

Qualidade microbiológica e sensorial de pitaya do cerrado minimamente processada submetida a diferentes sanificantes

Microbiological and sensory quality of fresh-cut pitaya of the cerrado submitted to different sanitizers

Calidad microbiológica y sensorial de pitaya de cerrado recién cortada sometido a diferentes desinfectantes

Recebido: 01/11/2021 | Revisado: 08/11/2021 | Aceito: 17/11/2021 | Publicado: 27/11/2021

Luiz José Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1486-1843>
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
E-mail: rodrigues.luizjose78@gmail.com

Nélio Ranieli Ferreira De Paula

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5348-0392>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Brasil
E-mail: nelio.raniel@gmail.com

Daniella Moreira Pinto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1685-7108>
Faculdade FAIPE, Brasil
E-mail: danimp.eal@gmail.com

Eric Batista Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3361-0908>
Universidade Federal de Alfenas, Brasil
E-mail: eric.ferreira@unifal-mg.edu.br

Roberta Hilsdorf Piccoli

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2334-9400>
Universidade Federal de Lavras, Brasil
E-mail: rhpiccoli@ufla.br

Eduardo Valério De Barros Vilas Boas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0252-695X>
Universidade Federal de Lavras, Brasil
E-mail: evbvboas@ufla.br

Resumo

O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência dos sanificantes hipoclorito de sódio (NaClO), peróxido de hidrogênio (H₂O₂) e dicloroisocianurato de sódio (NaDCC) na redução microbiana e sua influência na qualidade sensorial da pitaya do cerrado minimamente processada, armazenada a 6±1°C, por 15 dias. As pitayas (*Selenicereus setaceus*) foram previamente selecionadas, lavadas e sanificadas com NaClO 50 e 100 mg.L⁻¹, H₂O₂ 3% e 6% e NaDCC 50 e 100 mg.L⁻¹, por 15 minutos. Os frutos não sanificados foram considerados como controle. Em seguida, os frutos foram cortados transversalmente e descascados, de modo que a polpa se apresentasse em metades. Então, as pitayas minimamente processadas foram acondicionadas em embalagens de polipropileno envoltas por policloreto de vinila (PVC) de 15 µm por 15 dias a 6±1°C e as análises realizadas a cada 3 dias. Contagens de coliformes a 35°C e 45°C e presença de *Salmonella* sp. não foram observadas em nenhuma das amostras analisadas ao longo de todo o período de armazenamento. Os sanificantes foram estatisticamente semelhantes durante o armazenamento, com redução microbiana na ordem de 1,07 log UFC.g⁻¹ para fungos filamentosos e leveduras e microrganismos aeróbios psicrotópicos em relação ao controle. A análise sensorial mostrou que a pitaya minimamente processada não foi influenciada pelos sanificantes, apresentando redução gradual de suas notas com o tempo de armazenamento, resultando numa vida de prateleira de 11 dias, com base nas notas maiores que 5 (“nem gostei/nem desgostei”) para aparência, sabor e impressão global e maiores que 3 (“não sei”) para intenção de compra.

Palavras-chave: *Selenicereus setaceus*; Processamento mínimo; Microbiota contaminante; Sanitização.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the efficiency of sanitizers sodium hypochlorite (NaClO), hydrogen peroxide (H₂O₂) and sodium dichloroisocyanurate (NaDCC) in microbial reduction and their influence on the sensory quality of minimally processed pitaya of the cerrado, stored at 6±1°C for 15 days. The pitayas (*Selenicereus setaceus*) were previously selected, washed and sanitized with NaClO 50 and 100 mg.L⁻¹, H₂O₂ 3% and 6% and NaDCC 50 and

100 mg.L⁻¹, for 15 minutes. The unsanitized fruits were considered as control. Then, the fruits were cut transversely and peeled, so that the pulp was presented in halves. Then, the minimally processed pitayas were packaged in polypropylene packages wrapped in 15 µm polyvinyl chloride (PVC) for 15 days at 6±1°C and the analyzes performed every 3 days. Coliform counts at 35°C and 45°C and presence of *Salmonella* sp. were not observed in any of the samples analyzed throughout the storage period. Sanitizers were statistically similar during storage, with a microbial reduction in the order of 1.07 log CFU.g⁻¹ for filamentous fungi and yeast and psychrotrophic aerobic microorganisms in relation to the control. Sensory analysis showed that the minimally processed pitaya was not influenced by sanitizers, showing a gradual reduction in its grades with storage time, resulting in a shelf life of 11 days, based on grades greater than 5 ("neither liked/disliked") for overall look, taste and impression and greater than 3 ("don't know") for purchase intent.

Keywords: *Selenicereus setaceus*; Minimal processing; Contaminating microbiota; Sanitization.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficacia de los desinfectantes hipoclorito de sodio (NaClO), peróxido de hidrógeno (H₂O₂) y dicloroisocianurato de sodio (NaDCC) en la reducción microbiana y su influencia en la calidad sensorial del pitaya del cerrado mínimamente procesada, almacenado a 6 ± 1°C, durante 15 días. Las pitayas (*Selenicereus setaceus*) fueron previamente seleccionadas, lavadas y desinfectadas con NaClO 50 y 100 mg.L⁻¹, H₂O₂ 3% y 6% y NaDCC 50 y 100 mg.L⁻¹, durante 15 minutos. Los frutos no sanificados se consideraron control. Luego, los frutos se cortaron transversalmente y se pelaron, para que la pulpa se presentara en mitades. Luego, las pitayas mínimamente procesadas se empacaron en paquetes de polipropileno envueltos en cloruro de polivinilo (PVC) de 15 µm durante 15 días a 6 ± 1°C y los análisis se realizaron cada 3 días. Recuento de coliformes a 35°C y 45°C y presencia de *Salmonella* sp. no se observaron en ninguna de las muestras analizadas durante el período de almacenamiento. Los desinfectantes fueron estadísticamente similares durante el almacenamiento, con una reducción microbiana del orden de 1.07 log UFC.g⁻¹ para hongos filamentosos y levaduras y microorganismos aeróbicos psicrotróficos en relación con el control. El análisis sensorial mostró que la pitaya mínimamente procesada no se vio influenciada por los desinfectantes, mostrando una reducción gradual en sus grados con el tiempo de almacenamiento, lo que resultó en una vida útil de 11 días, basada en grados superiores a 5 ("ni me gustó / no me gustó") para el aspecto general, sabor e impresión y mayor que 3 ("no sé") para la intención de compra.

Palabras clave: *Selenicereus setaceus*; Procesamiento mínimo; Microbiota contaminante; Higienización.

1. Introdução

Segundo a Associação Internacional dos Produtos Minimamente Processados (IFPA, 2021), produtos minimamente processados são definidos como qualquer fruta ou hortaliça ou, ainda, qualquer combinação delas, que foi alterada fisicamente a partir de sua forma original, embora mantenha o seu estado fresco. Em geral, os atores do setor de vegetais minimamente processados enfrentam importantes desafios, como a manutenção do produto fresco sem a perda da sua qualidade sensorial e nutricional, além da garantia de sanidade, não resultando em riscos potenciais à saúde dos consumidores (Huxsoll & Bolin, 1989).

A pitaya baby ou pitaya do cerrado, ou, ainda, pitaya vermelha (*Selenicereus setaceus*), popularmente conhecida como saborosa, é uma fruta que desponta com grande potencial para o processamento mínimo, visto reunir atributos sensoriais marcantes, apreciados pelos consumidores, como cor, sabor e aparência, além de ser rica em vitaminas, minerais e possuir baixo teor calórico.

Um fator que pode constituir um entrave no consumo da pitaya do cerrado e que compromete sua conveniência é a grande quantidade de espinhos, finos e rígidos, aderidos à sua casca. Outro aspecto importante, que pode ser considerado limitante do ponto de vista de sua qualidade, é que a espécie vegeta naturalmente sobre maciços rochosos e troncos de árvores, tendo contato direto com o solo e outros tipos de matéria orgânica. Assim, como o solo é uma fonte profícua de microrganismos, a possibilidade de o fruto chegar até o processamento com alta carga microbiana é enorme e merece atenção especial.

A frequência de surtos de infecções alimentares, associada ao consumo de produtos frescos, especialmente os minimamente processados, tem aumentado notadamente (Food Standards Agency - FSA, 2007; Centers for Disease Control and Prevention - CDC, 2009; Paula, Vilas Boas, Rodrigues, Carvalho & Piccoli, 2009).

Uma das etapas fundamentais no processamento mínimo de frutas e hortaliças é a sanificação, que objetiva reduzir os microrganismos alteradores dos alimentos a níveis seguros e, principalmente, eliminar a veiculação de patógenos que promovam danos à saúde dos consumidores (Beuchat, 2002).

Atualmente, o cloro é o sanificante mais utilizado na indústria de produtos minimamente processados, devido, principalmente, à sua potente atividade antimicrobiana e ao seu baixo custo. No entanto, a lavagem com cloro resulta na formação de subprodutos nocivos, como cloraminas e tri-halometanos, além de sua eficácia restrita na redução microbiana, o que tem suscitado discussões sobre sua utilização e a busca por sanificantes alternativos, entre eles o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e o dicloro isocianurato de sódio (NaDCC) (Sapers & Simmons, 1998; Ölmez & Kretzschmar, 2009).

Para que um sanificante seja aceito e reconhecido como ideal, duas propriedades devem ser levadas em consideração: nível eficiente de atividade antimicrobiana e efeito insignificante sobre a qualidade sensorial do produto. Deve-se levar em conta que a concentração e/ou a eficácia do sanificante pode ser limitante na aceitação sensorial do produto (Martínez-Sánchez, Allende, Bennett, Ferreres & Gil, 2006).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar a influência dos sanificantes hipoclorito de sódio (NaClO), peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e dicloroisocianurato de sódio (NaDCC) na manutenção da qualidade microbiológica e sensorial de pitaya do cerrado minimamente processada armazenada a $6\pm 1^\circ C$, por quinze dias, bem como verificar a resposta sensorial dos consumidores em relação à pitaya minimamente processada, quando comparada com o fruto *in natura* e a preferência pelo produto minimamente processado acondicionado em diferentes embalagens, quanto à aparência.

2. Metodologia

2.1 Processamento do fruto

Foram utilizadas pitayas do cerrado (*Selenicereus setaceus*) provenientes da cidade de Itumirim, situada no sul do estado de Minas Gerais, Brasil.

Os frutos maduros foram colhidos pela manhã e transportados para o Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças no Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) em caixas de isopor devidamente higienizadas e nas condições ambientais ($20^\circ-25^\circ C$, aproximadamente 1 hora).

Após a chegada ao laboratório, procedeu-se à seleção dos frutos quanto à aparência (ausência de injúrias e podridões e casca totalmente vermelha), que foram armazenados em câmara fria a $12\pm 1^\circ C$ e umidade relativa (UR) entre 90% a 95%, por, aproximadamente, 15 horas.

Após esse período, já na sala de processamento, as pitayas tiveram os espinhos retirados manualmente e as superfícies lavadas com detergente neutro e água corrente para a remoção de sujidades provenientes do campo.

Após a lavagem, os frutos foram imersos nas soluções que correspondiam aos tratamentos: controle (água destilada: $8^\circ C$; pH: 6,8), NaClO 100 e 200 $mg.L^{-1}$ ($8^\circ C$; pH: 6,5), H_2O_2 3 e 6% ($23^\circ C$; pH: 4,5) e NaDCC 100 e 200 $mg.L^{-1}$ ($8^\circ C$; pH: 6,8), por 15 minutos.

Decorrido o tempo de imersão, as pitayas foram cortadas no sentido transversal, com o auxílio de facas afiadas, retirando-se a casca manualmente, de modo que a polpa do fruto se apresentasse em metades.

Cerca de 150 g das pitayas minimamente processadas foram acondicionados em bandejas rígidas de polipropileno (10/20 cm) envoltas por filme de policloreto de vinila (PVC) de 15 μm , flexível e autoadesível, previamente higienizadas e armazenadas em câmara fria a $6\pm 1^\circ C$ e 90% a 95% UR, durante um período de 15 dias.

2.2 Análises microbiológicas

Amostras de 25 g de pitaya minimamente processada foram retiradas aleatoriamente de forma asséptica da embalagem e, em seguida, foi feita a homogeneização em 225 mL de água peptonada 0,1% (p/v) esterilizada, utilizando-se sacos filtro de Stomacher (Seward Limited) e um Stomacher (IUL Instrument), durante 60 segundos. Todas as análises foram realizadas segundo a International Commission on Microbiological Specifications for Foods - ICMSF (2000).

A determinação de coliformes a 35°C foi realizada com a inoculação de alíquotas de 1mL, que foram retiradas dos tubos contendo as amostras diluídas 10, 100 e 1000 vezes e transferidas para séries de três tubos contendo o caldo lauril sulfato triptose (LST) e homogeneizados. Os tubos foram incubados a 35°C, por 24/48 horas. Os resultados foram expressos em log NMP.g⁻¹. Para os coliformes a 45°C, alíquotas dos tubos positivos do teste presuntivo de coliformes a 35°C foram transferidas com auxílio de uma alça de repicagem para tubos contendo o caldo *Escherichia coli* (EC). Os tubos foram incubados a 45°C, por 48 horas e os resultados expressos em log NMP.g⁻¹.

Na pesquisa de *Salmonella*, realizou-se um pré-enriquecimento, em que foram pesados e homogeneizados 25 mL de amostra em 225 mL de água peptonada tamponada (APT), com incubação a 35°C, durante 24 horas. Transferiu-se 1 mL do crescimento obtido para 10mL de caldo de Rappaport- Vassiliadis (RP) e 1 mL para 10 mL de caldo tetrionato (TT). Foram inoculados ambos os caldos, a 37°C, por 24 horas. Após incubação, com auxílio de alça, realizaram-se as sementeiras por estrias em Rambach Agar (Merck), com incubação a 35°C, durante 24 horas. Posteriormente, verificou-se se houve desenvolvimento de colônias típicas de *Salmonella*.

Para a enumeração de fungos filamentosos e leveduras, alíquotas de 1 mL nas diluições adequadas foram dispensadas em placas com o meio *dichloran rose bengal chloramphenicol agar* (DRBC), utilizando-se o método de plaqueamento em profundidade, seguido de incubação, a 25°C, por 5 dias e os resultados expressos em log UFC.g⁻¹.

Os microrganismos aeróbios psicrotópicos foram quantificados pelo método de plaqueamento em profundidade, dispensando nas placas alíquotas de 1 mL das diluições adequadas. Utilizou-se o meio ágar para contagem padrão (PCA), sendo as placas incubadas a 7°C, por 10 dias e os resultados expressos em log UFC.g⁻¹.

2.3 Avaliação sensorial

A análise sensorial foi realizada em três experimentos distintos, conduzida por meio de métodos afetivos (Meilgaard, Civille & Carr, 1999), visando representar a aceitabilidade/preferência de consumidores em potencial para a pitaya nativa do cerrado.

Os testes foram realizados por um painel composto por 60 provadores não treinados, de ambos os sexos (28 mulheres e 32 homens) e com faixa etária entre 17 e 54 anos. As amostras foram servidas individualmente, em copos descartáveis de 50 mL, codificados com números aleatórios de três dígitos e apresentadas aos provadores de forma aleatória. As análises foram realizadas em cabines individuais e as amostras servidas em ordem balanceada de apresentação e de forma monádica (Meilgaard et al., 1999).

Inicialmente, a pitaya do cerrado, nas formas *in natura* e minimamente processada, foi colocada em bandejas de isopor, separadamente, e avaliada quanto à aceitabilidade em relação à aparência em cabine comum a todos os provadores. Em seguida, os atributos sabor, impressão global e intenção de compra foram avaliados em cabines individuais, com as amostras servidas individualmente, em copos descartáveis de 50 mL, codificados com números aleatórios de três dígitos e apresentadas aos provadores de forma aleatória. Para tanto, utilizou-se uma escala hedônica para aparência, sabor e impressão global variando de 1 a 9 pontos, referentes aos termos hedônicos: 1 - “desgostei extremamente” e 9 - “gostei extremamente”. Foi utilizada uma segunda escala de cinco pontos para avaliar a intenção de compra dos consumidores, sendo que o valor 1 correspondeu a “certamente não compraria” e o valor 5 a “certamente compraria”.

Depois de verificada a aceitação da pitaya do cerrado, no segundo experimento, o fruto minimamente processado foi acondicionado em bandejas rígidas de polipropileno (10/20 cm) envoltas por diferentes filmes: 1 - manualmente com policloreto de vinila (PVC); 2 - seladas com polipropileno (PP) em seladora de bandejas TecMaq AP340; 3 - seladas com polietileno + polipropileno (PE + PP) em seladora de bandejas TecMaq AP340. Nesse experimento, foi utilizado um teste de preferência-ordenação, tendo as amostras recebido notas de acordo com a ordem decrescente de preferência dos consumidores quanto à aparência da embalagem contendo a pitaya, sendo a mais preferida, nota 1 e a menos preferida, nota 3 (Meilgaard et al., 1999).

No terceiro experimento, a aceitação foi avaliada em relação a aparência, sabor, impressão global e intenção de compra para a pitaya minimamente processada submetida aos tratamentos (controle; NaClO 50 e 100 mg.L⁻¹; H₂O₂ 3% e 6%; NaDCC 50 e 100 mg.L⁻¹), em cada período de armazenamento (0h, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenada a 6±1°C (processamento conforme item 2.1). A exemplo do primeiro teste sensorial, também utilizaram-se duas escalas hedônicas, com 9 e 5 pontos, respectivamente. O fim da vida de prateleira foi determinado quando os valores médios das amostras foram considerados inaceitáveis para o consumo pelo painel sensorial, representado por notas iguais a 5 e 3, correspondendo aos termos “nem gostei/nem desgostei”, na escala hedônica e “não sei”, na escala de intenção de compra.

2.4 Análise estatística

A análise estatística das variáveis microbiológicas e dos atributos sensoriais da aceitação da pitaya minimamente processada submetida aos diferentes sanificantes foi realizada com o auxílio do programa estatístico Sisvar 4.3 (Ferreira, 1999). Após a análise de variância dos resultados obtidos, foi observado o nível de significância do teste F. As médias dos tratamentos, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Scoot Knott, a 5% de probabilidade. Já os modelos de regressões polinomiais foram selecionados com base na significância do teste de F de cada modelo testado e também pelo coeficiente de determinação.

Os dados de aceitação da pitaya *in natura* e minimamente processada foram avaliados por meio da técnica de mapa de preferência interno, sendo organizados numa matriz de amostras (em linhas) e consumidores (em colunas), e esta submetida à análise de componentes principais (PCA, *Principal Component Analysis*), utilizando-se o software R (R Development Core Team, 2009).

No teste de ordenação-preferência, os resultados obtidos foram analisados por meio do teste de Friedman, utilizando-se a tabela de Newell e MacFarlane, que define o valor das diferenças críticas entre os totais de ordenação, a 5% (Ferreira et al., 2000).

3. Resultados e Discussão

3.1 Análises microbiológicas

Não foi detectada a presença de coliformes a 35°C e a 45°C, bem como *Salmonella* sp. em nenhuma das amostras analisadas, inclusive as não tratadas, durante o período de armazenamento da pitaya do cerrado minimamente processada. Esses dados apontam para manipulação e condições higiênic-sanitárias adequadas ao longo das etapas de processamento do fruto. Frutas e hortaliças frescas são, geralmente incriminadas como veículos de enfermidades alimentares de origem fecal pela presença de *Escherichia coli* e *Salmonella* sp., oriundas da água de irrigação e/ou presença de dejetos no solo ou nos fertilizantes ou, ainda, decorrente do manuseio inadequado, deficiência nos processos de limpeza e sanificação durante o processamento (Gangliardi & Karns, 2000).

Outro aspecto que deve ser salientado é que o exocarpo (casca) do fruto se manteve intacto durante as suas fases de pré e pós-colheita, evitando a exposição do tecido interno e servindo como uma barreira física à invasão microbiana. Brackett

(1992) discorre que aberturas ou fissuras na casca dos frutos antes do processamento podem expor os tecidos internos levando à contaminação por qualquer microrganismo que se encontre no tecido vegetal, além da liberação de nutrientes em forma de suco, estimulando o rápido crescimento microbiano.

Considerando que no país ainda não existe uma legislação específica para os produtos minimamente processados, a resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) do Ministério da Saúde, estabelece, para frutas frescas, *in natura*, preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto, um limite máximo de $5 \times 10^2 \text{NMP.g}^{-1}$ (2,7 ciclos log) para coliformes a 45°C e a ausência de *Salmonella* em 25 g do produto (Brasil, 2001). Logo, os resultados obtidos situaram-se dentro dos padrões preconizados pela legislação, em todo o período de armazenamento.

Observaram-se, ao longo do armazenamento, baixas contagens de fungos filamentosos e leveduras e aeróbios psicrotóxicos, independentemente do tratamento utilizado. A partir do terceiro dia, o tratamento controle promoveu maiores valores dessas variáveis em relação aos sanificantes, que não diferiram entre si, seguindo essa tendência até o final do armazenamento (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Valores médios de fungos filamentosos e leveduras ($\log \text{UFC.g}^{-1}$) em pitaya do cerrado minimamente processada submetida aos tratamentos com NaClO, H₂O₂ e NaDCC, em diferentes concentrações, armazenada a $6 \pm 1^\circ\text{C}$, por 15 dias.

Sanificante	Tempo de armazenamento (dias)					
	0	3	6	9	12	15
Controle	1,0a	1,33a	1,66a	1,87a	2,73a	2,8a
NaClO 50mg.L ⁻¹	1,0a	1,13b	1,23b	1,47b	1,63b	1,87b
NaClO 100mg.L ⁻¹	1,0a	1,08b	1,17b	1,44b	1,61b	1,78b
H ₂ O ₂ 3%	1,0a	1,00b	1,14b	1,43b	1,6b	1,75b
H ₂ O ₂ 6%	1,0a	1,02b	1,13b	1,41b	1,6b	1,73b
NaDCC 50mg.L ⁻¹	1,0a	1,08b	1,16b	1,43b	1,63b	1,76b
NaDCC 100mg.L ⁻¹	1,0a	1,03b	1,14b	1,42b	1,6b	1,73b

*Médias seguidas da mesma letra na coluna representam semelhanças estatísticas entre os sanificantes, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. Fonte: Autores.

Tabela 2. Valores médios de microrganismos aeróbios psicrotóxicos ($\log \text{UFC.g}^{-1}$) em pitaya do cerrado minimamente processada submetida aos tratamentos com NaClO, H₂O₂ e NaDCC, em diferentes concentrações, armazenada a $6 \pm 1^\circ\text{C}$, por 15 dias.

Sanificante	Tempo de armazenamento (dias)					
	0	3	6	9	12	15
Controle	1,17a	1,40a	1,56a	1,73a	2,10a	2,20a
NaClO 50 mg.L ⁻¹	1,0a	1,10b	1,20b	1,41b	1,67b	1,82b
NaClO 100 mg.L ⁻¹	1,0a	1,09b	1,19b	1,40b	1,63b	1,80b
H ₂ O ₂ 3%	1,0a	1,11b	1,21b	1,42b	1,65b	1,80b
H ₂ O ₂ 6%	1,0a	1,10b	1,20b	1,40b	1,63b	1,77b
NaDCC 50 mg.L ⁻¹	1,0a	1,08b	1,20b	1,43b	1,66b	1,78b
NaDCC 100 mg.L ⁻¹	1,0a	1,07b	1,17b	1,40b	1,63b	1,76b

*Médias seguidas da mesma letra na coluna representam semelhanças estatísticas entre os sanificantes, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. Fonte: Autores.

As altas contagens de fungos filamentosos e leveduras refletem, principalmente, condições inadequadas de armazenamento dos produtos, uma vez que fazem parte da microbiota epífita oriunda do local de plantio desses vegetais. Segundo Babic e Watada (1996), populações na ordem de 10^3 a 10^4UFC.g^{-1} (3 a 4 ciclos log) desses microrganismos durante o período de armazenamento são consideradas baixas.

Os microrganismos aeróbios psicrotróficos são de especial importância para as frutas e hortaliças minimamente processadas, podendo crescer em temperaturas baixas, como a da refrigeração (Wiley, 1997). Não existe uma legislação para esses microrganismos para vegetais minimamente processados, tendo sido utilizada no presente trabalho a recomendação sugerida por Morton (2001), com valores máximos permitidos na ordem de 10^5 - 10^6 UFC.g⁻¹ (5-6 log UFC.g⁻¹) para vegetais congelados e similares.

Desse modo, tanto as contagens de fungos filamentosos e leveduras quanto aeróbios psicrotróficos apresentaram reduzidos valores desses microrganismos durante todo o período de armazenamento, o que pode sugerir manipulação e condições higiênico-sanitárias satisfatórias durante o processamento da pitaya do cerrado.

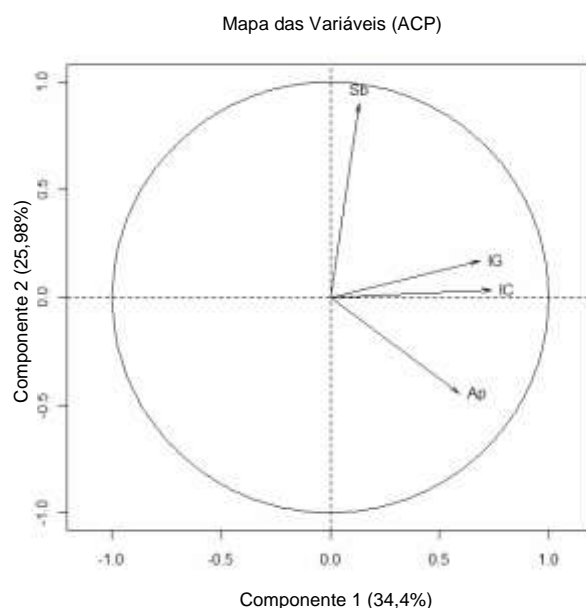
Os sanificantes, não diferiram estatisticamente entre si, quanto ao efeito na redução da população microbiana, em todo o período de armazenamento (Tabelas 1 e 2), tendo o valor máximo obtido na redução de fungos filamentosos e leveduras e microrganismos aeróbios psicrotróficos dos sanificantes utilizados em relação ao controle sido igual a 1,07 log UFC.g⁻¹. Diversos trabalhos têm reportado a eficácia de diferentes sanificantes na redução do crescimento microbiano e a maioria dos autores enfatiza a eficiência dos sanificantes, mesmo em reduções inferiores a 1 ciclo log, comparado ao controle, durante o armazenamento (Burnett, Iturriaga, Escartin, Pettigrew & Beuchat, 2004; Cliffe-Byrnes & O'Beirne, 2005; Ruiz- Cruz et al., 2006). No entanto, de acordo com a Food and Drug Administration (FDA, 2001), o decréscimo microbiano deve ser considerado significativo, com diferença de pelo menos 1 ciclo log, devido, sobretudo, à variabilidade da contagem de microrganismos entre os diferentes métodos de ensaio.

Sapers (2001), avaliando a eficiência de sanificantes comerciais em maçãs, verificou que esses foram capazes de reduzir a população bacteriana de 2 a 3 ciclos logarítmicos. Já Allende et al. (2007) observaram alterações na contagem de fungos e leveduras e aeróbios psicrotróficos em escarola minimamente processada em torno de 0,8 e 1,3 log UFC.g⁻¹, respectivamente, tendo o NaClO, NaDCC e o H₂O₂ sido estatisticamente semelhantes, durante todo o período de armazenamento. Segundo Zagory (1999), é notório o papel dos sanificantes na desinfecção de frutas e hortaliças frescas. Contudo, a segurança do produto é limitada se ele for contaminado por patógenos nas suas etapas de produção. Portanto, o uso de agentes sanificantes é essencial para reduzir a carga microbiana, de modo que esse processo seja realizado antes da fixação e da interiorização de microrganismos nos produtos (Suslow, 2001).

3.2 Avaliação sensorial

Na avaliação da pitaya do cerrado *in natura* e minimamente processada, em que os dados foram avaliados por meio da análise de componentes principais (mapa de preferência), observou-se, conforme Figura 1 (espaço das variáveis ou atributos), que as variáveis desejáveis aparência, sabor, impressão global e intenção de compra se apresentaram voltadas para o sentido positivo do eixo X (Componente 1 - quadrantes 1 e 2).

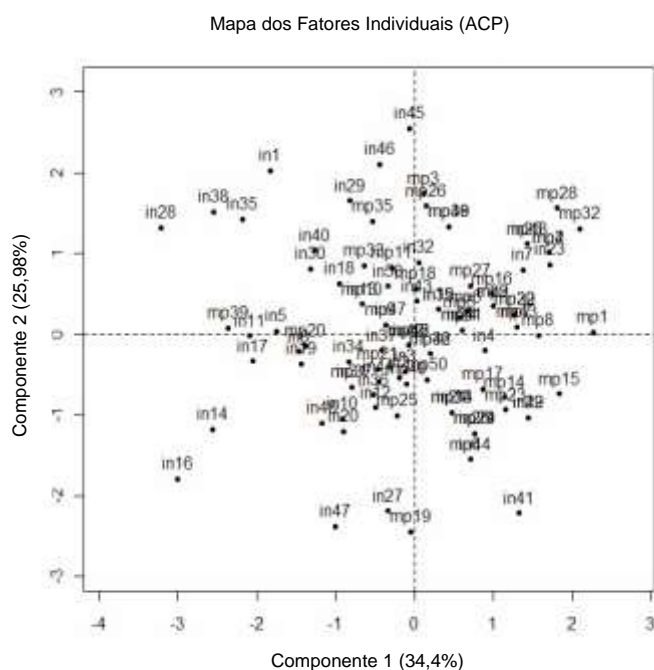
Figura 1. Mapa de preferência interno em relação aos atributos aparência (**Ap**), sabor (**Sb**), impressão global (**IG**) e intenção de compra (**IC**) para pitaya do cerrado *in natura* e minimamente processada.



Fonte: Autores.

Na avaliação individual dos consumidores (Figura 2), a pitaya do cerrado *in natura* mostrou-se com dispersão espacial de notas orientada para o lado esquerdo da Figura, ou seja, sentido negativo do eixo X, contrariamente à pitaya minimamente processada, que se apresentou com tendência para o sentido positivo do eixo X (lado direito da Figura).

Figura 2. Mapa de preferência interno em relação aos fatores individuais (consumidores) para pitaya do cerrado *in natura* (**in**) e minimamente processada (**mp**).



Fonte: Autores.

Assim, a análise de componentes principais (Componentes 1 e 2) que consegue, neste caso, explicar 34,4% + 25,98% da variabilidade nos dois primeiros componentes principais demonstra que a pitaya minimamente processada foi preferida, uma vez que suas notas coincidem com os eixos das variáveis de interesse (aparência, impressão global e intenção de compra).

No caso específico do atributo sabor, tanto a forma *in natura* quanto minimamente processada promoveram notas semelhantes. Esse fato pode ser comprovado por meio da variável que se direcionou para o sentido positivo do eixo Y (Componente 2) (Figura 1), região que é marcada por concentração de notas de ambas as formas da pitaya (Figura 2), sugerindo que as duas formas de apresentação do fruto não influenciaram significativamente o sabor. Para os outros atributos, os consumidores parecem preferir a forma minimamente processada.

A preferência dos consumidores pela aparência da pitaya minimamente processada, provavelmente, se deve ao aspecto visual do fruto *in natura* que, inicialmente, pode provocar certa rejeição, visto ser um fruto com características exóticas, com casca rústica de cor marcante e repleta de espinhos, além do desconhecimento geral e não familiaridade acerca dessa fruta. Por outro lado, a pitaya minimamente processada, isenta da casca e dos espinhos, com sua polpa extremamente atraente e delicada em formato arredondado, oferecida em embalagem que exalta e agrega a beleza da sua polpa, desperta sensivelmente a atenção dos consumidores. Conseqüentemente, os atributos impressão global e intenção de compra seguiram essa tendência. A aparência é o fator de qualidade de maior importância, do ponto de vista da comercialização. É avaliada por diferentes atributos tais como grau de frescor, tamanho, forma, cor, higiene, maturidade e ausência de defeitos (Meilgaard et al., 1999). Assim, quando um consumidor entra em contato com o alimento, a cor e a aparência são as duas primeiras sensações que o atingem e é o que os levará à aceitação, indiferença ou rejeição.

Na avaliação da preferência dos consumidores em relação aos filmes utilizados no processamento mínimo da pitaya do cerrado, utilizou-se o teste de ordenação-preferência, sendo observadas diferenças significativas entre os três diferentes filmes. O produto acondicionado em embalagens com policloreto de vinila (PVC) foi o mais preferido entre os consumidores quanto à aparência, por apresentar menor total de ordenação (ordem decrescente de preferência), seguido pelo polipropileno (PP) e polietileno + polipropileno (PE + PP), que obteve maior total de ordenação de preferência e, conseqüentemente, foi o menos preferido (Tabela 3).

Tabela 3. Totais do teste de ordenação-preferência de pitaya minimamente processada acondicionada em bandejas rígidas de polipropileno envoltas com policloreto de vinila (PVC) e seladas com polipropileno (PP) e polietileno + polipropileno (PE + PP).

Filmes*	Totais de ordenação de preferência**
PVC	67a
PP	92b
PE + PP	141c

*Ordem decrescente de ordenação de preferência. **Totais seguidos de letras diferentes diferem entre si, a 5% de significância, pelo teste Friedman (Tabela Newell e Mac Farlene). Fonte: Autores.

A preferência dos consumidores, possivelmente, está relacionada com as características externas de cada tipo de filme polimérico utilizado, percebidas pela visão, sendo decisivas na diferenciação e escolha do produto. As características do PVC, principalmente seu brilho e transparência, resultaram num melhor aspecto visual da pitaya minimamente processada, tornando o produto mais atrativo. Contrariamente, o PE + PP caracteriza-se como um material opaco e de baixa transparência, o que promoveu menor aceitação dos consumidores, podendo ter inferência, ainda, o fato de o produto não estar totalmente visível dentro da embalagem.

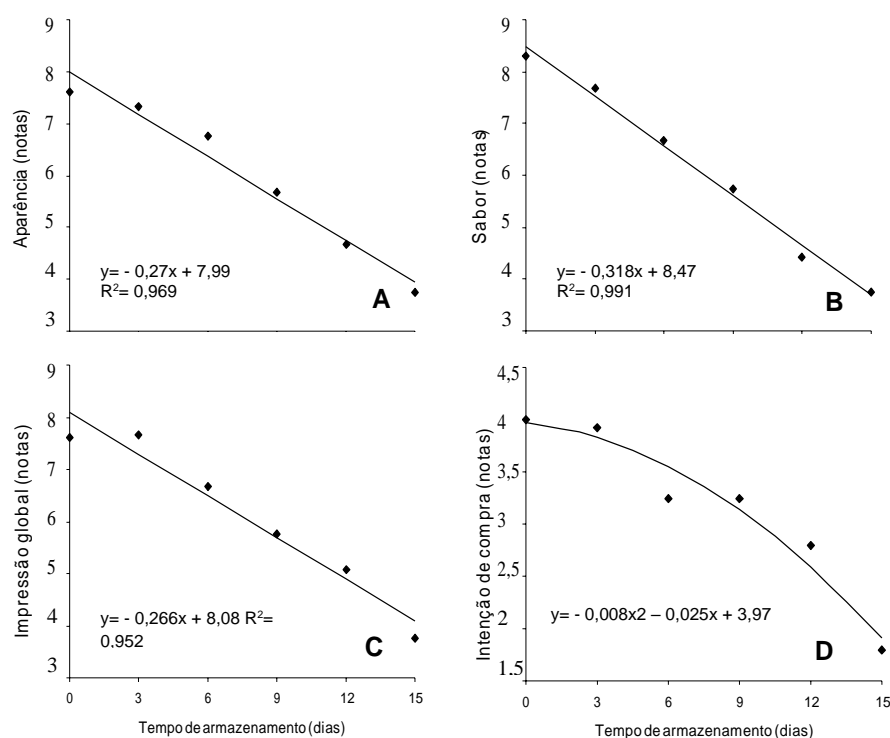
Segundo Cantwell (1992), os filmes de PVC, PP e PE são os mais utilizados na embalagem de produtos minimamente processados, contudo, o primeiro pode ter maior aceitação pelos consumidores, devido à sua transparência e brilho. A

aparência do produto com sua embalagem é determinante na aceitação, tendo efeito direto na sua decisão de compra. A partir da observação desse parâmetro que o consumidor seleciona, escolhe e consome o alimento (Reis, Siqueira, Alves, Silva & Lima, 2008).

Em relação às análises sensoriais realizadas na pitaya do cerrado minimamente processada submetida aos diferentes sanificantes durante o tempo de armazenamento, nota-se que as variáveis aparência, sabor, impressão global e intenção de compra foram afetadas significativamente pelo fator isolado tempo de armazenamento ($p < 0,05$), não tendo sido influenciadas pelos sanificantes, tampouco pela interação entre esses dois fatores.

De maneira geral, a pitaya do cerrado minimamente processada sofreu depreciação de sua qualidade, considerando-se o decréscimo gradual das suas notas inerentes aos atributos avaliados ao longo do período de armazenamento. A partir do 12º dia, o produto apresentou-se com sua vida de prateleira comprometida, recebendo notas iguais ou inferiores a 5 (aparência, sabor e impressão global) e 3 (intenção de compra), correspondendo aos termos hedônicos “nem gostei/nem desgostei” e “não sei”, respectivamente (Figura 3A, B, C e D).

Figura 3. Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação para aparência (A), sabor (B), impressão global (C) e intenção de compra (D) de pitaya do cerrado minimamente processada submetida a tratamentos com NaClO, H₂O₂ e NaDCC, em diferentes concentrações, armazenada a 6±1°C por 15 dias.



Fonte: Autores.

A escolha de um produto por parte dos consumidores está associada à somatória de diversos atributos, podendo a aparência ter efeito direto sobre os outros (Institute of Food Technologists - IFT, 1981). Desse modo, a cor pode ter papel de destaque na escolha do produto, mesmo que inconscientemente. Assim, se faz necessário que a pitaya do cerrado minimamente processada apresente cor agradável aos olhos dos consumidores.

A perda de qualidade da pitaya do cerrado talvez possa ser explicada pelo escurecimento da polpa do fruto com o decorrer do armazenamento, tendo influenciado os consumidores em relação aos outros parâmetros sensoriais avaliados. O

escurecimento, geralmente, prejudica as propriedades sensoriais dos produtos porque está associado a mudanças na cor, no sabor e no amaciamento (Martinez & Whitaker, 1995).

Esse escurecimento, entre outros fatores, provavelmente pode ter seu efeito marcado em razão do aumento da atividade de algumas enzimas, entre elas a polifenoloxidase (PFO) e a peroxidase (PER). A descoloração, ou escurecimento, na superfície de frutas e hortaliças cortadas pode ser agravada pela descompartimentação que ocorre quando as células são rompidas por ocasião do corte, liberando e colocando em contato enzimas e substratos (Rolle & Chism, 1987). O escurecimento oxidativo na superfície cortada é um fator limitante no armazenamento de frutas e hortaliças minimamente processadas (Brecht, 1995).

Deve-se destacar, ainda, que os sanificantes utilizados no processamento mínimo da pitaya do cerrado não influenciaram os atributos sensoriais de aparência, sabor, impressão global e intenção de compra, podendo esse efeito ser creditado à etapa de sanificação que ocorreu no exocarpo (casca) do fruto, não tendo qualquer interação com a polpa.

Santos e Valle (2005), avaliando o efeito de sanificantes sobre a qualidade de melão ‘amarelo’ minimamente processado, constataram que os sanificantes utilizados não influenciaram a qualidade sensorial do produto, assim como no presente trabalho.

4. Conclusão

A prévia sanificação da pitaya do cerrado com os sanificantes NaClO, H₂O₂ e NaDCC, independentemente da concentração utilizada, é efetiva na redução da população microbiana do produto minimamente processado armazenado a 6±1°C e 90%-95% de UR, por 15 dias. Todas as amostras analisadas, inclusive o controle, encontram-se dentro dos limites preconizados pela legislação vigente (ANVISA, RDC n° 12 de 2001).

A pitaya do cerrado minimamente processada tem melhor aceitação quando comparada com o fruto *in natura*, tendo o produto acondicionado em embalagens rígidas de polipropileno envoltas com PVC sido o mais preferido entre os consumidores.

O teste afetivo de qualidade revela que a pitaya do cerrado minimamente processada submetida a diferentes sanificantes apresenta vida de prateleira de 11 dias, baseado nas notas maiores que 5 (“nem gostei/nem desgostei”) para aparência, sabor e impressão global e maiores que 3 (“não sei”) para intenção de compra.

Assim, sugere-se que futuras pesquisas sejam direcionadas na busca da melhor embalagem para a pitaya minimamente processada, com vistas na manutenção da sua qualidade e extensão da vida de prateleira.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro.

Referências

- Allende, A., Martinez, B., Selma, M. V., Gil, M. I., Suárez, J. E. & Rodríguez, A. (2007). Growth and bacteriocin production by lactic acid bacteria in vegetable broth and their effectiveness at reducing *Listeria monocytogenes* in vitro and in fresh-cut lettuce. *Food Microbiology*, 24(78), 759- 766. 10.1016/j.fm.2007.03.002
- Babic, I. & Watada, A. E. (1996). Microbial population of fresh cut spinach leaves affected by controlled atmospheres. *Postharvest Biology Technology*, 9(2), 187-193. 10.1016/S0925-5214(96)00047-6
- Beuchat, L. R. (2002). Ecological factor influencing survival and growth of humans pathogens on raw fruits and vegetables. *Microbes and Infections*, 4(4), 413-423. 10.1016/s1286-4579(02)01555-1

- Brackett, R. E. (1992). Shelf stability and safety of fresh produce as influenced by sanitation and disinfection. *Journal Food Protection*, 55(10), 808-814. 10.4315/0362-028X-55.10.808
- Brasil. (2001). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução RDC nº12, de 2 de janeiro de 2001*. http://www.anvisa.gov.br/legis/resolucoes/12_01.htm
- Brecht, J. K. (1995). Physiology of lightly processed fruits and vegetables. *Hostscience*, 30(1), 18-22. 10.21273/HORTSCI.30.1.18
- Burnett, A. B., Iturriaga, M. H., Escartin, E. F., Pettigrew, C. A. & Beuchat, L. R. (2004). Influence of variations in methodology on populations of *Listeria monocytogenes* recovered from lettuce treated with sanitizers. *Journal of Food Protection*, 67(1), 742-750. 10.4315/0362-028X-67.4.742
- Cantweel, M. (1992). Postharvest handling systems: minimally processed fruits and vegetables. In: kader, A. A. (Ed.). *Postharvest technology of horticultural crops*. Davis, United States: University of California.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2009). *Investigation update: outbreak of Salmonella Typhimurium infections: 2008-2009*. <http://www.cdc.gov/print.do?url=http%3A//www.cdc.gov/salmonella/typhimurium/>
- Cliffe-Byrnes, V. & O'Beirne, D. (2005). Effects of chlorine treatment and packaging on the quality and shelf-life of modified atmosphere (MA) packaged coleslaw mix. *Food Control*, 16(8), 707-716. 10.1016/j.foodcont.2004.06.008
- Ferreira, D. F. (1999). *Sistema para Análise de Variância para Dados Balanceados (SISVAR)*. UFLA.
- Ferreira, V. L. P., Almeida, T. C. A., Pettinelli, M. L. C. V., Silva, M. A. A. P., Chaves, J. B. & Barbosa, E. M. M. (2000). *Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos*. Campinas, Brasil: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos.
- Food and Drug Administration. (2001). *Center for Food Safety and Applied Nutrition. Evaluation and definition of potentially hazardous foods: comparison of NSF and ABA protocols to determine whether a food requires time/temperature control for safety*. <http://vm.cfsan.fda.gov/dms/admehg.html>
- Food Standards Agency. (2007). *Morrison's recalls leaf lettuce*. <http://www.food.gov.uk/news/newsarchive/2007/apr/morrisalad>
- Gangliard, J. V. & Karns, J. S. (2000). Leaching of *Escherichia coli* O157: H7 in diverse soils under various agricultural management practices. *Applied and Environmental Microbiology*, 66(3), 877-883. 10.1128/aem.66.3.877-883.2000
- Huxsoll, C. C. & Bolin, H. R. (1989). Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetables. *Food Technology*, 43(2), 124-128.
- Institute of Food Technologists. (1981). Sensory evaluation division: guidelines for the preparation and review of papers reporting sensory evaluation date. *Food Technology*, 35(4), 16-17.
- International Commission on Microbiological Specifications for Foods. (2000). *Microorganisms in foods*. Toronto, Canada: University of Toronto.
- International Fresh-Cut Produce Association. (2021) *Fresh production*. <http://www.fresh-cuts.org>
- Martínez, M. V. & Whitaker, J. R. (1995). The biochemistry and control of enzymatic browning. *Trends in Food Science & Technology*, 6(6), 195-200.
- Martínez-Sánchez, A., Allende, A., Bennett, R. N., Ferreres, F. & Gil, M. I. (2006). Microbial, nutritional and sensory quality of rocket leaves as affected by different sanitizers. *Postharvest Biology and Technology*, 42(1), 86-97. 0.1016/j.postharvbio.2006.05.010
- Meilgaard, M., Civille, G. V. & Carr, B. T. (1999). *Sensory evaluation techniques*. CRC.
- Morton, R. D. Aerobic plate count. In: Downes, F. P. & Ito, K. (2001). *Compendium of methods for the microbiological examinations of foods*. Washington, United States: American Public Health Association.
- Ölmez, H. & Kretschmar, U. (2009). Potential alternative disinfection methods for organic fresh-cut industry for minimizing water consumption and environmental impact. *LWT - Food Science and Technology*, 42(3), 686-693. 10.1016/j.lwt.2008.08.001
- Paula, N. R. F., Vilas-Boas, E. V. B., Rodrigues, L. J., Carvalho, R. A. & Piccoli, R. H. (2009). Qualidade de produtos minimamente processados e comercializados em gôndolas de supermercados nas cidades de Lavras - MG, Brasília - DF e São Paulo - SP. *Ciência e Agrotecnologia*, 33(1), 219-227. 10.1590/S1413-70542009000100031
- R Development Core Team. (2009). *R: a language and environment for statistical computing*. <http://www.R-project.org>
- Reis, K. C., Siqueira, H. H., Alves, A. P., Silva, J. D. & Lima, L. C. O. (2008). Efeito de diferentes sanificantes sobre a qualidade de morango cv. Oso Grande. *Ciência e Agrotecnologia*, 32(1), 196-202. 10.1590/S1413-70542008000100029
- Rolle, R. S. & Chism, G. W. (1987). Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. *Journal of Food Science*, 10(3), 57-178. 10.1111/j.1745-4557.1987.tb00856.x
- Ruiz-Cruz, S., Luo, Y., González, R., Tao, Y. & González-Aguilar, G. A. (2006). Acidified sodium chlorite as an alternative to chlorine to control microbial growth on shredded carrots while maintaining quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(2), 1887-1893. 10.1002/jsfa.2550
- Santos, H. P. & Valle, R. H. P. (2005). Influência da sanificação na qualidade de melão 'amarelo' minimamente processado: parte II. *Ciência e Agrotecnologia*, 29(5), 1034-1038. 10.1590/S1413-70542005000500018
- Sapers, G. M. (2001). Efficacy of washing and sanitizing methods for disinfection of fresh fruit and vegetable products. *Food Technology and Biotechnology*, 39(4), 305-311.

- Sapers, G. M. & Simmons, G. F. (1998). Hydrogen peroxide disinfection of minimally processed fruits and vegetables. *Food Technology*, 52(2), 48-52.
- Suslow, T. V. (2001). *Water disinfection: a practical approach to calculating dose values for pre-harvest and postharvest applications*. <http://vric.ucdavis.edu>
- Wiley, R. C. (1997). *Fruits y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas*. Zaragoza, España: Acribia.
- Zagory, D. (1999). Effects of post-processing handling and packaging on microbial population. *Postharvest Biology and Technology*, 15(3), 313-321. 10.1016/s0925-5214(98)00093-3