



**MANEJO PÓS-COLHEITA E DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS  
PARA APLICAÇÃO EM PÓS-COLHEITA PARA REDUÇÃO DO USO  
DE AGROTÓXICOS EM MAMÃO**

Fabiana Fumi Cerqueira Sasaki<sup>1</sup>, Márcio Eduardo Canto Pereira<sup>1</sup>, Patrícia Lígia Dantas de Moraes<sup>2</sup>, Gabriel Vicente Bitencourt de Almeida<sup>3</sup>, Daniel Terao<sup>4</sup>, Andréia Hansen Oster<sup>5</sup>, Thales Sandoval Cerqueira<sup>6</sup>

**INTRODUÇÃO**

Durante o amadurecimento, o mamão passa por várias transformações físicas e químicas que alteram significativamente a sua resistência ao manejo e transporte, assim como sua aceitação pelo consumidor.

O mamão é uma fruta bastante sensível aos danos mecânicos, mesmo quando verde. Esses danos podem ser causados por quedas ou batidas, amassamento, cortes ou arranhões, prejudicando a qualidade dos frutos.

O conceito de qualidade é abstrato, em se tratando de frutas e hortaliças envolve atributos como: aparência visual (frescor, cor, defeitos e deterioração), textura (firmeza, resistência e integridade do tecido), sabor e aroma, valor nutricional e segurança do alimento. O valor nutricional e a segurança do alimento do ponto de vista da qualidade microbiológica e da presença de contaminantes químicos ganham cada vez mais importância por estarem relacionados à saúde do consumidor. Portanto, são decisivos enquanto critérios de compra por parte destes consumidores (CENCI, 2006).

Atualmente, com a maior demanda do mercado externo e a crescente exigência no mercado interno por frutos de melhor qualidade, torna-se crescente a necessidade de maiores cuidados durante a colheita e o

---

<sup>1</sup>Pesquisador, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cx. Postal: 007, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA. E-mail: fabiana.sasaki@embrapa.br, marcio.pereira@embrapa.br;

<sup>2</sup>Professora Doutora, Universidade Federal de Rural do Semi-Árido, Av. Francisco Mota, 572, CEP 59625-900, Mossoró, RN. E-mail: plmorais@ufersa.edu.br;

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, DSc. Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), Rua Carlos Weber, 1048, CEP 05303-000, São Paulo, SP. E-mail: gabriel.bitencourt@gmail.com;

<sup>4</sup>Pesquisador, Embrapa Meio Ambiente, Cx. Postal 69, CEP 13918-110, Jaguariúna, SP. E-mail: daniel.terao@embrapa.br;

<sup>5</sup>Pesquisadora, Embrapa Agroindústria Tropical, Rua Dra. Sara Mesquita, 2.270, Bairro Planalto do Pici, CEP 60511-110, Fortaleza, CE. E-mail: andreia.hansen@embrapa.br;

<sup>6</sup> Eng. Agrônomo, DSc. Fisiologia e Bioquímica de Plantas. E-mail: thallesscerqueira@yahoo.com.br.

manejo pós-colheita, levando em consideração as boas práticas que garantam aos frutos a manutenção da sua qualidade até o consumidor.

## COLHEITA

O primeiro fator a ser considerado é o ponto de colheita dos frutos, pois exerce grande influência na qualidade do produto final (CENCI, 2006).

A colheita precoce dos frutos provoca alto índice de perda de água, aumento da susceptibilidade às desordens fisiológicas e altera a habilidade de desenvolver completamente o amadurecimento, o que prejudica os atributos como sabor, aparência e textura do fruto, afetando a qualidade final do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005; LALEL et al., 2003; JOHNSTON et al., 2002; KAYS, 1999). Segundo recomendações da CEAGESP, são considerados imaturos mamões com conteúdo de sólidos solúveis inferiores a 9 °Brix e polpa com coloração amarela (HORTIESCOLHA, 2018).

Por outro lado, frutos colhidos em estádios sobremaduros perdem rapidamente a qualidade (CHITARRA; CHITARRA, 2005), devido à senescência e menor resistência à manipulação, diminuindo o período de comercialização (BRON; JACOMINO, 2006; GODOY et al., 2010).

Outro fator relevante é que a colheita deve ser realizada nos horários mais frescos do dia e os frutos mantidos protegidos de temperaturas elevadas. Deve-se também evitar quedas dos frutos e o empilhamento além da capacidade das caixas no campo, evitando dessa forma os danos mecânicos.

O processo de colheita pode ser realizado manualmente com auxílio de carretas adaptadas para a colheita, tracionadas por tratores (Figura 1) ou com o auxílio de um canguru, o qual eleva o operário até a copa do mamoeiro para realizar a colheita.

Normalmente, a torção do pedúnculo é o método utilizado, associado ao movimento no fruto no sentido de baixo para cima. No entanto, este método pode provocar ruptura dos tecidos do fruto em torno desta região, aumentando a superfície exposta a infecções por fungos causadores de podridões, além de acelerar a senescência dos tecidos. O método ideal de colheita é através do corte do pedúnculo, com auxílio de uma tesoura de poda, deixando-se em torno de 2 cm no fruto, o qual é removido na casa de embalagem.

A colheita requer também um bom padrão de higiene no campo, como o uso de embalagens adequadas (normalmente caixas plásticas), limpas, desinfetadas, empilhadas de forma a não estar em contato com o solo. Os equipamentos e instrumentos utilizados na colheita e no manuseio devem ser limpos e sanitizados através de lavagem com detergente e sanitizantes adequados (CENCI, 2006).

Embora em alguns casos, principalmente para frutos destinados ao mercado interno, o transporte até o local de processamento seja feito à granel em carretas, o ideal é o transporte seja feito em caixa adequadas (normalmente plásticas), para evitar os danos mecânicos.

## PROCEDIMENTOS PÓS-COLHEITA

Devido ao aumento da exigência por frutos de melhor qualidade, tanto pelo mercado externo, quanto pelo mercado interno, tem-se observado maior preocupação dos produtores quanto à adoção de tecnologias que possam melhorar o processo pós-colheita do mamoeiro. Porém, no Brasil identificam-se dois cenários distintos:



**Figura 1.** Colheita em carretas adaptas e os frutos acondicionados em caixas plásticas forradas com plástico bolha. Foto: Elaine Goes Souza.

### a) Processamento para mercado interno

Na comercialização de mamões destinados para o mercado interno, na maioria dos casos, adota-se pouca tecnologia tanto na produção, quanto na pós-colheita. Isso acarreta alta porcentagem de perdas pós-colheita.

A fruta destinada exclusivamente ao mercado interno é geralmente embalada no campo, em galpões abertos, onde tudo se concentra: recepção; as operações de seleção e embalagem; as embalagens vazias; e o caminhão que fará o transporte até o mercado de destino.

Nos galpões os frutos são envolvidos em papel tipo seda, embalados, geralmente caixas de madeira que, em seguida, são arrumadas no caminhão de transporte. Embora as caixas de madeira ainda sejam usadas,

estas não obedecem às orientações da Instrução Normativa Conjunta (SARC, IPEM e ANVISA) n° 09 de 14/11/2002, que estabelece regras para as embalagens de frutas e hortaliças frescas, uma vez que elas não podem ser higienizadas e não são paletizáveis. Além de provocar danos aos frutos. No caso de mamões do grupo Formosa, não é raro se observar o transporte a granel para os centros de comercialização.

Normalmente o transporte é feito em cargas não refrigeradas, abertas ou cobertas com lonas, mesmo quando destinados a mercados distantes, sem cuidados com o empilhamento excessivo, expondo os frutos a condições inadequadas, acarretando em perdas na qualidade.

Entretanto esse cenário vem se modificando gradativamente. Algumas empresas, já adotam procedimentos de colheita e manejo pós-colheita semelhantes aos realizados para frutos destinados ao mercado externo. Com isso, os frutos podem ser colhidos em estádios de maturação mais avançados (estádio 2 ou 3) e são classificados e embalados de forma mais adequada (ex: em caixas de papelão ondulado, com rede de poliuretano para proteger os frutos), etiquetados com a marca do produtor e transportados sob refrigeração, o que garante melhor qualidade dos frutos ao consumidor.

## **b) Processamento para o mercado externo**

Para os frutos destinados ao mercado externo o nível tecnológico adotado é bem superior ao aplicado para o mercado interno, para atender às exigências internacionais fitossanitárias, quarentenárias e de qualidade dos frutos nos mercados externos.

Na colheita os frutos são acondicionados adequadamente em caixas plásticas forradas com uma manta de polietileno ou o plástico bolha, com a finalidade de minimizar os danos ocasionados pelo atrito dos frutos com as laterais e fundo das caixas durante o trânsito do trator dentro da propriedade. Embora sejam materiais reutilizáveis, os forros devem ser substituídos com frequência, pois podem tornar-se fonte de contaminação e perder a capacidade protetora com seu uso constante.

### Recepção

É importante observar que a montagem da linha de processamento pós-colheita seja feita de forma que os frutos sigam um fluxo unidirecional, para que não haja contaminação cruzada.

O espaço físico da recepção de frutos deve ser amplo, ventilado e construído de tal forma que favoreça tanto o descarregamento dos frutos que chegam do campo quanto à movimentação dos frutos até o início da linha de processamento pós-colheita.

Todo lote de frutos que chega do campo deve ser identificado, com código contendo informações como: data de colheita, lavoura e talhão, sendo recomendável o uso de código de barras para facilitar e agilizar as etapas de registro e manutenção da rastreabilidade (Figura 2).



**Figura 2.** Lotes de frutos na área recepção com código de identificação para rastreabilidade. Foto: Fabiana Fumi Cerqueira Sasaki.

### Lavagem

Na lavagem os frutos deverão ser cuidadosamente vertidos das caixas plásticas para o tanque contendo água potável. Recomenda-se que este tanque seja provido de circulação forçada de água por meio de esguichos, para promover a movimentação dos frutos no tanque (Figura 3). Nesta etapa é possível adicionar um segmento de escovas de cerdas macias para auxiliar na retirada de sujidades (Figura 4). A lavagem possibilita, também, um pré-resfriamento, que auxilia na redução do metabolismo dos frutos.



**Figura 3.** Entrada dos frutos no tanque de lavagem com esguichos que favorecem a movimentação dos frutos. Foto: Fabiana Fumi Cerqueira Sasaki



**Figura 4.** Detalhe das cerdas para limpeza dos frutos. Foto: Fabiana Fumi Cerqueira Sasaki.

Na água de lavagem pode ser adicionado um detergente neutro ou o cloro (100 ppm de cloro ativo) para desinfecção. No caso de uso do cloro, o pH da água deve ser monitorado para que esteja sempre em valores adequados para a eficácia do tratamento (6,5 a 7,0) (CENCI, 2006; CANTILLANO, 2003). Detergente e cloro não devem ser misturados, pois a alteração do pH provocada pela adição do detergente, geralmente alcalino, desfavorece a ação do cloro.

#### Seleção

Antes dos tratamentos com cera e/ou fungicidas adota-se a prática de seleção dos frutos pela retirada manual dos frutos muito verdes, muito maduros ou com defeitos no formato.

#### Tratamentos com cera, fungicida e secagem

Após a lavagem, são realizados os procedimentos de aplicação de fungicidas e/ou ceras, a depender das exigências do mercado a que se destina. A aplicação pode ser feita por imersão ou aspersão das soluções nos frutos (Figura 5). Em seguida os frutos são secos em túneis com secadores de ar forçado.



**Figura 5.** Aplicação de cera nos frutos por imersão (A) ou por aspersão (B). Fotos: Fabiana Fumi Cerqueira Sasaki.

A escolha do fungicida e a dosagem utilizada deve estar de acordo com a legislação nacional e com a do país para onde se destinam os frutos. Os produtos registrados para o tratamento pós-colheita de mamão estão apresentados na página do Agrofit, o banco de informações sobre produtos agrotóxicos e afins, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2018).

O uso da cera melhora a aparência dos mamões proporcionando brilho à casca, reduz a perda de água e o murchamento, contribuindo para a extensão da vida útil pós-colheita dos frutos. A escolha do tipo de cera deve levar consideração às exigências do mercado.

### Classificação

Após a etapa de secagem, os frutos são conduzidos por roletes ou esteiras para o classificador (Figura 6A). Os classificadores mais modernos são compostos por bandejas individuais para classificação de acordo com o peso do fruto, acoplado a estes podem ser colocados equipamentos que fazem a leitura da cor da casca, dessa forma os frutos podem ser classificados pelo peso e estágio de maturação (Figura 6B). Isto facilita amplamente o acondicionamento dos frutos nas embalagens, bem como permite administrar as linhas de embalagem de acordo com as necessidades do mercado de destino.



**Figura 6.** Classificador automático com bandeja individuais (A) e detalhe do equipamento para classificação por coloração da casca (B). Fotos: Fabiana Fumi Cerqueira Sasaki.

### Embalagem

Os frutos classificados são então embalados em caixa de papelão ondulado. Em alguns casos os frutos recebem individualmente uma rede flexível para maior proteção contra danos mecânicos. Essas redes podem ser confeccionadas com materiais como: polietileno expandido, poliuretano, entre outros.

O tamanho das embalagens (caixas de papelão) e a quantidade de frutos depende do mercado consumidor, bem como as exigências quanto à rotulagem e ao uso de selo ou etiqueta de identificação. O selo, além de permitir a identificação do produtor pela marca, favorece a fidelização do cliente (Figura 7).



**Figura 7.** Mamões do grupo Solo protegidos individualmente com rede flexível e acondicionados e caixas e papelão ondulado.

### Paletização

Após o acondicionamento dos frutos, as caixas são organizadas e empilhadas em paletes para facilitar a movimentação e operações de armazenamento e transporte. Cada palete deve receber uma etiqueta com o número de caixas de cada tipo ou classificação e qualquer outra identificação necessária à manutenção da rastreabilidade.

### Armazenamento e transporte

Os paletes podem ser então armazenados em câmara fria até o momento do carregamento do contêiner.

O armazenamento normalmente é realizado em ambiente refrigerado com temperatura variando de 10 a 12 °C. Porém, como o mamão é muito perecível a permanência dos frutos nesse ambiente é curta, seguindo para o transporte.

Quando o mercado deseja um fruto maduro, com maior parte da cor da casca amarela, é recomendável ter uma câmara intermediária de amadurecimento com intermediária entre aquela da área do ambiente de embalagem e da câmara de armazenamento, permitindo o controle do grau de maturação (cor da casca).

No cenário atual, a exportação de mamões via aérea tem grande importância, segundo Oliveira et al. (2013), 89% dos frutos são exportados por via aérea, 10% via marítima e 1% via rodoviária (para países da América do Sul). O transporte permite a entrega de fruto com melhor qualidade, por possibilitar a colheita dos frutos em estágio mais avançado de maturação, permitindo que eles acumulem mais açúcares. Porém, o alto



custo, a falta de espaço nas aeronaves e de infraestrutura adequada de refrigeração nos aeroportos, são alguns dos problemas desse tipo de transporte modal no Brasil, o que limita a competitividade dos frutos no exterior. O modal marítimo pode ser utilizado para transporte de mamões do grupo Formosa (ex: 'Tainung 01), que apresenta vida útil pós-colheita mais longa. No transporte por via marítima para a Europa, o fruto pode demorar até 21 dias para chegar ao país de destino. A logística do transporte marítimo deve ser muito bem estruturada e exige o uso de refrigeração e a manutenção da cadeia de frio, situação que nem sempre é favorecida com a atual infraestrutura disponível no Brasil.

### Processamento para os EUA

Os frutos exportados para os Estados Unidos devem passar por um tratamento diferenciado, pois deve-se adotar o “*Systems Approach*”, conceito que integra práticas de pré e pós-colheita que garantem que o fruto a ser exportado está livre de moscas-das-frutas (MALAVASI; MARTINS, 2005). Técnicos do Ministério da Agricultura deverão acompanhar todo o processo, desde a produção no campo até a embalagem, para conferir e atestar que o protocolo foi seguido em cada etapa. Na casa de embalagem os lotes de frutos destinados aos Estados Unidos deverão ser separados dos demais. Após a lavagem dos frutos em água clorada estes seguem para uma linha de processamento distinta em ambiente telado, para evitar a entrada de qualquer tipo de inseto. Nessa linha os frutos devem receber tratamento hidrotérmico (49 °C por 20 minutos) (Figura 8A), segundo a resolução APHIS/USDA 7 CFR 319.56 2w, e ser embalados em ambiente refrigerado separado. Os paletes são, então, lacrados com telas para impedir a entrada de insetos e armazenados em câmaras frias distintas dos frutos que vão para outros destinos (Figura 8B).



**Figura 8.** Tratamento hidrotérmico dos frutos, em ambiente telado (A) e paletes telados preparados para exportação para os Estados Unidos (B). Fotos: Fabiana Fumi Cerqueira Sasaki

### Controle de qualidade

Recomenda-se que toda casa de embalagem, principalmente de exportação, tenha de ter seu próprio programa e sala de controle de qualidade dos frutos, onde uma amostra de cada palete deve ser armazenada, simulando as condições de trânsito (refrigerado ou não). Isto é uma medida de segurança ao exportador, para poder contestar reclamações não fundamentadas de clientes.

### **TECNOLOGIAS EM DESENVOLVIMENTO PELA EMBRAPA PARA APLICAÇÃO EM PÓS-COLHEITA VISANDO REDUÇÃO DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM MAMÃO**

O uso de agrotóxicos e seus resíduos são aspectos importantes a considerar para a certificação da produção, que passou a ser uma exigência dos principais mercados importadores e consumidores mais atentos ao futuro.

Segundo depoimentos de exportadores, as doenças em pós-colheita de mamão que atualmente trazem maiores problemas são a antracnose, a mancha chocolate, a podridão peduncular e a pinta preta, provocando prejuízos de milhares de reais.

Atualmente o controle fitossanitário em pós-colheita de mamões é realizado com uso de fungicidas, porém o uso desses agentes químicos está sendo progressivamente proibido por serem potencialmente prejudiciais ao homem e ao meio ambiente. Além disso, alguns tratamentos afetam o processo de amadurecimento natural dos frutos e podem levar ao aparecimento de espécies resistentes de fungos devido ao seu uso permanente (GAMAGAE et al., 2003). Segundo o Protocolo de Montreal o uso de fungicidas para controlar as doenças pós-colheita em frutas deverá ser extinto em todo o mundo até 2020 (MAQBOOL et al., 2010).

Dessa forma é necessário entender como procedimentos e tratamentos de colheita e pós-colheita afetam este residual nos frutos, bem como desenvolver alternativas de tratamentos para controle de doenças que permitam a redução ou eliminação do uso de agrotóxicos, o que aumenta o interesse por tratamentos alternativos para o controle das doenças pós-colheita com produtos atóxicos e tecnologia limpas.

Nesse sentido, a Embrapa vem desenvolvendo pesquisas com a perspectiva de reduzir as deteriorações pós-colheita pelo uso de tecnologias de baixo risco a saúde humana.

Na perspectiva de reduzir as podridões pós-colheita sem o uso de agrotóxicos, várias tecnologias têm potencial de serem adotadas como: controle físico (tratamento térmico e radiação UV-C), controle biológico (bactérias antagonistas), compostos antimicrobianos naturais (extratos vegetais e óleos essenciais) e sais inorgânicos. Outra possível tecnologia com grande potencial é o uso de revestimentos comestíveis nos quais poderão ser incorporados aditivos como frações de extratos vegetais ou óleos essenciais que auxiliam no controle de doenças.

### Tratamentos físicos

Dos métodos físicos de controle, tanto o calor como a radiação UV-C apresentam como modo de ação primário a desinfestação do produto. Assim, os esporos e micélio do patógeno são removidos ou destruídos

nas camadas superficiais do produto. Por outro lado, estes tratamentos físicos podem agir como indutores de resistência a futuras infecções, podendo prolongar a vida útil prateleira das frutas (SCHIRRA et al., 2000).

O tratamento térmico por imersão de frutas em água quente, como forma de controlar patógenos, já vem sendo testado em diversas espécies frutíferas, em mamões seu uso teve início na década de 50 do século passado. O tratamento térmico com imersão em água quente, vapor quente ou ar quente forçado é um método alternativo de controle quarentenário de insetos e fungos com sua eficiência demonstrada em frutas tropicais e subtropicais, incluindo o mamão (BAUTISTA-BAÑOS et al., 2013). No entanto, o tempo e a temperatura utilizados comumente podem provocar aumento da perda de peso, alteração de cor, redução da resistência a patógenos, redução na firmeza, aceleração ou bloqueio do amadurecimento (BRITO et al., 2009). Além do alto custo para o aquecimento de grandes volumes de água, esse processo interfere no rendimento de processamento de empacotadoras de frutas.

Propõe-se, atualmente, na aplicação de tratamentos térmicos, o uso da combinação de aspersão de água com temperaturas altas, utilizada por períodos curtos em conjunto com escovação dos frutos. A aspersão de água quente é uma tecnologia em que o produto é exposto a altas temperaturas (50 – 70 °C) por 10 a 60 segundos (BENATO et al., 2001). Além de promover a remoção de conídios e diminuir sua viabilidade, esta tecnologia permite o uso de temperaturas maiores, que são letais para a maioria dos microrganismos, sem aumentar substancialmente a temperatura interna dos frutos e, portanto, sem acelerar seu amadurecimento ou causar dano à epiderme. (BARTINICK et al., 2010; CANALE et al., 2011). Resultados de pesquisas com aspersão de água aquecida para o controle de *Botryosphaeria dothidea* em maçãs ‘Fuji’ foram demonstrados no Brasil pela Embrapa (OSTER, 2004). Terao et al. (2014) verificaram que o tratamento por aspersão de água quente (60 °C por 15 segundos), sobre escovas rolantes, controla eficientemente a podridão causada por *B. dothidea* em manga ‘Tommy Atkins’, preservando a qualidade da fruta.

Estudos realizados pela Embrapa mostraram que em mamões do grupo Solo, o tratamento hidrotérmico a 70 °C por 15 segundos, além de reduzir a severidade da incidência de podridão peduncular, retardaram o aparecimento dos sintomas em 10 dias, após a retirada dos frutos armazenamento refrigerado (MANGOLIN et al., 2018).

A radiação ultravioleta C (UVC) é outro tratamento físico que apresenta diversas vantagens potenciais importantes para o uso em frutas, uma vez que: não contamina o produto por atuar somente na superfície da epiderme, não tem efeito residual, apresenta poder germicida e tem o potencial de induzir a ativação de mecanismos de resistência, prolongando a vida de prateleira do produto (VALDEBENITO-SANHUEZA; MAIA, 2001; TERA0 et al., 2015).

Resultados preliminares de pesquisa desenvolvida pela Embrapa mostraram que *in vitro* a dose letal de UVC contínuo para inibir a germinação de esporos de fungos do complexo fúngico causador da podridão peduncular do mamão, depende da espécie fúngica. Para o fungo mais sensível, o *Fusarium solani*, a dose letal foi de 0,6 kJ m<sup>-2</sup>, para *Lasiodiplodia theobromae* foi necessária uma dose de 1,5 kJ m<sup>-2</sup>. Por outro lado, para *Alternaria alternata* e *Colletotrichum gloeosporioides* foi necessária uma dose 2,0 kJ m<sup>-2</sup> para inibir completamente a germinação de esporos, porém não diferindo estatisticamente das doses de 0,5; 1,0 e 1,5 kJ

m<sup>-2</sup>, que controlaram parcialmente o desenvolvimento dos fungos (KONDA et al., 2018). Para os testes *in vitro* os mesmos autores observaram que a irradiação UVC contínuo foi eficiente na diminuição da severidade da podridão peduncular em mamão, destacando-se a dose de 0,5 kJ m<sup>-2</sup>. A dose 2,0 kJ m<sup>-2</sup> apresentou maior severidade da doença, não diferindo da Testemunha, provavelmente devido a danos causados na epiderme que devem ter favorecido o processo de infecção do fungo (KONDA et al., 2018). Embora a aplicação de UVC tenha se mostrado eficiente na redução da severidade da podridão peduncular, observou-se que o mamão é sensível à radiação UVC mesmo na menor dose testada de 0,5 kJ m<sup>-2</sup> (KONDA et al., 2018).

Outros estudos que estão sendo conduzidos pela Embrapa mostram que o uso da radiação UVC pulsada também tem um potencial para controle das doenças pós-colheita de mamão. Resultados preliminares apontam que doses a partir de 4,8 J cm<sup>-2</sup> controlam o crescimento micelial *in vitro* dos fungos *Fusarium* spp., *Lasiodiplodia* spp. e *Colletotrichum* spp.

### Microrganismos antagonistas

Dentre os métodos alternativos de controle de doenças o emprego de micro-organismos antagonistas também merece destaque. Embora um número considerável de microrganismos antagonistas tenha sido testado para o controle de diferentes patógenos em diferentes interações fruto-patógeno, poucos estudos têm sido realizados e/ou publicados tratando do controle de doenças pós-colheita, finalidade para a qual o método pode ser muito promissor (CAPDEVILLE et al., 2003; BUSSAMAN et al., 2011; GAMAGAE et al., 2004).

Dentre os potenciais agentes de biocontrole de doenças fúngicas de pós-colheita do mamão, bactérias e leveduras têm sido investigados. Infere-se que a proposta mais viável para a utilização de microrganismos como agentes de biocontrole de doenças em pós-colheita de mamão seja o emprego e manejo de antagonistas naturalmente existentes na planta por serem bem adaptados à superfície alvo (ALVINDIA; NATSUAKI, 2008). Terao, Nechet e Halfeld-Vieira (2017) observaram que cepas de leveduras de *Candida membranifaciens* reduziram a severidade da podridão da manga durante o período de 11 dias de armazenamento, apresentando maior eficácia quando comparado ao fruto tratado com fungicida thiabendazole.

No caso de doenças causadas em que o patógeno tem um estágio epifítico em seu ciclo de vida, como a antracnose, populações microbianas podem afetar o estabelecimento das interações planta-patógeno antes da infecção (BEATTIE; LINDOW, 1995).

Biofilmes são comunidades estruturadas de células aderidas a uma superfície e envolvidas numa matriz polimérica extracelular (WATNICK; KOLTER, 1999). Considerando que os biofilmes podem se desenvolver em diversas superfícies em ambientes onde existem células viáveis, pode-se dizer que a existência de um biofilme bacteriano, na superfície de um fruto, contribuiria para formar uma barreira biológica à colonização de outros microrganismos, tais como fitopatógenos.

Pesquisas nessa linha estão sendo desenvolvidas para bactérias antagonistas ao fungo *C. gloeosporioides* e que produzam o biofilme para proteção dos frutos.

### Revestimentos comestíveis

Os revestimentos comestíveis podem proporcionar a melhoria da qualidade nutricional, da segurança e aumento do tempo de conservação de frutas e vegetais, pois têm funções como: retardar as perdas de umidade e as trocas gasosas, aumentar a integridade estrutural, reter componentes voláteis constituintes do odor e do sabor, ou mesmo conter aditivos alimentícios, como agentes antimicrobianos (SOARES et al., 2011, CERQUEIRA et al., 2011).

Geralmente, os filmes e revestimentos são elaborados a partir de proteínas, hidrocolóides, polissacarídeos e lipídios ou uma combinação de todos eles (FAKHOURI et al., 2003).

Lipídios são biomoléculas de baixa solubilidade em água, sendo, portanto, solúveis em solventes não-polares. As ceras são misturas complexas de lipídeos não-polares e demais carboidratos, e podem ser classificadas, de acordo com a sua origem: (1) origem animal: cera de abelha, cera de espermaceti, cera de Shellac; (2) origem vegetal: cera de carnaúba, cera de candelilla, cera de cana de açúcar, cera de palma; e (3) origem mineral e sintética: cera montânica e cera de polietileno (ASSIS et al., 2008).

A cera de carnaúba é um produto natural extraído da carnaubeira (*Copernifera cerifera*), espécie natural do nordeste brasileiro, e tem sido aplicada sobre frutos e hortaliças desde a década de 1930 com o propósito de bloquear a perda de umidade, reduzir a abrasão da superfície do fruto durante o seu manuseio, melhorar a integridade mecânica e controlar a composição gasosa interna dos frutos (LIN; ZHAO, 2007). A cera de carnaúba é reconhecida como substância segura ao consumo humano (FDA, 2012). A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) permite a adição de cera de carnaúba em embalagens destinadas a entrar em contato com alimentos ou matérias-primas para alimentos através de sua resolução nº 123, de 19 de junho de 2001.

A cera de carnaúba pode ser extensivamente utilizada para formação de revestimentos convencionais e nanoestruturados. Em geral, há duas vantagens no uso de coberturas diretamente depositadas em frutas e hortaliças: películas de espessura nanométrica podem manter as propriedades sensoriais do fruto; e ainda, no processo de deposição, estes revestimentos podem ser carregados com nanopartículas com a capacidade de conferir propriedades como ação bactericida, fungicida, além de melhorar a estabilidade mecânica da superfície (MOURA et al., 2009).

De um modo geral, a introdução de nanopartículas em uma matriz polimérica promove, principalmente, melhoras nas propriedades mecânicas (resistência à tração e ruptura) e de barreira (permeabilidade a gases e a vapor d'água) e pode atuar, dependendo da composição, como agente antimicrobiano, com benefícios de qualidade e segurança do alimento (BELBEKHOUCHE et al., 2011; WANG et al., 2007). Nesse contexto, a nanotecnologia mostra-se como uma ferramenta promissora para o desenvolvimento de novos materiais para a indústria alimentícia, apresentando potencial para aprimorar os revestimentos comestíveis para melhor conservação de frutas e hortaliças. Estudos desenvolvidos pela Embrapa têm mostrado que o uso de ceras nanoestruturadas à base de carnaúba proporcionam maior brilho aos mamões.

A maior vantagem das composições de revestimentos à base de polissacarídeos é a redução das trocas gasosas (PAVLATH; ORTS, 2009), sendo essas pouco eficientes na diminuição da perda de umidade devido à sua natureza hidrofílica (KESTER; FENNEMA, 1988). A permeabilidade ao CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>, no entanto, resulta no retardamento do amadurecimento em muitos frutos climatéricos, aumentando a vida de prateleira, sem criar severas condições anaeróbicas (BALDWIN, 1994).

A obtenção de películas de amido (polissacarídeo) baseia-se no princípio da gomificação do mesmo (alta temperatura, com excesso de água), com posterior retrogradação. Na retrogradação pontes de hidrogênio são estabelecidas e o material disperso volta a se organizar em macromoléculas, originando uma película protetora em volta do fruto (CEREDA et al., 1992). Películas desenvolvidas a partir de amidos são isotrópicas, inodoras, insípidas, incolores, não-tóxicas e biodegradáveis (GARCIA et al., 2012). Não sendo tóxica, pode ser ingerida juntamente com os frutos, sendo facilmente removida quando necessário (CEREDA et al., 1992). Embora seja produzida em grande escala, a fécula de mandioca é menos utilizada na indústria de alimentos em relação ao amido obtido de outras fontes, tornando-se um produto mais barato quando comparado com amido obtido de outras fontes (GARCIA et al., 2012). Neste sentido o uso de revestimentos à base de fécula de mandioca podem ser uma opção economicamente viável pelo baixo custo da matéria prima, além de servir como alternativa para redução do impacto negativo causado pelas embalagens de polímeros sintéticos.

Estudos realizados pela Embrapa mostraram que a aplicação de 1% e 3% de fécula de mandioca aumentaram a vida útil de mamão do grupo Formosa ‘Tainung 01’ em quatro dias, sem prejudicar o amadurecimento (PEREIRA et al., 2006). Estudos com mamões do grupo Solo ‘Golden THB’ mostraram que concentrações até 2% de fécula de mandioca não interferem no processo de amadurecimento dos frutos e concentrações acima de 3% de fécula de mandioca impedem o amadurecimento dos frutos (GOMES et al., 2017).

### Compostos antimicrobianos

As plantas produzem compostos antimicrobianos que podem estar presentes em sementes, folhas, flores, etc. Várias espécies de plantas de diferentes famílias botânicas e seus derivados apresentam potencial fungicida ou fungistático contra doenças fúngicas do mamão (HERNÁNDEZ, 2002). Nesse contexto, extratos vegetais das famílias botânicas Sapotaceae, Caricaceae, Fabaceae, Leguminosae, Solanaceae e Verbenaceae, apresentaram controle notável de várias doenças fúngicas do mamão, como *C. gloeosporioides*, *Rhizopus* spp., *Aspergillus* spp. e *Mucor* spp. (BAUTISTA-BAÑOS et al., 2003, 2008; BARRERA-NECHA et al., 2003, 2004; TASIWAL, 2008; CHUKWUEMEKA; ANTHONIA, 2010). Bautista-Baños et al. (2013) relataram que compostos presentes nas folhas e sementes do próprio mamão tem propriedades antifúngicas interessantes para o controle principalmente da antracnose. Resultados preliminares obtidos pela Embrapa, em parceria com a Universidade Estadual de Feira de Santana, mostraram que extratos de folhas de mamão tem um potencial efeito para o controle *in vitro* do crescimento micelial e germinação de esporos do *Colletotrichum* spp.

Vários estudos têm comprovado o efeito de óleos essenciais na capacidade de controlar doenças em plantas, tanto por sua atividade antimicrobiana direta quanto indireta (BASTOS; ALBUQUERQUE, 2004).

No que diz respeito ao controle das podridões pós-colheita do mamão, Barrera-Necha et al. (2008) avaliaram a eficácia de nove óleos essenciais para controlar *C. gloeosporioides* e verificaram que os óleos essenciais de canela e cravo-da-índia, foram eficientes em controlar a antracnose, porém esses óleos provocam alteração no odor e sabor dos frutos. Palhano et al. (2004) verificaram efeito do óleo essencial de capim limão na viabilidade de conídios de *C. gloeosporioides*. Resultados preliminares obtidos pela Embrapa têm mostrado eficiência dos óleos essenciais no controle *in vitro* do crescimento micelial dos fungos *Alternaria* spp., *Lasiodiplodia* spp. e *Colletotrichum* spp.

### Sais inorgânicos

Sais de carbonato, tais como bicarbonato são amplamente utilizados na indústria de alimentos em níveis de até 2%, para fermentação, o controle do pH, sabor e desenvolvimento de textura (SIVAKUMAR et al., 2002). Estes produtos químicos também têm largo espectro de atividade antimicrobiana e são citados na literatura por fornecer um controle efetivo sobre vários fungos pós-colheita de frutas e hortaliças (AHARONI et al., 1997; FALLIK et al., 1997). Entre os vários sais testados para controlar a antracnose em mamão o carbonato de amônio a 3% seguido de carbonato de sódio a 2%, isoladamente ou em combinação com cera, teve um efeito positivo na redução de *C. gloeosporioides*, em até 50% (SIVAKUMAR et al., 2002).

Estudos realizados pela Embrapa indicam que há eficiência do uso de soluções salinas para controle *in vitro* do crescimento micelial de *Colletotrichum* spp. Estão em andamento estudos para verificação de sua eficiência em frutos.

### **REFERÊNCIAS**

- AHARONI et al. Sodium carbonate reduces postharvest decay development on melons. **Postharvest Biology and Technology**, v 10, p. 210-216, 1997.
- ALVINDIA, D. G., NATSUAKI, K. T. Evaluation of fungal epiphytes isolated from banana fruit surfaces for biocontrol of banana crown rot disease. **Crop Protection**, v. 27, p. 1200-1207, 2008.
- ASSIS et al. Aplicação de ceras em frutas e hortaliças. In: **Colheita e Beneficiamento de Frutas e Hortaliças**. FERREIRA, M. D. (Org.) – São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2008, p.144.
- BALDWIN, E. A. Edible coatings for fresh fruits and vegetables: past, present and future. In: KROCHTA, J. M.; BALDWIN, E. A.; NISPEROS-CARRIEDO, M. O. **Edible coating and film to improve food quality**. Lancaster: Technomic Publishing Company, 1994. p. 25-64.
- BARRERA-NECHA, L. L., BAUTISTA-BAÑOS, S., BRAVO-LUNA, L., BERMÚDEZ-TORRES, K., JIMÉNEZ-ESTRADA, M., REYES-CHILPA, R. Antifungal activity against postharvest fungi by extracts and compounds of *Pithecellobium dulce* seeds (*Huamuchil*). **Acta Horticulturae**, v. 628, p. 761-766, 2003.

- BARRERA-NECHA, L. L., BAUTISTA-BAÑOS, S., BRAVO-LUNA, L., GARCÍA-SUÁREZ, F. J., ALAVÉZ-SOLANO, D., REYES-CHILPA, R. Antifungal activity of seed powders, extracts and secondary metabolites of *Pachyrhizus erosus* (L.) Urban (Fabaceae) against three postharvest fungi. **Mexican Journal of Phytopathology**, v. 22, p.356-361, 2004.
- BARRERA-NECHA, L. L., BAUTISTA-BAÑOS, S., FLORES-MOCTEZUMA, H. E., ROJAS-ESTUDILLO, A. Efficacy of essential oils on the conidial germination, growth of *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. and control of postharvest diseases in papaya (*Carica papaya* L.). **Plant Pathology Journal**, v. 7, p. 174-178, 2008.
- BARTINICK et al. Água aquecida e radiação UV-C no controle pós-colheita de *Crytosporiopsis perennans* em maçã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n.2, p.124-131, 2010.
- BASTOS, C. N.; ALBUQUERQUE, P. S. B. Efeito do óleo essencial de *Piper aduncum* no controle em pós-colheita de *Colletotrichum musae* em banana. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, n.5, p.555-7, 2004.
- BAUTISTA-BANÑOS, S.; HERNANDEZ-LOPEZ, M.; BOSQUEZ-MOLINA, E.; WILSON, C. L. Effects of chitosan and plant extracts on growth of *Colletotrichum gloeosporioides*, anthracnose levels and quality of papaya fruit. **Crop Protection**, v. 22, p.1087–1092, 2003.
- BAUTISTA-BAÑOS, S.; SIVAKUMAR, D.; BELLO-PÉREZ, A.; VILLANUEVA-ARCE, R.; HERNÁNDEZ-LÓPEZ, M. A review of the management alternatives for controlling fungi on papaya fruit during the postharvest supply chain. **Crop Protection**, v. 49, p. 8-20, 2013.
- BEATTIE, G. A., LINDOW, S. E. The secret life of foliar bacterial pathogens on leaves. **Annual Review of Phytopathology**, v. 33, p. 145-172, 1995.
- BELBEKHOUCHE, S. et al. Water sorption behavior and gas barrier properties of cellulose whiskers and microfibrils films. **Carbohydrate Polymers**, v. 83, n. 4, p. 1740–1748, 2011.
- BENATO, E. A.; CIA, P.; SOUZA, N. I. Manejo de doenças de frutas pós-colheita. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 9, p. 403-440, 2001.
- BRITO, C. H.; LOPES, E. B.; ALBUQUERQUE, I. C.; BATISTA, J. L.; SILVA, A. B. Uso do tratamento térmico no controle de mosca-das-frutas (*Ceratitidis capitata*). **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 3, n. 1, p. 29-36, fev. 2009.
- BRON, I. U., JACOMINO, A. P. Ripening and quality of ‘Golden’ papaya fruit harvested at different maturity stages. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.18, n.3, p.389-396, 2006.
- BUSSAMAN, P; SA-UTH, C.; TONSAO, A.; SAWANGKEAW, A.; RATTANASENA, P. Lactic Acid Bacteria from Thai Fermented Meat Products as Biological Control Agents against Anthracnose Disease. **Thai Journal of Agricultural Science**, v. 44, n. 5, p. 194-199, 2011.



- CANTILLANO, F. F. Bases do manejo pós-colheita e logística na produção integrada de frutas. In: MARTINS, D dos S. (Ed.). **Papaya Brasil**: qualidade do mamão para o mercado interno. Vitória, ES: Incaper, 2003. p. 129-142.
- CAPDEVILLE, G., BEER, S. V., WATKINS, C. B., WILSON, C. L., TEDESCHI, L. O., AIST, J. R., Pre- and post-harvest harpin treatments of apples induce resistance to blue mold. **Plant Disease**, v. 85, p. 39-44, 2003.
- CENCI, S. A. Boas Práticas de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças na Agricultura Familiar. In: Nascimento Neto, F. do. (Org.). **Recomendações Básicas para a Aplicação das Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação na Agricultura Familiar**. 1a ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006, p. 67-80.
- CEREDA, M. P.; BERTOLINI, A. C.; EVENGELISTA, R. M. Uso de amido em substituição às ceras na elaboração de “películas” na conservação pós-colheita de frutas e hortaliças: estabelecimento de curvas de secagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 7., 1992, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade brasileira de mandioca, 1992, p. 107.
- CERQUEIRA, T. S. et al. Recobrimento de goiabas com filmes proteicos e de quitosana. **Bragantia**, v. 70, n. 1, p. 216-221, 2011.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças**: fisiologia e manejo. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005. 783p.
- CHUKWUEMEKA, N. O.; ANTHONIA, A. B. Antifungal effects of pawpaw seed extracts and papain on postharvest *Carica papaya* L. fruit rot. **African Journal of Agriculture Research**, v. 5, p. 1531-1535, 2010.
- FAKHOURI, F. M.; BATISTA, J.; GROSSO, C. Efeito de Coberturas Comestíveis Aplicadas em Goiabas in natura (*Psidium guajava*). I. Desenvolvimento e Caracterização de Filmes Comestíveis de Gelatina, Triacetina e Ácidos Graxos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, p. 301-308, 2003.
- FALLIK, E., GRINBER, S., ZIU, O. Potassium bicarbonate reduces postharvest decay development on bell pepper fruit. **Journal of Horticultural Sciences**, v.72, p. 35-41, 1997.
- GAMAGAE, S. U. et al. Use of sodium bicarbonate and *Candida oleophila* to control anthracnose in papaya during storage. **Crop Protection**, v. 22, n. 7, p. 775-779, 2003.
- GAMAGAE, S. U.; SIVAKUMAR, D.; WIJESUNDERA, R. L. C. Evaluation of post-harvest application of sodium bicarbonate-incorporated wax formulation and *Candida oleophila* for the control of anthracnose of papaya. **Crop Protection**, v. 23, p. 575-579, 2004.
- GARCIA, L. C.; PEREIRA, L. M.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; HUBINGER, M. D. Effect of antimicrobial starch edible coating on shelf-life of fresh strawberries. **Packaging Technology and Science**, V. 25, p. 413-425, 2012.

GODOY, A. E. de J. A. P.; CERQUEIRA-PEREIRA, E. C.; GUTIERREZ, A. de S. D.; VIEIRA, C. E. M.; FORATO, L. A. Injúrias mecânicas e seus efeitos na qualidade de mamões Golden. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.3, p.682-691, 2010.

GOMES, T. C.; QUEIROZ, A. G. de; BARBOSA, L. F.; SILVA, L. E. P.; SOUZA, B. B.; SASAKI, F. F. C. Uso de cobertura à base de fécula de mandioca na conservação da qualidade pós-colheita de mamões In: JORNADA CIENTÍFICA EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, 17., 2017 Ciência e Empreendedorismo. **Resumos...** Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2017. 137p. 1p. Qualidade Fruto e Raiz.

HERNÁNDEZ, A. L. M. **Uso potencial del quitosano y extractos vegetales en el control de *Colletotrichum gloeosporioides*, *Rhizopus stolonifer*, *Penicillium digitatum* y *Fusarium oxysporum* de la papaya (*Carica papaya*)**. MSc Thesis, Centro de Desarrollo de Productos Bióticos-Instituto Politécnico Nacional. (Yautepec, Morelos, México). 2002.

HORTIESCOLHA. **Padrão mínimo de qualidade e equivalência de tamanho**. Disponível em <<http://www.hortiescolha.com.br/biblioteca/padrao-minimo-de-qualidade-eequivalencia-de-taman/>>. Acesso em 12 jun. 2018.

JOHNSTON, J. W.; HEWETT, E. W.; HERTOOG, M. L. A. T. M.; HARKER, F. R. Harvest date and fruit size affect postharvest softening of apple fruit. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.77, p.355-360, 2002.

KAYS, S. J. Preharvest factors affecting appearance. **Postharvest Biology and Technology**, v.15, p.233-247, 1999.

KESTER, J. J.; FENNEMA, O. R. Edible films and coatings: A review. **Food Technology**, v. 42, p. 47-59, 1988.

KONDA, E. T.; MANGOLIN, G. S.; NASCIMENTO, R. dos S.; TERAPO, D. Controle de podridão peduncular do mamão utilizando irradiação UVC. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 12., 2018, Campinas. **Anais...** Campinas: IAC: ITAL: APTA; Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2018.

LALEL, H. J. D.; SINGH, Z.; TAN, S. C. Maturity stage at harvest affects fruit ripening, quality and biosynthesis of aroma volatile compounds in 'Kensington Pride' mango. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.78, p.225-233, 2003.

LIN, D.; ZHAO, Y. Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 6, n. 3, p. 60-75, 2007.

- MALAVASI, A.; MARTINS, D. dos S. Origem e aplicações futuras do conceito de systems approach. In: MARTINS, D dos S. (Ed.). **Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão**. Vitória, ES: Incaper, 2005. p. 43-53.
- MANGOLIN, G. S.; KONDA, E. T.; BAPTISTA, R. Z.; TERAPO, D. Tratamento hidrotérmico no controle de podridão peduncular em mamão papaya. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 12., 2018, Campinas. **Anais...** Campinas: IAC: ITAL: APTA; Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2018.
- MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Agrofit**. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>>. Acesso em 24 abr. 2015.
- MAQBOOL, M.; ALI, A.; RAMACHANDRAN, S.; SMITH, D. R.; ALDERSON, P. C. Control of postharvest anthracnose of banana using a new edible composite coating. **Crop Protection**, v. 29, p. 1136-1141, 2010.
- MOURA, M. L.; SARGENT, S. A.; OLIVEIRA, R. F. Efeito da atmosfera controlada na conservação de tomates colhidos em estágio intermediário de maturidade. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 135-142, 1999.
- OLIVEIRA, F. V.; JULIÃO, L.; VIANA, M. M. Mamão: frete marítimo continua como opção de exportadores. **Hortifruti Brasil**, n. 129, p. 32, 2013. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/>>. Acesso em: 05 jul. 2018.
- OSTER, A. H. **Tratamento térmico com calor no controle de *Botryosphaeria dothidea* (Moug.) Ces. & De Not. em maçãs (*Malus domestica* Borkh) cv. Fuji**. 2004. 90 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, 2004.
- PALHANO, L. F. et al. Inactivation of *Colletotrichum gloeosporioides* spores by high hydrostatic pressure combined with citral or lemongrass essential oil. **International Journal of Food Microbiology**, v.95, n.1, p.61-6, 2004.
- PAVLATH, A. E.; ORTOS. Edible films and coatings: why, what and how? In: EMBUSCADO, M. E., HUBER, K. C. (Eds.), **Edible Films and Coatings for Food Applications**. New York: Springer Science/Business Media, 2009. p. 1–23.
- PEREIRA, M. E. C.; SILVA, A. S. DA.; BISPO, A. S. DA R.; SANTOS, D. B. dos; SANTOS, S. B. dos; SANTOS, V. J. dos. Amadurecimento de mamão formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1116-1119, 2006.
- RAPPUSSI et al. In vitro effect of UV-C irradiation on *Guignardia citricarpa* and on postharvest control of citrus black spot. **Tropical Plant Pathology**, v. 36, p. 356-361, 2011.
- SCHIRRA, M., D’HALLEWIN, G., BEN-YEHOSHUA, S., FALLIK, E. Host-pathogen interactions modulated by heat treatment. **Postharvest Biology and Technology**, v.21, p.71-85, 2000.

SIVAKUMAR, D., HEWARATHGAMAGAE, R. S., WIJERATNAM, W.: WIJESUNDERA, R. L. C. Effect of ammonium carbonate and sodium bicarbonate on anthracnose of papaya. **Phytoparasitica**, v. 30, p. 486-492, 2002.

SOARES, N. F. F.; SILVA, D. F. P.; CAMILLOTO, G. P.; OLIVEIRA, C. P.; PINHEIRO, N. M.; MEDEIROS, E. A. A. Antimicrobial edible coating in post-harvest conservation of guava. **Revista Brasileira da Fruticultura**, v. especial E., p. 281-289, 2011.

TASIWAL, V. **Studies of anthracnose-a postharvest disease of papaya**. 2008. Thesis (Doctorate) - College of Agriculture. **University of Agricultural Science**. Dharwad, Kamataka, India, 2008.

TERAO et al. Alternative strategy on control of postharvest diseases of mango (*Mangifera indica* L.) by use of low dose of ultraviolet-C irradiation. **Food Engineering Reviews**, v. 7, p.171-175, 2015.

TERAO et al. Tratamento hidrotérmico por aspersão com escovação no controle de doenças pós-colheita de manga. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 23., 2014, Cuiabá, MT. **Resumos...** [CD-ROM]. Cuiabá: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2014.

TERAO, D.; NECHET, K. de L.; HALDELD-VIEIRA, B. de A. Competitive and colony layer formation ability as key mechanisms by yeasts for the control *Botryosphaeria dothidea* fruit rot of mango. **Tropical Plant Pathology**, v. 42, n. 6, p. 451–457, 2017.

VALDEBENITO -SANHUEZA, R. M.; MAIA, L. **Utilização da luz ultravioleta (UV-C) na proteção de maçãs Fuji da podridão por *Penicillium expansum***. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2001. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

WATNICK, P. I.; KOLTER, R. Steps in the development of a *Vibrio cholerae* El Tor biofilm. **Molecular Microbiology**, v. 34, p. 586–595, 1999.