

## Controles alternativos no manejo da podridão por *Fusarium* sp. em pós-colheita do melão: uma revisão

Alternative controls in the management of rot by *Fusarium* sp. in melon post-harvest: a review

Controles alternativos en el manejo de la pudrición por *Fusarium* sp. en postcosecha de melón: una revisión

Recebido: 19/06/2022 | Revisado: 29/06/2022 | Aceito: 02/07/2022 | Publicado: 11/07/2022

**Luiz Fernando Bezerra Evangelista**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3157-3018>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: [luizfernando444@hotmail.com](mailto:luizfernando444@hotmail.com)

**Breno de Holanda Almeida**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2505-9925>

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil

E-mail: [brenoholanda12@gmail.com](mailto:brenoholanda12@gmail.com)

**Kewen Santiago da Silva Luz**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4643-6101>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: [kewenluz@gmail.com](mailto:kewenluz@gmail.com)

**Darlíane Cristina Soares de Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4802-6547>

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil

E-mail: [darlianesouza01@gmail.com](mailto:darlianesouza01@gmail.com)

**João Batista Pinheiro Filho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4766-6593>

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil

E-mail: [batistapif@gmail.com](mailto:batistapif@gmail.com)

**Pahlevi Augusto de Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7964-3193>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: [pahlevi.souza@ifrn.edu.br](mailto:pahlevi.souza@ifrn.edu.br)

### Resumo

O melão é um fruto de grande importância econômica na região Nordeste do Brasil, altamente prejudicada por doenças pós-colheita, ocasionada por fungos quiescentes como o gênero *Fusarium*. A presente revisão objetivou destacar diferentes manejos alternativos no gerenciamento de doenças pós-colheita como aliado na redução do uso de agroquímicos. A revisão narrativa, foi desenvolvida com produção científica indexada nas seguintes bases eletrônicas de dados: Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), CAPES, e Google Acadêmico, com o uso das seguintes palavras-chave: melão, controle alternativo, pós-colheita, *Fusarium*. O controle dos fitopatógenos na pós-colheita é realizada principalmente com agroquímicos que, devido as exigências do mercado internacional, para a redução ou eliminação de resíduos nos alimentos, tem buscado novas tecnologias que possam minimizar a aplicação de compostos sintéticos. Controles alternativos como térmicos, revestimentos e ozonização já são empregados comercialmente para tratamento de doenças pós-colheita, em que alguns em fase de estudo tem se mostrado eficientes podendo, futuramente, se realizar manejos conjuntos, a fim de se maximizar a eficiência no controle de enfermidades pós-colheita.

**Palavras-chave:** Doença; Controle biológico; Controle físico; *Cucumis melo*.

### Abstract

Melon is a fruit of great economic importance in the Northeast region of Brazil, highly affected by post-harvest diseases, caused by quiescent fungi such as the *Fusarium* genus. The present review aimed to highlight different alternative managements in the management of post-harvest diseases as an ally in reducing the use of agrochemicals. The narrative review was developed with scientific production indexed in the following electronic databases: Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD), CAPES, and Google Scholar, using the following keywords: melon, alternative control, post-harvest, *Fusarium*. The control of phytopathogens in the post-harvest is carried out mainly with agrochemicals that, due to the requirements of the international market, for the reduction or elimination of residues in food, have sought new technologies that can minimize the application of synthetic compounds. Alternative controls such as thermal, coatings and ozonation are already commercially used for the treatment of post-harvest diseases, in

which some in the study phase have shown to be efficient and, in the future, joint managements can be carried out in order to maximize the efficiency in the control of post-harvest diseases.

**Keywords:** Disease; Biological control; Physical control; *Cucumis melo*.

### Resumen

El melón es una fruta de gran importancia económica en la región Nordeste de Brasil, muy afectada por enfermedades poscosecha, causadas por hongos quiescentes como el género *Fusarium*. La presente revisión tuvo como objetivo destacar diferentes alternativas de manejo en el manejo de enfermedades poscosecha como un aliado en la reducción del uso de agroquímicos. La revisión narrativa se desarrolló con producción científica indexada en las siguientes bases de datos electrónicas: Biblioteca Digital Brasileña de Tesis y Disertaciones (BDTD), CAPES y Google Scholar, utilizando las siguientes palabras clave: melón, control alternativo, poscosecha, *Fusarium*. El control de fitopatógenos en la poscosecha se realiza principalmente con agroquímicos que, debido a los requerimientos del mercado internacional, para la reducción o eliminación de residuos en los alimentos, se han buscado nuevas tecnologías que puedan minimizar la aplicación de compuestos sintéticos. Los controles alternativos como el térmico, los recubrimientos y la ozonización ya se utilizan comercialmente para el tratamiento de enfermedades poscosecha, en las que algunas en fase de estudio han demostrado ser eficientes y, en el futuro, se pueden realizar manejos conjuntos con el fin de maximizar la eficiencia en el control de enfermedades poscosecha.

**Palabras clave:** Enfermedad; Control biológico; Control físico; *Cucumis melo*.

## 1. Introdução

Na fruticultura, doenças pós-colheita têm sido responsáveis por grandes prejuízos em regiões de clima tropical e subtropical devido, principalmente, pela ampla faixa de temperatura que favorece os microrganismos patogênicos de plantas e frutos. A deficiência no processamento inadequado dos compostos nutritivos e do manejo ineficiente dos fitopatógenos, são responsáveis pelas perdas quantitativas e qualitativas dos frutos, inviabilizando as negociações no mercado internacional (Oliveira et al., 2006).

Entre as doenças pós-colheita, a fusariose tem se tornado problemático para diversas culturas incluindo a do melão (*Cucumis melo* L.) (Hua-Li et al., 2018). Tais doença causadas por espécies do género *Fusarium*, que afetam principalmente plantas e frutos conhecida como podridão por *Fusarium*, é considerada um dos principais problemas pós-colheita (Huang et al., 2000).

Geralmente, a aplicação de fungicidas sintéticos é a principal estratégia de manejo de doenças pós-colheita de plantas (Terao et al., 2008), porém esse método tem demonstrado que o género *Fusarium* vem desenvolvendo cada vez mais resistência aos químicos, além de efeitos colaterais prejudiciais para os seres humanos e meio ambiente (Rampersad, 2020). Devido ao apelo internacional pela redução e substituição de uso de químicos, cada vez mais a comunidade científica vem desenvolvendo estratégias e manejos alternativos que buscam reduzir ou eliminar o uso de químicos no tratamento de frutas na pós-colheita.

A utilização de métodos alternativos muitas vezes pode apresentar-se como vantagens a diminuição do desenvolvimento de resistência fúngica, baixo custo de aplicação, e diminuição do impacto ambiental (Feliziani et al., 2013). Desta forma, o trabalho objetivou fazer um levantamento na literatura sobre estratégias de manejo alternativo no controle de podridões pós-colheita de melão causada pelo género *Fusarium*.

## 2. Metodologia

Este é um estudo de revisão narrativa que segundo Cordeiro et al. (2007) apresenta uma temática mais aberta e critérios mais subjetivos de seleção de dados, sobre a utilização de métodos alternativos de controle do fitopatógeno *Fusarium* em pós-colheita de melão. A revisão foi realizada por meio de pesquisas de referências bibliográficas em diferentes bases de indexação, em temas relacionados nas bases de dados eletrônicos (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), CAPES, e Google Acadêmico). O critério de seleção dos artigos considerou conter em seu título as palavras chaves: melão, pós-Colheita, *Fusarium*, métodos alternativos de controle, doença, podridão. Foram selecionados os trabalhos na língua portuguesa e inglesa,

publicados entre o período de 1990 a 2022. Foram obtidos um total de 883 publicações as quais, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão e a eliminação de duplicatas, a amostra final foi de 76 artigos, conforme demonstrado na Figura 1.

**Figura 1** – Fluxograma referente a busca de dados.



Fonte: Elaborada pelos autores.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Cultura do meloeiro

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) pertencente à família Cucurbitaceae, gênero *Cucumis*, possui uma classificação sugerida por Robinson e Decker-Walters (1997), em que a literatura atual divide a espécie em seis diferentes variedades ou grupos botânicos: cantaloupensis, conomon, dudaim, flexuosus, inodorus e momordica. É uma planta polimórfica, tendo seu centro de origem na África, e hoje são encontradas cultivares em diversas regiões do mundo, desde os países mediterrâneos, centro e leste da Ásia, sul e centro da América e também o centro e sul da África (Saghaiesh & Souri, 2018).

A cultura possui mais de um milhão de hectares plantadas no mundo e uma produção mundial de aproximadamente 32 milhões de toneladas, sendo uma das hortaliças-oleícolas mais conhecidas e apreciadas, agregando grande valor econômico em virtude de seu alto índice de exportação para União Europeia, Ásia e América do Norte (Kist et al., 2021).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2019 o Brasil produziu 587.692 toneladas do fruto (IBGE, 2021). A região Nordeste é a maior produtora de melão do país, com ênfase no Rio Grande do Norte que, em conjunto com o Estado do Ceará, produz cerca de 95% de todo o melão nacional e desses, apenas o estado Rio Grande do Norte abrange 70% da produção, principalmente na região do agro polo Mossoró/Assu (Kist, et al., 2021).

#### 3.2 Podridões Pós-Colheita

As doenças pós-colheita, principalmente as quiescentes, tem seu início ainda no campo, durante o desenvolvimento e amadurecimento do fruto, que mais tarde os sintomas poderão se manifestar durante os processos de classificação, embalagem, armazenamento e transporte, até a chegada ao consumidor final (Terao et al., 2008).

A redução das perdas em pós-colheita representa um constante desafio para os produtores (Kader, 2002). Segundo levantamentos, estima-se que as perdas vinculadas a pós-colheita de frutos tropicais e subtropicais oscilem entre 20% e 80% na maioria dos países em desenvolvimento (Finger & Vieira, 2002; Benato et al., 2006), essas causas estão principalmente

relacionadas a falhas no transporte e armazenamento refrigerado dos produtos, manipulação inadequada e/ou tratamentos microbiológicos ineficientes (Mari & Guizzardi 1998; terão et al., 2008).

Os principais causadores de doenças são os fungos, pois possuem grande quantidade de espécies, além de diversidade genética e eficiência dos mecanismos de penetração. Segundo Snowdon (1990), já foram relatados mais 20 diferentes fitopatógenos para o melão, no qual as principais doenças pós-colheita observadas são: as podridões causadas pelos gêneros *Fusarium*, *Rhizopus*, *Alternaria* e *Cladosporium* à temperatura ambiente (25 °C), sendo que em baixas temperaturas os gêneros *Alternaria* e *Cladosporium* são os que mais causam problemas aos frutos (Huang et al., 2000).

Entre as podridões pós-colheita em melão, pode ser citada como de grande importância a ocasionada pelo gênero *Fusarium*, em que é uma das principais causas de perdas do tipo Cantaloupe, também afetando outras variedades (Bruton, 1995; Dias & Terao, 2006).

*Fusarium* spp. são fungos pertencentes ao filo Ascomycetes, ordem Hypocreales e família Hypocreaceae (Leslie & Summerell, 2006), de alta importância econômica na produção e processos pós-colheita do melão. É um fitopatógeno quiescente, com ataque aparente durante o acondicionamento e armazenamento dos frutos (Ravichandra, 2021). Por meio de adaptação as condições de solo, pode sobreviver saprofiticamente nos restos culturais, sendo inoculado nos frutos desde o plantio até o momento da colheita. Tal gênero se mantém latente fisiologicamente em uma fase assintomática no fruto, que em meio a condições de umidade, temperatura e matéria orgânica, desenvolve-se e inicia o ataque, levando ao aparecimento dos sintomas característicos e eventualmente os sinais do fitopatógeno no hospedeiro (Prusky, 1996; Gordon, et al., 2015).

As lesões decorrentes do ataque do fitopatógeno podem aparecer em qualquer parte do fruto, sendo mais frequentes na zona de abscisão peduncular decorrentes da prática de colheita. Inicialmente, ocorre o aparecimento de pequenas lesões encharcadas, acompanhada de intenso crescimento micelial cotonoso branco (Dias & Terao, 2006). Já na parte interna, apresentam lesões de cor marrom, cuja seção de corte revela podridão de aspecto esponjoso e seco, com um halo branco (Bruton & Duthie, 1996).

Com isso, baseado nas altas taxas de perdas geradas em decorrência de doenças pós-colheitas, tem se buscado alternativas de controle que sejam efetivas contra fitopatógenos. Dentre os manejos e tratamentos, o químico é o mais empregado devido a sua eficácia já comprovada (Terao, et al. 2008). No entanto, eles causam um efeito negativo em termos de resistência aos patógenos (Yoon, et al., 2013), e podem ter efeitos colaterais/residuais que são prejudiciais aos seres humanos (Fattahi, et al., 2015).

O mercado internacional, em especial o Europeu, está cada vez mais restrito quanto ao teor residual de compostos sintéticos nos frutos “*in natura*” que são importados, levando os países produtores a adotarem medidas de redução do uso de produtos químicos durante o plantio e no pós-colheita, baseado nos problemas decorrentes dos compostos sintéticos sobre a saúde humana e ao meio ambiente (EFSA, 2018).

Assim, diversas tecnologias têm sido desenvolvidas e aplicadas com o objetivo de reduzir as podridões na pós-colheita, tais como: o controle físico (refrigeração, tratamento térmico, radiação, atmosfera controlada e modificada) e o controle biológico (antagonistas) (EFSA, 2018).

### **3.3 Controle Físico**

#### **3.3.1 Refrigeração**

O armazenamento refrigerado pode ser considerado o principal método físico para retardar ou reduzir doenças bióticas e abióticas em frutas e vegetais frescos (Brizzolara, et al. 2020). A deterioração depende da temperatura, taxa de respiração e do estresse decorrente da colheita e pós-colheita da fruta. Uma das técnicas mais efetivas é a redução rápida da temperatura da fruta

após a colheita a fim de se manter um alto nível de qualidade. O armazenamento em baixa temperatura possibilita o retardo do desenvolvimento do fitopatógeno e, conseqüentemente, o aumento do tempo de vida de prateleira da fruta.

Além de atuar indiretamente sobre o fitopatógeno, reduzindo o metabolismo, e sobre a fruta, retardando sua senescência, contribuindo para a manutenção da vida útil dos frutos mediante à infecção fúngica e, diretamente, inibindo ou retardando a atividade enzimática e o crescimento dos patógenos. A baixa temperatura evita a perda de umidade dos tecidos da fruta, restando o encolhimento e possibilitando que os tecidos vegetais se mantenham com alto nível de resistência aos patógenos em comparação com frutas mantidas em ambiente de alta temperatura (Brizzolara, et al. 2020).

### 3.3.2 Tratamento Térmico

O tratamento com água quente (TAQ) é uma abordagem não convencional para controlar a deterioração pós-colheita com base no uso de água em temperaturas acima de 40 °C. A técnica é totalmente segura para o homem e o meio ambiente, por essas razões, o TAQ é especialmente recomendado para culturas orgânicas ou para cumprir as regulamentações dos mercados que exigem mínimo ou nenhum tratamento químico pós-colheita.

O sistema fornece uma transferência de calor mais eficiente do que o ar, necessitando de menos tempo de tratamento. Além disso, é barato quando comparado aos tratamentos térmicos (vapor ou ar forçado) (Sui et al., 2014; Sivakumar & Fallik, 2013). O uso de TAQ para desinfestação é particularmente interessante para frutas tropicais que desenvolvem dano por temperatura nos tratamentos pelo frio ou no condicionamento antes da desinfestação pelo frio (Hofman et al., 2002). Tal técnica é aplicado por meio de uma imersão completa da fruta em água quente ou na forma de escovação com água quente. Esta última fornece um primeiro enxague da fruta com água da torneira, rolando sobre as escovas na linha de classificação, seguido por enxague com água quente pressurizada e secagem final com ar forçado (Fallik, 2004; Sivakumar & Fallik, 2013).

Diferentes fatores podem influenciar na eficiência da TAQ como: o fruto (espécie, cultivar, tamanho, forma, condutividade térmica do tecido, condições de crescimento, maturidade na colheita), o fitopatógeno (espécie, localização no hospedeiro) e as condições de tratamento (temperatura, duração, método usado para aplicação de calor, quantidade de frutos tratados e tempo de aplicação). Alcançar a temperatura adequada em produtos aquecidos é essencial para o controle eficaz de doenças, portanto, o sistema de tratamento deve garantir a manutenção da temperatura ideal tanto na superfície do fruto quanto na massa do mesmo (Vigneault et al., 2012).

Em estudo Teitel et al. (1991), avaliaram melões infectados naturalmente com *Fusarium*, no qual observou que apesar do excelente controle de decomposição, o dano causado pelo calor nas frutas tratadas termicamente a 60 °C, tornou o tratamento inutilizável, limitando como máximo a temperatura com água quente, não havendo diferença entre as frutas tratadas por 1 ou 2 minutos a 55 °C. Já Sivakumar e Fallik (2013), observaram danos nos melões tratados com água quente a 55 °C por 4 min, enquanto que a 58 °C por 15 segundos, seguido de armazenamento em duas condições diferentes: por 15 dias a 5 °C e por 3 dias a 20 °C, se mantiveram com aspecto saudável.

O tratamento térmico além de reduzir os fitopatógenos no fruto de forma direta, indiretamente ativa genes que codificam as proteínas de choque térmico no fruto (Cruz-Mendivil et al., 2015). Uma via de ação indireta decorrente do tratamento térmico é a ativação dos sistemas antioxidantes do fruto (Gonzalez-Aguilar et al. 2010). As enzimas antioxidantes: catalase (CAT), peroxidase (POD) e superóxido dismutase (SOD) desempenham um papel significativo na desintoxicação de espécies reativas de oxigênio (ERO), melhorando o dano oxidativo induzido pela produção de ERO (Zheng et al, 2010). O acúmulo de compostos antifúngicos em melão, tais como compostos fenólicos e flavonoides, e a lignina está intimamente associada à resistência a doenças pós-colheita (Yuan et al., 2013; Sui et al., 2014).

Os tratamentos induzem mudanças no arranjo e estrutura da camada epicuticular do fruto conferindo resistência à perda de água, quebra de frutas e infecção microbológica (Martin; Rose, 2014). Em melão, Yuan et al. (2013) observou fissuras

epicuticulares e grande parte dos estômatos com parcial ou completa obstrução como resultado da exposição ao calor, proporcionando uma barreira mecânica nestes locais contra a entrada de fitopatógenos.

Sui et al., (2014) observaram que o estresse por calor pode ter um efeito letal ou inibitório direto sobre os esporos fúngicos, dependendo da dose de tratamento (temperatura e duração) pelo desencadeamento e o acúmulo de EROs, colapso do potencial de membrana mitocondrial, e uma diminuição do ATP intracelular, inibindo assim a germinação de esporos de *Fusarium oxysporum* em frutos de melão tratados termicamente.

### 3.3.3 Radiação

A radiação ultravioleta (UV) é parte integrante da radiação solar, representando 45% do espectro total, situando-se abaixo da luz visível e subdivide-se nos seguintes comprimentos de onda: UVA entre 320 e 400 nm, UVB entre 280 e 320 nm e UVC entre 100 e 280 nm, esta última possuindo ação germicida.

A radiação ultravioleta pode ser empregada de duas formas: ultravioleta pulsada (Uvp), consistindo de uma tecnologia em que a energia é armazenada em um capacitor e liberada em flashes intermitentes, o que aumenta de forma instantânea a intensidade de energia e a ultravioleta contínua, onde são liberados flashes de forma contínua. Devido a essa característica a ultravioleta pulsada é mais efetiva e mais rápida na inativação de microrganismos (De Sousa et al., 2019).

O efeito antimicrobiano da Uvp ocorre devido a absorção das ondas eletromagnéticas de radiação pelas ligações dupla de carbono conjugado nas proteínas e ácidos nucleicos, perturbando o metabolismo celular (Rivas, 2012). Esses efeitos são letais aos microrganismos que através de modificações fotoquímicas e efeito fototermal associado à altas doses do espectro UV em um curto espaço de tempo (Takeshita et. al. 2003), desorganiza a dupla fita de DNA, impedindo o fungo de reproduzir-se (processos meióticos e mitóticos).

Considerando as crescentes exigências de qualidade, segurança alimentar, ecologia sustentável e produtos com aparência agradáveis ao consumidor, os cuidados pós-colheita têm sido muito importantes para garantir a qualidade dos frutos ao longo do ciclo de comercialização. O uso da radiação ultravioleta tem-se mostrado eficiente em vários aspectos, principalmente, sobre o controle de microrganismos patogênicos em frutas orgânicas, que além de seguro não deixa/gera resíduos (Artés et. al. 2009).

O uso de Uvp apresenta efeito letal às unidades formadoras de colônia a fungos do gênero *Fusarium* spp., ocasionando o controle da podridão por *Fusarium* em melões amarelos (Araújo, 2018). Em estudo, Sousa et al. (2019) avaliou a ação de luz pulsada (UV-C e UV-B) em melão, no qual observou limitação na biossíntese de etileno no fruto, levando a uma regulação positiva imediata de poliaminas, aumentando a fenilalanina amônia liase e compostos fenólicos, mostrando que a luz pulsada estimula os mecanismos de defesa pós-colheita no melão.

Em outro estudo, Filho et al., (2020) observaram que o tratamento com Uvp forneceu proteção contra doenças pós-colheita em melões, inibindo diretamente o crescimento de *Fusarium pallidoroseum* através da regulação positiva de biomarcadores específicos de frutas, como o ácido piperólico, saponarina e orientina, que atuou como um dos principais marcadores do sistema de defesa contra patógenos.

### 3.3.4 Ozonização

O ozônio (O<sub>3</sub>), a forma triatômica do oxigênio, é um gás em temperatura ambiente que tem se mostrado promissor, por se tratar de um forte oxidante e possuir baixo tempo de meia vida (Di Bernardo & Dantas, 2006). O ozônio é produzido de forma natural na estratosfera em pequenas quantidades (0,05 mg.L<sup>-1</sup>), podendo ser gerado de forma artificial (Kim et al., 2003). Existem vários tipos de geradores de ozônio (O<sub>3</sub>), tanto para a aplicação em fases gasosas ou aquosas, possibilitando diferentes usos tanto

em campo de desinfecção, saneamento de água potável e esgoto (urbano, hospitalar, industrial, etc.), além de agir também sobre superfícies, ambientes e produtos alimentares (Díaz-López et al., 2022).

A segurança dos produtos tratados com ozônio e sua respectiva eficácia do tratamento sanitário tem sido fortemente estudada, sendo que em 1997 o uso de ozônio foi reconhecido como seguro (GRAS - Generally Recognized As Safe) e em 2001, a Food and Drug Administration (FDA, 2001) aprovou a aplicação do O<sub>3</sub> como aditivo alimentar direto para o tratamento, armazenamento e processamento de alimentos nas fases gasosa e aquosa.

A eficiência dos tratamentos com ozônio está relacionada a vários fatores, incluindo temperatura, tempo de aplicação, pH, tipo e fisiologia do produto tratado. Assim, métodos específicos de ozonização devem ser desenvolvidos para diferentes hospedeiros (Horvitz & Cantalejo, 2014). Em estudo De Santis et al. (2021), observaram a redução da podridão de alhos tratados com gás ozônio 2,14 µg m<sup>3</sup> de O<sub>3</sub> por 4 dias, 20 h por dia, sobre *Fusarium proliferatum* prolongando em duas semanas o tempo de prateleira armazenados a 22 °C.

Já Toti et al. (2018), observaram que os frutos mantidos em câmara fria (6 °C) e tratados com 0,15 ppm de O<sub>3</sub> gasoso durante o dia e 0,3 ppm durante a noite, foi eficaz na redução da produção de etileno e no retardamento do amolecimento do melão Cantaloupe, estendendo a manutenção da qualidade no período de 13 dias de armazenamento e além disso as contagens microbianas foram menores nos frutos com O<sub>3</sub>. A partir do dia 9, os frutos tratados com O<sub>3</sub> mostraram diminuição significativa nos microrganismos aeróbios mesófilos.

Hua-Li et al. (2018), avaliaram doses de O<sub>3</sub> gasoso nas concentrações de 1,10 e 2,20 mg.L<sup>-1</sup> por 30, 60 e 120 min, respectivamente, e armazenados por 5, 8 e 11 dias a 25°C, observando que a concentração de 1,10 mg.L<sup>-1</sup> se mostrou melhor controlando significativamente o desenvolvimento da podridão de *Fusarium sulphureum* e o acúmulo da micotoxina neosolaniol (NEO) nos frutos.

### 3.3.5 Revestimentos

Os revestimentos de produtos frescos são comumente realizados com a finalidade de reduzir a perda de peso, encolhimento e melhorar a aparência por promover uma atmosfera modificada que promove o retardo da degradação em frutas e vegetais seja pela própria senescência ou por ataque de microrganismos (Feliziani, et al., 2015). Normalmente, os revestimentos comerciais são à base de cera, muitas vezes atrelados com fungicidas convencionais para proporcionar o controle de doenças pós-colheita. Atualmente, existe um crescente interesse no desenvolvimento de revestimentos antifúngicos comestíveis de origem natural (vegetal ou animal) ou à base de formulações biodegradáveis atreladas com aditivos de grau alimentício com compostos antifúngicos, a fim de substituir as ceras comerciais sintéticas por produtos de origem natural, como ceras de abelha, de carnaúba e polímero de quitosana. (Palou, et al., 2016)

A aplicação de revestimentos semipermeáveis funciona criando uma atmosfera modificada de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>, em que sob determinadas condições de armazenamento tem mostrado melhorar a capacidade de manutenção de frutas perecíveis, como nos tratamentos dos frutos de chirimóia, banana e pêra ao modificar a atmosfera interna desses frutos, há o atraso do amadurecimento e, conseqüentemente, aumento de vida de prateleira das frutas (Amarante, et al., 2001; Yonemoto et al., 2002).

A quitosana é um polissacarídeo catiônico de cadeia linear da glucosamina e unidades de N-acetilglucosamina unidas por ligações β-1,4-glicosídicas, é obtida pela desacetilação da quitina através da exposição a soluções de NaOH ou à enzima quitinase, tanto a quitina quanto a quitosana são polímeros naturais e devido a sua biocompatibilidade e biossegurança, suas aplicações são difundidas em muitas indústrias, como cosmetologia, alimentos, biotecnologia, farmacologia, medicina e agricultura (Yeng et al., 2013).

Tal biopolímero é solúvel em ácidos orgânicos e pode ser utilizado como matéria-prima para revestimento e conservação de frutas. Estudos mostram que os revestimentos a base de quitosana possuem o potencial de prolongar a vida de armazenamento

e controlar a decomposição de morango, pêssego e uvas de mesa (Du et al., 1997; Romanazzi et al., 2018). Quando aplicada às plantas, a quitosana apresenta atividade tripla: elicitação das defesas do hospedeiro; atividade antimicrobiana; e formação de filme na superfície tratada (Romanazzi, et al., 2018).

Outra tecnologia que vem sendo bastante estudada é a utilização de ceras, composta de cadeias lipídicas muito particular, comumente conhecida por seus ácidos graxos de cadeia longa esterificados com álcoois de cadeia longa e são encontradas na superfície de folhas, sementes e frutos. Sua principal função é a proteção da planta em relação à perda e absorção de água, gases e compostos biológicos voláteis e geralmente são classificados de acordo com sua origem, seja animal, vegetal ou mineral (Mandu, et al., 2020).

Em estudo, Fallik et al. (2005) observaram o aumento de tempo de prateleira de melão tipo Galia com revestimentos a base de polietileno e cera de abelha, em que mantiveram a qualidade externa e interna do fruto avaliada pelas variáveis de perda de peso, firmeza, desenvolvimento de cor, incidência de podridão e teor de sólidos solúveis.

Já Cong et al. (2007) avaliaram a capacidade de controle de *Alternaria alternata* e *Fusarium semitectum* em melão Hami em temperatura ambiente (25 °C) com revestimentos de quitosana e cera de polietileno associada a adição de natamicina a 20 mg.L<sup>-1</sup>, um agente antimicótico atualmente aprovado pelo FDA para uso em superfícies de cortes e fatias de queijo (Elayedath & Barringer, 2002), observando efeito antimicrobiano, além de redução da perda de peso e de ácido ascórbico dos frutos quando combinados os três tratamentos em relação ao controle quando armazenados em temperatura ambiente (30 °C) por 20 dias.

Óleos essenciais de plantas são basicamente subprodutos do metabolismo vegetal, também conhecidos como metabólitos secundários voláteis, consistindo da composição de terpenos, juntamente com compostos fenólicos e fenilpropanóides (Sil, et al., 2020). Possuem amplo espectro de atividade antimicrobiana e têm sido aplicados para controlar doenças fúngicas e bacterianas em vegetais, além de serem utilizados como pesticidas verdes em programas de manejo integrado de pragas (Koul et al., 2008; Bajpai et al., 2011; Sivakumar & Bautista-Baños, 2014). A aplicação de óleos essenciais é utilizada como método alternativo no controle *Fusarium* spp. Nas culturas da banana, melão e tomate (Bowers & Locke, 2000; Monteiro et al., 2013; Sharma et al., 2017).

Em estudo, Park et al. (2017) demonstraram atividades antifúngicas sinérgicas contra a germinação de conídios e o crescimento micelial *in vitro* de *F. oxysporum* com óleos essenciais de canela (*Cinnamomum verum*), erva-doce (*Pimpinella anisum*), orégano (*Origanum vulgare*) e tomilho (*Thymus vulgaris*). Fontana et al. (2020) observaram o controle de sobre *Fusarium* spp. E *Sclerotinia sclerotiorum* com os óleos essenciais de *Aloysia citriodora*, *Cymbopogon winterianus*, *Lippia alba* e *Ocimum americanum*, com inibição do crescimento micelial de 100% em doses variando de 0,6 a 1,4 µL.mL<sup>-1</sup>.

### 3.4 Controle Biológico

O controle biológico é considerado uma forma alternativa de controle a diversos tipos de podridões pós-colheita, e pode ser definido como a utilização intencional de organismos vivos, nativos ou introduzidos no local ou planta hospedeira, que apresentem atividade antagonista ou supressora a determinada população de patógeno (Pal & Gardener, 2006).

Existem diversas formas que esses microrganismos antagonistas podem atuar, alguns são conhecidos como produtores de metabólitos secundários conferindo benefícios ecológicos às plantas hospedeiras (Brader et al. 2014), como a antibiose (Sunpapao et al., 2018), competição por nutrientes, por espaço (Baiyee et al., 2019), parasitismo (Troian et al., 2014) e indução de resistência sistêmica (Howell, 2003) a fim de se controlar os fitopatógenos, bem como promover o crescimento das plantas (Martínez-Medina et al., 2014).

Um dos mecanismos de ação inerente ao gênero *Trichoderma* no controle de fitopatógenos é a produção e liberação de compostos orgânicos voláteis e não voláteis, de enzimas quitinolíticas que degradam a parede celular de fitopatógenos, a fim de



inibir o crescimento dos mesmos (Macías-Rubalcava et al., 2010; Sunpapao et al., 2018), além de desencadear diretamente o sistema de defesa induzida em plantas (Vinale et al., 2012; Baiyee et al., 2019).

Em estudo Intana et al. (2021), avaliaram o efeito de *Trichoderma asperellum* no controle de *Fusarium incarnatum* em melão através da produção de compostos orgânicos voláteis *in vitro* e *in vivo*, no qual mostrou-se eficaz na inibição do crescimento de *F. incarnatum* em 62,5%, efeito esse relacionado com a produção de álcool feniletílico pelo *T. asperellum*.

#### 4. Considerações Finais

A produção de campo adequada, colheita, transporte e processamento contribuem em um produto de qualidade, sendo necessário um tratamento pós-colheita eficiente a fim de se reduzir as perdas pós-colheita em melões, havendo necessidade de melhor manuseio, embalagem e classificação. Perdas pós-colheita de “*commodities*” perecíveis causam um grande déficit na economia, com isso, várias estratégias são geradas para o estabelecimento e manutenção da boa qualidade dos frutos.

Ao longo do tempo os pesquisadores tem se afastado da simples ideia da utilização de apenas um método e altas doses de agentes de controle para uma abordagem integrativa que vise a utilização do conceito de múltiplos obstáculos para a redução de perdas na pós-colheita, entretanto, ainda existem lacunas no conhecimento sobre essas interações de diferentes métodos a serem combinados para uma melhor resposta na redução de perdas por fitopatógenos.

#### Referências

- Amarante, C., Banks, N. H., & Ganesh, S. (2001). Characterising ripening behaviour of coated pears in relation to fruit internal atmosphere. *Postharvest biology and technology*, 23(1), 51-59.
- Araújo, A. A. C. (2018). *Radiação ultravioleta pulsada no controle da podridão por Fusarium em melão amarelo*. 28 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Artés, F., Gómez, P., Aguayo, E., Escalona, V., & Artés-Hernández, F. (2009). Sustainable sanitation techniques for keeping quality and safety of fresh-cut plant commodities. *Postharvest Biology and Technology*, 51(3), 287-296.
- Baiyee, B., Pornsuriya, C., Ito, S. I., & Sunpapao, A. (2019). *Trichoderma spirale* T76-1 displays biocontrol activity against leaf spot on lettuce (*Lactuca sativa* L.) caused by *Corynespora cassiicola* or *Curvularia aeria*. *Biological control*, 129, 195-200.
- Bajpai, V. K., Kang, S. R., Xu, H., Lee, S. G., Baek, K. H., & Kang, S. C. (2011). Potential roles of essential oils on controlling plant pathogenic bacteria *Xanthomonas* species: a review. *The Plant Pathology Journal*, 27(3), 207-224.
- Benato, E. A.; Cia, P.; Camili, E. C. (2006) Controle físico. In: Oliveira, S. M. A.; Terao, D.; Dantas, S. A. F.; Tavares, S. C. C. H. Patologia pós-colheita: frutas olerícolas e ornamentais tropicais. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 173-189.
- Bowers, J. H., & Locke, J. C. (2000). Effect of botanical extracts on the population density of *Fusarium oxysporum* in soil and control of *Fusarium* wilt in the greenhouse. *Plant disease*, 84(3), 300-305.
- Brader, G., Compant, S., Mitter, B., Trognitz, F., & Sessitsch, A. (2014). Metabolic potential of endophytic bacteria. *Current opinion in biotechnology*, 27, 30-37.
- Brizzolara, S., Manganaris, G. A., Fotopoulos, V., Watkins, C. B., & Tonutti, P. (2020). Primary metabolism in fresh fruits during storage. *Frontiers in plant science*, 11, 80.
- Bruton, B. D. (1995). *Etiology, epidemiology, and control of cantaloupe fruit rots*. In: Lester, G. et al. (Eds.) Cucurbitaceae'94. Edinburg: Gateway Printing. 48-54.
- Bruton, B. D.; Duthie, J. A. (1996). *Fusarium* rot. In: Zitter, T. A.; Hopkins, D. L.; Thomas, C. E. (Eds.) Compendium of cucurbit diseases. APS Press, 50-51.
- Cong, F.; Zhang, Y.; Dong, W (2007). Use of surface coatings with natamycin to improve the storability of Hami melon at ambient temperature, *Postharvest Biology and Technology*, 46, 71-75.
- Cordeiro, A. M., Oliveira, G. M. D., Rentería, J. M., & Guimarães, C. A. (2007). Revisão sistemática: uma revisão narrativa. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, 34, 428-431.
- Cruz-Mendívil, A., López-Valenzuela, J. A., Calderón-Vázquez, C. L., Vega-García, M. O., Reyes-Moreno, C., & Valdez-Ortiz, A. (2015). Early transcriptional responses to chilling stress in tomato fruit with hot water pre-treatment. *Postharvest Biology and Technology*, 109, 137-144.
- De Santis, D., Garzoli, S., & Vettriano, A. M. (2021). Effect of gaseous ozone treatment on the aroma and clove rot by *Fusarium proliferatum* during garlic postharvest storage. *Heliyon*, 7(4), e06634.

- De Sousa, A. E. D., de Almeida Lopes, M. M., Moreira, A. D. R., Macedo, J. J. N., Moura, C. F. H., de Aragão, F. A. S., & de Oliveira Silva, E. (2019). Induction of postharvest resistance in melon using pulsed light as abiotic stressor. *Scientia Horticulturae*, 246, 921-927.
- Di Bernardo, L., & Dantas, Â. D. B. (2006). Métodos e técnicas de tratamento de água. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 11, 107-107.
- Dias, R.C.S.; Terao, D. (2006). Doenças das cucurbitáceas. In: Oliveira, S. M. A.; Terao, D.; Dantas, S. A. F.; Tavares, S. C. C. H. Patologia pós-colheita: frutas olerícolas e ornamentais tropicais. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 597-627.
- Díaz-López, M., Siles, J. A., Ros, C., Bastida, F., & Nicolás, E. (2022). The effects of ozone treatments on the agro-physiological parameters of tomato plants and the soil microbial community. *Science of The Total Environment*, 812, 151429.
- Du, J. M., Gemma, H., & Iwahori, S. (1997). Effects of chitosan coating on the storage of peach, Japanese pear, and kiwifruit. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.*, 66, 15-22.
- EFSA (European Food Safety Authority). (2018). Modification of the existing maximum residue levels for imazalil in various commodities. *EFSA Journal*. 16(6).
- Elayedath, S., & Barringer, S. A. (2002). Electrostatic powder coating of shredded cheese with antimycotic and anticaking agents. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 3(4), 385-390.
- Fallik, E. (2004). Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). *Postharvest biology and technology*, 32(2), 125-134.
- Fallik, E., Shalom, Y., Alkalai-Tuvia, S., Larkov, O., Brandeis, E., & Ravid, U. (2005). External, internal and sensory traits in Galia-type melon treated with different waxes. *Postharvest Biology and Technology*, 36(1), 69-75.
- Fattahi, E., Mousavi Moghadam, M., & Khanbabaee, R. (2015). The effect of tricyclazole on testosterone changes and testicular structure in mice. *Journal of Babol University of Medical Sciences*, 17(2), 43-49.
- FDA - Food and Drug Administration. (2001). Secondary direct food additives permitted in food for human consumption. *Rules Regul.* 64, 44122-44123.
- Feliziani, E., Landi, L., & Romanazzi, G. (2015) Preharvest treatments with chitosan and other alternatives to conventional fungicides to control postharvest decay of strawberry. *Carbohydr. Polym.*, 132, 111-117.
- Feliziani, E., Santini, M., Landi, L., & Romanazzi, G. (2013). Pre-and postharvest treatment with alternatives to synthetic fungicides to control postharvest decay of sweet cherry. *Postharvest Biology and Technology*, 78, 133-138.
- Filho, F. O., Silva, E. D. O., Lopes, M. M. D. A., Ribeiro, P. R. V., Oster, A. H., Guedes, J. A. C., ... & Zocolo, G. J. (2020). Effect of pulsed light on postharvest disease control-related metabolomic variation in melon (*Cucumis melo*) artificially inoculated with *Fusarium pallidoroseum*. *Plos one*, 15(4).
- Finger, F., & Vieira, G. (2002). *Fisiologia pós-colheita de frutos tropicais e subtropicais*. In: Zambolim, L. (Ed.). *Manejo integrado: fruteiras tropicais – doenças e pragas*. Viçosa: UFV, 1-30.
- Fontana, D. C., Schmidt, D., Kulczynski, S. M., Caron, B. O., Pretto, M. M., Mariotto, A. B., ... & Holz, E. (2020). Fungicidal potential of essential oils in control of *Fusarium* spp. and *Sclerotinia sclerotiorum*. *Arquivos do Instituto Biológico*, 87, 1-10.
- Gonzalez-Aguilar, G. A., Villa-Rodriguez, J. A., Ayala-Zavala, J. F., & Yahia, E. M. (2010). Improvement of the antioxidant status of tropical fruits as a secondary response to some postharvest treatments. *Trends in Food Science & Technology*, 21(10), 475-482.
- Gordon, T. R., Swett, C. L., & Wingfield, M. J. (2015). Management of *Fusarium* diseases affecting conifers. *Crop protection*, 73, 28-39.
- Hofman, P. J., Stubbings, B. A., Adkins, M. F., Meiburg, G. F., & Woolf, A. B. (2002). Hot water treatments improve 'Hass' avocado fruit quality after cold disinfestation. *Postharvest biology and technology*, 24(2), 183-192.
- Horvitz, S., & Cantalejo, M. J. (2014). Application of ozone for the postharvest treatment of fruits and vegetables. *Critical reviews in food science and nutrition*, 54(3), 312-339.
- Howell, C. R. (2003). Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. *Plant disease*, 87(1), 4-10.
- Hua-Li, X., Yang, B., Raza, H., Hu-Jun, W., Lu-Mei, P., Mi-Na, N., ... & Yong-Cai, L. (2018). Detection of NEO in muskmelon fruits inoculated with *Fusarium sulphureum* and its control by postharvest ozone treatment. *Food chemistry*, 254, 193-200.
- Huang, Y., Deverall, B. J., Tang, W. H., Wang, W., & Wu, F. W. (2000). Foliar application of acibenzolar-S-methyl and protection of postharvest rock melons and Hami melons from disease. *European Journal of Plant Pathology*, 106(7), 651-656.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). (2021, set 8). Produção Agrícola - Lavoura Temporária. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/14/10193>
- Intana, W., Kheawlang, S., & Sunpapao, A. (2021). *Trichoderma asperellum* T76-14 Released Volatile Organic Compounds against Postharvest Fruit Rot in Muskmelons (*Cucumis melo*) Caused by *Fusarium incarnatum*. *Journal of Fungi*, 7, 1-13.
- Kader, A. A. (2002). Postharvest biology and technology: an overview. In: Kader, A. A. (Ed.) Postharvest technology of horticultural crops. 3 ed. Riverside: UC Regents, 535, 39-47.
- Kim, J. G., Yousef, A. E., & Khadre, M. A. (2003). Ozone and its current and future application in the food industry. *Advances in Food and Nutrition Research*, 45, 167-218.
- Kist, B. B; Carvalho, C.; Beling, R. R. (2021). *Anuário brasileiro de hortifrutí 2021*. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, p. 104.

- Koul, O., Walia, S., & Dhaliwal, G. S. (2008). Essential oils as green pesticides: potential and constraints. *Biopesticides international*, 4(1), 63-84.
- Leslie, J. F., & Summerell, B. A. (2006). The *Fusarium* laboratory manual. London: Blackwell, 400.
- Mandu, C. C., Barrera-Arellano, D., Santana, M. H. A., & Fernandes, G. D. (2020). Waxes used as structuring agents for food organogels: A Review. *Grasas Y aceites*, 71(1), e344-e344.
- Macías-Rubalcava, M. L., Hernández-Bautista, B. E., Oropeza, F., Duarte, G., González, M. C., Glenn, A. E., ... & Anaya, A. L. (2010). Allelochemical effects of volatile compounds and organic extracts from *Muscodora yucatanensis*, a tropical endophytic fungus from *Bursera simaruba*. *Journal of chemical ecology*, 36(10), 1122-1131.
- Mari, M., & Guizzardi, M. (1998). The postharvest phase: emerging technologies for the control of fungal diseases. *Phytoparasitica*, 26, 59-66.
- Martin, L. B. B., & Rose, J. K. (2014). There's more than one way to skin a fruit: formation and functions of fruit cuticles. *Journal of Experimental Botany*, 65, 4639 – 4651.
- Martínez-Medina, A., Del Mar Alguacil, M., Pascual, J. A., & Van Wees, S. (2014). Phytohormone profiles induced by *Trichoderma* isolates correspond with their biocontrol and plant growth-promoting activity on melon plants. *Journal of chemical ecology*, 40(7), 804-815.
- Monteiro, F. P., Ferreira, L. C., Silva, J. L., Pacheco, L. P., & Souza, P. E. (2013). Influence of plant extracts and essential oils against Panama disease (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*) in banana seedlings. *Journal of Agricultural Science*, 5(4), 63.
- Pal, K. K., & Gardener, B. M. (2006). Biological control of plant pathogens. *The plant health instructor*, 2, 1117-1142.
- Palou, L., Ali, A., Fallik, E., & Romanazzi, G. (2016). GRAS, plant- and animal-derived compounds as alternatives to conventional fungicides for the control of postharvest diseases of fresh horticultural produce. *Postharvest Biology and Technology*, 122, 41-52.
- Park, J. Y., Kim, S. H., Kim, N. H., Lee, S. W., Jeun, Y. C., & Hong, J. K. (2017). Differential inhibitory activities of four plant essential oils on in vitro growth of *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae* causing Fusarium wilt in strawberry plants. *The plant pathology journal*, 33(6), 582-588.
- Prusky, D. (1996). Pathogen quiescence in postharvest diseases. *Annual Review of Phytopathology*, 34, 413-434.
- Rampersad, S. N. (2020). Pathogenomics and management of *Fusarium* diseases in plants. *Pathogens*, 9(5), 340.
- Ravichandra, N. G. (2021). *Postharvest Plant Pathology*. CRC Press, 640.
- Rivas, O. E. (2012). Non-thermal Food Engineering Operations, Food engineering series. 1.ed, Springer Science.
- Robinson, R. W.; Decker-Walters, D. S. (1997). *Cucurbits*. CAB International, 226 p.
- Romanazzi, G., Feliziani, E., & Sivakumar, D. (2018). Chitosan, a Biopolymer With Triple Action on Postharvest Decay of Fruit and Vegetables: Eliciting, Antimicrobial and Film-Forming Properties. *Frontiers in Microbiology*, 9, 1-9.
- Saghaiesh, P. S., & Souri, M. K. (2018) Root growth characteristics of khatouni melon seedlings as affected by potassium nutrition. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 17(5), 191-198.
- Sharma, A., Rajendran, S., Srivastava, A., Sharma, S., & Kundu, B. (2017). Antifungal activities of selected essential oils against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* 1322, with emphasis on *Syzygium aromaticum* essential oil. *Journal of bioscience and bioengineering*, 123(3), 308-313.
- Sil, A., Pramanik, K., Samantaray, P., Firoz, M., & Yadav, V. (2020). Essential oils: A boon towards eco-friendly management of phytopathogenic fungi. *J. Entomol. Zool. Stud.*, 8, 1884-1891.
- Sivakumar, D., & Bautista-Baños, S. (2014). A review on the use of essential oils for postharvest decay control and maintenance of fruit quality during storage. *Crop protection*, 64, 27-37.
- Sivakumar, D., & Fallik, E. (2013). Influence of heat treatments on quality retention of fresh and fresh-cut produce. *Food Reviews International*, 29(3), 294-320.
- Snowdon, A. L. (1990). *A colour atlas of postharvest diseases & disorders of fruits & vegetables: general introduction & fruits*. London: Wolfe Scientific, 1, 302 p.
- Sui, Y., Droby, S., Zhang, D., Wang, W., & Liu, Y. (2014). Reduction of *Fusarium* rot and maintenance of fruit quality in melon using eco-friendly hot water treatment. *Environmental Science and Pollution Research*, 21(24), 13956-13963.
- Sunpapao, A., Chairin, T., & Ito, S. I. (2018). The biocontrol by *Streptomyces* and *Trichoderma* of leaf spot disease caused by *Curvularia oryzae* in oil palm seedlings. *Biological Control*, 123, 36-42.
- Takeshita, K., Shibato, J., Sameshima, T., Fukunaga, S., Isobe, S., Arihara, K., & Itoh, M. (2003). Damage of yeast cells induced by pulsed light irradiation. *International journal of food microbiology*, 85(1-2), 151-158.
- Terao, D., Oliveira, S. M. A., Viana, F. M. P. & Saraiva, A. C. M. (2008). *Estratégias de controle de podridões em pós-colheita de melão: uma revisão*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 56 p.
- Teitel, D. C., Barkai-Golan, R., Aharoni, Y., Copel, Z., & Davidson, H. (1991). Toward a practical, postharvest heat treatment for 'Galia' melons. *Scientia horticultrae*, 45(3-4), 339-344.

- Toti, M., Carboni, C., & Botondi, R. (2018). Postharvest gaseous ozone treatment enhances quality parameters and delays softening in cantaloupe melon during storage at 6° C. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(2), 487-494.
- Troian, R. F., Steindorff, A. S., Ramada, M. H. S., Arruda, W., & Ulhoa, C. J. (2014). Mycoparasitism studies of *Trichoderma harzianum* against *Sclerotinia sclerotiorum*: evaluation of antagonism and expression of cell wall-degrading enzymes genes. *Biotechnology letters*, 36(10), 2095-2101.
- Vigneault, C., Leblanc, D. I., Goyette, B., & Jenni, S. (2012). Invited review: Engineering aspects of physical treatments to increase fruit and vegetable phytochemical content. *Canadian Journal of Plant Science*, 92(3), 373-397.
- Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E. L., Ruocco, M., Woo, S., & Lorito, M. (2012). Trichoderma secondary metabolites that affect plant metabolism. *Natural product communications*, 7(11), 1545-1550.
- Yeng, C. M., Husseinsyah, S., & Ting, S. S. (2013). Modified corn cob filled chitosan biocomposite films. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 52(14), 1496-1502.
- Yonemoto, Y., Higuchi, H., & Kitano, Y. (2002). Effects of storage temperature and wax coating on ethylene production, respiration and shelf-life in cherimoya fruit. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 71(5), 643-650.
- Yoon, M. Y., Cha, B., & Kim, J. C. (2013). Recent trends in studies on botanical fungicides in agriculture. *Plant Pathol. J.* 29, 1-9.
- Yuan, L., Bi, Y., Ge, Y., Wang, Y., Liu, Y., & Li, G. (2013). Postharvest hot water dipping reduces decay by inducing disease resistance and maintaining firmness in muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruit. *Scientia Horticulturae*, 161, 101-110.
- Zheng, G., Lv, H. P., Gao, S., & Wang, S. R. (2010). Effects of cadmium on growth and antioxidant responses in *Glycyrrhiza uralensis* seedlings. *Plant, Soil and Environment*, 56(11), 508-515.