam os experimentos.

Agradeço também à PPI – Pró Reitoria de Pesquisa Pós-Graduação e Inovação pela concessão de bolsa de iniciação científica e fomento para condução da pesquisa.

“Que seu remédio seja seu alimento, e que seu alimento seja seu remédio.”

Hipócrates

RESUMO

Doenças de pós-colheita podem trazer importantes prejuízos, pois causam deterioração do produto e inviabilizam a comercialização do mesmo por conta da redução da qualidade dos frutos. No mamão, essas perdas podem ocorrer principalmente durante o armazenamento dos frutos. Dentre essas doenças, podemos citar podridões causadas por fungos do gênero *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia*, *Fusarium*, *Phoma*, *Rhizopus*, entre outros. Desse modo, para o manejo dessas doenças em pós-colheita, muitos agrotóxicos são utilizados de maneira indiscriminada e podem causar problemas de toxicidade aos consumidores e ao meio ambiente, além da pequena quantidade de produtos registrados disponíveis no mercado. Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi verificar o potencial de produtos alternativos como ferramenta para o manejo das doenças de pós-colheita em frutos de mamoeiro, bem como avaliar as características físico-químicas dos mesmos após os tratamentos com tais produtos. Os frutos de mamoeiro foram primeiramente selecionados, higienizados e imersos em solução contendo produtos comerciais à base de extrato de alga (*Ascophyllum nodosum*), fosfito de potássio e fertilizante organomineral. Posteriormente, num segundo momento, os frutos foram submetidos à câmara úmida por 48h e as avaliações se sucederam a cada 24h por 7 dias. Foram realizadas análises físico-químicas dos frutos após os tratamentos com os produtos alternativos, sendo eles coloração da casca, firmeza da polpa, pH, acidez titulável e sólidos solúveis totais. Os produtos alternativos testados reduziram a incidência das doenças em pós-colheita no primeiro dia de experimento e nos demais não houve diferença significativa. Os tratamentos utilizados foram eficientes para a redução da severidade das doenças de pós-colheita ao longo dos dias de avaliação. Quanto aos atributos físico-químicos, não houve diferença significativa entre os tratamentos indicando potencial desses produtos para o manejo de doenças em pós-colheita de frutos de mamoeiro sem alteração na qualidade dos mesmos.

Palavras-chave: Biofertilizante. Fitopatologia. Segurança Alimentar.

ABSTRACT

Post-harvest diseases can cause important losses because they cause product deterioration and make commercialization of the product impossible due to the reduction in fruit quality. In papaya, these losses can occur mainly during the storage of the fruit. Among these diseases, we can mention rotteness caused by fungi of the type *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia*, *Fusarium*, *Phoma*, *Rhizopus*, among others. In this way, for the postharvest management of these diseases, many pesticides are used indiscriminately and can cause toxicity problems for both consumers and the environment. In this context, the objective of the study was to verify the potential of alternative products as a tool for the management of post-harvest diseases in papaya fruits as well as to evaluate their physicalchemical characteristics after treatment with such products. The selected papaya fruits were sanitized and immersed in solution containing commercial products based on algae extract (*Ascophyllum nodosum*), potassium phosphite and organomineral fertilizer. Subsequently, the fruits were submitted to a humid chamber for 48 hours and evaluations were performed every 24 hours for 7 days. Physical-chemical analyses of the fruit were carried out after treatment with alternative products, such as peel color, pulp firmness, pH, titratable acidity and total soluble solids. The tested alternative products reduced the incidence of post-harvest diseases on the first day of the experiment and there was no significant difference on the others. The treatments used were efficient to reduce the severeness of post-harvest diseases throughout the evaluation days. As for the physicalchemical attributes, there was no significant difference between the treatments, indicating the potential of these products for the management of post-harvest diseases of papaya fruit without changes in their quality.

Keywords: Biofertilizer. Phytopathology. Food Safety.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO 1..... | 10 |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 10 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA..... | 12 |
| 2.1 A fruticultura e a cultura do mamoeiro..... | 12 |
| 2.2 Doenças do mamoeiro..... | 13 |
| 2.3 Manejo pós-colheita das doenças em frutos de mamoeiro..... | 18 |
| 2.4 Produtos alternativos para o controle de doenças..... | 19 |
| 2.4.1 Extrato de algas..... | 19 |
| 2.4.2 Fosfito de potássio..... | 21 |
| 2.4.3 Fertilizante organomineral..... | 22 |
| 3 REFERÊNCIAS..... | 24 |
| | |
| CAPÍTULO 2..... | 30 |
| PRODUTOS ALTERNATIVOS COMO FERRAMENTA PARA O MANEJO DE DOENÇAS EM FRUTOS DE MAMOEIRO PÓS-COLHEITA..... | 30 |

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura está entre os principais geradores de renda, emprego e de desenvolvimento rural do agronegócio brasileiro. Os índices de produtividade e os resultados comerciais obtidos nas últimas safras são fatores que demonstram não apenas a vitalidade como também o potencial desse segmento produtivo (IBRAF, 2007). Dentre as frutas em destaque em nosso país pode-se citar o mamão, em que o Brasil é o segundo produtor mundial.

As doenças pós-colheita do mamão são muito influentes na redução da qualidade e produção dos frutos, sendo um dos fatores principais para as perdas que ocorrem durante o armazenamento. Prejuízos em embarques terrestres e aéreos podem chegar a 40 e 30%, respectivamente (REZENDE; MARLIMATINS, 2005).

O controle químico ainda é o método mais utilizado atualmente, entretanto, o uso de agrotóxicos na pós-colheita torna-se um problema devido aos resíduos que fazem o produto menos atrativo para o consumidor, além da sua toxicidade ao ambiente e animais (AGRIOS, 2005). Preocupados com os riscos à saúde promovidos pelos agrotóxicos e com a resistência de patógenos a fungicidas, o mercado nacional – e principalmente o internacional – de frutas tem reduzido a tolerância de resíduos dos mesmos. Dessa forma, a retirada de alguns produtos do mercado têm levado ao aumento das pesquisas envolvendo a utilização de agentes alternativos para o controle de doenças de pós-colheita (CIA et al., 2007).

Neste contexto, uma das alternativas é a utilização de agentes bióticos ou abióticos para o manejo dessas doenças, como os extratos de algas marinhas, encontrados comumente na literatura como bioestimulantes, o fosfito de potássio que é um composto utilizado na agricultura como fertilizante foliar e tem apresentado efeitos positivos no manejo de doenças pós-colheita (MELO, 2017), e o fertilizante organomineral, um produto alternativo que está sendo testado no controle de doenças, que melhora o estado nutricional das plantas. Os nutrientes podem funcionar como cofatores de enzimas que participam do metabolismo de defesa das plantas (AMARAL, 2008).

Considerando a potencialidade dos produtos alternativos na agricultura e a demanda por métodos menos tóxicos para o controle de doenças, o objetivo do presente trabalho foi

avaliar o efeito do extrato de algas, do fosfito de potássio e fertilizante organomineral como ferramenta para o manejo de doenças pós-colheita em frutos de mamoeiro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A fruticultura e a cultura do mamoeiro

Com grande destaque, a fruticultura brasileira gera emprego e renda aquecendo o agronegócio do país e os índices de produtividade e os resultados comerciais obtidos nas últimas safras são fatores que demonstram não apenas a vitalidade como também o potencial desse segmento produtivo (IBRAF, 2007).

O mamoeiro é uma planta, tipicamente tropical, vigorosa, que apresenta crescimento regular e produz excelentes frutos em temperatura média ideal em torno de 25°C, podendo variar de 22 a 26 °C, e quantidade razoável de chuva ou irrigação (TRINDADE, 2000).

Quando se refere à produção de mamão, o Brasil se destaca como o segundo maior produtor, superado apenas pela Índia. No país, as condições para o desenvolvimento da cultura são muito favoráveis e observa-se a possibilidade de cultivo em todas as regiões, durante o ano inteiro (DANTAS; JUNGHANS; LIMA, 2013).

Como o mamoeiro é uma planta de ciclo relativamente curto e, considerando que a colheita começa em torno de dez meses após o plantio no campo, pode-se planejar a implantação do pomar de maneira que o maior número de colheitas ocorra no período do ano em que o preço é compensador. O mamoeiro é uma das poucas frutíferas capazes de produzir durante todo o ano, representando uma das atividades de maior expressão econômica, ressaltando inclusive sua função social, geradora de empregos e absorvedora de mão-de-obra de forma contínua (DANTAS; JUNGHANS; LIMA, 2013).

De acordo com Bron e Jacomino (2007), o mamão é considerado um fruto climatérico, pois estudos sobre fisiologia pós-colheita pesquisaram condições ideais para armazenamento de maçãs, identificando, então, um aumento brusco na respiração dos frutos durante o amadurecimento, que denominaram climatérico. Algum tempo depois, foi constatado que nem todos os frutos apresentavam essa elevação na respiração durante o amadurecimento, casos, por exemplo, da laranja e do limão. A partir daí, os frutos começaram a ser classificados de acordo com suas atividades respiratórias, após a colheita, como sendo climatéricos e não-climatéricos.

Nessa classificação tradicional, frutos climatéricos são aqueles cujo amadurecimento é acompanhado por um distinto aumento na atividade respiratória. São exemplos de frutos climatéricos o abacate, a banana, a manga, o mamão, a pêra e o maracujá. Quando o etileno passou a ser identificado como o hormônio do amadurecimento, não mais se discutiu o

amadurecimento e o climatério sem se referir a ele; ou seja, o comportamento do etileno durante a pós-colheita foi incorporado ao conceito inicial de frutos climatéricos.

Dessa forma, os frutos climatéricos passaram a ser aqueles em que ocorre também um pico de produção de etileno, podendo esse pico coincidir ou ocorrer antes da máxima atividade respiratória. Geralmente, os frutos climatéricos são colhidos ainda verdes para facilitar o manuseio e ampliar o tempo de conservação, uma vez que normalmente apresentam taxas respiratórias mais elevadas. Nesse caso, o processo de amadurecimento ocorre com o fruto separado da planta mãe.

Mais uma complementação foi então acrescentada ao conceito inicial de frutos climatéricos: são frutos que amadurecem mesmo depois de colhidos. A colheita é feita destacando o fruto da planta por simples torção e após a colheita o pedúnculo deve ser aparado deixando 1 cm. Quando na colheita o pedúnculo é arrancado provoca ferimentos nos tecidos possibilitando a entrada de patógenos. Além disso, o fruto do mamoeiro possui uma casca muito fina, facilmente danificável, e pequenas lesões durante o manuseio podem causar danos que também são porta de entrada para micro-organismos. Portanto, qualquer que seja o manejo de colheita e pós-colheita, devem ser evitados danos mecânicos aos frutos tais como abrasões, cortes e choques, pois os frutos mecanicamente danificados apodrecem mais rapidamente do que os outros intactos.

2.2 Doenças do mamoeiro

Muitas doenças acometem o mamoeiro no campo e na pós-colheita. A etiologia, incidência e severidade dessas doenças dependem das condições edafo-climáticas locais das lavouras (VENTURA; REZENDE, 2016). Dentre os agentes causais das enfermidades que podem atacar o mamoeiro temos oomicetos, vírus, bactérias, fitoplasmas, nematoides e fungos. As viroses constituem o principal grupo de doenças que se manifestam no mamoeiro, ocasionando grandes perdas na produção, podendo chegar à destruição total das plantações afetadas, provocando mudança constante de zonas produtoras e afastando-as cada vez mais do mercado consumidor (LIMA; LIMA, 2002).

De acordo com Gomes (1996), alguns fatores externos influenciam na conservação do fruto na pós-colheita. A temperatura afeta diretamente a respiração, a transpiração e outros aspectos fisiológicos das plantas. A cada aumento de 10°C na temperatura ambiente aumenta em duas ou três vezes a velocidade de deterioração do fruto. A diminuição da temperatura

reduz a respiração desses frutos, assim a temperatura de conservação deve ser respeitada de acordo com a característica de cada espécie. Se não respeitada, a temperatura pode causar escurecimento da casca, da polpa, perda da capacidade de maturação, facilidade de deterioração por micro-organismos e perda do sabor natural.

O mamão é um exemplo de fruta sensível ao frio. A maioria das hortaliças, frutas e o mamão se enquadram nessa exigência, requerem umidade relativa do ar entre 85 e 95% para manutenção da qualidade e temperatura entre 25 e 28°C. A umidade relativa do ar afeta a transpiração, mas também afeta a respiração, pois em altas umidades relativas ocorre a máxima respiração e o rápido amadurecimento do fruto.

Práticas adequadas de colheita como a realização da mesma no momento ideal de maturação, transporte e embalagens adequadas até sua comercialização, garantindo um produto de boa qualidade ao consumidor, podem reduzir o envelhecimento natural da fruta.

As infecções ativas ou não latentes ocorrem quando os frutos já iniciaram ou completaram o processo de maturação, progredindo na medida em que as condições ambientais favorecem o crescimento do patógeno. Nessas infecções, a penetração se processa principalmente por ferimentos causados durante as operações de colheita, armazenamento e comercialização ou, em alguns casos, pode ocorrer pela superfície intacta do fruto (BENATO, 1999). Mudanças fisiológicas normais do hospedeiro, manuseio incorreto ou condições ambientais adversas podem dar início à transição da fase de latência para a fase ativa, promovendo o desenvolvimento da doença no pós-colheita.

As doenças pós-colheita do mamão são as principais responsáveis pelas perdas que ocorrem durante o armazenamento do fruto. Na pós-colheita, muitas doenças são de importância econômica, representando perdas que podem variar de 1 a 93%, dependendo do manejo pós-colheita e processos de acondicionamento. Dentre elas destacam-se como as principais: a Antracnose, a Mancha-chocolate, a Podridão preta ou Podridão Seca, a Podridão de *Lasioidiplodia*, a Mancha de *Alternaria*, a Podridão de *Fusarium*, a Podridão de *Stemphylium* e a Podridão de *Rhizopus* (REZENDE; MARTINS apud BERGAMIN FILHO; KIMATI; AMORIM, 2005).

A antracnose é a principal doença pós-colheita do mamão, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*. Embora as lesões sejam manifestadas quando o fruto está amadurecendo, esse fungo acomete os frutos ainda quando estão no campo. É um dos principais problemas para a comercialização e consumo do fruto do mamoeiro, sendo esta

doença encontrada em todas as áreas produtoras de mamão do mundo. Além de economicamente tornar o fruto impróprio para o comércio. Essa doença é limitante em países produtores como Havaí, México e em muitas outras regiões tropicais.

Na última década as plantações de mamão em todo o mundo aumentaram em um 5,63% ao ano, devido à alta demanda desta fruta por suas propriedades nutritivas, medicinais e pelo seu sabor. Além disso, ao nível de produção, é um cultivo que oferece renda aos produtores a partir dos seis meses, porém a sua produção e exportação a outros países é afetada devido à presença da antracnose, a qual causa grandes danos na fruta tanto no campo como na pós-colheita. Foram estimadas as perdas pós-colheita no cultivo de mamão entre 25-40% devido a problemas fitossanitários, entre os quais está a antracnose, que prejudica a qualidade do fruto, afetando, assim, os países líderes de exportação como o México, que chegou a atingir perdas econômicas de aproximadamente US\$ 28 milhões (RAMOS, 2017).

Os métodos de controle dessa doença muitas vezes são realizados por meio de medidas culturais ainda no campo, mantendo-se o bom arejamento das plantas, evitando a cobertura dos frutos com sacos de papel ou plástico, mantendo a limpeza do pomar e realizando a queima de todos os resíduos. Além disso, pulverizações com fungicidas cúpricos são realizadas com a finalidade de reduzir o inóculo na área (PICCININ; PASCHOLATI; DI PIERO, 2005).

A mancha chocolate, causada por uma raça diferente de *Colletotrichum*, consiste em manchas pequenas, circulares e irregulares, de coloração marrom avermelhada, levemente deprimidas e superficiais que aumentam com o amadurecimento do fruto. Geralmente a infecção ocorre nos primeiros estágios de desenvolvimento do fruto. Condições ambientais que favorecem o patógeno são alta temperatura (ótimo de 28°C) e umidade (VENTURA; REZENDE, 2016). Esta doença causa perdas significativas ao produtor, pois causa queda prematura do fruto (TRINDADE, 2000).

Os sintomas da podridão preta ou podridão seca são vistos no pedúnculo, principalmente, e na superfície dos frutos. Na região peduncular há formação de podridão firme, seca e escura, revestida às vezes de um micélio branco do patógeno. Já na superfície são formadas manchas pequenas, de aspecto encharcado, que mais tarde tornam-se deprimidas, firmes, secas e pretas, com manchas translúcidas. O patógeno sobrevive principalmente em folhas e pecíolos mortos, onde estão os esporos (conídios e ascósporos). A doença ocorre com mais severidade em regiões tropicais com baixa umidade relativa, seguida

de chuvas, proporcionando maior facilidade de penetração do fungo. O ataque intenso pode até mesmo causar a morte de plantas (RITZINGER; SOUZA, 2000).

Os sintomas da podridão de *Lasiodiplodia* são lesões escuras nos frutos, deixando-os com uma superfície rugosa, resultado da formação de picnídios em estromas. As lesões apresentam uma ampla margem de tecido encharcado, o que diferencia esta doença da podridão seca. É um fungo de crescimento rápido, geralmente promovendo o apodrecimento e mumificação de grande parte do fruto (VENTURA; REZENDE, 2016). A doença foi registrada também em frutos de maracujazeiro no município de Piracuruca (PI), em 1998, afetando os frutos de maracujazeiro do tipo Amarelo e causando total prejuízo à produção da terceira florada. As plantas afetadas manifestavam sintomas nos frutos a partir da fase de maturação. Os frutos apresentavam, inicialmente, manchas superficiais de coloração marrom-clara, formato arredondado, semelhantes às manchas da antracnose. Essas manchas, ao evoluírem, alargavam-se, tornando-se progressivamente mais escuras, até ficarem completamente negras (VIANA; SOBRINHO, 1998).

Os sintomas da mancha de *Alternaria* são lesões circulares a ovais, de coloração preta, na superfície dos frutos, as quais podem ser cobertas de esporos do fungo. São restritas à superfície do fruto, não causando podridão da polpa. A doença ocorre geralmente em frutos transportados ou armazenados sob refrigeração (ambientes secos e com baixas temperaturas) (MARTINS; COSTA, 2003).

A podridão de *Fusarium* no Brasil foi apontada por Peres et al. (2000) como o gênero de maior ocorrência, seguido de *Phoma*. Os sintomas da podridão de *Fusarium* são lesões pequenas, secas e deprimidas na superfície do fruto, tornando-se, com o tempo, cobertas por um crescimento fúngico (micélio e conídios) branco compacto. A doença geralmente se manifesta quando o fruto começa a amadurecer, progredindo com a elevação da temperatura.

Os sintomas da podridão de *Stemphylium* são lesões circulares, pequenas, inicialmente de coloração marrom, as quais posteriormente aumentam de tamanho, desenvolvendo margens avermelhadas a púrpuras. No centro da lesão são formadas massas de esporos de cor verde-escura e micélio branco-acinzentado. O tratamento pelo calor e armazenamento em temperatura baixa aumentam a suscetibilidade do fruto à infecção (VENTURA; REZENDE, 2016).

A podridão de *Rhizopus* é uma doença comum de pós-colheita, observada durante o armazenamento e trânsito de frutos, sendo raramente vista no campo. Esta doença ocorre

durante todo o ano, sendo mais frequente durante o período chuvoso. O fungo é um patógeno não especializado que invade os tecidos através de ferimentos, apodrecendo rapidamente frutos inteiros e deixando intacta apenas a cutícula. Causa podridão mole e aquosa na polpa do fruto e produz esporos em abundância na sua parte externa. Evolui rápido tornando a fruta coberta por um micélio branco e uma massa de esporângios negros. A temperatura ótima para seu crescimento está em torno de 25°C durante o armazenamento ou transporte. Umidade elevada é indispensável para a infecção, que pode ocorrer nos frutos ainda no pomar, se as condições forem favoráveis. Esse patógeno possui esporos resistentes que proporcionam a sua sobrevivência por vasto período em solos, caixas, contêineres e locais com alta umidade, onde podem rapidamente se dispersar e causar podridão mole em outros frutos aceleradamente (OLIVEIRA, 2007).

Os índices de perdas de frutos em pós-colheita são geralmente reflexos dos percentuais de incidência das doenças verificados nessa fase, uma vez que os frutos são desqualificados para comercialização pela simples presença dos sintomas, independente da intensidade das mesmas (CAPPELLINI; CEPONIS, 1984; GULLINO, 1994). Assim, a grande diversidade de doenças pós-colheita provenientes de infecções latentes e/ou ativas constatada neste estudo sugere a necessidade do emprego de medidas de controle mais efetivas durante as fases de produção e pós-colheita de frutos de mamão, incluindo práticas e métodos que induzam resistência dos frutos aos patógenos, visando propiciar a redução de perdas.

Tendo em vista todas as perdas no processo pós-colheita em geral, a Fundação João Pinheiro realizou um estudo sobre o desperdício agrícola no Estado de Minas Gerais em oito regiões (Região Metalúrgica e Campo das Vertentes; Zona da Mata; Sul de Minas; Triângulo e Alto Paranaíba; Alto São Francisco; Noroeste e Paracatu; Jequitinhonha e Rio Doce), sendo estas consideradas representativas do Brasil. No estudo ficou demonstrado que é necessária a produção de 1,45 kg de hortícolas para que o consumidor tenha acesso a 1,0 kg dessas hortaliças em sua mesa, ou seja, mais de 30% da produção são desperdiçadas. Esse mesmo percentual se aplica para as frutas. Neste estudo, o fator de perda do mamão é de 1,44 kg (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Após análise de cada uma das doenças do mamoeiro entendemos que vários são os fatores que contribuem para diminuir as perdas pós-colheita, como controle de umidade e temperatura do fruto pós-colheita, onde a umidade relativa do ar entre 85 e 95% para

manutenção da qualidade e temperatura entre 25 e 28°C, observando ainda meios físicos que garantem a integridade do fruto para melhor armazenamento e transporte do mesmo, métodos de colheita que evitam ferimentos do fruto, a conservação do fruto para a comercialização e consumo mais rápida (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

2.3 Manejo pós-colheita das doenças em frutos de mamoeiro

Uma das principais limitações na produção e comercialização de frutas são as expressivas perdas pós-colheita, processo que envolve as etapas desde a colheita até a mesa do consumidor.

O potencial de conservação de um fruto está diretamente relacionado com o manejo adequado após a colheita, com as condições climáticas durante a produção e ainda com as práticas culturais adotadas (CHITARRA; CHITARRA, 1990). Desta forma, a qualidade de um fruto é dependente da adoção de um conjunto de medidas que se iniciam na formação do pomar e terminam com a distribuição do fruto no mercado consumidor.

Atualmente, um dos meios mais eficientes para o manejo das doenças pós-colheita é a pulverização preventiva pré-colheita com produtos indutores de resistência e fungicidas alternativos, observando o tipo de defensivo a utilizar, a praga a ser controlada, a época de aplicação, a incidência de inimigos naturais e ainda ter controle com a irrigação na planta. Isso ocorre pois, mesmo que os sintomas dessas doenças não sejam diagnosticados no campo, elas podem aparecer na fase de amadurecimento, transporte, embalagem e comercialização (OLIVEIRA; SANTOS FILHO; MEISSNER FILHO, 2011). Ainda, Carvalho (2013) afirma em sua pesquisa que os extratos de algas podem ser aplicados através do tratamento de sementes, da irrigação do solo, pulverização foliar ou em combinação de duas ou mais formas. Além disso, é necessário definir o método de aplicação para ser utilizado quanto às frequências e épocas de aplicações de forma a influenciar no crescimento vegetal (CARVALHO, 2013).

Outra alternativa para o manejo de doenças na pós-colheita em mamões é o tratamento hidrotérmico aliado à aplicação de fungicidas (VENTURA; REZENDE, 2016). Há três métodos que podem ser empregados para o tratamento térmico de frutos: hidrotérmico, vapor aquecido e ar seco aquecido, além de sistemas com infravermelho e micro-ondas. O controle de patógenos ocorre pelo fato de esporos e infecções quiescentes estarem presentes na

superfície ou nas primeiras camadas celulares do fruto. Muitos frutos toleram temperaturas de 50 a 60 °C por até 10 minutos, mas exposições por tempos menores a essas temperaturas podem controlar muitos patógenos de pós-colheita (NEVES, 2009). Baixas concentrações de fungicidas podem ser aplicadas como complemento do tratamento hidrotérmico, permitindo, então, um controle mais efetivo com redução de resíduos (BARKAI-GOLAN, 2001).

É importante salientar que o tratamento hidrotérmico pode causar alterações no metabolismo do fruto e conseqüente descaracterização da palatabilidade, sendo necessário um rígido controle da temperatura da água e do tempo de imersão.

2.4 Produtos alternativos para o controle de doenças

2.4.1 Extrato de algas

Algumas algas são utilizadas para diversas finalidades, desde segmentos alimentícios, farmacêuticos, cosméticos, da indústria tintureira até o emprego em sistemas de produção agrícola (CABRAL et al., 2011). No caso da agricultura, as algas marinhas são utilizadas como fertilizantes desde o século XIV, principalmente em áreas agrícolas próximas ao mar.

O *Ascophyllum nodosum* destaca-se entre as espécies de algas marinhas comumente empregadas na produção agrícola. Esta alga tem sido muito estudada por suas propriedades que possibilitam desde maior desenvolvimento das plantas ao uso na alimentação humana e animal (CARVALHO, 2013).

Extratos de algas compostos por *A. nodosum*, quando introduzidos em cultivares de frutas, proporcionam aumento da resistência aos ataques microbiológicos, apresentando frutos de qualidade, bem como rendimento (PAIVA, 2013). Koyama et al. (2012), avaliando o efeito de *A. nodosum* em tomate cultivado em campo e cultivo protegido, verificaram que a dose de 0,3% de extrato de alga, aplicada a cada quinze dias, proporcionou o aumento da produção sem alterar as características dos frutos e o crescimento vegetativo da planta. O uso do extrato de *A. nodosum* nas culturas comerciais em geral encontra-se em plena expansão, necessitando de informações mais precisas em relação ao seu uso adequado. Ainda, a aplicação do Extrato de algas em diferentes períodos do ciclo da cultura do melão sob diferentes fracionamentos de doses promoveu incrementos na produtividade dos frutos na ordem de 6,12 a 10,77%. As variáveis físicas, em destaque a espessura de casca, também foram favorecidas pela aplicação (MENDONÇA JUNIOR et al., 2017).

E, ainda segundo Paiva (2019), conclui-se em sua pesquisa com frutos do morango que o produto à base de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* inibe o crescimento micelial do patógeno *Rhizopus stolonifer* à medida que sua concentração é aumentada e reduz a incidência de podridão mole nos frutos de morango quando tratados na concentração de 40 mL L⁻¹ e inoculados por meio de disco de meio contendo fitopatógeno.

Fatores como temperaturas negativas, exposição a intempéries e crescimento total em imersão em água salgada podem ter proporcionado a *A. nodosum* a síntese de compostos “anti-stress” que promovem benefício à planta como aumento da resistência à doenças. Compostos presentes em algas marinhas podem desempenhar importantes funções biológicas, entre elas: atividade antimicrobiana direta, influenciando as interações entre planta-patógeno ou ativando mecanismos de defesa das plantas tratadas (PAULERT, 2005).

Para Oliari (2015), uma alternativa para a manutenção da qualidade pós-colheita, em associação ao armazenamento a frio, é o uso do extrato de algumas espécies de algas marinhas que, por possuírem uma concentração de fitormônios, como as auxinas, giberelinas e citocininas, podem retardar o amadurecimento e senescência com perda de qualidade comestível e perdas na comercialização dos frutos em pós-colheita.

Fan et al. (2014) efetuaram a aplicação pré-colheita de *A. nodosum* em espinafre (*Spinacia oleracea*) e avaliaram os efeitos no processo de armazenamento. Como resultado, foi observado que a concentração de aproximadamente 1,0g L⁻¹ proporcionou maior qualidade pós-colheita das folhas de espinafre, pois reduziu a perda de massa fresca e melhorou a qualidade visual durante o período de armazenamento.

A demanda por produtos naturais para o controle de doenças de plantas vem aumentando rapidamente devido às tendências atuais do mercado, que buscam disponibilizar produtos fitossanitários cada vez menos tóxicos ao homem e ao meio ambiente (PAULERT, 2005). Acredita-se que o emprego de extratos de algas na pós-colheita de frutos e hortaliças possa apresentar grande potencial de utilização, entretanto, são necessários mais estudos para comprovar e adequar o emprego dos extratos.

2.4.2 Fosfito de potássio

Os fosfitos são compostos produzidos à base de Fósforo (P). O ácido fosforoso (H_3PO_3) é o precursor do fosfito que, ao reagir com uma base, como, por exemplo, hidróxido de potássio (KOH), origina o sal fosfito de potássio. Apesar de serem absorvidos pelas folhas e raízes, os fosfitos não são oxidados ou metabolizados pelas plantas (SANTOS; NERES; LIMA, 2013).

Atualmente, existem inúmeras marcas comerciais de fosfitos em diversas formulações no mercado brasileiro. Os interesses no uso do fosfito como fertilizante foram renovados no início dos anos 90, quando Lovatt (1999) descobriu que a deficiência de P causava trocas no metabolismo do nitrogênio e a aplicação foliar de fosfito de potássio recuperava o crescimento normal de plantas cítricas. Dessa maneira, em função de suas características, os fosfitos podem ser registrados como fungicidas ou fertilizantes.

Os fosfitos são capazes de influenciar negativamente no desenvolvimento dos fitopatógenos, sua fungitoxidade varia entre as espécies e depende principalmente da exposição do patógeno a estes compostos (DALIO et al., 2012). Devido à capacidade dos fosfitos em afetar a síntese da parede celular, esses produtos reduzem a esporulação e o crescimento micelial dos fitopatógenos, exercendo atividade fungistática, resultando na redução de doenças (ROMA, 2013).

Para espécies de *Phytophthora*, diferentes autores relatam a influência negativa do fosfito na produção de esporângios e zoósporos (DOLAN; COFFEY, 1998; GUEST; GRANT, 1991; GREENHALGH et al., 1994; WILKINSON et al., 2001), sendo que esses resultados são importantes do ponto de vista epidemiológico, pois levam à redução do potencial de inóculo e, por consequência, redução na intensidade da doença (DALIO et al., 2012). É provável que a inibição da esporulação aconteça devido à influência das concentrações de fosfito sobre o crescimento micelial e/ou na percepção/transdução de sinais, o que resulta na mudança do estado vegetativo para o reprodutivo, como uma estratégia de sobrevivência do microrganismo (TZORTZAKIS; EKONOMAKIS, 2007).

Durante o processo evolutivo, as plantas desenvolveram mecanismos de defesa que as fazem aptas a reconhecer invasores e, como consequência, evitar a colonização de patógenos em seus tecidos, utilizando diferentes estratégias, como a produção de fitoalexinas, morte celular programada, produção de PR-proteínas, entre outros (DALIO et al., 2014). O tratamento com fosfito em folhas de *Arabidopsis thaliana* desencadeou o processo de morte celular local e o acúmulo de compostos fenólicos ao redor das células infectadas. Dessa

forma, o crescimento e a produção de esporângio por *Phytophthora palmivora* foi inibido (DANIEL; GUEST, 2006). Recentemente, alguns autores relataram que o tratamento de fosfito tem levado algumas espécies de hospedeiro ao estado de *priming*, que é a potencialização de enzimas ligadas ao sistema de defesa da planta e ao aumento de compostos fenólicos e fitoalexinas no sítio de infecção, mostrando significativas reduções na doença após a inoculação com o patógeno (DALIO et al., 2014; ESHRAGHI et al., 2011). Portanto, é possível inferir que o fosfito atua de duas formas sobre o patógeno: inibindo diretamente o desenvolvimento do microrganismo e/ou induzindo mecanismos de defesa do hospedeiro contra o fitopatógeno (DALIO et al., 2012; JACKSON et al., 2000).

Embora grande parte dos trabalhos envolvendo fosfito trate-se do controle de doenças causadas pelo grupo dos oomicetos, Roma (2013) verificou que o tratamento de uvas com fosfito de potássio em pós-colheita reduziu a incidência de importantes doenças, na ocasião, avaliou-se o resultado do fosfito de potássio para patógenos como o *Rhizopus stolonifer*, causador da podridão mole, *Botrytis cinerea*, causador do mofo cinzento e *Colletotrichum gloeosporioides*, causador da podridão da uva madura, tanto “in vitro” quanto em bagas. Os estudos e avaliações chegaram à redução de 63% no caso da podridão mole na maior concentração utilizada e ainda o produto não alterou a qualidade das uvas. Levando-se em consideração o baixo risco à saúde exibido por produtos que contêm resíduos de fosfito (EUROPEAN COMMISSION, 2013) e o efeito deste produto no controle de doenças, o uso de fosfito de potássio em pós-colheita torna-se uma alternativa ambiental, social e economicamente vantajosa, já que os mesmos são produtos de baixo custo.

2.4.3 Fertilizante organomineral

O organomineral é um exemplo de fertilizante com efeitos benéficos que podem potencializar o cultivo de verduras e frutos. Nestes, a proteção do íon fosfato evita sua fixação pelo solo, a disponibilidade do N é mais lenta e gradual e o K são adsorvidos em parte pelo húmus, evitando sua lixiviação. Dessa forma, a associação de fração orgânica aos minerais melhora o fornecimento de macro e micronutrientes às plantas (ALBUQUERQUE et al., 2010). A aplicação de fertilizantes via foliar possibilita a utilização de menores quantidades de adubos, tornando-os mais eficientes (MARTINS; PEREIRA; REIS, 2010).

Segundo Almeida et al. (2008), foi observado que os resultados do uso do fertilizante

em feijoeiro para controle de mosca branca indicam que as aplicações do produto podem induzir à síntese de substâncias químicas de defesa, afetando negativamente a preferência da mosca *Bemisia tabaci*, uma das principais pragas que transmite doenças viróticas do grupo Gemminivirus para oviposição. Contudo, estudos com cenoura resultaram em diminuição de teores nutricionais, conforme Kaseker (2014) quando afirma que a aplicação de fertilizante organomineral à base de extrato de algas exerce efeito benéfico para a cultura da cenoura, proporcionando maior diâmetro radicular, maior desenvolvimento da parte aérea e maior produtividade, mesmo em solo com alta fertilidade. Contudo, neste estudo, o acentuado aumento da produção de matéria de seca de folhas e de raízes resultou em diminuição de teores nutricionais, em ambas as partes.

3 REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5. ed. San Diego: Elsevier Academic Press, 2005.

ALBUQUERQUE, A.W.; ROCHA, E.S.; COSTA, J.V.; FARIAS, A.P.; BASTOS, A.L. Produção de helicônia Golden Torch influenciada pela adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.10, p.1052-1058, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-43662010001000005>>. Acesso em: 02 nov. 2019.

ALMEIDA, G. D. de et al. Fertilizante organomineral como indutor de resistência contra a colonização da mosca branca no feijoeiro. **IDESIA** (Chile), v. 26, n. 1, Enero-abril 2008. Disponível em: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-34292008000100004&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 07 dez. 2019

AMARAL, D. R. **Formulações de extratos vegetais e micronutrientes na indução de resistência em mudas de cafeeiro contra *Cercospora coffeicola***. 92 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2008. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/2907/2/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Formula%C3%A7%C3%B5es%20de%20extratos%20vegetais%20e%20micronutrientes%20na%20indu%C3%A7%C3%A3o%20de%20resist%C3%Aancia%20em%20mudas%20de%20cafeeiro%20contra%20Cercospora%20coffeicola.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2019.

BARKAI-GOLAN, R. **Postharvest diseases of fruits and vegetables: development and control**. 1.ed. Amsterdam: Elsevier, 2001.418p

BENATO, E.A. **Controle de doenças pós-colheita em frutos tropicais**. Summa Phytopathologica 25:90-93. 1999.

BRON, I. U.; JACOMINO, A. P. Classificação de frutos por “climatério” é conceito em extinção? **Visão Agrícola**, n. 7. jan/jun 2007. Disponível em: <<https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va07-fisiologia01.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2019.

CABRAL, I.S.R. et al. Produtos naturais de algas marinhas e seu potencial antioxidante e antimicrobiano. **Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.29, n.2, p.181-192, 2011.

CAPPELLINI, R.A.; CEPONIS, M.J. Postharvest losses in freshfruits and vegetables: postharvest losses in perishable crops. In: Moline, H.E. (Ed.) **Postharvest pathology of fruits and vegetables: postharvest losses in perishable crops**. Berkeley. University ofCalifornia Agricultural Experiment Station. 1984. pp.24-30.

CARVALHO, M. E. A. de. **Efeitos do extrato de *Ascophyllum nodosum* sobre o desenvolvimento e produção de cultivos**. Dissertação. (Mestrado). USP, 2013. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11144/tde-13032013-133345/publico/Marcia_Eugenia_Amaral_de_Carvalho_versao_revisada.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2019.

CIA, P.; PASCHOLATI, S.F.; BENATO, E.A. Indução de resistência no manejo de doenças pós-colheita. In: RODRIGUES, F.A.; ROMEIRO, R.S. (Org.). **Indução de Resistência em**

Plantas a Patógenos. **Anais da III Reunião Brasileira sobre Indução de Resistência em Plantas a Patógenos**. Viçosa: UFV, v. 1, p. 245-268, 2007.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manejo**. 2 ed. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990.

DALIO, R.J.D.; RIBEIRO JUNIOR, P.M.; RESENDE, M.L.V.; SILVA, A.C.; BLUMER, S.; PEREIRA, V.F.; OSSWALD, W.; PASCHOLATI, S.F. O triplo modo de ação dos fosfitos em plantas. In: LUZ, W.C. (Org.). **Revisão Anual de Plantas**: RAPP, Passo Fundo, v. 20, 2012.

DALIO, R.J.D.; FLEISCHMANN, F.; HUMEZ, M.; WOLFGANG, O. Phosphite protects *Fagus sylvatica* seedling towards *Phytophthora plurivora* via local toxicity, priming and facilitation of pathogen recognition. **Plos One**, California., 2014. Disponível em: <www.plosone.org>. Acesso em: 02 nov. 2019.

DANIEL, R.; GUEST, D. I. Phosphite induces defence responses in *Arabidopsis thaliana* challenged with *Phytophthora palmivora*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 96, 2006.

DANTAS, J. L. L.; JUNGHANS, D. T.; LIMA, J. F. **Mamão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

DOLAN, T.E.; COFFEY, M.D. Correlative in vitro and in vivo behavior of mutant strains of *Phytophthora palmivora* expressing different resistances to phosphorous acid and fosetyl-Na. **Phytopathology**, St. Paul, v.78, p.974-978, 1988.

EDITORA GAZETA. **The weather is of no help**. Disponível em: <<http://www.editoragazeta.com.br/flip/anuario-fruticultura-2017/files/assets/basic-html/page12.html>>. Acesso em: 11 dez. 2019.

EUROEPAN COMMISSION. Heath & Consumers Directorate-General. **Review report for the active substance potassium phosphonates**. Brussels. 2013.

ESHLAGHI, L.; ANDERSON, J.; ARYAMANESH, N.; SHEARER, B.; MCCOMB, J.; HARDY, G.E.S.; O'BRIEN, P.A. Phosphite primed defence responses and enhanced expression of defence genes in *Arabidopsis thaliana* infected with *Phytophthora cinnamomi*. **Plant Pathology**, London, v.60, 2011.

FAN, D. et al. Preharvest treatment of spinach with *Ascophyllum nodosum* extract improves post-harvest storage and quality. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.170, p.70-74, 2014.

GOMES, M.S.O. **Conservação pós-colheita: frutas e hortaliças**. Brasília. Embrapa-SPI. 1996. 134 p.

GREENHALGH, F.C.; DE BOER, R.F.; MERRIMAN, P.R.; HEPWORTH, G.; KEANE, P.J. Control of *Phytophthora* root rot of irrigated subterranean clover with potassium phosphonate in Victoria, Austrália. **Plant Pathology**, St. Paul, v.43, p.1009-1019, 1994.

GULLINO, M.L. Lotta biológica a funghi agenti di marciumi della frutta in post-raccolta. **Informatore Fitopatologico** 4:5-13. 1994

GUEST, D.; GRANT, B.R. The complex action of phosphonates as antifungal agents. **Biological Review**, Cambridge, v. 66, p. 159-187, 1991.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS (IBRAF). **Cadeia produtiva de frutas**. Brasília: MAPA, 2007. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/servicos/ser_documentos.asp> Acesso em: 11 nov. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal-PAM.

JACKSON, T.J.; BURGESS, T.; COLQUHOUN, I.; HARDY, G.E.S.; JACKSON, T.J. Action of the fungicide phosphite on *Eucalyptus marginata* inoculated with *Phytophthora cinnamomi*. **Plant Pathology**. St. Paul, v.49, 2000.

KASEKER, J. F. et al. Alteração do crescimento e dos teores de nutrientes com utilização de fertilizante organomineral em cenoura. **Revista Ceres**, v. 61, n. 6, nov-dez, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-737X2014000600011&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 04 dez. 2019.

KOYAMA, R.; BETTON, M.M.; RODER, C., ASSIS, A.M.; ROBERTO, S.R.; MÓGOR, A.F. Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis no desenvolvimento vegetativo e na produção do tomateiro. **Revista Ciências Agrárias**. v.55, p.282-287, 2012.

LIMA, R, C. A; ARAÚJO J. A L. Guerra às viroses do mamão. Universidade Federal do Ceará- Seagri-Ceará. **Rev. Cultivar Hortaliças e Frutas**, n.14, junho/julho de 2002. Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/artigos/guerra-as-viroses-do-mamao>>. Acesso em 04 ago. 2019.

LOVATT, C.J. Foliar phosphorus fertilization of citrus by foliar application of phosphite. In: REZENDE, Dalilla Carvalho. **Fosfito de potássio com controle de *Phytophthora spp.* em citros e faia e seu modo de ação**. Tese (Doutorado). 2014. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11135/tde-28042015-134251/publico/Dalilla_Carvalho_Rezende.pdf>. Acesso em: 02 maio 2019.

MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. (eds.) **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória, ES: Incaper, 2003. Disponível em: <<https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/924/1/Livro-A-Cultura-do-Mamoeiro-1.pdf>>. Acesso em: 08 dez. 2019

MARTINS, C.R.A.; PEREIRA, S.H.; REIS, F.E. Lecitina, silicone e amido na adubação foliar de couve (*Brassica oleracea* L.). **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.6, p.1470-1476, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-7054201000060001>>. Acesso em: 02 nov. 2019

MANCIN, C. A.; SOUZA, O. P.; MELO, B. **Cultura do mamoeiro**. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/mamao.html>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

MELO, T. A. **Efeito do extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum* e do fosfito de potássio na morfofisiologia do fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, na indução de resistência em mangas ‘Tommy Atkins’ contra a antracnose e em características físicas e químicas desses frutos**. Tese (Doutorado). USP. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11135/tde-20032018-05839/publico/Thiago_Anchieta_de_Melo.pdf>. Acesso em: 04 set. 2019.

MENDONÇA JUNIOR, A.F. et al. **Produção de melão sob uso de extrato de algas, *Ascophyllum nodosum* (L.)**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC’ 2017. 8 a 11 de agosto de 2017, Belém-PA, Brasil. Disponível em: <http://www.confrea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2017/agronomia/99_pdmsudedaa.nl.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2019.

NEVES, L. C. **Manual pós-colheita da fruticultura brasileira**. Londrina: EDUEL, 2009, 494 p.

OLIARI, I. C. R.; **Extrato de algas no controle da podridão parda e na qualidade pós-colheita de ameixas**. Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Área de Concentração em Produção Vegetal. Universidade Federal De Santa Catarina Centro De Ciências Agrárias Guarapuava, 2015.

OLIVEIRA, A. A. R.; SANTOS FILHO, H. P.; MEISSNER FILHO, P, E. **Manejo de Doenças do mamoeiro**. 2011. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/910300/manejo-de-doencas-do-mamoeiro>>. Acesso em: 10 de abril de 2018.

PAIVA, M. J. do AMARAL et al. Efeito de Ativadores de Resistência à Doenças sobre Incidência de Mancha de Diplodia em Folhas de Milho. In: **Seminário Nacional da Estabilidade e Produtividade da Farinha de Milho**, 12, 2013, Dourados. Boletim de pesquisa e desenvolvimento. Embrapa: Brasília, 2013. Disponível em: <<https://www.cpa0.embrapa.br/cds/milhosafarinha2013/PDF/35.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2019.

PAULERT, R. **Atividade antimicrobiana e controle da antracnose do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) utilizando polissacarídeo e extratos da macroalga marinha *Ulva fasciata***. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia. Florianópolis/SC, 2005. 107 p. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/101868>>. Acesso me: 05 jul. 2019.

PERES, A.P.; MACHADO, J.C.; CHITARRA, A.B.; LIMA, L.C.O. Perfil enzimático de fungos associados à podridão peduncular do mamão. **Ciência Agropecuária**, n. 24:295-299. 2000.

PICCININ, E., PASCHOLATI, S. F.; DI PIERO, R. M. Doenças da goiabeira. In: KIMATI, H., AMORIM, L. REZENDE, J. A. M; BERGAMIN FILHO, A., CAMARGO, L.E.A. (Ed.).

Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 4. ed. São Paulo: Ceres, 2005. v. 2.

RAMOS, I. A. Q. **A Antracnose, uma doença limitante para a produção de mamão.** Disponível em: <<https://www.croplifela.org/pt/component/search/?searchword=antracnose&searchphrase=all&Itemid=662>>. Acesso em: 10 dez. 2019

REZENDE, J. A. M.; MARTINS, M. C. Doenças do mamoeiro. In: BERGAMIN FILHO; KIMATI; AMORIM (ed.). **Manual de Fitopatologia.** 4. ed. São Paulo: Agronomica Ceres, 2005.

RITZINGER, C. H. S. P.; SOUZA, J. da S. (orgs). **Mamão: fitossanidade.** Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA). — Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 77p.; (Frutas do Brasil; 11). Disponível em: <<http://frutvasf.univasf.edu.br/images/mamaofitossanidade.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2019.

ROMA, R. C. C. **Fosfito de potássio no controle de doenças pós-colheita em bagas de uva Itália e possíveis mecanismos de ação à Rhizopus stolonifer.** 2013. 117p. Doutorado em Fitopatologia, ESALQ, Piracicaba, Brasil. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11135/tde-21032014-160753/fr.php>>. Acesso em: 15 out. 2019.

SANTOS, P. R. R. dos; NERES, J. R. F.; LIMA, F. S. de O. **Diferentes doses de fosfito no desempenho agrônômico da cultura da soja.** 2013. XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 34. 28 de julho a 2 de agosto de 2013. Florianópolis, SC. Disponível em: <<https://www.sbc.org.br/cbcs2013/anais/arquivos/1159.pdf>>. Acesso em 02 jun. 2019.

TRINDADE, A. V. Mamão. **Produção: aspectos técnicos.** Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA). — Brasília: Embrapa. Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 77p.; (Frutas do Brasil; 3). Disponível em: <<http://www.frutvasf.univasf.edu.br/images/mamaoproducao.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2019.

TZORTZAKIS, N.G.; ECONOMAKIS, C.D. Antifungal activity of lemongrass (*Cymbopogon citratus* L.) essential oil against key postharvest pathogens. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, Amsterdam, v.8, p.253-258, 2007.

VENTURA, J.A.; REZENDE, J.A.M. Doenças do Mamoeiro. In: KIMATI, H., AMORIM, L. REZENDE, J. A. M; BERGAMIN FILHO, A., CAMARGO, L.E.A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas.** 5. ed. São Paulo: Ceres, 2016. v. 2.

VIANA, F. M. P.; SOBRINHO, C. A. Podridão de Lasiodiplodia: nova doença do fruto do maracujazeiro. **Comunicado Técnico**, n.89, dez/98, p. 1-4. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/83337/1/CT890001.pdf>>. Acesso em 06 dez. 2019.

ZAMBOLIM, L. et al. Controle de doenças em pós-colheita de frutas tropicais. In: Zambolim, L. (Ed.) **Manejo integrado: fruteiras tropicais – doenças e pragas.** Viçosa. UFV. 2002. pp.443-511.

WILKINSON, C.J.; HOLMES, J.M.; DELL, B.; TYNAN, K.M.; McCOMB, J.A.; SHEARER, B.L.; COLQUHOUN, I.J.; HARDY, G.E.S. Effect of phosphite on in plantazospore production of *Phytophthora cinnamomi*. **Plant Pathology**, St. Paul, v.50, p.587-593, 2001.

CAPÍTULO 2

Produtos alternativos como ferramenta para o manejo de doenças em frutos de mamoeiro pós-colheita

Resumo

Doenças de pós-colheita podem trazer importantes prejuízos, pois causam deterioração do produto e inviabilizam a comercialização do mesmo por conta da redução da qualidade dos frutos. No mamão, essas perdas podem ocorrer principalmente durante o armazenamento dos frutos. Dentre essas doenças, podemos citar podridões causadas por fungos do gênero *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia*, *Fusarium*, *Phoma*, *Rhizopus*, entre outros. Desse modo, para o manejo dessas doenças em pós-colheita, muitos agrotóxicos são utilizados de maneira indiscriminada e podem causar problemas de toxicidade aos consumidores e ao meio ambiente, além da pequena quantidade de produtos registrados disponíveis no mercado. Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi verificar o potencial de produtos alternativos como ferramenta para o manejo das doenças de pós-colheita em frutos de mamoeiro, bem como avaliar as características físico-químicas dos mesmos após os tratamentos com tais produtos. Os frutos de mamoeiro foram primeiramente selecionados, higienizados e imersos em solução contendo produtos comerciais à base de extrato de alga (*Ascophyllum nodosum*), fosfito de potássio e fertilizante organomineral. Posteriormente, num segundo momento, os frutos foram submetidos à câmara úmida por 48h e as avaliações se sucederam a cada 24h por 7 dias. Foram realizadas análises físico-químicas dos frutos após os tratamentos com os produtos alternativos, sendo eles coloração da casca, firmeza da polpa, pH, acidez titulável e sólidos solúveis totais. Os produtos alternativos testados reduziram a incidência das doenças em pós-colheita no primeiro dia de experimento e nos demais não houve diferença significativa. Os tratamentos utilizados foram eficientes para a redução da severidade das doenças de pós-colheita ao longo dos dias de avaliação. Quanto aos atributos físico-químicos, não houve diferença significativa entre os tratamentos indicando potencial desses produtos para o manejo de doenças em pós-colheita de frutos de mamoeiro sem alteração na qualidade dos mesmos.

Palavras-chave: Biofertilizante. Fitopatologia. Segurança Alimentar.

Abstract

Post-harvest diseases can cause important losses because they cause product deterioration and

make commercialization of the product impossible due to the reduction in fruit quality. In papaya, these losses can occur mainly during the storage of the fruit. Among these diseases, we can mention rottenness caused by fungi of the type *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia*, *Fusarium*, *Phoma*, *Rhizopus*, among others. In this way, for the postharvest management of these diseases, many pesticides are used indiscriminately and can cause toxicity problems for both consumers and the environment. In this context, the objective of the study was to verify the potential of alternative products as a tool for the management of post-harvest diseases in papaya fruits as well as to evaluate their physicalchemical characteristics after treatment with such products. The selected papaya fruits were sanitized and immersed in solution containing commercial products based on algae extract (*Ascophyllum nodosum*), potassium phosphite and organomineral fertilizer. Subsequently, the fruits were submitted to a humid chamber for 48 hours and evaluations were performed every 24 hours for 7 days. Physical-chemical analyses of the fruit were carried out after treatment with alternative products, such as peel color, pulp firmness, pH, titratable acidity and total soluble solids. The tested alternative products reduced the incidence of post-harvest diseases on the first day of the experiment and there was no significant difference on the others. The treatments used were efficient to reduce the severeness of post-harvest diseases throughout the evaluation days. As for the physicalchemical attributes, there was no significant difference between the treatments, indicating the potential of these products for the management of post-harvest diseases of papaya fruit without changes in their quality.

Keywords: Biofertilizer. Phytopathology. Food Safety.

1. Introdução

Segundo o Instituto Brasileiro da Fruta-IBRAF, o Brasil é o segundo produtor mundial com uma produção que gira em torno de 1,4 milhão toneladas/ano, situando-se entre os principais países exportadores (IBRAF, 2007). O mamão (*Carica papaya* L.) é uma das frutas mais cultivadas e consumidas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, sendo utilizada amplamente em dietas alimentares pelo seu valor nutritivo e digestivo (CHEN et al., 1991). Apesar disso, segundo a FAO (2011) cerca de um terço da produção mundial de alimentos é perdida, o que corresponde a 1,3 bilhões de toneladas por ano. Essas perdas podem ocorrer por diversos fatores desde a cadeia de produção até o armazenamento, seja por falhas no processamento e/ou comercialização e perdas por doenças de pós-colheita.

Cada vez mais o mercado exige frutas com alta qualidade e com menor uso de agrotóxicos; além disso, o controle alternativo é uma opção, já que muitos fitopatógenos estão cada vez mais resistentes aos compostos químicos sintéticos existentes (NEGREIROS et al., 2013). Os fungos são os principais agentes causais e responsáveis por 80 a 90% das perdas em pós-colheita. Isso ocorre porque os frutos têm pH abaixo de 4,5, o que favorece o crescimento dos mesmos (PARISI; HENRIQUE; PRATI, 2015).

Várias doenças acometem os frutos de mamoeiro em pós-colheita e podem levar a perdas significativas, como as podridões que são atribuídas aos fungos dos gêneros *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia*, *Fusarium*, *Phoma*, *Rhizopus*, entre outros (VENTURA; REZENDE, 2016). Além dessas, a antracnose, doença causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, constitui-se uma das doenças mais importantes incidentes sobre frutos maduros em regiões produtoras do mundo. As doenças de pós-colheita são significativas para a economia, pois os frutos atacados por esses patógenos tornam-se inadequados para a comercialização e consumo. Ainda que estes não tenham os sintomas nas condições de campo, as doenças se manifestam posteriormente na fase de embalagem, transporte, amadurecimento e comercialização, causando grande porcentagem de perdas (OLIVEIRA; SANTOS FILHO; MEISSNER FILHO, 2011).

Preocupados com os riscos à saúde promovidos pelos agrotóxicos, somado à resistência de patógenos a fungicidas, o mercado internacional atual de frutas tem reduzido a tolerância de resíduos dos mesmos. Dessa forma, a retirada de alguns produtos do mercado, tem levado ao aumento das pesquisas envolvendo a utilização de agentes alternativos para o controle de doenças de pós-colheita (CIA; PASCHOLATI; BENATO, 2007). Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito direto de produtos comerciais à base de

extrato da alga *Ascophyllum nodosum*, fosfito de potássio e fertilizante organomineral sobre o crescimento micelial do fungo *C. gloeosporioides*, causador da antracnose em mamão, e verificar o potencial dos produtos como ferramenta para o manejo das doenças de pós-colheita do mamão.

2. Material e Métodos

Os experimentos foram instalados no Laboratório de Fitopatologia e no Laboratório de Bromatologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, *Campus Machado*.

Foram testados três produtos alternativos: extrato de alga *A. nodosum*, fosfito de potássio e fertilizante organomineral. Esses produtos são comercializados como fertilizantes foliares, portanto, denominados como produtos alternativos por não serem comumente utilizados no controle químico tradicional de doenças de plantas. O produto à base de extrato de alga *A. nodosum* é uma formulação SL (Suspensão Líquida) com 100% de concentração de extrato da alga, equivalente a 48% de matéria seca. O fosfito de potássio é um produto comercial que possui 36% de P_2O_5 , cuja fonte é o ácido fosforoso, e 20% de K_2O , com densidade de $1,42 \text{ g.L}^{-1}$. O produto comercial denominado fertilizante organomineral classe “A” via foliar possui 8,5% de carbono orgânico total, 6% de nitrogênio, 2,5% de molibdênio e 0,15% de cobalto. Foram utilizadas as seguintes dosagens: extrato de alga *A. nodosum* (80 mL.L^{-1}), fosfito de potássio (50 mL.L^{-1}) e fertilizante organomineral (3 mL.L^{-1}). As dosagens foram determinadas a partir de ensaios preliminares *in vitro*, nos quais foram aplicadas diferentes dosagens dos produtos alternativos, baseadas nos trabalhos de Roma (2013) e Dias (2019).

2.1 Avaliação dos produtos alternativos no controle de doenças pós-colheita em frutos de mamoeiro

Os frutos de mamoeiro, cultivar ‘Formosa’, utilizados nos experimentos, foram doados por um produtor do município de Divisa Nova – MG, e não passaram por nenhum tratamento químico durante o ciclo de produção dos mesmos. Os mamões foram escolhidos em campo de acordo com tamanho e estágio de maturação, sendo selecionados frutos em estágio tipo 1 (CEAGESP, 2019), com 15% da superfície da casca amarelada. Os frutos foram transportados para o Laboratório e submetidos à higienização no mesmo dia da colheita e seleção.

Na higienização, os frutos foram lavados com detergente neutro, enxaguados em água corrente e imersos por 5 minutos em solução de hipoclorito de sódio na concentração de 300 ppm. Posteriormente, foi retirado o excesso de hipoclorito dos frutos com água destilada e deixados para secar em temperatura ambiente por 12 horas.

Com os frutos secos, realizou-se a aplicação dos tratamentos por meio de imersão dos mesmos durante 10 minutos em solução contendo cada produto. Os tratamentos consistiram em soluções contendo os produtos à base de extrato de alga *A. nodosum*, fosfito de potássio e fertilizante organomineral nas concentrações de 80 mL.L⁻¹, 50 mL.L⁻¹ e 3 mL.L⁻¹, respectivamente. Os representantes do tratamento controle foram imersos em água destilada autoclavada. Após a aplicação dos tratamentos, os frutos foram deixados em temperatura ambiente para secagem por 12 horas e, posteriormente, submetidos à câmara úmida por 48h, por meio do acondicionamento em bandejas plásticas contendo algodão umedecido com água destilada autoclavada, cobertas com saco plástico. Após esse período foram avaliadas a incidência (porcentagem de frutos doentes) e severidade (número de lesões em cada fruto) de doenças pós-colheita, a cada 24h por um período de 8 dias.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), contendo três frutos por parcela, quatro tratamentos e seis repetições. O experimento foi realizado duas vezes para confirmação dos resultados. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$) e as variáveis significativas pelo teste F foram comparadas pelo teste Scott-Knott, através do *software* estatístico SISVAR 5.7 (FERREIRA, 2014).

2.2 Avaliação do efeito dos tratamentos sobre a qualidade físico-química em frutos de mamoeiro

Os frutos foram adquiridos, higienizados e os tratamentos aplicados conforme explicitado no item anterior. Após secagem (24h) em temperatura ambiente, os frutos foram avaliados quanto aos atributos físico-químicos: coloração da casca, firmeza da polpa, pH, acidez titulável e sólidos solúveis totais.

A coloração de casca foi avaliada utilizando-se colorímetro, com ângulo de cor em três pontos na região equatorial dos frutos, obtendo-se a média dos pontos avaliados.

A firmeza da polpa foi avaliada com penetrômetro após a retirada da casca, em dois pontos opostos na região equatorial dos frutos, em dois frutos por parcela, obtendo-se a média dos pontos avaliados.

Para a determinação de pH, acidez titulável e sólidos solúveis totais, foi utilizada a polpa da fruta processada, de dois frutos por repetição. As análises foram realizadas em triplicata, das quais foram obtidas as médias dos resultados. O valor de pH foi obtido com

auxílio de Phmetro de bancada. A acidez titulável foi determinada segundo metodologia proposta por Carvalho et al. (1990) e o resultado foi expresso em g de ácido cítrico por 100g de amostra. O teor de sólidos solúveis totais foi determinado utilizando-se refratômetro de bancada para obtenção dos dados em °Brix.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), contendo dois frutos por parcela, quatro tratamentos e 10 repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$) e as variáveis significativas pelo teste F foram comparadas pelo teste Scott-Knott através do *software* SISVAR (FERREIRA, 2014).

3 Resultados e discussão

3.1 Avaliação dos produtos alternativos no controle de doenças pós-colheita em frutos de mamoeiro

Observa-se na Tabela 1 redução significativa da incidência de doenças pós-colheita, causadas por infecções oriundas do campo em frutos de mamoeiro, cultivar ‘Formosa’, no terceiro e quarto dia após a aplicação dos tratamentos com os produtos alternativos. Em comparação ao tratamento controle, no terceiro dia após a aplicação dos produtos, o extrato de alga e o fertilizante organomineral apresentaram maior percentual de redução de incidência, cerca de 84,2%. No quarto dia após a aplicação dos tratamentos, o extrato de alga se manteve como melhor tratamento, com redução percentual de 75% da incidência de doenças. Após o quinto dia, a incidência de doenças nos frutos tratados com os produtos alternativos não diferiu do tratamento controle.

Tabela 1. Incidência de doenças pós-colheita em frutos mamoeiro, cultivar ‘Formosa’, causadas por infecções oriundas do campo ao longo de 7 dias após aplicação dos tratamentos.

| Tratamento | Tempo (dias após aplicação dos tratamentos) | | | | |
|----------------------------|---|--------|--------|--------|--------|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Controle | 47,5 a | 80 a | 80 a | 90 a | 100 a |
| Extrato de alga | 7,5 b | 20 b | 32,5 a | 70 a | 77,5 a |
| Fosfito de potássio | 20 b | 40 b | 42,5 a | 77,5 a | 77,5 a |
| Fertilizante organomineral | 7,5 b | 27,5 b | 27,5 a | 82,5 a | 82,5 a |

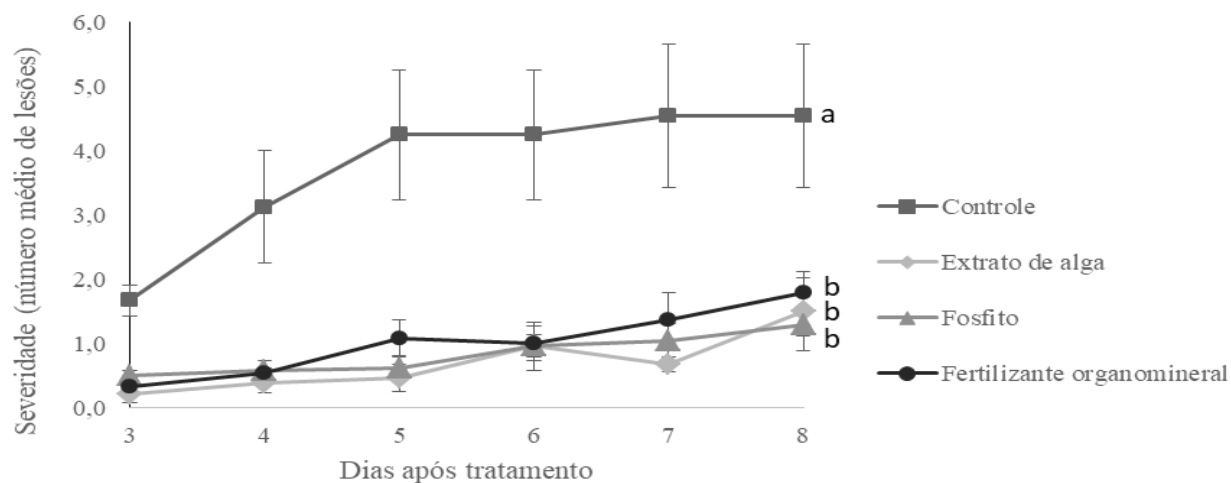
Os frutos foram higienizados e submetidos aos tratamentos: Controle (água destilada), Extrato de alga *A. nodosum* (80 mL.L⁻¹), Fosfito de potássio (50 mL.L⁻¹), Fertilizante organomineral (3 mL.L⁻¹). Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Fonte: Dados originais da pesquisa.

O mamão é um fruto climatérico e, portanto, possui alta perecibilidade após a colheita, devido à acentuada produção do hormônio etileno, que promove o aumento da taxa respiratória e a aceleração do amadurecimento e da senescência do fruto. As mudanças fisiológicas desencadeadas pelo processo natural de amadurecimento, como, por exemplo, o amolecimento do tecido vegetal, torna-o mais susceptível ao ataque de patógenos e ao desenvolvimento de doenças pós-colheita. Sendo assim, a identificação de produtos naturais que retardam a incidência de doenças torna-se fundamental para o aumento de sua vida útil e pode ampliar o período de comercialização dos frutos.

Em relação à severidade de doenças, foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 1). Houve menor severidade de lesões nos frutos submetidos aos tratamentos com o extrato de alga *A. nodosum*, fosfito de potássio e fertilizante organomineral

em comparação aos frutos controle, o que evidencia o efeito desses produtos alternativos no controle de doenças pós-colheita.

Figura 1. Médias do número de lesões em frutos mamoeiro, cultivar ‘Formosa’, causadas por infecções oriundas do campo ao longo de 8 dias após aplicação dos tratamentos.



Os frutos foram higienizados e submetidos aos tratamentos Controle (água destilada), Extrato de alga *A. nodosum* (80 mL.L⁻¹), Fosfito de potássio (50 mL.L⁻¹), Fertilizante organomineral (3 mL.L⁻¹). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) no último dia de avaliação. As barras representam o erro padrão da média. Fonte: Dados originais da pesquisa.

A ação do extrato de algas na severidade de doenças pós-colheita em frutos de mamoeiro também foi avaliada em outros estudos. Ribeiro, Serra e Araújo (2016) constataram redução de lesões de antracnose causada pelo fungo *C. gloeosporioides* em frutos tratados com o extrato de algas *A. nodosum* na dosagem de 40 mL.L⁻¹. Em contrapartida, Dias (2019) não encontrou diferença significativa na severidade da antracnose em frutos de mamoeiro (cv. ‘Golden’) tratados com diferentes doses do extrato da alga *A. nodosum* (0,1%; 0,3%; 0,5% e 1,0%) em comparação à testemunha.

Lopes (2008) avaliou o efeito do fosfito de potássio (30% P₂O₅ + 20% K₂O) sobre o desenvolvimento da antracnose em frutos de mamoeiro (cv. ‘Golden’) na fase de pós-colheita. Houve redução significativa da doença aplicando-se dosagem menor (1,50 mL.L⁻¹) do que a utilizada nesta pesquisa. Outros autores também observaram a ação inibitória do fosfito de potássio (150 mL.ha⁻¹) no desenvolvimento de lesões causadas por inoculação do *C. gloeosporioides* em frutos de mamões, com efeito protetor de 82,25% (DEMARTELAERE et al., 2017).

Amaral (2017) avaliou o efeito de diferentes doses de fosfitos (potássio; cálcio; cálcio e boro; amônio) sobre *Lasiodiplodia theobromae* em mamões (cv. ‘Sunrise Solo’) em

condições de atmosfera ambiente e atmosfera modificada. Os tratamentos utilizados foram eficazes na redução da doença, apresentando sintomas menos graves em comparação ao grupo controle. O efeito não diferiu entre os tipos de fosfitos e todos os tratamentos apresentaram redução no diâmetro da lesão por doses crescentes, tanto em atmosfera ambiente quanto em atmosfera modificada.

Em relação ao fertilizante organomineral, não foram encontrados estudos sobre o efeito deste produto alternativo no controle de doenças em pós-colheita. Todavia, estudos em campo indicam o potencial do fertilizante organomineral na indução de resistência a doenças em outras culturas, tendo em vista a inatividade das mesmas. Amaral (2008) verificou que a utilização de extrato proveniente de folhas de café infectadas com ferrugem, associado ao sulfato de cobre ($0,29 \text{ g.L}^{-1}$) e ao cloreto de potássio ($0,435 \text{ g.L}^{-1}$), apresentam potencial no controle da cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) em mudas de cafeeiro. A aplicação de fertilizante organomineral em plantas cítricas de tangerina “Ponkan” também proporcionou redução significativa dos sintomas de mancha marrom de alternaria (*Alternaria alternata*) (PORTO, 2016).

3.2 Avaliação do efeito dos tratamentos sobre a qualidade físico-química em frutos de mamoeiro

Quanto às características físico-químicas, observa-se na Tabela 2 que não houve diferença significativa nas análises de pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais e firmeza da polpa de frutos de mamão submetidos aos tratamentos em comparação ao grupo controle, sendo este a referência padrão para as comparações e análises. Os produtos à base de extrato de alga *A. nodosum*, fosfito de potássio e fertilizante organomineral, aplicados nas dosagens testadas neste estudo, não interferem nas características físico-químicas dos frutos de mamão, qualificando-os, nesse aspecto, para o uso em pós-colheita.

Tabela 2: Média do pH, da Acidez Titulável (AT) expressa em g de ácido cítrico/100g, do teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) em °Brix, e da Firmeza expressa em newtons, da polpa de frutos de mamão submetidos aos tratamentos: Controle (água destilada), Fosfito de potássio (50 mL.L^{-1}), Extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (80 mL.L^{-1}) e Fertilizante organomineral (3 mL.L^{-1}).

| Tratamento | pH | AT | SST | Firmeza |
|------------|----|----|-----|---------|
|------------|----|----|-----|---------|

| | | | | |
|----------------------------|-------|-------|--------|--------------------|
| Controle | 5,09a | 0,15a | 9,42a | 56,94 ^a |
| Extrato de Alga | 4,97a | 0,16a | 9,78a | 63,87 ^a |
| Fosfito de Potássio | 5,13a | 0,13a | 10,34a | 53,29 ^a |
| Fertilizante Organomineral | 4,94a | 0,14a | 10,42a | 46,76 ^a |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Fonte: Dados originais da pesquisa.

Dias (2019) obteve resultados que diferem dessa pesquisa. A aplicação pós-colheita de extrato de alga *A. nodosum* afetou as características físico-químicas de frutos de mamão (cv. ‘Golden’) submetidos a diferentes concentrações do extrato (0%, 0,1%, 0,3%, 0,5% e 1,0%). Os frutos tratados com 0,1% e 0,3% do produto apresentaram redução e aumento nos teores de sólidos solúveis totais, respectivamente. Nas doses de 0,3%, 0,5% e 1,0% houve aumento de pH e redução de acidez, em comparação à testemunha.

Lopes (2008) avaliou características físico-químicas de frutos de mamão (cv. ‘Sunrise Solo’ e ‘Golden’) submetidos ao tratamento com fosfito de potássio (30% P_2O_5 + 20% K_2O) em diferentes doses (25, 50, 100 e 200% da dose recomendada pelo fabricante) para controle da antracnose no pós-colheita. Em relação aos frutos de mamão (cv. ‘Golden’), não houve diferença nos valores de pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais e firmeza, em comparação à testemunha. Nos frutos (cv. ‘Sunrise Solo’) também não houve diferença nas características físico-químicas, exceto a firmeza que foi inferior à testemunha.

Segundo Demartelaere et al. (2017), a utilização do fosfito de potássio em frutos de mamão, além de ser eficaz no controle de antracnose, não altera a aparência e preserva a qualidade pós-colheita dos frutos. Neste estudo, as características físico-químicas de frutos de mamoeiro tratados com fosfito de potássio na concentração de 150 mL.ha⁻¹ foram semelhantes ao tratamento controle, em relação aos parâmetros de pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável e ratio (SST/AT).

Amaral et al. (2017) evidenciaram que o uso de sais fosfitos em frutos de mamão (cv. ‘Sunrise Solo’), associado à atmosfera modificada, não altera os atributos físico-químicos. Os perfis de pós-colheita foram semelhantes aos encontrados nesta pesquisa, em relação aos valores de pH (4,9 a 5,7) e acidez titulável (média de 0,1 g ácido cítrico por 100g de polpa).

Quanto à análise de cor, observa-se na Tabela 3 que a aplicação dos tratamentos com os produtos alternativos em mamão pós-colheita, nas dosagens utilizadas neste estudo, não interfere na coloração da casca dos frutos.

Tabela 3. Média da luminosidade (L*), ângulo de tonalidade (h°) e croma (C*) da casca de frutos de mamão submetidos aos tratamentos: Controle (água destilada), Fosfito de potássio (50 mL.L⁻¹), Extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (80 mL.L⁻¹) e Fertilizante organomineral (3 mL.L⁻¹).

| Tratamentos | L* | a* | b* | h° | C* |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|
| Controle | 52,93a | -4,92a | 31,17a | 99,80a | 32,60 ^a |
| Extrato de Alga | 50,71a | -4,58a | 33,99a | 99,27a | 35,27 ^a |
| Fosfito de Potássio | 53,04a | -4,99a | 33,62a | 101,02a | 35,11 ^a |
| Fertilizante Organomineral | 52,59a | -3,19a | 32,71a | 96,66a | 33,47 ^a |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Fonte: Dados originais da pesquisa.

Silva, Ferraz e Leonel (2015) analisaram a coloração da casca de frutos de mamão ‘Formosa’ de diferentes regiões de cultivo, obtendo médias de luminosidade (56,5), cromaticidade a* (-6,2) e cromaticidade b* (42,6) semelhantes a essa pesquisa.

De acordo com o diagrama de cromaticidade (MINOLTA, 1998), observa-se que o ângulo de tonalidade (h°) da casca dos frutos de mamão analisados representa a região que varia do verde ao amarelo, mantendo a coloração mesmo após a aplicação dos tratamentos.

4. Conclusão

Conclui-se que o extrato de alga *A. nodosum*, fosfito de potássio e fertilizante organomineral, quando aplicados nas concentrações de 80 mL.L⁻¹, 50 mL.L⁻¹ e 3 mL.L⁻¹,

respectivamente, reduzem a incidência e a severidade de doenças causadas por infecções oriundas do campo em frutos de mamoeiro e, portanto, possuem potencial para serem utilizados como ferramentas no manejo de doenças pós-colheita.

Quanto às análises físico-químicas não se observou diferença significativa nos frutos de mamão submetidos aos tratamentos em comparação ao grupo controle. Os produtos à base de extrato de alga *A. nodosum*, fosfito de potássio e fertilizante organomineral, aplicados nas dosagens testadas neste estudo, não interferem nas características físico-químicas nem no padrão de qualidade dos frutos de mamão, qualificando-os, nesse aspecto, para o uso em pós-colheita.

A redução da incidência e severidade de doenças proporciona maior durabilidade dos frutos nas prateleiras, aumentando o *shelf life* do fruto, resultando em maiores rendimentos econômicos.

Referências Bibliográficas

AMARAL, D. D.; MONTEIRO, A. L. R.; SILVA, E. I.; LINS, S. R. O.; OLIVEIRA, S. M. A. Frequency of quiescent fungi and post-harvest alternative management of stem end rot in papaya. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 3, p. 786-793, 2017.

AMARAL, D.R. **Formulações de extratos vegetais e micronutrientes na indução de resistência em mudas de cafeeiro contra *Cercospora coffeicola***. 2008. 92 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2008.

CEAGESP Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. **Classificação do Mamão**. Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/entrepósitos/serviços/produtos/classificacao/> > Acesso em 19 dez. 2019.

CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M.M. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990. 121 p.

CIA, P.; PASCHOLATI, S.F.; BENATO, E.A. Indução de resistência no manejo de doenças pós-colheita. In: RODRIGUES, F.A.; ROMEIRO, R.S. (Org.). Indução de Resistência em Plantas a Patógenos. **Anais da III Reunião Brasileira sobre Indução de Resistência em Plantas a Patógenos**. 1 ed. Viçosa:UFV, v. 1, p. 245-268, 2007.

DEMARTELAERE, A. C. F.; NASCIMENTO, L. C.; GUIMARÃES, G. H. C.; SILVA, J. A.; LUNA, R. G. Elicitors on the control of anthracnose and post-harvest quality in papaya fruits. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 47, n. 2, p. 211-217, 2017.

DIAS, L. R. C. **Regulação da explosão oxidativa, qualidade fisiológica de mamões e efeito *in vitro* do extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum* sobre o fungo *Colletotrichum sp.*** 2019. 131f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, MA, 2019.

FERREIRA, D.F. Sisvar: um guia dos seus procedimentos de comparações múltiplas *Bootstrap*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, 2014.

LOPES, L. F. **Efeito de aplicações pós-colheita de fosfitos, ácido acetilsalicílico e 1-metilciclopropeno sobre a antracnose do mamoeiro**. 2008. 82f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2008.

MINOLTA, K. **Comunicação precisa da cor**: controle de qualidade da percepção à instrumentação. Seoul: Konica Minolta, 1998. 59p.

PONZO, Francine Scolfaro. **Agentes alternativos no controle pós-colheita da antracnose em goiabas ‘Kumagai’**. 2009. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/posgraduacao/dissertacoes/Francine%20Scolfaro.pdf>>. Acesso em 12 set. 2019.

PORTO, B.L. **Avaliação do potencial de controle biológico da mancha marrom de alternaria com *Trichoderma spp.*, *Bacillus subtilis* e fertilizante organomineral**. 2016. 54f. Dissertação (Pós-graduação em Biotecnologia) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS, 2016.

RIBEIRO, J.G.; SERRA, I.M.R.S.; ARAÚJO, M.U.P. Uso de produtos naturais no controle de antracnose causado por *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 42, n. 2, p. 160-164, 2016.

ROMA, R. C. C. **Fosfito de potássio no controle de doenças pós-colheita em bagas de uva Itália e possíveis mecanismos de ação à Rhizopus stolonifer**. 2013. 117f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2013.

SILVA, M. S.; FERRAZ, R. A.; LEONEL, S. Características físicas e físico-químicas de mamões 'Formosa' provenientes de diferentes regiões de cultivo. **Revista Iberoamericana Tecnología Postcosecha**, v. 16, n. 1, p. 42-48, 2015.