

**QUALIDADE DE MELANCIA
MINIMAMENTE PROCESSADA**

ANDRÉA LUIZA RAMOS PEREIRA XISTO

2007

ANDRÉA LUIZA RAMOS PEREIRA XISTO

QUALIDADE DE MELANCIA MINIMAMENTE PROCESSADA

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras
como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação *Stricto Sensu* em Ciência dos Alimentos,
para obtenção do título de “Doutor”.

Orientador
Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Xisto, Andréa Luiza Ramos Pereira.

Qualidade de melancia minimamente processada / Andréa Luiza Ramos
Pereira Xisto. -- Lavras : UFLA, 2007.

144 p. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2007.

Orientador: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas.

Bibliografia.

1. Processamento mínimo. 2. Armazenamento. 3. Compostos voláteis. 4.
Atmosfera modificada. 5. Melancia. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.805615

ANDRÉA LUIZA RAMOS PEREIRA XISTO

QUALIDADE DE MELANCIA MINIMAMENTE PROCESSADA

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras
como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação *Stricto Sensu* em Ciência dos Alimentos,
para obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 28 de setembro de 2007

Pesquisadora Neide Botrel Gonçalves
Prof. Dr. Mário César Guerreiro
Prof. Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima
Profa. Dra. Celeste Maria Patto de Abreu

EMBRAPA
UFLA
UFLA
UFLA

Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

COM CARINHO:

*Aos meus pais, Sebastião (in memorian) e Rosa Maria;
Aos meus irmãos, Ana Rosa, Alexandre e Aureliano e suas
famílias.*

OFEREÇO.

Ao meu marido, Cássio e meus filhos, Guilherme e Arthur.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Jeová, meu grandioso Deus, que sempre me guiou nas sendas da luz.

A minha mãe Rosa Maria, pelo seu apoio incondicional, sempre.

Ao Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas, pela amizade, orientação, apoio, colaboração, incentivo e compreensão.

Ao Prof. Dr. Mário César Guerreiro, pela co-orientação, amizade, convívio e sugestões tão valiosas.

A Profa. Dra. Roberta Hilsdorf Piccoli, pela co-orientação para realizações das análises microbiológicas.

As Profas. Dras. Celeste Maria Patto de Abreu e Angelita Duarte Corrêa, pela amizade e incentivo desde o início da minha formação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro concedido para a realização deste trabalho e pela bolsa de estudo.

Às amigas Elisângela, Marisa, Suzana, Maristela e Brígida pela contribuição na execução dos experimentos, amizade e por tornarem os momentos mais agradáveis.

Aos colegas Heloísa, Ellen, Luizinho, Nélio, Daniela, Ana Carla, Emanuele, Édson, Cleuber, Simone e Juliana Audi pela amizade e convívio.

Aos funcionários do Departamento de Ciência dos Alimentos, especial Mércia, Sr. Piano, Eliane, Tina e Sandra pela atenção que sempre me dispensaram.

A secretária de pós-graduação Rafaela Fonseca, pela sua inestimável ajuda, sempre que necessário.

A minha tia Heloisa Helena Ramos, por seu apoio e prontidão em ajudar nos momentos mais difíceis.

As minhas primas Carolina e Maristella, pelas conversas alegres e a quem eu gostaria que este trabalho fosse um incentivo para seguir sempre em frente.

Em especial aos meus irmãos, que mesmo distantes sempre estavam torcendo pelo meu sucesso.

A família de meu marido, principalmente a Solange, Edésio, Tida e Eduardo pela amizade e apoio.

Enfim, a todos que contribuíram para que este trabalho chegasse ao fim, que deixaram um pouco de si e levaram um pouco de mim.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO GERAL.....	i
GENERAL ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1 Qualidade de melancia minimamente processada.....	01
1 Introdução geral	02
2 Referencial teórico	04
2.1 Melancia (<i>Citrillus lanatus</i> [Thumb] Matsum. e Nakai).....	04
2.2 Processamento mínimo	05
2.2.1 Temperatura de armazenamento	07
2.2.2. Atmosfera modificada	08
2.2.3 Aspectos microbiológicos.....	10
2.2.4 Alterações da qualidade de produtos minimamente processados.....	13
2.3 Compostos voláteis.....	15
2.3.1 Micro extração em fase sólida (SPME).....	18
3 Referências bibliográficas	23
CAPÍTULO 2 Uso de diferentes sanificantes para a manutenção da qualidade microbiológica de melancia minimamente processada.....	33
1 Resumo	34
2 Abstract	35
3 Introdução	36
4 Material e métodos	38
5 Resultados e discussão	41
6 Conclusões	44
7 Referências bibliográficas	45
CAPÍTULO 3 Efeito da temperatura de armazenamento na qualidade de melancia minimamente processada.....	48
1 Resumo	49
2 Abstract	50
3 Introdução	51
4 Material e métodos	53
5 Resultados e discussão	57
6 Conclusões	66
7 Referências bibliográficas	67
CAPÍTULO 4 Efeito do tipo de corte na qualidade de melancia minimamente processada	70
1 Resumo	71

2 Abstract	72
3 Introdução	73
4 Material e métodos	75
5 Resultados e discussão	79
6 Conclusões	86
7 Referências bibliográficas	87
CAPÍTULO 5 Qualidade de melancia minimamente processada armazenada sob atmosfera modificada ativa e passivamente.....	90
1 Resumo	91
2 Abstract	92
3 Introdução	93
4 Material e métodos	95
5 Resultados e discussão	98
6 Conclusões	110
7 Referências bibliográficas	111
CAPÍTULO 6 Perfil volátil de melancia minimamente processada ao longo do período de armazenamento	114
1 Resumo	115
2 Abstract	116
3 Introdução	117
4 Material e métodos	119
5 Resultados e discussão	122
6 Conclusões	126
7 Referências bibliográficas	127
ANEXOS	130

RESUMO GERAL

XISTO, Andréa Luiza Ramos Pereira. **Qualidade de melancia minimamente processada**. 2007. 144p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil. *

O mercado de frutas e hortaliças minimamente processadas tem se mostrado muito promissor, visto que esses alimentos satisfazem às exigências do consumidor quanto à conveniência e à qualidade sensorial e nutricional, além do fato de serem fundamentais na dieta alimentar diária. A melancia minimamente processada destaca-se entre esses produtos pelo fato de ser comercializada em pequenas porções, facilitando o consumo. Porém, existem fatores que são limitantes na conservação de frutas minimamente processadas. Dentre eles, se destacam os danos mecânicos provocados pelo descascamento e pelo corte que levam a um aumento na taxa respiratória e de produção de etileno, assim como danos na superfície do produto (perda de massa e de textura e contaminações por microorganismos), sendo o primeiro resultado de uma maior relação superfície/volume e o segundo, provocado pela liberação de nutrientes celulares. Além desses fatores, há também o surgimento de odores desagradáveis e o escoamento de suco dentro da embalagem. Portanto, o objetivo da realização deste trabalho foi avaliar tecnologias que mantenham a qualidade da melancia minimamente processada. Os resultados obtidos permitiram concluir que, na etapa de sanificação, o tratamento mais eficiente na redução de microrganismos, é a submersão dos frutos em hipoclorito de sódio 200 mg.L^{-1} , dicloro isocianurato de sódio 100 mg.L^{-1} ou em peróxido de hidrogênio 6%. As temperaturas de 0°C e 5°C foram as mais efetivas na manutenção da qualidade de melancias minimamente processadas, com base nas variáveis analisadas. O uso de atmosferas modificadas ativamente, $4\% \text{ O}_2 + 8\% \text{ CO}_2$ e $7\% \text{ O}_2 + 4\% \text{ CO}_2$, mostrou-se eficiente na manutenção da qualidade de melancias minimamente processadas, durante o período de armazenamento. A melancia minimamente processada em forma de fatias apresentou metabolismo menos intenso que em forma de esferas, indicado pela maior firmeza, menores teores de pectina solúvel e perda de massa, assim como menor quantidade de líquido drenado na embalagem.

Comitê Orientador: Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas - DCA/UFLA (Orientador), Prof. Dr. Mário César Guerreiro - DQI/ UFLA (Co-orientador), Profª. Dra. Roberta Hilsdorf Piccoli - DCA/UFLA (Co-orientadora).

GENERAL ABSTRACT

XISTO, Andréa Luiza Ramos Pereira. **Quality of fresh-cut watermelon**. 2007. 144p. Thesis (Doctor in Food Science) - Federal University of Lavras, Lavras, MG, Brasil. *

The market of fresh-cut fruit and vegetables has been very promising, since these foods are up for the consumer's requirements regarding convenience, sensorial and nutritional quality, besides the fact of being fundamental to day to day diet. The fresh-cut watermelon stands out among these products due to the fact of it is commercialized in small portions, making the consumption easier. However, there are limiting factors in the conservation of fresh-cut fruit. Amongst them, mechanical damages caused by peeling and chopping can be highlighted as they can lead to an increase of the respiratory rate and ethylene production, as well as damages on the surface of the product (cross of mass and texture and contaminations by microorganisms), where the first one is the result of an increased relation of surface/volume and the second one due to the liberation of cell nutrients. Besides these factors there is also the appearing of awkward odor and juice draining inside the packing. Thus the objective of this work was to evaluate technologies that maintain the quality of fresh-cut watermelon. The results obtained lead to conclude that during the stage of sanitization, the most efficient treatment to the reduction of microorganisms is the submersion of the fruits in sodium hypochlorite 200mg.L^{-1} , sodium dichlore isocianurate 100mg.L^{-1} or in hydrogen peroxide 6%. The temperatures of 0°C and 5°C were the most effective for the maintenance of quality of the fresh-cut watermelon, based on the analyzed variables. The use of actively modified atmospheres $4\% \text{O}_2 + 8\% \text{CO}_2$ and $7\% \text{O}_2 + 4\% \text{CO}_2$ proved to be efficient in the maintenance of the quality of fresh-cut watermelon during the storage period. The fresh-cut watermelon in shape of slices presented less intense metabolism than the one in shape of spheres, preferred for its higher firmness, smaller levels of soluble pectin and loss of mass, as well as less amount of leakage juice inside the packing.

Guidance Committee: Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas - DCA/UFLA (Adviser), Prof. Dr. Mário César Guerreiro - DQI/UFLA, (Co-adviser), Profa. Dra. Roberta Hilsdorf Piccoli - DCA/UFLA (Co-adviser).

CAPÍTULO 1

QUALIDADE DE MELANCIA MINIMAMENTE PROCESSADA

1 INTRODUÇÃO GERAL

A melancia (*Citrilus lanatus* (Thunb.) Matsum. And Nakai) é uma olerácea originária de regiões tropicais da África Equatorial. Atualmente, ocupa lugar de destaque nos mercados interno e externo, sendo um dos produtos hortícolas mais comercializados, tanto na forma *in natura*, como na forma minimamente processada.

Apesar de bastante consumidos, os produtos minimamente processados apresentam vida de prateleira curta, o que impede, algumas vezes, que seja comercializado em grandes centros varejistas. Algumas das limitações para o prolongamento da vida útil de produtos minimamente processados são: o estresse causado pelo corte, a perda de textura e aparência, o escoamento do suco dentro da embalagem e as alterações microbianas.

Para minimizar essas perdas, a combinação entre refrigeração e embalagens com atmosfera modificada é a tecnologia de conservação mais amplamente utilizada, graças à diversidade de filmes disponíveis com propriedades físicas conhecidas, no que diz respeito às interações com o produto. Os efeitos do CO₂ e O₂ na inibição do etileno, na respiração e na inibição do escurecimento enzimático permitem combinações que, associadas à permeabilidade dos filmes de embalagem, possibilitam prolongar a vida útil e atenuar os efeitos do estresse de fermento causado pelo corte.

A refrigeração é indispensável para minimizar os efeitos da injúria física em frutas e hortaliças minimamente processadas, pois reduz a taxa respiratória, a produção de etileno e a perda da qualidade, além de retardar a deterioração na superfície cortada.

A etapa de sanificação do processamento mínimo deve ser realizada com bastante critério, a fim de se obter um produto com segurança e qualidade. O

hipoclorito de sódio ainda é o sanificante mais empregado na indústria de alimentos, apesar do inconveniente de produzir trihalometanos, que são compostos cancerígenos. Outro sanificante à base de cloro é o dicloro isocianurato de sódio, que apresenta a vantagem de produzir bem menos trihalometanos que o hipoclorito. O uso de eficientes sanificantes, como ozônio, peróxido de hidrogênio, ultra-som, ácidos orgânicos e enzimas, surge como alternativa aos compostos clorados.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo testar as alternativas tecnológicas para prolongar a vida útil de melancia minimamente processada, por meio de avaliações das alterações fisiológicas, bioquímicas e microbiológicas e da qualidade sensorial.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Melancia (*Citrillus lanatus* [Thumb.] Matsum. e Nakai)

A melancia é originária das regiões secas da África tropical, tendo um centro de diversificação secundário no Sul da Ásia. Extremamente adaptável, é tão resistente que se dispersou sem problemas por quase todo o mundo sendo, hoje, a segunda fruta mais produzida no planeta.

A melancia cultivada (*C. lanatus* var. *lanatus*) deriva, provavelmente, da variedade selvagem *C. lanatus* var. *citroides* (melancia branca, forrageira) que se dispersava por zonas inteiras da África Central, onde ocorreu a domesticação e onde a melancia é cultivada há mais de 5.000 anos.

A cultura da melancia foi introduzida na América no século XVI. No Brasil, chegou com os escravos (Whitaker & Davies, 1962; Romão, 1996). É cultivada, com sucesso, em climas e solos dos mais diversos, da Amazônia ao Rio Grande do Sul (Motoike et al., 1998).

Os principais pólos produtores de melancia no país estão no Sul e no Sudeste, sendo os estados do Rio Grande do Sul e de São Paulo os principais produtores, responsáveis por quase a metade de toda a produção nacional. No Nordeste, mais precisamente os estados da Bahia e Pernambuco, nas áreas irrigadas do Vale do Rio São Francisco, são responsáveis por cerca de um quarto do total produzido. Bahia, Rio Grande do Norte e Tocantins também estão entre os principais produtores (Agrianual, 2007).

As melancias mais cultivadas no Brasil são das cultivares japonesas e americanas, como ‘Crimson Sweet’, ‘Madera’, ‘Congo’, ‘Charleston Gray’ e ‘Rubi AG-08’, além de uma pequena escala de melancias sem sementes, que são mais precoces e resistentes aos longos transportes após a colheita.

O fruto pode ser arredondado ou alongado e a casca é espessa (1 a 4 cm).

O exocarpo é verde, claro ou escuro, de tonalidade única, listado ou rajado por manchas amareladas. A polpa é normalmente vermelha, podendo ser amarela, laranja, branca ou verde; com ou sem sementes. Nas espécies com sementes, essas são pequenas, chatas, negras, lisas e, ao contrário da maioria das outras cucurbitáceas, as sementes de melancia são repartidas desordenadamente por todo o fruto e não numa cavidade.

A pigmentação vermelha da polpa da melancia é conferida pelo licopeno, um carotenóide com elevada atividade antioxidante e com possível ação contra doenças degenerativas (Clinton, 1998; Giovannucci, 1999; Rao & Agarwal, 1999; Sthal & Sies, 1996).

O licopeno é um eficiente sequestrador de radicais livres (DiMascio et al., 1989), e se presente na dieta apresenta uma correlação positiva com a redução na incidência de câncer (Giovannucci, 2002; Giovannucci et al., 2002) e do risco de doenças coronárias (Fraser & Bramley, 2004), contribuindo para uma melhoria na qualidade de vida.

Da melancia se consome os seus frutos e também as sementes. Os frutos são normalmente consumidos crus, como sobremesa refrescante. Nas regiões áridas de África são utilizados como fonte de água desde tempos remotos. As sementes são muito consumidas em diversas regiões da Ásia. Na Índia faz-se pão de farinha de semente de melancia; no Médio Oriente comem-se as sementes assadas. Também é consumida como suco, drinks, geléias, doces, molhos e saladas.

2.2 Processamento mínimo

Por definição, produtos minimamente processados são frutas ou hortaliças, ou combinação desses vegetais, que tenham sido alteradas fisicamente, mas permanecendo no seu estado fresco (International Fresh-Cut Produce Association, IFPA, 2006). O processamento mínimo consiste então, na

transformação de partes vegetais frescas, por meio das etapas de pré-seleção, lavagem, sanificação, corte, embalagem e armazenamento refrigerado (Watada & Qi, 1999).

O setor de frutas e hortaliças minimamente processadas tem apresentado crescimento evidente porque os consumidores desses tipos de alimentos estão cada vez mais conscientes da necessidade de ingeri-los diariamente, devido aos benefícios que trazem à saúde. A emergência do mercado para esses produtos também se deveu a diversos fatores, tais como o acesso cada vez maior das mulheres ao mercado de trabalho, a necessidade de conveniência pela falta de tempo dos consumidores e a diminuição do tamanho das famílias. Os consumidores desejam produtos, além de práticos e de preparo rápido, que sejam de qualidade, frescos e saudáveis (Jacomino & Arruda, 2004).

Essa nova modalidade de comercializar frutas e hortaliças já está bastante difundida nos países desenvolvidos. No Brasil, as redes de supermercados já vêm destinando algum espaço nas prateleiras para esses produtos. A aceitação dos consumidores foi tão grande que, nos hipermercados, o setor representa 8% das vendas e, nos supermercados, 9% (Vitti & Kluge, 2002), com perspectivas de aumento de consumo na ordem de 10% a 20% (Durigan & Durigan, 2007).

A melancia minimamente processada é extremamente bem aceita pelos consumidores, principalmente pela conveniência, visto ser um fruto extremamente grande. É comercializada em metades, quartos e fatias, com casca ou em pedaços sem casca (Saftner et al., 2006).

Levando-se em conta esse crescente consumo de frutas e hortaliças minimamente processadas, devida atenção deve ser dada à qualidade do alimento, oferecendo, para o consumidor, um produto, além de conveniente e prático, também saudável, nutritivo e seguro.

A qualidade desses produtos depende principalmente da utilização de matéria prima de boa qualidade, com monitoramento na fase de produção, na colheita e antes do processamento. O uso de tecnologias e manuseio adequados nas etapas de processamento, principalmente na embalagem e armazenamento é indispensável. Assim, o controle rigoroso da temperatura de processamento e armazenamento, a umidade relativa, a atmosfera interna da embalagem e as condições de higiene tanto do produto quanto dos operários, equipamentos e das instalações da planta de processamento devem ser adequados (Cantwell, 2000).

A perda da qualidade de melancia minimamente processada tem sido associada com decréscimo na aceitabilidade da textura, cor e sabor (Rushing et al., 2001), com limitação da vida de prateleira pela saturação do fruto com água, conferindo aspecto encharcado e escoamento de suco (Cartaxo et al., 1997), desenvolvimento de odores indesejáveis (Fonseca et al., 2004) e crescimento microbiológico (Mao et al., 2006).

2.2.1 Temperatura de armazenamento

A vida útil de produtos minimamente processados é extremamente afetada pela temperatura, o que faz da refrigeração a técnica mais importante para minimizar os efeitos do fermento, diminuir a taxa respiratória, retardar a senescência e, como consequência, prolongar a vida pós-corte. Segundo Cantwell & Suslow, (2002), o controle da temperatura também é essencial para retardar o crescimento microbiano e a decomposição na superfície cortada.

Produtos minimamente processados, geralmente, são muito mais perecíveis que os intactos porque passaram por um severo estresse físico, provocado pelo descascamento e corte. Portanto, um estrito controle de temperatura deve ser realizado para manter os produtos em temperaturas mais

baixas do que aquelas recomendadas para vegetais intactos. Quanto maior o grau de processamento, maior a indução da atividade respiratória.

A taxa de respiração de minimamente processados geralmente é maior do que em produtos intactos. Essa taxa progride com o aumento da temperatura, onde, para cada aumento de 10°C na temperatura, ocorrem aumentos de 3,4 a 8,3 vezes na taxa respiratória, o que foi observado por Watada et al. (1996), ao avaliarem diferentes frutas e hortaliças.

As taxas de respiração e deterioração de frutas e hortaliças minimamente processadas podem ser minimizadas pela rápida redução da temperatura do produto antes do processamento e pelo uso de baixas temperaturas durante o processamento e o armazenamento (Cantwell, 2000). Embora a temperatura a 0°C seja desejável para muitos produtos, alguns são transportados e armazenados a 5°C e, algumas vezes, sob temperatura mais elevadas, próximas de 10°C, o que pode apressar a deterioração do produto.

A utilização de temperaturas baixas durante o armazenamento mostrou ser efetiva na redução da taxa respiratória de frutas e hortaliças minimamente processadas (Vilas Boas, 2007; Damiani et al., 2006; Nunes et al., 2006; Pinheiro et al., 2006). O armazenamento refrigerado é o principal responsável por reduzir os processos metabólicos e retardar os efeitos prejudiciais causados pelo corte, durante o processamento mínimo.

2.2.2 Atmosfera modificada

Os tecidos de produtos minimamente processados ainda continuam respirando e requerendo energia primária para a realização desse processo, que envolve consumo de oxigênio atmosférico, carboidratos e ácidos orgânicos com conseqüente produção de dióxido de carbono e energia metabólica. Quando os frutos e hortaliças são cortados, a taxa de respiração aumenta, provavelmente

devido ao aumento da superfície exposta à atmosfera, permitindo maior difusão do oxigênio para o interior das células e aumentando a atividade metabólica das células injuriadas (Jacomino & Arruda, 2004).

A modificação da atmosfera é uma técnica de conservação utilizada para estender a vida pós-colheita e manter a qualidade de produtos vegetais (Kader, 2002), com o objetivo de criar uma atmosfera de equilíbrio ótima na embalagem, suficiente para ser benéfica ao produto e não causar injúrias (Zagory, 1998).

O armazenamento sob atmosfera modificada consiste no acondicionamento do produto em uma embalagem selada e semipermeável a gases, a fim de reduzir a concentração de oxigênio (O_2) e aumentar a de dióxido de carbono (CO_2). O objetivo é criar concentração de gases no interior da embalagem, na qual a atividade respiratória do produto seja mínima e o produto não sofra injúrias devido aos níveis de oxigênio e dióxido de carbono (Kader, 2002).

A modificação da atmosfera pode ser alcançada de forma passiva ou ativa. A atmosfera modificada passiva é obtida pela própria respiração do fruto, em que o consumo de O_2 e a produção de CO_2 ocorrem até que seja alcançado o equilíbrio. Já a atmosfera modificada ativa é obtida quando, após vácuo parcial, uma mistura definida de gases é injetada na embalagem, tipicamente com baixos teores de O_2 e teores mais elevados de CO_2 .

Decréscimos nos níveis de O_2 e ou acréscimos nos níveis de CO_2 trazem muitos benefícios. Entretanto, existem limites de tolerância, podendo-se induzir a respiração anaeróbica com a produção de metabólitos indesejáveis e outras desordens fisiológicas (Soliva-Fortuny et al., 2002). Baixos teores de O_2 na atmosfera podem induzir o metabolismo anaeróbico em frutos minimamente processados e o resultado é um aumento na fermentação (Solomons, 1997).

Tem-se conseguido manter a qualidade ótima de produtos minimamente

processados utilizando-se atmosferas entre 3%-8% de O₂ e de 3%-10% de CO₂, aumentando-se o seu período de conservação (Sarantópoulos, 1999) embora cada vegetal exija uma atmosfera específica que maximiza sua durabilidade (Cantwell, 1992).

De acordo com Sargent (1999), o armazenamento de melancias minimamente processadas a 3°C, em embalagens herméticas e sob atmosfera controlada (5% O₂ + 5% CO₂) é ideal para a manutenção das características de qualidade por mais de 15 dias, aumentando a sua vida útil.

2.2.3 Aspectos microbiológicos

A qualidade microbiológica é um fator importante em frutas e hortaliças minimamente processadas, visto que, além de um alimento conveniente e fresco, os consumidores exigem um produto seguro livre de microrganismos, principalmente de bactérias, leveduras e fungos filamentosos e, em menor escala, os vírus e parasitas.

Frutas e hortaliças apresentam microbiota natural que provém do ambiente, sendo influenciada pela estrutura da planta, técnicas de cultivo, transporte e armazenamento (Pacheco et al., 2002; Rosa & Carvalho, 2000).

No entanto, durante processamento, preservação, embalagem distribuição e comercialização, têm ocorrido alterações microbiológicas responsáveis pelo aumento no número de surtos ou infecções causadas por patógenos veiculados por vegetais (Bruno et al., 2005). Tais alterações representam grandes perdas econômicas na cadeia de comercialização (Wiley, 1997).

A contaminação de produtos minimamente processados ocorre, principalmente, durante as operações de corte e fatiamento, quando patógenos presentes na superfície da matéria-prima ou nas mãos dos manipuladores passam

para o produto (Rosa & Carvalho, 2000). Isso aumenta o risco da presença de patógenos e de microrganismos deterioradores nesses produtos (Fantuzi et al., 2004).

Pesquisas sobre a qualidade de frutas e hortaliças minimamente processadas comercializadas no Brasil têm demonstrado que a qualidade microbiológica desses produtos não é satisfatória, devido, principalmente, ao uso de matéria-prima sem qualidade, à sanificação inadequada dos produtos, às más condições higiênico-sanitárias do ambiente de processamento e dos manipuladores (Paula et al., 2006; Pinto et al., 2006; Rosa, 2004).

Assim como outros frutos, a melancia minimamente processada deteriora mais do que o fruto intacto, devido ao ferimento que ocorre durante o processamento (Watada et al., 1996) assim como pelas alterações fisiológicas que ocorrem no pós-processamento (Karakurt & Huber, 2004; Mao et al., 2006).

A deterioração de frutas minimamente processadas resultante do ataque de microrganismos pode ocorrer mais rapidamente do que em hortaliças devido ao alto teor de açúcares encontrados nestes. No entanto, a acidez da polpa do fruto ajuda a diminuir o crescimento de bactérias, mas não o de fungos e leveduras. A melancia é um substrato adequado para vários microrganismos incluindo *Pseudomonas* sp. e *Escherichia coli*, assim como *Salmonella* (Golden et al., 1999; Rosario & Beuchat, 1995), por isso tem-se sugerido o uso de técnicas integradas envolvendo a prevenção da contaminação, a administração adequada da cadeia de frio e tratamentos efetivos de sanificação.

A sanificação da matéria prima, antes e ou após o processamento, é fundamental para a garantia da qualidade de frutas minimamente processadas (Brackett, 1992), diminuindo o número de microrganismos contaminantes presentes e aumentando o seu período de vida de prateleira. Os sanificantes são importantes na redução da carga microbiana inicial, garantindo a segurança do produto final, desde que sejam adotadas as boas práticas de fabricação e

respeitada a cadeia de frio.

O hipoclorito de sódio é no sanificante mais utilizado na indústria de alimentos, embora o peróxido de hidrogênio e o dicloro isocianurato de sódio esteja em expansão de uso (Vilas Boas, 2004).

Agentes à base de cloro têm sido utilizados para sanificar produtos e as superfícies de trabalho, assim como para reduzir a população de microrganismos na água utilizada durante a lavagem e as operações de embalagem (Delaquis et al., 2004), pois possui ação rápida, completa dissociação em água e é de fácil aplicação. Contudo, ocorre a produção de compostos orgânicos clorados, como o clorofórmio, que é potencialmente carcinogênico (Fawell, 2000). Por isso, sanificantes alternativos, como o peróxido de hidrogênio (Ukuku, 2004; Sapers et al., 2001; Mões-Oliveira, 2001) e o dicloroisocianurato de sódio, têm sido pesquisados e demonstrado sua eficiência.

O peróxido de hidrogênio é utilizado como sanificante por ser um forte oxidante devido à liberação de oxigênio nascente (O^{\cdot}), que causa danos ao DNA do microrganismo, sendo eficiente sobre bactérias gram-positivas e gram-negativas, seus esporos, fungos e leveduras, sendo considerado um ótimo sanificante (Sapers & Simmons, 1998).

O uso de peróxido de hidrogênio deve ser criterioso, pois, apesar de não gerar subprodutos no processo de desinfecção por ser decomposto em água e oxigênio, tem forte poder de oxidação, atacando componentes celulares essenciais, tanto de microrganismos quanto de células vegetais. Dependendo da concentração usada, pode levar ao rompimento das células vegetais, com efeitos sobre a textura, que é um dos mais importantes atributos para a aceitação de um produto (Santos & Valle, 2005).

O dicloro isocianurato de sódio ($NaOCl$) é um composto clorado orgânico que, devido ao uso específico na indústria de alimentos, não libera metais pesados e clorofórmio quando hidrolisados, sendo seguro para o

manuseio e consumo. A sua ação bactericida é semelhante à do hipoclorito, porém é mais eficiente, pois libera duas moléculas de ácido hipocloroso (HOCl) em sua forma não dissociada, enquanto o hipoclorito de sódio forma apenas uma (Macedo, 2001).

2.2.4 Alterações na qualidade de produtos minimamente processados

Do ponto de vista de qualidade, é desejável que o produto minimamente processado preserve, ao máximo, as características das frutas e hortaliças frescas. O que o consumidor observa e procura como atributo mais atraente desses produtos inclui aparência, sabor, aroma e textura semelhantes ou iguais aos do produto fresco.

Assim, os produtos minimamente processados de boa qualidade devem possuir aparência fresca e consistente, textura aceitável, sabor e aroma característicos, além de vida útil suficiente para que mantenha a sua qualidade durante o sistema de distribuição (Moretti, 2004).

No entanto, o processamento mínimo provoca uma série de alterações físicas e fisiológicas que afetam a qualidade do produto (Brecht, 1995; Saltveit, 1997). A modificação na permeabilidade das membranas e a desorganização celular promovidas pelo corte permitem contato direto das enzimas oxidativas e hidrolíticas com os seus substratos, com reações degradativas dos tecidos. Este um fator limitante no armazenamento dos produtos minimamente processados. Ocorre aumento da respiração e produção de etileno, além de alterações na cor, no sabor, no aroma, na textura e na qualidade nutricional.

A textura é um dos atributos de qualidade de maior importância em frutas e hortaliças e está relacionada ao teor de água ou turgor e à composição da parede celular. Assim, qualquer fator que afete essas características pode modificar a textura, podendo levar à alteração na qualidade final do produto

(Vilas Boas, 2002).

A perda da firmeza das frutas e hortaliças minimamente processadas é decorrente das modificações na estrutura e composição da parede celular pela ação de numerosas enzimas, entre as quais as pectinases (pectinametilesterase e poligalacturonase), celulasas e β -galactosidases (Chitarra, 2000).

Outro fator que altera a textura é a perda de água. A partir do momento em que o produto minimamente processado apresenta larga área superficial sem casca, ele tem um alto potencial para perda de peso, principalmente sob altas temperaturas, em que o déficit de pressão de vapor é alto (Watada et al., 1996). A aceleração da perda de água resulta em murchamento, perda da qualidade visual e alterações da textura.

A cor é o mais importante determinante da aparência em vegetais, frescos ou processados (Vilas Boas, 2002). Alterações na coloração têm sido um dos maiores problemas na conservação de produtos minimamente processados. Em frutos, como a melancia, a degradação da qualidade tem sido associada com a perda da coloração, juntamente com a textura e sabor (Rushing et al., 2001).

A coloração vermelha das melancias deve-se à presença dos pigmentos carotenóides, principalmente o licopeno. Esses pigmentos são destruídos pela ação da lipoxigenase, sendo perdidos por meio de reações secundárias ou co-oxidação, durante a oxidação de ácidos graxos, ou da clorofila. A oxidação da lipoxigenase ocorre pelo ataque nas duplas ligações na porção linear da molécula, com formação de terpenóides de cadeia curta, sendo alguns deles voláteis e com odor distinto. A atividade da enzima é acelerada pela disponibilidade de oxigênio, de luz e de alguns metais (Chitarra, 2000).

O sabor é uma das mais importantes propriedades dos vegetais e está relacionado com a sensação conjunta do aroma e gostos. É determinado pelos quatro gostos básicos: doce, ácido, salgado e amargo, pelo aroma e pelas sensações bucais (adstringência, quente, frio, etc.). A doçura esta diretamente

relacionada com os açúcares e com a relação açúcares/ácido. O gosto ácido é determinado pela presença de ácidos orgânicos e o gosto amargo é determinado pela presença, por exemplo, de taninos, que conferem também a sensação de adstringência. O aroma, percebido pelo olfato, é proveniente de diferentes compostos voláteis emanados pelos frutos.

O corte e o fatiamento dos frutos e hortaliças aceleram a formação de compostos aromáticos desejáveis ou danosos ao sabor e aroma.

No processamento mínimo, o corte dos tecidos libera as substâncias precursoras dos compostos aromáticos, os quais, por meio de reações enzimáticas ou oxidativas, transformam-se em voláteis desejáveis ou indesejáveis (Chitarra, 2000).

2.3 Compostos voláteis

O interesse em se pesquisar o sabor e aroma em diferentes alimentos tem aumentado principalmente por estar relacionado com a qualidade dos produtos. No caso dos frutos, o aroma é uma das características mais apreciadas, entretanto, é extremamente sensível às alterações da composição química (Ibáñez et al., 1998). Os compostos voláteis que formam o sabor característico dos frutos são produzidos por meio de rotas metabólicas durante a maturação, a colheita, a pós-colheita e o armazenamento e dependem de muitos fatores, como a espécie, a variedade e o tipo de tratamento tecnológico utilizado (Rizzolo et al., 1992). Assim, é importante conhecer o padrão cromatográfico dos voláteis dos produtos frescos, pois tal conhecimento torna possível identificar as alterações desses compostos, produzidas durante o armazenamento (Shamaila et al., 1992).

O aroma típico das frutas resulta da combinação de dezenas de substâncias voláteis de diversas classes químicas com diferentes propriedades

físico-químicas e limites de detecção (Thomazini & Franco, 2000), tais como ésteres, lactonas, álcoois, ácidos, aldeídos, cetonas, acetais, hidrocarbonetos, alguns fenóis, éteres e compostos heterocíclicos (Chitarra & Chitarra, 2005).

Embora diferentes frutas e hortaliças freqüentemente compartilhem muitos aromas característicos, cada fruta e hortaliça têm um aroma distinto em função das proporções de voláteis de impacto e da presença ou ausência desses componentes. Os mais importantes compostos do aroma incluem, entre outros, mono e sesquiterpenos, derivados fenólicos, compostos derivados de lipídeos, compostos derivados de aminoácidos e compostos derivados da quebra de carotenóides (Lewinsohn et al., 2005).

As alterações que ocorrem no perfil volátil dos frutos, durante a maturação, o armazenamento e o processamento, ainda não estão bem definidas. Também não se conhece, completamente, como cada componente é formado e metabolizado (Chitarra & Chitarra, 2005; Rodriguez-Amaya, 2003).

O processo de biossíntese dos compostos voláteis ocorre por meio de diferentes rotas metabólicas como de aminoácidos, ácidos graxos, compostos fenólicos e terpenóides.

Os ésteres de muitas frutas maduras são formados a partir de aminoácidos ramificados, como a leucina. Essa rota inicia-se pela perda dos substituintes típicos de aminoácidos, a desaminação e a descarboxilação, seguidas de reduções e esterificação. O aldeído formado pode ser transformado em álcool ou ácido que, com a incorporação de ácido ou álcool origina ésteres, tais como o acetato de isoamil, composto de impacto da banana ou etil-3-metilbutirato, composto de impacto da maçã (Defillippi, 2005; Lyndsay, 1996).

O metabolismo de lipídeos tem um papel importante no desenvolvimento do sabor e do aroma durante o armazenamento. Em geral, ácidos graxos são considerados os maiores precursores dos compostos voláteis e a via biossintética inclui: beta-oxidação, clivagem de hidroperóxidos e ação

da lipoxigenase (Defilippi et al., 2005). A maioria dos compostos voláteis, provenientes de lipídeos, surge mediante a atividade de lipoxigenase (LOX). Muitos dos ésteres, álcoois, ácidos e carbonílicos alifáticos vêm da degradação oxidativa dos ácidos linoléico e linolênico. A hidroperoxidação de ácido linolênico, promovida por lipoxigenase, por exemplo, seguida por clivagem catalisada por liase, produz (E)-2-hexenal, o qual é um componente característico do sabor e aroma de frutos e folhas verdes (Batista et al., 2002), ou (E,Z)-2,6-nonadienal, importante em pepino.

A biossíntese de terpenos e biodegradação de carotenóides (tetraterpenos), como, por exemplo, apocarotenóides, também contribuem para o aroma típico de frutos e flores (Rodriguez-Amaya, 2003; Lewinsohn et al., 2005). Os terpenóides voláteis (monoterpenos, sesquiterpenos e alguns diterpenos) são sintetizados a partir de precursores de cinco carbonos, o isopreno pela terpeno sintase, sendo esses precursores derivados de duas vias alternativas, a clássica via do ácido mevalônico, localizada no citosol e a via recentemente descoberta, metil eritritol fosfato (MEP), situada no plastídeo. A via de biossíntese dos voláteis terpenóides é convenientemente realizada em três fases: (1) formação das unidades básicas de cinco carbonos, o isopreno; (2) condensação de duas, três ou quatro unidades básicas para formar prenil difosfatos C10, C15 e C20 e (3) a conversão de prenil difosfatos resultantes em produtos finais (Dudareva et al., 2004).

Diferentes métodos têm sido utilizados para análises dos compostos voláteis. Os mais utilizados para extração e pré-concentração são técnicas de análise do *headspace* (Macku & Jennings, 1987), *purge-and-trap* (Miszczak et al., 1995), extração líquido-líquido (Kok et al., 1987) e extração-destilação simultânea (Blanch et al., 1991). Os métodos baseados no uso de solventes apresentam sérios problemas como a possibilidade de contaminação da amostra, a perda de analitos durante o processo de concentração e problemas relacionados

com o uso de grandes quantidades de solventes orgânicos. Já as técnicas de análise do *headspace* e *purge-and-trap* são simples, menos trabalhosas e especialmente livres de solventes. Entretanto, esses métodos apresentam algumas desvantagens, como o risco de contaminação cruzada e o uso de altas razões de fluxo, que podem ser incompatíveis com operações on-line, principalmente quando o CG-MS estiver sendo usado com colunas capilares.

Um novo método de preparação da amostra para extração de compostos orgânicos, a microextração de fase sólida (SPME) é uma técnica livre de solventes, rápida e versátil.

2.3.1 Micro extração de fase sólida (SPME)

Arthur & Pawliszyn (1990) introduziram, na década de noventa, a microextração em fase sólida, uma técnica de preparação da amostra, que foi inicialmente usada para análises de amostras ambientais (Vas & Vékey, 2004). Algumas vantagens da SPME são: simplicidade, bom desempenho analítico, custo relativamente baixo e pouca manipulação da amostra (Arthur et al., 1990; O'Reilly et al., 2005).

A técnica integra amostragem, extração e concentração numa única etapa praticamente livre de solventes e utiliza uma pequena fibra de sílica fundida, coberta com um filme polimérico, adaptada em um dispositivo semelhante a uma seringa (Yonamine, 2004). Os componentes do dispositivo de SPME são mostrados na Figura 1.

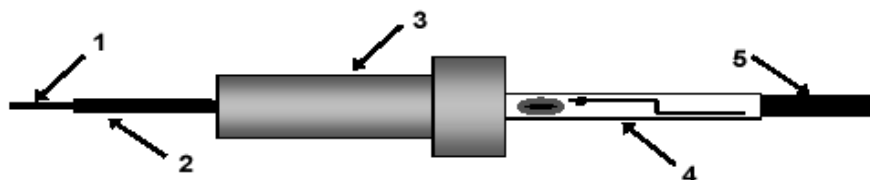


FIGURA 1 Dispositivo de microextração em fase sólida (SPME).

(1) Fibra revestida com filme polimérico; (2) agulha de aço; (3) corpo do dispositivo; (4) guia do êmbolo; (5) êmbolo do dispositivo (Yonamine, 2004).

A SPME baseia-se na partição do analito em estudo entre uma matriz e a fase estacionária, que é uma microfibrilha de sílica fundida, coberta com uma fase polimérica de diferentes polaridades (polidimetilsiloxano, poliacrilato, divinilbenzeno, carboxen, carbowax, etc.). Assim, de acordo com a afinidade entre amostra e fase sólida (polímero da fibra), o analito é absorvido ou adsorvido até atingir o equilíbrio que depende do coeficiente de distribuição do composto. Em muitos casos, a quantidade absoluta extraída é muito pequena em relação à quantidade inicial presente na amostra (<1%), permitindo que outras extrações sejam realizadas no mesmo meio, caso seja necessário repetir a análise (Lord et al., 2000).

O desempenho analítico da SPME depende de alguns fatores, tais como o tipo e a largura do polímero que cobre a fibra. Existem vários tipos de polímeros, dentre eles o polidimetilsiloxano (PDMS) e o poliacrilato (PA), que extraem os analitos das amostras por absorção, dissolvendo-os e difundindo-os dentro de si; enquanto outras fases, como divinilbenzeno e carbowax, extraem compostos por adsorção dos mesmos na superfície da fibra (Vas et al., 2004).

A espessura do filme polimérico que recobre a fibra de SPME é selecionada em função da eficiência desejada, do tempo de extração e da natureza do analito. Quanto mais delgada for a espessura do filme, mais rápido o

equilíbrio pode ser alcançado. Entretanto, os maiores rendimentos de extração geralmente estão associados com a utilização de filmes mais espessos (Yonamine, 2004). As principais fibras disponíveis comercialmente são: polidimetilsiloxano (PDMS), com diferentes espessuras do filme (7, 30, 100 μm); poliacrilato (PA), com 85 μm ; polidimetilsiloxanodivinilbenzeno (PDMS-DVB), com 60 e 65 μm ; carboxeno-polidimetilsiloxano, com 75 μm ; carbowax-divinilbenzeno (CW-DVB), com 75 μm e a carbowaxresina, com 50 μm (Theodoridis et al., 2000). Moléculas voláteis ou de baixa massa molecular geralmente são extraídas em uma fibra de 100 μm de polidimetilsiloxano (PDMS).

Durante a extração, a fibra é exposta à amostra, pressionando-se o êmbolo do dispositivo. Logo após um tempo de extração pré-estabelecido, a fibra é retraída e a agulha de aço do dispositivo de SPME é inserida diretamente no injetor do cromatógrafo gasoso. Ali, os analitos são termicamente desorvidos e introduzidos na coluna cromatográfica. Para uma desorção mais rápida, geralmente é utilizado um *liner* de menor diâmetro interno. Como a fibra é reutilizada para análises posteriores, geralmente ela é mantida no injetor por um período de tempo suficiente para evitar o efeito de memória.

A extração por SPME pode ser de dois tipos: por imersão direta da fibra na fase aquosa ou por *headspace* (HS-SPME). Por HS-SPME, a fibra é exposta aos vapores da amostra em sistema fechado por um tempo pré-estabelecido (Theodoridis et al., 2000). A partição se vê favorecida pelas propriedades físico-químicas da fibra, independentemente do tipo de extração escolhido (imersão direta da fibra ou *headspace*). O esquema de extração por SPME por ‘*headspace*’ e injeção direta no cromatógrafo gasoso encontra-se na Figura 2.

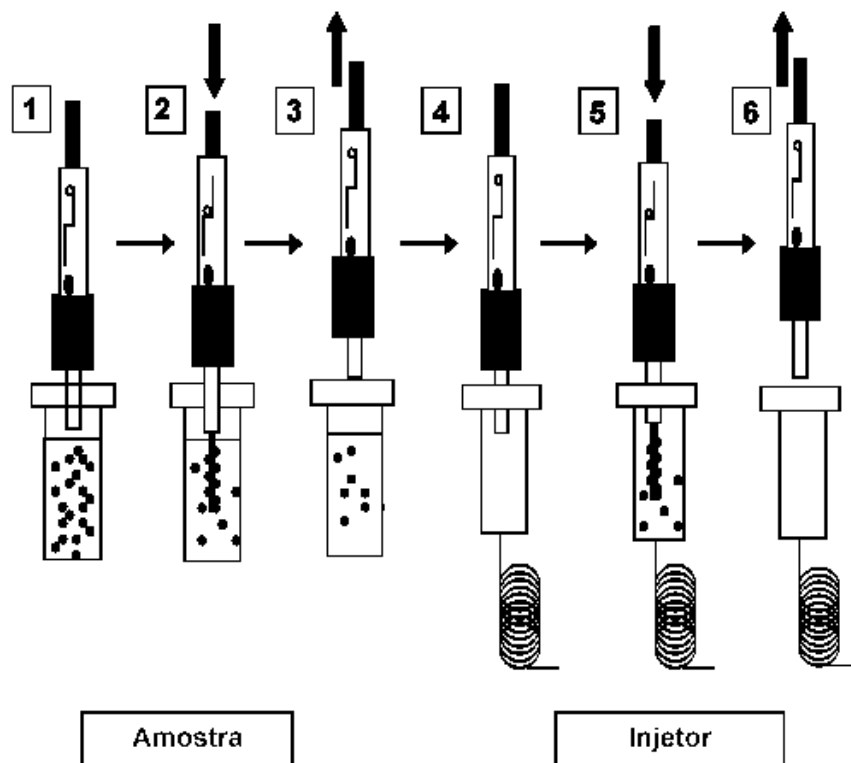


FIGURA 2 Esquema de microextração em fase sólida (SPME), adaptado de Yonamine, (2004).

(1) Preparação do dispositivo de SPME; (2) imersão da fibra na amostra e absorção dos analitos à fibra; (3) retração da fibra; (4) introdução da agulha do dispositivo de SPME no injetor do equipamento de cromatografia em fase gasosa; (5) exposição da fibra no injetor e dessorção dos analitos e (6) retirada do dispositivo do injetor.

O tempo de permanência do contato entre a fibra e a amostra permite melhorar a eficiência de extração. No entanto, na literatura são citados diversos métodos desenvolvidos por SPME, cujo tempo de extração situa-se em torno de 1 a 60 minutos. Esse tempo é pré-estabelecido antes do sistema atingir o

equilíbrio, uma vez que ele pode demorar horas para ser alcançado (Theodoridis et al., 2000).

Esse método tem sido utilizado por muitos pesquisadores para análise de compostos voláteis em frutos, tais como framboesas, morangos, amoras, banana e manga (Ibáñez et al., 1998); diferentes variedades de damasco (Guillot et al., 2005); cupuaçu, cajá, sirigüela e graviola (Augusto et al., 2000); melancia sem sementes (Beaulieu & Lea, 2006) e melancia minimamente processada (Saftner et al., 2006).

Saftner et al. (2006), ao avaliarem os compostos voláteis nos tecidos de melancia minimamente processada utilizando a microextração de fase sólida, encontraram, principalmente, aldeídos e álcoois e duas cetonas. A maioria desses compostos foi previamente identificada em extratos de melancia (Beaulieu & Lea, 2005; Yajima et al., 1985) e em outras cucurbitáceas (Beaulieu, 2006. Kreck, et al., 2004). Muitos desses voláteis têm odor aldeídico, alcoólico, verde, frutal e ou floral.

Segundo Saftner et al. (2006) e Pino et al. (2003), os principais compostos voláteis considerados como contribuintes para o aroma de melancia são os aldeídos insaturados com nove carbonos, álcoois e seus ésteres.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTHUR, C.L.; PAWLISZYN, J. Solid phase microextraction with thermal desorption using fused silica optical fibers **Analytical Chemistry**, v.62, p.2145-2148, 1990.

AUGUSTO, F.; VALENTE, A.L.P.; TADA, E.dos S.; RIVELINO, S.R. Screening of Brazilian fruit aromas using solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry. **Journal of Chromatography Annual**, v.873, p.117-127, 2000.

BATISTA, R.B. et al. Efeito da aplicação foliar de ácidos graxos na “Via das Lipoxigenases” de plantas de soja. **Química Nova**, v.25, n.6, p.914-920, 2002.

BEAULIEU, J.C. Effect of cutting and storage on acetate and nonacetate esters in convenient, ready-to-eat fresh-cut melons and apples. **Hortscience**, Alexandria, v.41, p.65-73, 2006.

BEAULIEU, J.C.; LEA, J.M. Volatile characteristics in seedless watermelon cultivars using SPME. Acesso em: <http://www.ift.confex.com/ift/2005/techprogram/paper_30764.htm>. Acesso em: 10 ago. 2005.

BEAULIEU, J.C.; LEA, J.M. Characterization and semiquantitative analysis of volatiles in seedless watermelon varieties using solid-phase microextraction. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.54, p.7789-7793, 2006.

BLANCH, G.P.; REGLERO, G.; HERRAIZ, M. TABERA, J. A comparison of different extraction methods for the volatile components of grape fruit. **Journal Chromatography Science**, v.29, p.11-15, 1991.

BRACKETT, R.E. Shelf stability and safety of fresh produce as influenced by sanitation and disinfection. **Journal Food Protect**, v.55, p.808-814, 1992.

BRECHT, P.E. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **Hortscience**, Alexandria, v.30, n.1, p.18-22, 1995.

BRUNO, L.M.; QUEIROZ, A.A.M.; ANDRADE, A.P.C.; VASCONCELOS, N.M.; BORGES, M. de F. Avaliação microbiológica de hortaliças e frutas minimamente processadas comercializadas em Fortaleza (CE). **Boletim CEPPA**, v.23, n.1, p.75-84, jan./jun. 2005.

CANTWELL, M. Postharvest handling systems, minimally processed fruits and vegetables. In: KADER, A.A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. 2.ed. Davis: University of Califórnia. Division of Horticultural and Natural Resources, 1992. p.277-281.

CANTWELL, M. Preparation and quality of fresh-cut produce. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2, 2000, Viçosa. **Palestras ...** Viçosa: UFV, 2000. p. 156-182.

CANTWELL, M.I.; SUSLOW, T.V. Postharvest handling systems: fresh-cut fruits and vegetables. In: KADER, A.A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. 3.ed. Davis: University of Califórnia. Division of Horticultural and Natural Resources. 2002. Cap. 36, p. 445-463.

CARTAXO, C.B.C.; SARGENT, S.A.; HUBER, D.J. Controlled atmosphere storage suppresses microbial growth on fresh-cut watermelon. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, Tampa, v.110, p.252-257, 1997.

CHITARRA, M.I.F. **Processamento mínimo e frutos e hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. (Especialização a Distância. Pós-colheita de frutos e hortaliças. Manutenção da qualidade).

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed.rev. e amp. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CLINTON, S.K. Lycopene: chemistry, biology, and implications for human health and disease. **Nutrition Review**, v.6, p.35-51, 1998.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E.V. de B.; PINTO, D.M.; RODRIGUES, L.J. Atividade respiratória do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) minimamente processado em diferentes temperaturas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS; SIMPÓSIO ÍBERO –AMERICANO DE VEGETAIS FRESCOS CORTADOS, 4., 2006, São Pedro. **Palestras, resumos, fluxogramas e oficinas...** Piracicaba: USP/ESALQ/CYTED, 2006. p.151.

DEFILIPPI, B.G.; DANDEKAR, A.M.; KADER, A.A. Relationship of ethylene biosynthesis to volatile production, related enzymes, and precursors availability in apple peel and flesh tissues. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.3133-3141, 2005.

DELAQUIS, P.J.; FUKUMOTO, L.R.; TOIVONEN, P.M.A.; CLIFF, M.A. Implications of wash water chlorination and temperature for the microbiological and sensory properties of fresh-cut iceberg lettuce. **Postharvest Biology and Technology**, v.31, p.81-91, 2004.

DIMASCIO, P.; AAISER, S.; SIES, H. Lycopene as the most effective biological carotenoid singlet oxygen quencher. **Archives Biochemistry Biophysical**, v.274, p.532-538, 1989.

DUDAREVA, N.; PICHERSKY, E.; GERSHENZON, J. Biochemistry of plant volatiles. **Plant Physiology**, v.135, p. 1893–1902, Aug. 2004.

DURIGAN J.F.; DURIGAN, M.F. Tendências do Mercado de produtos minimamente processados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTAS HORTALIÇAS E FLORES, 2007, Viçosa, MG. **Palestras...** Viçosa, MG: UFV, 2007. 389p.

FANTUZI, E.; PUSCHMANN, R.; VANETTI, M.C.D. Microbiota contaminate em repolho minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.2, p 207-211, abr./jun. 2004.

FAWELL, J. Risk assessment case study – chloroform and related substances. **Food Chemistry Toxicology**, v.38, p.S91-S95, 2000.

FONSECA, J.M.; RUSHING, J.W.; TESTIN, R.F. The anaerobic compensation point for fresh-cut watermelon and implications for postprocess handling. **Postharvest Biology and Technology**, v.39, p.562-566, 2004.

FRASER, P.D.; BRAMLEY, P.M. The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. **Progress in Lipid Research**, v.43, p.228-265, 2004.

GIOVANNUCCI, E. Tomatoes, tomato-based products, lycopene, and cancer: review of the epidemiologic literature. **Journal Natl. Cancer Inst.**, v.91, p.317-331, 1999.

GIOVANNUCCI, E. A review of epidemiologic studies of tomatoes, lycopene, and prostate cancer. **Exp. Biol. Med.**, v.227, p.852-859, 2002.

GIOVANNUCCI, E.; RIMM, E.B.; LIU, Y.; STAMPFER, M.J.; WILLETT, W.C. **Journal Natl. Cancer Inst.** v.94, p.391-398, 2002.

GUILLOT, S.; LAURENCE, P.; BUREAU, S.; BOULANGER, R.; LEPOURE, J.; CROUZET, J.; SCHORR-GALINDO, S. **Aroma characterization of various apricot varieties using headspace-solid phase microextraction combined with gas chromatography-mass spectrometry and gas chromatography-olfactometry.** 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 30 jun. 2007.

GOLDEN, D.A.; RHODEHAMEL, E.J.; KAUTTER, D.A. Growth of *Salmonella* spp. In cantaloupe, watermelon and honeydew melons. **Journal Food Protection**, v.56, p.194-196, 1999.

IBANEZ, E.; LOPEZ-SEBASTIÁN, S.; RAMOS, E.; TABERA, J.; REGLERO, G. Analysis of volatile fruit components by headspace solid-phase microextraction. **Food Chemistry**, v.63, n.2, p.281-286, 1998.

INTERNATIONAL FRESH-CUT PRODUCE ASSOCIATION. **Processamento mínimo.** 2006. Disponível em: <www.fresh-cut.org>. Acesso em: 26 jul. 2007.

JACOMINO, A.P.; ARRUDA, M.C. de. Aplicações da atmosfera modificada em produtos minimamente processados. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2004, Viçosa. **Palestras, Resumos e Oficinas...** Viçosa: UFV, 2004. p.48-52.

KADER, A.A. Modified atmospheres during transport and storage. In: KADER, A.A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops.** 3.ed. Davis: University of California. Division of Horticultural and Natural Resources. 2002. Cap. 14, p.135-144.

KARAKURT, Y.; HUBBER, D.J. Ethylene-induced gene expression, enzyme activities and water soaking in immature and ripe watermelon (*Citrillus lanatus*) fruit. **Journal Plant Physiology**, v.161, p.381-388, 2004.

KOK, M.F.; YONG, F.M.; LIM, G. Rapid extraction method for reproducible analyses of aroma volatiles. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.35, p.779-781, 1987.

KRECK, M.; PATZ, C.D.; LUDWIG, M.; DEGENHARDT, A.; PASCHOID, P.; DIETRICH, H. Einfluss der sorte auf carotinoide und aromastoffe in kürbissaft. **Dtsch. Lebensm. Rundsch.** v.100, p.445-452, 2004.

LEWINSOHN, E. et al. Carotenoide pigmentation affects the volatile composition of tomato and watermelon fruits, as revealed by comparative genetic analyses. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.3142-3148, 2005.

LINDSAY, R.C. Flavors. In: **Food chemistry**. FENNEMA, O.W. (Ed.). New York: M. Dekker, 1996. p.723-765.

LORD, H.; PAWLISZYN, J. Microextraction of drugs. **Journal Chromatography Annual**, v.902, p.17-63, 2000.

MACEDO, J.A.B. **Subprodutos do processo de desinfecção de água pelo uso de derivados clorados**. Juiz de Fora: [s.n.], 2001. 67p.

MACKU, C.; JENNINGS, W.G. Production of volatiles by ripening bananas. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.35, n.5, p.845-848, 1987.

MAO, L.; JEONG, J.; QUE, F.; HUBER, D.J. Physiological properties of fresh-cut watermelon (*Citrillus lanatus*) in response to 1-methylcyclopropane and post-processing calcium application. **Journal Science Food Agricultural**, v.86, p.46-53, 2006.

MISZCZAK, A.; FORNEY, C.F.; PRANGE, R.K. Development of arome volatiles and color during postharvest ripening of “Kent” strawberries. **Journal American Society Horticulturae Science**, v.120, p.650-655, 1995.

MÕES-OLIVEIRA, E.C. **Influência de sanitizantes na qualidade de mamão de safra e entressafra minimamente processado**. 2001. 90p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MORETTI, C.L. Panorama do processamento mínimo de hortaliças. In: ENCONTRO SOBRE MINIMAMENTE PROCESSADOS, 2., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004.

MOTOIKE, S.Y.; SALOMÃO, L.C.C.; SIQUEIRA, D.L. de. **Cultura da melanciaira**. Viçosa: UFV. Pró-Reitoria de Extensão e Cultura, 1998. 25p. (Boletim de Extensão, 40).

NUNES, E.E.; BOTELHO, M.C.; VILAS BOAS, E.V. de B.; et al. Efeito da temperatura de armazenamento sobre a qualidade de mandioquinha-salsa minimamente processada. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS; SIMPÓSIO ÍBERO –AMERICANO DE VEGETAIS FRESCOS CORTADOS, 4., 2006, São Pedro. **Palestras, resumos, fluxogramas e oficinas...** Piracicaba: USP/ESALQ/CYTED, 2006. p.174.

O'REILLY, J.; WANG, O.; SETKOVA, L.; HUTCHINSON, J.P.; CHEN, Y.; LORD, H.L.; LINTON, C.M.; PAWLISZYN, J. Automation of solid-phase microextraction **Journal Sep. Science**, v.28, n.15, p.2010- 2022, 2005.

PACHECO, M.A.S.R.; FONSECA, Y.S.K.; DIAS, H.G.G.; CÂNDIOD, V.L.P.; GOMES, A.H.S.; ARMELIN, I.M.; BERNARDES, R. Condições higiênico-sanitárias de verdura e legumes comercializados no Ceagesp de Sorocaba-SP. **Higiene Alimentar**, v.16, n.1001, p50-55, out. 2002.

PAULA, N.R.F. de; VILAS BOAS, E.V. de B.; RODRIGUES, L.J.; CARVALHO, R.A.; PICCOLI, R.H. Caracterização físico-química e microbiológica de produtos minimamente processados comercializados em gôndolas de supermercados. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS; SIMPÓSIO ÍBERO –AMERICANO DE VEGETAIS FRESCOS CORTADOS, 4., 2006, São Pedro. **Palestras, resumos, fluxogramas e oficinas...** Piracicaba: USP/ESALQ/CYTED, 2006. p.184.

PINHEIRO, A.C.M.; VILAS BOAS, E.V. de B.; SILVA, L.C.; SOUZA, E. C. de; CHITARRA, A.B. Taxa respiratória de abacates intactos e minimamente processados armazenados sob diferentes temperaturas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS; SIMPÓSIO ÍBERO – AMERICANO DE VEGETAIS FRESCOS CORTADOS, 4., 2006, São Pedro. **Palestras, resumos, fluxogramas e oficinas...** Piracicaba: USP/ESALQ/CYTED, 2006. p.134.

PINO, J.A.; MARBOT, R.; AGUERO, J. Volatile components of watermelon (*Citrillus lanatus*[Thumb.] Matsum. Et Nakai) fruit. **Journal Essential Oil Research**, v.15, p.379-380, 2003.

PINTO, D.M.; VILAS BOAS, E.V. de B.; DAMIANI, C.; VILAS BOAS, B.M.; RODRIGUES, L.J.; COELHO, C.C.G.M.; PICCOLI, R.H. Avaliação microbiológica de produtos minimamente processados comercializados em Lavras-MG durante a estação da primavera. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS; SIMPÓSIO ÍBERO – AMERICANO DE VEGETAIS FRESCOS CORTADOS, 4., 2006, São Pedro. **Palestras, resumos, fluxogramas e oficinas...** Piracicaba: USP/ESALQ/CYTED, 2006. p.164.

RAO, A.V.; AGARWAL, S. Role of lycopene as antioxidant carotenoid in the prevention of chronic diseases: a review. **Nutrition Research**, v.19, p.305-323, 1999.

RIZZOLO, A.; POLESELLO, A.; POLESELLO, S. Use of headspace capillary GC to study the development of volatile compounds in fresh fruits. **Journal of High Resol. Chromatography**, v.15, p.472-477, 1992.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Rotas bioquímicas e químicas para a formação de compostos voláteis em alimentos. In: FRANCO, M.R.B. **Aroma e sabor de alimentos: temas atuais**. São Paulo: Varela, 2003. Cap. 13, p.177-194.

ROMÃO, R.L. **Dinâmica evolutiva e variabilidade de populações de melancia *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai em três regiões do Nordeste brasileiro**. 1996. 75p. Tese (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

ROSA, O.O.; CARVALHO, E.P. Características microbiológicas de frutos e hortaliças minimamente processados. **Boletim da SBCTA**, v.34, n.2, p. 84-92, jul./dez. 2000.

ROSA, O.O.; CARVALHO, E.P. de; DIONÍZIO, F.L.; RIBEIRO, A.C.; BEERLI, K.M. Indicadores de contaminação ambiental e de condições higiênicas insatisfatórias de processamento em hortaliças minimamente processadas. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.18, n.122, p.75-84, jul. 2004.

ROSARIO, B.; BEUCHAT, L.R. Survival and growth of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in cantaloupe e watermelon. **Journal Food Protection**, v.58, p.105-107, 1995.

RUSHING, J.W.; FONSECA, J.M.; KEINATH, A.P. Harvesting and postharvest handling. In: MAYNARD, D.N. (Ed.). **Watermelon handbook**. Alexandria, VA: American Society Horticultural Science, 2001. Chap. 10, p.156-164.

SALTVEIT, M.E. Physical and physiological changes in minimally processed fruits and vegetables. In: TOMÁS-BARBERÁN, F.A.; ROBINS, R.J. (Ed.). **Phytochemistry of fruit and vegetables**. London: Oxford University, 1997. p.205-220.

SANTOS, H. P. dos; VALLE, R. H. P. do. Influência da sanificação sobre a qualidade de melão 'Amarelo' minimamente processado: parte II. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.5, p.1034-1038, set./out. 2005.

SAFTNER, R.; LUO, Y.; McEVOY, J.; ABBOTT, J.A.; VINYARD, B. Quality characteristics of fresh-cut watermelon slices from non-treated and 1-methylcyclopropene – and ethylene-treated whole fruit. **Postharvest Biology and Technology**. Disponível em: <www.101016/j.postharvbio>. Acesso em: 12 ago. 2006.

SAPERS, G.M.; MILLER, R.L.; PILIZOTA, V.; MATTRAZZO, A.M. Antimicrobial treatments for minimally processed cantaloupe melon. **Journal of Food Science**, Chicago, v.66, n.2, p.345-349, Mar./Apr. 2001.

SAPERS, G. M.; SIMMONS, G. F. Hydrogen peroxide disinfection of minimally processed fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v.52, n.2, p.48-52, Feb. 1998.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L. Embalagens para vegetais minimamente processados-fresh-cut. In: SEMINARIO SOBRE HORTALICAS MINIMAMENTE PROCESSADAS, 1999, Piracicaba. **Palestras...** Piracicaba: ESALQ-USP, 1999.

SARGENT, S.A. Fresh-cut watermelon: maintaining quality from processor to supermarket. **Citrus and Vegetable Magazine**, v.63, n.6, p.24-25, 1999.

SHAMAILA, M.; POWRIE, W.D.; WOODFORD, J.A.T.; BIRCH, A.N.E. Analyses of volatile compounds from strawberry fruit stored under modified atmosphere packaging (MAP). **Journal Food Science**, n.5, p.1173-1176, 1992.

SOLIVA-FORTUNY, R.C.; GRIGELMO-MIGUEL, N.; HERNANDO, I.; LLUCH, M.A.; MARTÍN-BELLOSO, O. Effect of minimal processing on the textural and structural properties of fresh-cut pears. **Journal Science Food Agricultural**, v.82, p.1682-1688, 2002.

SOLOMONS, T. Principles underlying modified atmosphere packaging. In: WILEY, R.C. (Ed.). **Minimally processed refrigerated fruits & vegetables**. New York: Chapman and Hall, 1997. p.183-225.

STHAL, W.; SIES, H. Perspectives in biochemistry and biophysics. Lycopene: a biologically important carotenoid for humans? **Archives Biochemistry Biophysics**, v.336, p.1-9, 1996.

THEODORIDIS, G.; KOSTER, E.; JONG, G. Solid-phase microextraction for the analysis of biological samples. **Journal Chromatography Annual**, Amsterdam, v.475, p.49-82, 2000.

THOMAZINI, M.; FRANCO, M.R.B. Metodologia para análise dos constituintes voláteis do sabor. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.34, n.1, p.52-59, jan./jun. 2000.

UKUKU, D.O. Effect of hydrogen peroxide treatment on microbial quality and appearance of whole and fresh-cut melons contaminated with *Salmonella* spp. **International Journal Food Microbiology**, v.95, p.137-146, 2004.

VAS, G.; VÉKEY, K. Solid-phase microextraction: a powerful sample preparation tool prior to mass spectrometric analysis. **Journal Mass Spectrometry**, v.39, p.233-254, 2004.

VILAS BOAS, B.M. **Qualidade de abobrinha ‘Menina Brasileira’ processada minimamente processada armazenada sob diferentes temperaturas**. 2007. 180p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Feral de Lavras, Lavras, MG.

VILAS BOAS, E.V. de B. **Qualidade de alimentos vegetais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 68p. (Especialização à Distância. Tecnologia e Qualidade de Alimentos Vegetais).

VILAS BOAS, E.V. de B. **Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de frutos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 75p. (Especialização à Distância. Pós-colheita de frutos e hortaliças: manutenção e qualidade).

VILAS BOAS, E.V. de B. Frutas minimamente processadas: banana. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2004, Viçosa. **Palestras, Resumos e Oficinas...** Viçosa, MG: UFV, 2004. p.111-121.

VITTI, C.D.; KLUGE, R.A. Prontos para o consumo: produtos minimamente processados. In: SEMINÁRIO DE FLORES, FRUTAS E HORTALIÇAS. PANORAMA DA PÓS-COLHEITA E COMERCIALIZAÇÃO, 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: UNESP, 2002.

WATADA, A.E.; KO, N.P.; MINOTT, D.A. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.9, n.2, p.115-125, 1996.

WATADA, A.E.; QI, L. Quality of fresh-cut produce. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.15, n.3. p.201-205, Mar. 1999.

WILEY, R.C. Métodos de conservación de las frutas y hortalizas minimamente processadas y refrigeradas. In: WILEY, R.C. (Ed.). **Frutas e hortalizas minimamente processadas y refrigeradas**. Zaragoza: Acribia, 1997. p.65-129.

WHITAKER, T.W.; DAVIS, G.N. **Cucurbits**: botany, cultivation, and utilization. New York: Interscience, 1962. 250p.

YAJIMA, L.; SAKAKIBARA, H.; IDE, J.; YANIA, T.; HAYASHI, K. Volatile flavor components of watermelon (*Citrillus vulgaris*). **Agricultural Biology Chemistry**, v.49, p.3145-3150, 1985.

YONAMINE, M. **A saliva como espécime biológico para monitorar o uso de álcool, anfetamina, metanfetamina, cocaína e maconha por motoristas profissionais**. 2004. 117 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo, São Paulo.

ZAGORY, D. Effects of post-processing handling and packaging on microbial population. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.15, n.3, p. 313-321, Mar. 1999.

ZAGORY, D.; KADER, A.A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology**, Chicago, v.42, n.9, p.70-77, Sept. 1998.

CAPÍTULO 2

USO DE DIFERENTES SANIFICANTES PARA A MANUTENÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE MELANCIA MINIMAMENTE PROCESSADA

1 RESUMO

XISTO, Andréa Luiza Ramos Pereira. Uso de diferentes sanificantes para a manutenção da qualidade microbiológica de melancia minimamente processada. In: _____. **Qualidade de melancia minimamente processada**. 2007. Cap.2, p.33-47. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil. *

Dentre as alterações que ocorrem nos produtos minimamente processados destaca-se o surgimento de microrganismos provenientes da manipulação inadequada e do contato com equipamentos, superfícies e utensílios, o que aumenta o risco de contaminação para o consumidor. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia dos sanificantes hipoclorito de sódio, peróxido de hidrogênio e dicloro isocianurato de sódio. As melancias foram selecionadas, lavadas e submetidas aos seguintes tratamentos: controle (sem sanificante), hipoclorito de sódio (25, 50 e 100 mg.L⁻¹, durante 10 minutos), peróxido de hidrogênio (3% e 6%, durante 5 minutos) e dicloro isocianurato de sódio (50, 100 e 200 mg.L⁻¹, durante 10 minutos). Após sanificação, os frutos foram fatiados no sentido longitudinal em quatro partes e, da polpa, foram retiradas esferas, utilizando-se boleador de frutos. O excesso líquido das esferas foi drenado. Em seguida, foram embaladas e armazenadas em câmara fria (5±1°C e 90±5% UR), durante 10 dias. As análises realizadas a cada dois dias foram pH, acidez titulável, sólidos solúveis, colimetria, pesquisa de *Salmonella* e contagem de fungos filamentosos e leveduras. Os resultados obtidos mostraram que não houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis pH, acidez titulável e sólidos solúveis. A presença de coliformes 45°C, *Salmonella* e fungos filamentosos e leveduras não foi detectada durante o armazenamento das esferas de melancia, a despeito do tratamento. Os resultados obtidos permitiram concluir que a adoção de boas práticas de fabricação é suficiente para garantir a segurança de melancia minimamente processada.

Comitê Orientador: Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas - DCA/UFLA (Orientador), Prof. Dr. Mário César Guerreiro - DQI/UFLA, (Co-orientador), Profa. Roberta Hilsdorf Piccoli - DCA/UFLA (Co-orientadora)

2 ABSTRACT

XISTO, Andréa Luiza Ramos Pereira. Use of different sanitizers on maintenance quality microbiology of fresh-cut watermelon. In: _____. **Quality of fresh-cut watermelon**. 2007. Cap. 2, p.33-47. Thesis (Doctor in Food Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG, Brasil. *

Amongst the alterations that occur in fresh-cut products, the appearance of microorganisms from inadequate handling and contact with equipments, surfaces utensils is noticed as something that increases the risk of contamination for consumers. The objective of this work was to evaluate the sanitizers sodium hypochlorite, hydrogen peroxide and sodium dichloro isocyanurate. The watermelons were chosen. Washed and through the following treatments: control (with no sanitizer), sodium hypochlorite (25,50 and 100 mg. L⁻¹, for ten minutes), and sodium dichloro isocyanurate (50, 100 and 200 mg. L⁻¹ for 10 minutes). After sanitization, the fruits were slide lengthwise in four parts and spheres were removed by the use of a fruit scoop. The spheres were drained for the removal of excess liquid, packed and stored in cold room (5 ± 1°C and 90 ±5% of UR) for ten days. The analyses performed every other day were pH, tiratable acidity, soluble solids, coliform determination, search for *Salmonella* and counting of fungi and yeasts. The obtained results showed that there was no significant difference among the treatments for the pH, titratable acidity and soluble solids variables. The presence of coliforms at 45°C, *Salmonella*, fungi and yeasts were not detected during storage of the watermelon spheres in any treatment. The obtained results enabled to conclude that the adoption of good manufacture practices is good enough to assure the safety of fresh-cut watermelon.

· Guidance Committee: Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas - DCA/UFLA (Adviser), Prof. Dr. Mário César Guerreiro - DQI/UFLA, (Co-adviser), Profa. Dra. Roberta Hilsdorf Piccoli - DCA/UFLA (Co-adviser).

3 INTRODUÇÃO

As operações unitárias do processamento mínimo afetam a integridade dos tecidos dos produtos minimamente processados pelo estresse do ferimento ou corte (Saltveit, 2003), favorecendo o desenvolvimento microbiológico da flora natural que é proporcionado justamente pela destruição dos tecidos e pela liberação dos nutrientes. Esses nutrientes podem também permitir a proliferação de microrganismos patogênicos, incluindo *Salmonella* spp. e *Escherichia coli* O157:H7, quando a sanificação e o controle estrito da temperatura não são mantidos (Ukuku & Sapers, 2001). Os patógenos podem, assim, partir desta microflora e conduzir a um potencial problema de segurança. A negligência quanto à manutenção de condições adequadas de higienização dos utensílios e dos manipuladores pode contribuir para a veiculação de microrganismos deterioradores e patogênicos.

A presença de microrganismos deterioradores contribui para as alterações das características sensoriais do produto, tais como cor, odor, textura e aparência durante o período de vida útil, o que compromete a qualidade microbiológica de alimentos minimamente processados e leva a uma maior preocupação com a segurança do produto (Vanetti, 2004).

A melancia, por possuir grande quantidade de açúcar, é um excelente substrato para vários microrganismos, incluindo *Pseudomonas* sp. e *Escherichia coli*, assim como *Salmonella* (Golden et al., 1999; Rosario & Beuchat, 1995), pelo fato de possuir elevado teor de açúcares. Por isso, tem-se sugerido o uso de técnicas integradas envolvendo a prevenção da contaminação, a administração adequada da cadeia de frio e tratamentos efetivos de sanificação.

A sanificação da matéria prima, antes e ou após o processamento, é fundamental para a garantia da qualidade de frutas minimamente processadas

(Brackett, 1992), diminuindo o número de microrganismos contaminantes presentes e aumentando o seu período de vida útil. Os sanificantes são importantes na redução da carga microbiana inicial, garantindo a segurança do produto final, desde que sejam adotadas as boas práticas de fabricação e respeitada a cadeia de frio.

Agentes à base de cloro têm sido utilizados para sanificar produtos e as superfícies de trabalho, assim como para reduzir a população de microrganismos na água utilizada durante a lavagem e as operações de embalagem (Delaquis et al., 2004), pois possuem ação rápida, completa dissociação em água e são de fácil aplicação. Contudo, há a produção de compostos orgânicos clorados, como os trihalometanos, que são potencialmente carcinogênicos (Fawell, 2000). Por isso, sanificantes alternativos, como o peróxido de hidrogênio (Ukuku, 2004; Sapers et al., 2001) e o dicloroisocianurato de sódio, têm sido pesquisados, tendo sido demonstrada sua eficiência.

Diante disso, o objetivo da realização deste trabalho foi avaliar a eficácia dos sanificantes hipoclorito de sódio (25, 50 e 100 mg.L⁻¹), peróxido de hidrogênio (3% e 6%) e dicloro isocianurato de sódio (50, 100 e 200 mg.L⁻¹) na manutenção da qualidade microbiológica e nas características físicas e químicas de melancias minimamente processadas armazenadas sob refrigeração (5°C±1, 90±5 %UR), durante dez dias.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Dez melancias ‘Crimson Sweet’, pesando, aproximadamente, dez quilos, provenientes da Central de Abastecimento de Belo Horizonte, a Ceasa, foram adquiridas no comércio local da cidade de Lavras, MG e transportadas para o Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

No laboratório, as melancias foram selecionadas quanto à ausência de injúrias e deformações.

Na etapa inicial do processamento, as melancias foram lavadas com água e detergente neutro para a retirada dos resíduos do campo. Em seguida, foram submetidas aos seguintes tratamentos: controle (sem sanificante), imersão em hipoclorito de sódio 25 mg.L⁻¹ (cloro ativo 19 mg.L⁻¹), 50 mg.L⁻¹ (cloro ativo 42 mg.L⁻¹) e 100 mg.L⁻¹ (cloro ativo 93 mg.L⁻¹), por 10 minutos, peróxido de hidrogênio 3% e 6%, por 5 minutos e dicloro isocianurato de sódio (50 mg.L⁻¹ (cloro ativo 41 mg.L⁻¹), 100 mg.L⁻¹ (cloro ativo 93 mg.L⁻¹) e 200 mg.L⁻¹ (cloro ativo 192 mg.L⁻¹), por 10 minutos.

Após sanificação, as melancias foram cortadas, no sentido longitudinal, em quatro fatias e, delas foram retiradas esferas, utilizando-se boleador de frutos. O excesso de líquido das esferas de melancia foi drenado com auxílio de peneiras plásticas, e elas foram colocadas em embalagem rígida de polipropileno (15 x 11,5 x 4,5 cm) e armazenadas em câmara fria (5±1°C e 90± 5% UR), durante 10 dias. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com dois blocos montados com diferença de trinta dias. Os tratamentos foram dispostos num esquema fatorial 9x6 tendo como fatores os sanificantes (controle, hipoclorito de sódio 25, 50 e 100 mg.L⁻¹; dicloroisocianurato de sódio 50, 100 e 200 mg.L⁻¹ e peróxido de hidrogênio 3% e 6%) e tempos de armazenamento (0, 2, 4, 6, 8, 10 dias). A parcela

experimental foi considerada uma bandeja contendo dez esferas, pesando aproximadamente 150g.

A cada dois dias foram realizadas as análises descritas a seguir:

pH - Determinado utilizando-se um potenciômetro com eletrodo indicador de vidro, segundo técnica da AOAC (1992).

Acidez titulável - Determinada por titulação, com solução padronizada de NaOH 0,1N, de acordo com a técnica do Instituto Adolfo Lutz (1985) e expressa em % de ácido málico.100g⁻¹ suco.

Sólidos solúveis - Determinados por leitura em refratômetro digital, modelo PR-100 Pallette da marca ATAGO, com compensação da temperatura automática a 25°C e expresso em °Brix, segundo AOAC (1992).

Colimetria - Os coliformes a 35°C foram quantificados utilizando-se a técnica do número mais provável (NMP.g⁻¹), segundo Silva et al. (1997). O teste presuntivo foi realizado com a inoculação de alíquotas de amostra (25g diluídos em 225 mL de água peptonada estéril a 0,1%) em séries de três tubos contendo tubos de Durhan e caldo lauril triptose (LST), sendo incubados a 35°C por 24 a 48 horas. Foram considerados tubos positivos para coliformes a 35°C aqueles que apresentaram turvação e formação de gás. Os coliformes 45°C também foram quantificados utilizando-se a técnica número mais provável (NMP.g⁻¹). Alíquotas foram transferidas dos tubos positivos para coliformes a 35°C para tubos contendo caldo *Escherichia coli* (caldo EC). A cultura foi incubada a 44,5°C, por 24 a 48 horas. Foram considerados tubos positivos para coliformes 45°C aqueles que apresentaram turvação e formação de gás. Os resultados dos coliformes a 35°C foram expressos em média aritmética do NMP.g⁻¹ de polpa dos dois blocos.

Pesquisa de *Salmonella* - Realizada em 25g de fruto com pré-enriquecimento, em caldo lactosado, com incubação a 35°C, por 24 horas, seguida de enriquecimento seletivo, em caldo tetrionato e caldo Rappaport incubados a

35°C, por 24 horas. O isolamento de *Salmonella* sp. foi realizado em ágar Rambach incubado a 35°C, por 24 a 48 horas, seguindo metodologia descrita por Silva et al. (1997).

Contagem de fungos filamentosos e leveduras - Realizada por espalhamento em superfície em meio Sabouraud incubado a 25°C, por 5 dias. O resultado foi expresso em unidades formadoras de colônia por grama de produto (UFC.g⁻¹), segundo Silva et al. (1997).

Análises estatísticas

Os resultados encontrados foram submetidos à análise de variância. A análise de regressão foi utilizada para avaliação das variáveis em função do tempo de armazenamento e o teste de Tukey (1% e 5%), para a comparação dos diferentes sanificantes. Quando houve interação significativa dos fatores, procedeu-se ao teste de Tukey para cada sanificante dentro de cada tempo de armazenamento. As análises foram realizadas com auxílio do programa Sisvar (Ferreira, 2000).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tempo de armazenamento e os tipos de sanificantes não promoveram efeito estatisticamente significativo sobre as variáveis pH, acidez titulável e teor de sólidos solúveis (Anexo 1A). As médias de pH, acidez titulável e sólidos solúveis foram de 5,631, 0,07% de ácido málico e 8,6°Brix, respectivamente.

Durante o período de armazenamento foi observado um menor crescimento de coliformes 35°C, nas melancias sanificadas com peróxido de hidrogênio 6%, dicloro isocianurato de sódio na concentração de 200 mg.L⁻¹ e hipoclorito de sódio 100 mg.L⁻¹ (Tabela 1). Isso mostra que soluções sanificantes mais concentradas foram mais eficientes em controlar a proliferação desse tipo de microrganismo.

TABELA 1 NMP.g⁻¹ de coliformes a 35°C em melancia minimamente processada higienizadas com diferentes sanificantes e armazenadas (5±1 °C / 90±5 % UR) por dez dias.

Tratamento	Tempos de armazenamento					
	0	2	4	6	8	10
Controle	< 3	9,3x10	2,4x10 ²	1,1x10 ³	1,1x10 ²	≥ 2,4x10 ³
Peróxido 3%	< 3	4,3x10	4,3x10	1,5x10 ²	2,4x10 ²	4,3x10
Peróxido 6%	< 3	< 3	< 3	7,5x10	2,4x10 ²	2,3x10
Dicloro 50	< 3	2,3x10	2,3x10	2,4x10 ²	2,4x10 ²	7,5x10
Dicloro 100	< 3	7	7	2,3x10	2,4x10 ²	2,1x10
Dicloro 200	< 3	< 3	< 3	9,3x10	9	15
Hipoclorito 25	< 3	2,3x10	2,3x10	2,4x10 ²	1,5x10	1,5x10 ²
Hipoclorito 50	< 3	< 3	< 3	2,4x10 ²	1,5x10	4,3x10
Hipoclorito 100	< 3	< 3	< 3	2,3x10	< 3	2,3x10

Dicloro – Dicloroisocianurato (mg.L⁻¹); Hipoclorito – Hipoclorito de sódio (mg.L⁻¹); Peróxido – Peróxido de Hidrogênio (%)

Os resultados obtidos, a despeito do sanificante utilizado, estão dentro do padrão permitido pela ANVISA - Resolução RDC N. 12/2001 (Brasil, 2001). Os produtos minimamente processados enquadram-se no grupo de alimentos designados como "frutas frescas, in natura, preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto". Para esse grupo, a tolerância máxima é de 5×10^2 NMP.g⁻¹ ou UFC.g⁻¹ de coliformes a 45°C e ausência de *Salmonella* sp. em 25g. Assim, neste trabalho, foram observados valores inferiores aos citados na legislação, pois não foi verificado o crescimento de coliformes a 45°C e *Salmonella*. Os resultados indicam que a utilização de boas práticas de fabricação, que incluem a sanificação do ambiente e dos utensílios de processamento, a lavagem cuidadosa da casca dos frutos com água de boa qualidade e detergente neutro, foi adequada para garantir a integridade sanitária de melancia minimamente processada.

Ausência de coliformes a 35° e a 45°C também foi observada por Silva (2001) e por Antonioli et al. (2005), ao avaliarem as características microbiológicas de abacaxi minimamente processado e por Pinto (2002), ao avaliar as alterações físicas e sensoriais de melancia 'Crimson Sweet' armazenada sob refrigeração, processada em diferentes tipos de corte e embalagens. Ukuku et al. (2005) observaram uma redução de aproximadamente três ciclos log na população de *E. coli* O157:H7, em dois tipos de melões, ao serem tratados com peróxido de hidrogênio 2% e 5%. Pinheiro et al. (2005), ao avaliarem a qualidade microbiológica de frutos minimamente processados comercializados em Fortaleza, detectaram a presença de coliformes a 35° e 45°C nas amostras de goiabas, mangas, mamões e melões minimamente processados, indicando ter ocorrido contaminação dos mesmos durante a manipulação ou o armazenamento.

A presença de *Salmonella* nas esferas de melancias minimamente processadas não foi detectada, a despeito da sanificação. Já Pinheiro et al. (2005)

detectaram a presença de *Salmonella* em algumas frutas minimamente processadas, o que indica a não adoção das boas práticas de fabricação.

Pesquisas sobre a qualidade de frutas e hortaliças minimamente processadas comercializadas no Brasil têm demonstrado que a qualidade microbiológica desses produtos não é satisfatória. Isso se deve, principalmente, ao uso de matéria-prima de má qualidade, à sanificação inadequada dos produtos e a condições higiênico-sanitárias do ambiente de processamento e dos manipuladores inadequadas (Paula et al., 2006; Pinto et al., 2006; Rosa, 2004).

Independente do sanificante utilizado, o crescimento de fungos filamentosos e leveduras não foi observado nas melancias minimamente processadas, indicando que o produto era seguro para consumo.

6 CONCLUSÕES

Não foi detectada a presença de coliformes a 45°C, *Salmonella*, fungos filamentosos e leveduras, independente do sanificante utilizado.

A utilização de matéria-prima de qualidade, a sanificação do ambiente e dos utensílios de processamento e a adequada higienização da casca do fruto, juntamente com o controle das condições de armazenamento, são essenciais para a obtenção de melancia minimamente processada de qualidade e com garantia de segurança.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONIOLLI, L.R. et al. Efeito do hipoclorito de sódio sobre a microbiota de abacaxi 'Perola' minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.157-160, abr. 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 15thed. Washington: Association of the Agricultural Chemists, 1992. 2v.

BRACKETT, R.E. Shelf stability and safety of fresh produce as influenced by sanitation and disinfection. **Journal Food Protection**, v.55, p.808-814, 1992.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC N.12 de 2 jan. 2001**. Aprova regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/1201rda.htm>>. Acesso em: 20 fev. 2007.

DELAQUIS, P.J.; FUKUMOTO, L.R.; TOIVONEN, P.M.A.; CLIFF, M.A. Implications of wash water chlorination and temperature for the microbiological and sensory properties of fresh-cut iceberg lettuce. **Postharvest Biology and Technology**, v.31, p.81-91, 2004.

FAWELL, J. Risk assessment case study: chloroform and related substances. **Food Chemistry Toxicology**, v.38, p.S91-S95, 2000.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0 – In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.235.

GOLDEN, D.A.; RHODEHAMEL, E.J.; KAUTTER, D.A. Growth of *Salmonella* spp. In cantaloupe, watermelon and honeydew melons. **Journal Food Protection**, v.56, p.194-196, 1999.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3.ed. São Paulo, 1985. v.1, 533p.

PAULA, N.R.F. de; VILAS BOAS, E.V. de B.; RODRIGUES, L.J.; CARVALHO, R.A.; PICCOLI, R.H. Caracterização físico-química e microbiológica de produtos minimamente processados comercializados em gôndolas de supermercados. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS; SIMPÓSIO ÍBERO –AMERICANO DE VEGETAIS FRESCOS CORTADOS, 4., 2006, São Pedro. **Palestras, resumos, fluxogramas e oficinas...** Piracicaba: USP/ESALQ/CYTED, 2006. p.184.

PINHEIRO, N.M.S. et al. Avaliação da qualidade microbiológica de frutos minimamente processados comercializados em Fortaleza. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.153-156, abr. 2005.

PINTO, D.M.; VILAS BOAS, E.V. de B.; DAMIANI, C.; VILAS BOAS, B.M.; RODRIGUES, L.J.; COELHO, C.C.G.M.; PICCOLI, R.H. Avaliação microbiológica de produtos minimamente processados comercializados em Lavras-MG durante a estação da primavera. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS; SIMPÓSIO ÍBERO – AMERICANO DE VEGETAIS FRESCOS CORTADOS, 4., 2006, São Pedro. **Palestras, resumos, fluxogramas e oficinas...** Piracicaba: USP/ESALQ/CYTED, 2006. p.164.

PINTO, S.A.A.A. **Processamento mínimo de melão tipo Orange Flesh e de melancia Crimson Sweet**. 2002. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

ROSA, O.O.; CARVALHO, E.P. de; DIONÍZIO, F.L.; RIBEIRO, A.C.; BEERLI, K.M. Indicadores de contaminação ambiental e de condições higiênicas insatisfatórias de processamento em hortaliças minimamente processadas. **Higiene Alimentar**. São Paulo, v.18, n.122, p.75-84, jul. 2004.

ROSARIO, B.; BEUCHAT, L.R. Survival and growth of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in cantaloupe e watermelon. **Journal Food Protect**, v.58, p.105-107, 1995.

SALTVEIT, M.E. Fresh-cut vegetables. In: BARTZ, J.A.; BRECHT, J.K. (Ed.). **Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables**. New York: M. Dekker, 2003. p.691-712.

SAPERS, G.M.; MILLER, R.L.; PILIZOTA, V.; MATRAZZO, A.M. Antimicrobial treatments for minimally processed cantaloupe melon. **Journal of Food Science**, Chicago, v.66, n.2, p.345-349, Mar./Apr. 2001.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, 1997. 295p.

UKUKU, D.O. Effect of hydrogen peroxide treatment on microbial quality and appearance of whole and fresh-cut melons contaminated with *Salmonella* spp. **International Journal Food Microbiology**, v.95, p.137-146, 2004.

UKUKU, D.O.; BARI, M.L.; KAWAMOTO, S.; ISSHIKI, K. Use of peroxide in combination with nisin, sodium lactate and citric acid for reducing transfer of bacterial pathogens from whole melon surfaces to fresh-cut pieces. **International Journal Food Microbiology**, v.104, p.225-233, 2005.

UKUKU, D.O.; SAPERS, G.M. Effect of sanitizer treatments on *Salmonella* Stanley attached to the surface of cantaloupe and cell transfer to fresh-cut tissues during cutting practices. **Journal Food Prot.**, v.64, p.1286-1291, 2001.

VANETTI, M.C.D. Segurança microbiológica em produtos minimamente processados. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2004, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2004. p.30-32.

CAPÍTULO 3

EFEITO DA TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE DE MELANCIA MINIMAMENTE PROCESSADA

1 RESUMO

XISTO, Andréa Luiza Ramos Pereira. Efeito da temperatura de armazenamento na qualidade de melancia minimamente processada. In: _____. **Qualidade de melancia minimamente processada**. Cap.3, p.48-69. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil.*

Dentre as tecnologias de conservação pós-colheita, a refrigeração é a mais importante para minimizar os danos causados pela injúria física e também para reduzir os processos metabólicos durante o processamento mínimo. Diante disso, o objetivo da realização deste trabalho foi determinar a temperatura ideal de conservação da melancia minimamente processada em esferas. As melancias foram adquiridas no comércio local de Lavras, MG e levadas para a sala de processamento mínimo, onde foram lavadas com detergente neutro e sanificadas com hipoclorito de sódio 200 mg.L^{-1} , por 15 minutos. As etapas do processamento consistiram de: corte eliminação do excesso de suco, embalagem e armazenamento em câmaras frias reguladas a 0°C , 5°C e $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}/90 \pm 5\%$, durante dez dias. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3×6 . A cada dois dias foram realizadas as seguintes análises: perda de massa, líquido drenado, pH, acidez titulável, sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$), açúcares solúveis (%), pectina solúvel (%), firmeza (N), cor (valores L^* , a^* , ângulo Hue e Cromo), respiração ($\text{mL CO}_2 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) e atividades de poligalacturonase (PG) e pectinametilsterase (PME). Maiores valores de pectina solúvel, firmeza, valor L^* e valor a^* , ângulo hue e cromaticidade foram observados no produto minimamente processado mantido a 10°C , em todos os dias de armazenamento, juntamente com maiores taxas respiratórias, quando comparado com o mantido a 0°C e 5°C . Os resultados obtidos permitiram concluir que temperaturas de 0°C e 5°C são as mais indicadas para a manutenção da qualidade de melancia minimamente processada.

Comitê Orientador: Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – DCA/UFLA (Orientador), Prof. Dr. Mário César Guerreiro – DQI/UFLA, (Co-orientador), Profa. Roberta Hilsdorf Piccoli – DCA/UFLA (Co-orientadora)

2 ABSTRACT

XISTO, Andréa Luiza Ramos Pereira. Effect of stored temperature in quality of fresh-cut watermelon. In: _____. **Quality of fresh-cut watermelon**. 2007. Cap. 3, p.48-69. Thesis (Doctor in Food Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG, Brasil. *

Amongst the postharvest conservation technologies, refrigeration is the most important one to minimize the damage caused by physical injury and also to reduce de metabolic activity during the processing. Because of this, the objective of this work was to determine the ideal temperature of conservation of fresh-cut watermelon in spheres. The watermelons were acquired in the local commerce of Lavras/MG and took to the processing room where they were then washed with neutral detergent and sanitized with sodium hypochlorite 200mg. L⁻¹ for 15 minutes. The stages of processing were consisted of: cutting, elimination of the juice excess, packing and storage in cold room regulated at 0°C, 5°C and 10° C ± 1°C / 90 ± 5 UR for ten days. The experimental delineation used was randomized in factorial 3 x 6. The following analysis were performed every other day: Loss of mass, juice leakage, pH, titratable acidity, soluble solids (°Brix), soluble sugars (%), soluble pectin (%), firmness (N), and colour (L*, a*, Hue and Chroma angle valves, respiration (mL CO₂.kg⁻¹.h⁻¹) and polygalacturonase (PG) and pectin methyl esterase (PME) activity. The highest values of soluble pectin, firmness, L* value and a* value, Hue and Chroma angle observed in the fresh-cut product kept at 10°C on every day of storage. Along with higher respiratory rates when compared with the ones kept at 0°C and 5° C. The obtained results enabled to conclude that temperatures of 0° C and 5°C are the most indicated for the maintenance of quality of fresh-cut watermelon.

3 INTRODUÇÃO

Guidance Committee: Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – DCA/UFLA (Adviser), Prof. Dr. Mário César Guerreiro – DQI/UFLA, (Co-adviser), Profa. Roberta Hilsdorf Piccoli – DCA/UFLA (Co-adviser)

A demanda por frutas e hortaliças minimamente processadas tem aumentado, principalmente pela sua conveniência como produto pronto para o consumo, mas também pelos benefícios que trazem à saúde, associados ao seu consumo (Gil et al., 2006).

No Brasil, atualmente, a melancia ocupa lugar de destaque no mercado, sendo um dos produtos hortícolas mais comercializados, tanto na forma *in natura* como na forma minimamente processada. Isso por ser um produto extremamente conveniente e, principalmente, por estar entre os mais bem aceitos pelos consumidores.

No entanto, a vida útil desses produtos é limitada pelo estresse causado pelo corte, pela perda de textura e aparência e pelo escoamento do suco dentro da embalagem (Sargent, 1999).

Fatores como temperatura de armazenamento, umidade relativa, presença de microrganismos e tipo de embalagem utilizada têm grande influência sobre a manutenção da qualidade e devem ser adequados a cada tipo de produto processado. Gil et al. (2006) observaram que melancias minimamente processadas em cubos mostraram melhor qualidade visual quando armazenadas a 5°C.

A temperatura adequada é o fator mais importante para minimizar os efeitos dos ferimentos aos tecidos nos produtos minimamente processados. A cadeia do frio deve ser mantida desde a colheita até a comercialização, uma vez que essa diminuição na temperatura aumenta a vida útil dos produtos e retarda os processos fisiológicos das frutas.

Baixas temperaturas retardam o crescimento da maioria dos microrganismos, são eficazes para reduzir as atividades enzimáticas e diminuir a taxa respiratória dos frutos (Chitarra & Chitarra, 2005), o que resulta em uma

maior vida útil e maior qualidade e segurança para o consumidor. Segundo Chitarra & Alves (2001), a taxa respiratória normalmente aumenta com a elevação da temperatura, principalmente na faixa de 5°C a 20°C; temperaturas superiores a 10°C provocam acúmulo muito rápido de CO₂ dentro das embalagens, devido à maior atividade metabólica e ao crescimento de microrganismos.

Relatos sobre temperaturas ideais de armazenamento têm sido encontrados na literatura, para vários produtos minimamente processados, tais como mamão (Teixeira et al., 2001), abacaxi (Marrero e Kader, 2006) e melancia (Pinto, 2002).

A temperatura de 0°C tem sido recomendada para produtos minimamente processados, mesmo para aqueles sensíveis ao ‘chilling’, pelo fato de serem consumidos refrigerados, sem serem expostos a temperaturas mais elevadas, quando os sintomas de injúria pelo frio aparecem. Porém, para melancias minimamente processadas, Cantwell (2000) observou que o armazenamento a 2°-3°C resultou em melhor vida de prateleira do que a 0°C. Para melancias processadas e armazenadas em ambientes adequados, a vida de prateleira pode chegar a até 10 dias, em excelentes condições (Cartaxo et al., 1997).

Diante disso, este trabalho foi realizado com o objetivo de determinar a temperatura de armazenamento ideal para a conservação de melancia minimamente processada.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Dez melancias ‘Crimson Sweet’, pesando de 8-10 kg provenientes da Ceasa de Belo Horizonte, MG, foram adquiridas no comércio local de Lavras, MG e transportadas para o Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. Levadas para a sala de processamento mínimo, foram lavadas com detergente neutro, a fim de retirar os resíduos provenientes do campo e sanificadas com hipoclorito de sódio 200 mg. L⁻¹, por 15 minutos, para evitar contaminação durante o processamento. Em seguida, foram colocadas sobre a bancada para drenagem do excesso de solução sanificante.

As etapas do processamento foram as seguintes:

- Corte: as melancias foram cortadas, manualmente, em quatro fatias, no sentido longitudinal e, da polpa, extraíram-se esferas de três cm de diâmetro, utilizando-se boleador de frutos;
- Drenagem do excesso de suco: o excesso de suco das fatias e das esferas foi drenado por, aproximadamente, cinco minutos, em peneiras plásticas previamente higienizadas;
- Embalagem: as esferas foram acondicionadas em embalagem de polipropileno (Galvanotek G-303/15 x 11,5 x 4,5 cm) com tampa rígida do mesmo polímero;
- Armazenamento: ao final do processo de embalagem, o produto foi armazenado em câmaras frias reguladas a 0°C, 5°C e 10°C ($\pm 1^\circ\text{C}$, 90 \pm 5%UR), durante dez dias.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 3x6; os fatores foram as temperaturas de armazenamento (0, 5 e 10 °C) e os tempos de armazenamento (0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias). Foram utilizadas três repetições, considerando como parcela experimental

uma embalagem pesando, aproximadamente, 150g, contendo dez esferas de melancia.

As avaliações realizadas foram as descritas a seguir:

Perda de massa - Utilizou-se balança analítica para obtenção da massa individual das esferas no início do armazenamento e na data da avaliação. Os resultados foram expressos em %.

Líquido drenado - O líquido escoado dentro da embalagem foi recolhido com auxílio de papel de filtro previamente pesado e o peso do suco escoado em relação à massa do produto foi determinado com auxílio de balança analítica. Resultados foram expressos em porcentagem.

pH - Determinado utilizando-se um potenciômetro digital segundo técnica da AOAC (1992).

Acidez titulável - Determinada por titulação com NaOH 0,1N de acordo com a técnica da AOAC (1992) e expressa em % de ácido málico.100g⁻¹ suco.

Sólidos solúveis - Determinado utilizando-se um refratômetro digital Atago PR-100 com compensação da temperatura automática a 25°C e expresso em °Brix, segundo AOAC (1992).

Açúcares solúveis - Extraído pelo método de Lane-Enyon, citado por AOAC (1992) e dosados utilizando-se o reagente antrona, conforme Dische (1962). Os resultados foram expressos em g.100g⁻¹ de polpa.

Pectina solúvel - Foi extraída segundo a técnica descrita por McCready & McComb (1952) e determinada colorimetricamente segundo Bitter & Muir (1962). Os resultados foram expressos em g de ácido galacturônico.100g⁻¹ de polpa.

Firmeza - Foi determinada utilizando-se texturômetro digital computadorizado da marca *Stable Micro System*, modelo TA.XT2i, equipado com probe de 5 mm de diâmetro. Foram realizadas duas medições em cada esfera contida nas embalagens. Os resultados forma expressos em Newtons (N).

Coloração (valores L*, a*, ângulo Hue e cromaticidade) - Foi determinada com colorímetro Minolta, modelo CR 400, no modo CIE L*a*b*, tomando-se a leitura em lados opostos na região equatorial da esfera. Estes dois últimos valores foram usados para calcular o ângulo Hue ($^{\circ}h$) e a cromaticidade (C^*), usando-se as seguintes fórmulas: $h^{\circ} = \arctang(b^*/a^*)$ e $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$. (Konica Minolta Sensing Americas, Minolta, 1998).

Taxa respiratória - Foi determinada utilizando-se recipientes de vidro com capacidade de 580 mL, com tampas com septo de silicone, nos quais foram acondicionados cerca de 100 g de melancia minimamente processada. A cada dois dias, foram coletadas amostras de gás do interior dos vidros utilizando-se um analisador de gases marca PBI Dansensor, modelo Check Point. As percentagens de O_2 e CO_2 foram utilizadas para cálculo da taxa respiratória, levando-se em consideração o volume do recipiente, a massa de melancia minimamente processada e o tempo que o recipiente permaneceu fechado. Os resultados foram expressos em mL de $CO_2.kg^{-1}.h^{-1}$.

Atividade de poligalacturonase (PG) - A extração da PG foi realizada segundo a técnica de Buescher & Fumanski (1978), com modificações de Vilas Boas (1995). O doseamento da PG foi realizado segundo Markovic et al. (1975), com modificações de Vilas Boas (1995). A atividade enzimática foi expressa em nanomol de ácido galacturônico. $min^{-1}.g^{-1}$ de fruto.

Atividade de pectinametilesterase (PME) - A extração da PME foi realizada segundo a técnica de Buescher & Fumanski (1978), com modificações de Vilas Boas (1995). O doseamento da PME foi feito segundo Hultin et al. (1966) e Ratner et al. (1969), com modificações de Vilas Boas (1995). Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1 nmol NaOH $min^{-1}.g^{-1}$, sob as condições do ensaio.

Análises estatísticas

Os resultados encontrados foram submetidos à análise de variância. A análise de regressão foi utilizada para avaliação das variáveis em função do tempo de armazenamento e o teste de Tukey (1% e 5%) para comparação das diferentes temperaturas. Quando houve interação significativa dos fatores, procedeu-se ao teste de Tukey para cada temperatura dentro de cada tempo de armazenamento. As análises foram realizadas com auxílio do programa Sisvar (Ferreira, 2000).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada interação significativa entre os fatores temperatura e tempo de armazenamento para as variáveis sólidos solúveis, açúcares solúveis totais e pH. pectina solúvel, perda de massa, firmeza e taxa respiratória (Tabela 1).

TABELA 1 Valores médios de sólidos solúveis, açúcares solúveis totais e pH de melancia minimamente processada, armazenada a 0°C, 5°C e 10°C ± 1°C e UR 90±5% por um período de 10 dias.

Dias de armazenamento						
	0	2	4	6	8	10
Sólidos solúveis						
0°C	8,07 a	8,58 a	8,47 a	8,43 a	8,36 a	8,47 a
5°C	8,01 a	8,15 b	8,20 b	7,83 b	8,00 b	7,81 b
10°C	8,04 a	8,26 b	8,16 b	8,00 b	7,83 b	7,73 b
Açúcares Solúveis Totais						
0°C	7,40 a	7,33 a	8,03 a	7,76 a	7,40 a	7,66 a
5°C	7,43 a	7,23 a	7,13 b	6,83 b	7,20 ab	7,26 ab
10°C	7,36 a	6,96 a	7,40 b	6,73 b	6,86 b	7,10 b
pH						
0°C	5,28 a	5,33 a	5,35 a	5,31 a	5,47 a	5,46 a
5°C	5,28 a	5,24 a	5,15 b	5,15 b	5,25 b	5,02 b
10°C	5,28 a	5,22 a	5,38 a	4,93 c	4,59 c	5,03 b

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

As esferas armazenadas a 0°C apresentaram teores de sólidos solúveis superiores às armazenadas nas temperaturas de 10°C e 5°C, a partir do segundo dia de armazenamento. Esses dados concordam com o relatado por Risse et al. (1990), que observaram diminuição no teor de sólidos solúveis de diferentes

cultivares de melancia com o aumento da temperatura de armazenamento. Gil et al. (2006) não observaram diferença entre os teores de sólidos solúveis e acidez titulável de melancia minimamente processada armazenada a 5°C e a 14°C.

Os teores de açúcares solúveis totais encontrados nas melancias minimamente processadas armazenadas a 10°C e 5°C foram menores quando comparados aos observados naquelas mantidas a 0°C, a partir do quarto dia armazenamento. Entre os produtos sob as temperaturas de 10°C e 5°C, não foi observada diferença. Os valores médios de açúcares solúveis totais encontrados para as temperaturas de 10°C, 5°C e 0°C foram de 7,07%, 7,18% e 7,60%, respectivamente. Valores semelhantes foram encontrados por Pinto (2002) que observou variação de 7,1% a 7,6% em melancias minimamente processadas armazenadas a 3°C, não detectando diferenças significativas nos teores de açúcares solúveis totais quando armazenadas a 6°C.

Nenhuma diferença foi notada no pH dos produtos armazenados por até dois dias a 0°C, 5°C e 10°C. No quarto dia de armazenamento, o menor valor de pH foi observado nas esferas armazenadas a 5°C. A partir do sexto dia de armazenamento, observaram-se valores de pH superiores para as melancias armazenadas a 0°C (Tabela 1). Logo, a temperatura de 0°C mostrou-se efetiva na contenção da natural redução do pH.

A acidez titulável das esferas de melancia armazenadas a 0°C foi menor quando comparada à das mantidas a 10°C, porém, não diferiu significativamente das refrigeradas a 5°C (Tabela 3). Pinto (2002) encontrou maiores valores de acidez (0,12%) na melancia minimamente processada armazenada a 6°C, quando comparados com os da melancia mantida a 3°C (0,09%), semelhante ao observado neste trabalho. Fica, então, claro o efeito da temperatura elevada no metabolismo respiratório do produto que consumiu maior quantidade de ácidos orgânicos, abaixando o valor do pH.

A partir do segundo dia de armazenamento, a firmeza das esferas

mantidas a 10°C foi significativamente inferior à daquelas sob as demais temperaturas (Tabela 2), comprometendo levemente a qualidade da melancia minimamente processada armazenada nessa temperatura.

De maneira geral, houve decréscimos na firmeza das esferas de melancia minimamente processada durante o armazenamento em todas as temperaturas avaliadas. Comportamento semelhante foi observado em melancia (Pinto, 2002) e em melão (Arruda, 2002) minimamente processados.

TABELA 2 Valores médios de pectina solúvel, perda de massa, firmeza e taxa respiratória de melancia minimamente processada, armazenada a 0°C, 5°C e 10°C±1°C e UR 90±5% por um período de 10 dias.

Dias de armazenamento						
	0	2	4	6	8	10
Pectina Solúvel						
0°C	9,09 a	9,33 b	9,42 b	9,45 b	9,49 b	9,45 b
5°C	9,07 a	9,14 b	9,26 b	9,32 c	9,36 c	9,39 c
10°C	9,12 a	9,89 a	9,93 a	9,95 a	9,99 a	9,98 a
Perda de massa						
0°C	0,0 a	4,82 b	4,91 b	5,02 b	5,08 b	5,09 b
5°C	0,0 a	4,95 b	5,03 b	5,06 b	5,11 b	5,15 b
10°C	0,0 a	6,00 a	6,12 a	6,15 a	6,19 a	6,23 a
Firmeza						
0°C	2,10 a	2,10 a	2,01 a	2,01 a	1,98 a	1,88 a
5°C	2,12 a	2,10 a	2,06 a	2,02 a	1,99 a	1,87 a
10°C	2,09 a	1,97 b	1,95 b	1,93 b	1,89 b	1,74 b
Taxa respiratória						
0°C	8,52 c	5,66 c	5,70 c	5,52 c	5,62 c	5,65 c
5°C	25,41 b	20,58 b	20,20 b	17,35 b	16,53 b	15,23 b
10°C	65,68 a	54,49 a	50,30 a	47,85 a	41,22 a	39,47 a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Ao final de 10 dias de armazenamento, as perdas na firmeza da polpa da

melancia foram de 10,48%, 11,79% e 12,56%, para o produto mantido a 0°C, 5°C e 10°C, respectivamente.

O teor de pectina solúvel observado nas esferas de melancia mantidas a 10°C foi maior em comparação ao daquelas mantidas a 0°C e 5°C, do segundo ao décimo dia de armazenamento (Tabela 2), o que contribuiu para a limitação da vida de prateleira do produto armazenado sob esta temperatura. O leve incremento da solubilização péctica (inferior a 3%, em média) pode estar associado ao ligeiro amaciamento observado (redução da firmeza de aproximadamente 10%). Da mesma forma, o benéfico efeito das menores temperaturas sobre a contenção do amaciamento pode ser associado ao controle da solubilização péctica.

A aceleração do amaciamento é considerada um dos principais fatores limitantes da vida de prateleira de produtos minimamente processados (Beaulieu & Gorny, 2001). Segundo os mesmos autores, a taxa de amaciamento depois do processamento depende de muitos fatores relacionados ao produto, ao processamento e às condições de armazenamento. Eles relatam também que a temperatura na qual o produto é armazenado é muito importante, visto que muitas reações que ocorrem no produto são bioquímicas e, conseqüentemente, dependentes da temperatura.

Juntamente com a maior solubilização das substâncias pécticas e perda de firmeza, foi observada maior atividade da enzima pectinametilesterase nas esferas de melancia mantidas 10°C (Tabela 3). Os valores encontrados foram de 1.002,22, 969,44 e 848,88 (U.g⁻¹. min⁻¹), para as temperaturas 10°C, 5°C e 0°C, respectivamente. Esses fatores contribuíram para o amaciamento da melancia minimamente processada e para a perda de qualidade desses produtos.

Foi observada perda de massa mais intensa nas esferas de melancia armazenadas na temperatura de 10°C, em relação às armazenadas a 0°C e 5°C, em todo o período de armazenamento (Tabela 2). Watada et al. (1996) relatam

que, principalmente sob altas temperaturas, em que o déficit de pressão de vapor é alto, as perdas de massa são mais elevadas. Maiores perdas de água resultam em murchamento, perda da qualidade visual e alterações da textura. Entretanto, as perdas observadas neste trabalho não comprometeram a aparência do produto.

A taxa respiratória das esferas de melancia mantidas a 10°C foi maior em relação à taxa das armazenadas a 0°C e 5°C no dia do processamento, assim como nos dias subsequentes (Tabela 2). Observou-se que quanto maior a temperatura, maior a taxa respiratória das melancias minimamente processadas.

Os resultados observados neste trabalho são inferiores aos relatados por Pinto (2002), que encontrou taxas respiratórias variando de 43,4 a 57,6 mL CO₂.kg⁻¹.h⁻¹, para melancia minimamente processada armazenada a 3°C e de 68,9 a 110,7 mL CO₂. kg⁻¹.h⁻¹ para aquelas mantidas a 9°C. Isso indica que a temperatura afeta as taxas respiratórias de melancia minimamente processada.

Marrero e Kader (2006) também encontraram efeito significativo da temperatura na taxa respiratória e na vida pós-corte de abacaxi minimamente processado. A taxa respiratória mais elevada observada nas esferas mantidas a 10°C indica maior atividade metabólica, o que pode ser comprovado pela perda da firmeza e de massa, comprometendo a aparência do produto.

A equação de van't Hoff (Q₁₀) dita que, para cada aumento de 10°C na temperatura, existe um aumento de duas a três vezes na velocidade das reações metabólicas, incluindo a respiração (Kader & Saltveit, 2003). Os resultados obtidos neste trabalho indicaram que para um aumento de 10°C na temperatura de armazenamento foi observado acréscimo de 8 a 10 vezes na taxa respiratória da melancia minimamente processada. Assim, a taxa respiratória do produto está relacionada com a atividade do tecido e com a perecibilidade dos mesmos, indicando a sua vida útil (Kader, 2002).

Quanto ao teor de líquido drenado, foi observada maior percentagem de liberação deste nas esferas de melancia sob 10°C do que sob 0°C e 5°C, não

havendo diferença entre as esferas sob essas duas últimas temperaturas de armazenamento (Tabela 2). Marrero & Kader (2006), ao avaliarem o volume de suco liberado de fatias de abacaxi minimamente processado, observaram aumento linear no teor de líquido liberado, porém, não detectaram efeito significativo da temperatura. No presente estudo também foi observado aumento linear no teor de líquido drenado (Figura 1).

Perkins-Veazie & Collins (2004) relatam que a liberação de líquido em melancia minimamente processada depende do tamanho do cubo, da temperatura de armazenamento do uso de atmosfera modificada. Os resultados encontrados no presente trabalho indicam que, sob temperaturas mais elevadas, a liberação de líquido na embalagem foi maior.

TABELA 3 Valores médios de acidez titulável, líquido drenado e atividade de pectinametilsterase (PME) de melancia minimamente processada, armazenada a 0°C, 5°C e 10°C±1°C e UR 90±5% por um período de 10 dias.

	Acidez Titulável	Líquido drenado	PME
0°C	0,058 b	4,06 b	848,88 c
5°C	0,063 ab	4,25 b	969,44 b
10°C	0,065 a	6,63 a	1022,22 a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

Pelo gráfico da Figura 1 pode-se observar o efeito o tempo de armazenamento sobre a quantidade de líquido liberado, mostrando que este aumentou durante todo o período de armazenamento.

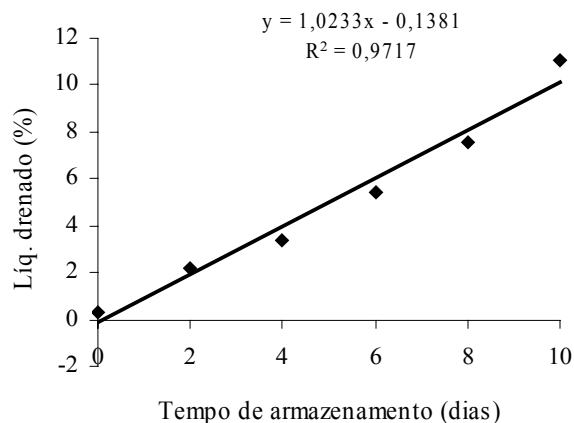


FIGURA 1 Valor médio de líquido drenado (%) de melancia minimamente processada, armazenada em diferentes temperaturas por dez dias.

A cor das melancias minimamente processadas (L^* , a^* , C^* e ângulo Hue) foi influenciada significativamente pela interação entre os fatores temperatura e tempo de armazenamento.

O valor L^* indica quão claro ou escuro é o produto, e seu valor varia de zero (preto) a 100 (branco). Assim, as esferas de melancia armazenadas a 10°C do primeiro ao sexto dia de armazenamento apresentaram-se, em geral, mais escuras que as mantidas a 0°C e 5°C (Tabela 4).

Para melão minimamente processado, Arruda (2002) encontrou maiores valores L^* no produto armazenado a 9°C, do que quando armazenados a 0°C e 3°C. Pinto (2002) observou que o valor L^* de melancias armazenadas a 3°C e 6°C apresentou leve tendência de redução ao longo do armazenamento, não sendo detectada diferença significativa entre as temperaturas avaliadas.

TABELA 4 Valores médios de valor L* e valor a* de melancia minimamente processada, armazenada a 0°C, 5°C e 10°C±1°C e UR 90±5% por um período de 10 dias.

Dias de armazenamento						
	0	2	4	6	8	10
Valor L*						
0°C	42,65 a	40,47 a	38,56 a	34,49 a	31,84 a	31,29 a
5°C	42,94 a	39,81 a	38,89 a	34,95 a	30,35 a	30,16 a
10°C	41,80 a	37,28 b	35,46 b	32,77 b	32,43 a	31,93 a
Valor a*						
0°C	15,05 a	16,08 b	17,57 b	18,98 b	19,67 b	21,55 b
5°C	15,05 a	15,60 b	17,74 b	18,30 b	18,53 b	20,44 b
10°C	15,05 a	19,02 a	19,97 a	21,99 a	25,65 a	25,95 a
Ângulo Hue						
0°C	26,61 a	23,23 b	23,10 b	24,64 b	25,05 b	26,21 b
5°C	26,61 a	22,06 b	23,12 b	24,02 b	25,36 b	26,85 b
10°C	26,61 a	26,61 a	25,85 a	28,47 a	29,88 a	29,55 a
Croma						
0°C	16,84 a	17,56 b	19,03 b	21,61 b	21,15 b	23,41 b
5°C	16,84 a	17,36 b	16,18 b	20,58 b	20,30 b	22,04 b
10°C	16,84 a	20,69 a	21,41 a	24,40 a	28,76 a	28,03 a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

Comportamento semelhante foi observado por Marrero e Kader (2006) ao avaliarem o efeito de diferentes temperaturas na qualidade de abacaxi ‘Smooth Cayenne’. Segundo esses autores, o produto armazenado em temperaturas mais elevadas mostrava-se mais escurecido.

Os resultados obtidos de valor L*, a*, ângulo hue e cromaticidade indicam coloração vermelha mais intensa das melancias na temperatura de 10°C, o que pode ser explicado pela maior atividade metabólica no tecido das esferas, que diminui levemente a vida útil do produto, por comprometer a aparência dos

mesmos.

A atividade de poligalacturonase (PG) não foi detectada na polpa de melancia minimamente processada nas diferentes temperaturas de armazenamento. Sugere-se que a metodologia utilizada para medir a atividade da PG não tenha permitido quantificar sua atividade em melancia minimamente processada.

6 CONCLUSÕES

A temperatura de 0°C, seguida de 5°C, foi efetiva na manutenção da qualidade de melancias minimamente processadas, com base nas variáveis analisadas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, M.C. de. **Processamento mínimo de melão rendilhado:** tipo de corte, temperatura de armazenamento e atmosfera modificada. 2002. 83f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of official analytical chemists.** 12.ed. Washington, 1992. 1115p.

BEAULIEU, J.C.; GORNY, J.R. Fresh-cut fruits. In: GROSS, K.C.; SALTVEIT, M.E.; WANG, C.Y. (Ed.). **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks.** Washington: USDA, 2001. p.1-49. (USDA Handbook, 66).

BITTER, T.; MUIR, H.M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Chemistry**, New York, v.34, p.330-334, 1962.

BUESCHER, R.W.; FURMANSKI, R.J. Role of pectinesterase and polygalacturonase in the formation of woolliness in peaches. **Journal of Food Science**, Chicago, v.43, n.1, p. 264-266, Jan./Feb. 1978.

CANTWELL, M. The dynamic fresh-cut sector of the horticultural industry. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MINIMO DE FRUTAS E HORTALICAS, 2., 2000, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2000. p.147-155.

CARTAXO, C.B.C.; SARGENT, S.A.; HUBER, D.J. Controlled atmosphere storage suppresses microbial growth on fresh-cut watermelon. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, Tampa, v.110, p.252-257, 1997.

CHITARRA, A.B.; ALVES, R.E. **Tecnologia de pós-colheita para frutas tropicais.** Fortaleza: FRUTAL-SINDFRUTA, 2001.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças:** fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R.L.; WOLFRAM, M.L. (Ed.). **Carbohydrate chemistry.** New York: Academic, 1962. p.477-512.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0 – In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.235.

GIL, M.I.; AGUAYO, E.; KADER, A.A. Quality changes and nutrient retention in fresh-cut versus whole fruits during storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, p.4284-4286, 2006.

HULTIN, H.O.; SUN, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterases of the banana. Purification and properties. **Journal of Food Science**. Chicago, v.31, n.3, p.320-327, May/June 1996.

KADER, A.A. Modified atmospheres during transport and storage. In: KADER, A.A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. 3.ed. Davis, California, 2002. Cap. 14, p.135-144.

KADER, A.A.; SALTVEIT, M.E. Atmosphere modification. In: BARTZ, J.A.; BRECHT, J.K. (Ed.). **Postharvest physiology and pathology of vegetables**. 2.ed. New York: M. Dekker, 2003. Cap. 9, p.229-246.

KONICA MINOLTA SENSING AMERICAS. **Precise color communication: color control from perception to instrumentation**. Sakai, 1998. (Encarte).

MARRERO, A.; KADER, A.A. Optimal temperature and modified atmosphere for keeping quality of fresh-cut pineapples. **Postharvest Biology and Technology**, v.39, p. 161-168, 2006.

MARKOVIC, O.; HEINRICHOVÁ, K.; LENKEY, B. Pectolytic enzymes from banana. **Collection Czechoslovak Chemistry Community**, London, v.40, p.769-774, 1975.

McCREADY, R.M.; McCOMB, E.A. Extraction and determination of total pectic materials in fruits. **Analytical Chemistry**, Washington, v.42, n.12, p.1586-1588, Dec. 1952.

PINTO, S.A.A.A. **Processamento mínimo de melão tipo Orange Flesh e de melancia Crimson Sweet**. 2002. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP.

PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J. Flesh quality and lycopene stability of fresh-cut watermelon. **Postharvest Biology and Technology**, v.31, p.159-166, 2004.

RATNER, A.; GOREN, R.; MONSELINE, S.P. Activity of pectin esterase and cellulase in the abscission zone of citrus leaf explants. **Plant Physiology**, Washington, v.44, n.12, p.1717-1723, Dec. 1969.

RISSE, L.A.; BRECHT, J.K.; SARGENT, S.A.; LOCASCIO, S.J.; CRALL, J.M.; ELMSTROM, G.W.; MAYNARD, D.N. Storage characteristic of small watermelon cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.115, n.3, p.440-443, 1990.

SARGENT, S.A. Fresh-cut watermelon: maintaining quality from processor to supermarket. **Citrus and Vegetable Magazine**, v.63, n.6, p.24-25, 1999.

TEIXEIRA, G.H. de.; DURIGAN, J.F.; MATTIUZ, B.H.; ROSSI JUNIOR, O.D. processamento mínimo de mamão 'formosa'. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, n.1, p.47-50, 2001.

VILAS BOAS, E. V. de B. **Modificações pós-colheita de banana 'Prata' (*Musa acuminata* x *Musa balsiniana* grupo AAB) γ -irradiada**. 1995. 73p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

WATADA, A.E.; KO, N.P.; MINOTT, D.A. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.9, n.2, p.115-125, 1996.

CAPÍTULO 4

EFEITO DO TIPO DE CORTE NA QUALIDADE DE MELANCIA MINIMAMENTE PROCESSADA

1 RESUMO

XISTO, Andréa Luiza Ramos Pereira. Efeito do tipo de corte na qualidade de melancia minimamente processada. In: _____. **Qualidade de melancia minimamente processada**. 2007. Cap.4, p.70-89. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil. *

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a vida útil de melancia minimamente processada em diferentes cortes: esferas com 3 cm de diâmetro e fatias (1/8 do inteiro) com casca, acondicionadas em embalagens de polipropileno (Galvanotek G-303/15 x 11,5 x 4,5 cm) com tampa e armazenadas em câmara fria a temperatura de $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR, durante oito dias. A cada dois dias foram realizadas as seguintes análises: perda de massa (%), líquido drenado (%), pH, acidez titulável (%), sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$), açúcares solúveis (% glicose), pectina solúvel (% ácido galacturônico), firmeza (N), cor (valores L^* , a^* , ângulo Hue e Croma), taxa respiratória ($\text{mL de CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) e atividades de pectinametilsterase e poligalacturonase. A qualidade das melancias minimamente processadas em forma de esferas foi inferior ao final do período de armazenamento, pois apresentaram metabolismo mais intenso do que as fatias, indicado pela menor firmeza, maiores teores de pectina solúvel e perda de massa, assim como maior quantidade de líquido escoado na embalagem.

2 ABSTRACT

Comitê Orientador: Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – DCA/UFLA (Orientador), Prof. Dr. Mário César Guerreiro – DQI/UFLA, (Co-orientador), Profa. Roberta Hilsdorf Piccoli – DCA/UFLA (Co-orientadora)

XISTO, Andréa Luiza Ramos Pereira. Effect of the cut type in the quality of watermelon Fresh-cut. In: _____. **Quality of fresh-cut watermelon**. 2007. Cap. 4, p.70-89. Thesis (Doctor in Food Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG, Brasil.*

The goal of the present work was to evaluate the shelf life of fresh-cut watermelon in different cuts; spheres with three cm of diameter and slices (1/8 of the fruit) with peel conditioned in packages of polypropylene (Galvanotek G-300/15 x 11,5 x 4,5 cm) with cover and stored in cold room at the temperature of 5°C ±1°C and 90 ±5% UR for eight days. The following analyses were performed every other day: mass loss (%), juice leakage (%), pH, titratable acidity (%), soluble solids (° Brix), soluble sugars (% glucose), soluble pectin (% galaturonic acid), firmness (N), colour (L* and a* values Hue and Chroma angle) respiratory rate (ml of CO₂.kg⁻¹.h⁻¹) and pectin methyl esterase (PME) and polygalacturonase activities. The quality of sphere-shaped fresh-cut watermelon was inferior at the end of the storage period because they presented more intense metabolism than the slice-shaped one, shown by the lower firmness, higher levels of soluble pectin and mass loss, as well as higher amount of juice leakage in the packing.

3 INTRODUÇÃO

Guidance Committee: Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – DCA/UFLA (Adviser), Prof. Dr. Mário César Guerreiro – DQI/UFLA, (Co-adviser), Profa. Roberta Hilsdorf Piccoli – DCA/UFLA (Co-adviser)

A demanda por produtos minimamente processados tem crescido rapidamente nos *fast-food* e mercados varejistas. A comercialização de produtos minimamente processados tem mostrado aumento exponencial em muitos países, particularmente nas grandes áreas metropolitanas. Em São Paulo, uma das maiores cidades do Brasil, os supermercados comercializam em torno de US\$ 4 milhões em produtos minimamente processados por mês, incluindo frutas e hortaliças (Rojo & Saabor, 2002).

Entretanto, esse tipo de produto pode deteriorar-se rapidamente por causa dos danos nas células e membranas causados pelas etapas do processamento mínimo, tais como o descasque e o corte, que podem ocasionar alterações indesejáveis no metabolismo do tecido (Aguila et al., 2006). Tais modificações ocorrem devido à descompartimentação e à liberação de enzimas e substratos que promovem o escurecimento, a perda de massa, o amaciamento e as alterações no sabor e aroma, além de aumentar a taxa respiratória e o crescimento microbiano, levando à redução da vida útil do mesmo (Wiley, 1997; Burns, 1995).

A intensidade da resposta ao ferimento é afetada por um grande número de fatores, tais como variedade, as concentrações de O₂ e CO₂, a pressão de vapor da água (Watada, et al., 1996), o estágio de maturação do fruto e a espessura do corte, entre outros. Esses ferimentos dos tecidos induzem a um número de desordens fisiológicas que necessitam ser minimizadas para garantir a qualidade desses produtos. Portanto, o grande desafio no processamento mínimo de produtos vegetais é o controle das transformações bioquímicas decorrentes do estresse gerado pelo corte dos tecidos.

Este trabalho teve como objetivo principal avaliar os efeitos dos tipos de corte na qualidade de melancia minimamente processada armazenada sob

refrigeração.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Dez melancias pesando entre 8 e 10 kg, provenientes da Ceasa de Belo Horizonte, MG, foram adquiridas no comércio local de Lavras, MG e levadas para a sala de processamento mínimo do Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG.

No local do processamento, as melancias foram lavadas com detergente neutro, a fim de retirarem-se as sujidades mais grosseiras e para que fossem sanificadas com hipoclorito de sódio 200 mg.L⁻¹ por 15 minutos para evitar contaminação durante o processamento. Em seguida, foram colocadas sobre a bancada para drenagem do excesso de solução sanificante. Após sanificação, as melancias foram cortadas no sentido longitudinal e, dessas fatias, retiraram-se pedaços em forma de triângulos com casca (10,5 x 6,2 cm) e da outra porção foram extraídas esferas utilizando-se boleador de frutos. O excesso de líquido das fatias e das esferas foi drenado e o produto acondicionado em embalagem de polipropileno (Galvanotek G-303/ 15 x 11,5 x 4,5 cm) com tampa do mesmo polímero e armazenado em câmara fria (5±1°C e 90±5% UR), durante oito dias.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2x5, tendo como fatores os tipos de corte (fatias e esferas) e os dias de armazenamento (0, 2, 4, 6, 8 dias). Foram utilizadas três repetições, considerando como parcela experimental uma embalagem contendo dez esferas de melancia minimamente processada e pesando aproximadamente 150g.

A cada dois dias foram realizadas as seguintes análises:

Perda de massa - Utilizou-se balança analítica para a obtenção da massa individual das esferas no início do armazenamento e na data da avaliação. Os resultados foram expressos em %.

Líquido drenado - O líquido escoado dentro da embalagem foi recolhido com

auxílio de papel de filtro previamente pesado e o peso do suco escoado em relação à massa do produto foi determinado com auxílio de balança analítica. Resultados foram expressos em porcentagem.

pH - O pH foi determinado utilizando-se um potenciômetro digital, segundo técnica da AOAC (1992).

Acidez titulável - Determinou-se a acidez titulável por titulação com NaOH 0,1N, de acordo com a técnica da AOAC (1992) e expressando-a em % de ácido cítrico.100g⁻¹ suco.

Sólidos solúveis - Os sólidos solúveis foram determinados utilizando-se um refratômetro digital Atago PR-100 com compensação da temperatura automática a 25°C e expresso em °Brix, segundo AOAC (1992).

Açúcares solúveis - Os açúcares solúveis foram extraídos pelo método de Lane-Enyon, citado por AOAC (1992) e dosados utilizando-se o reagente antrona, conforme Dische (1962). Os resultados foram expressos em g.100g⁻¹ de polpa (%).

Pectina solúvel - Foi extraída segundo a técnica descrita por McCready & McComb (1952) e determinada colorimetricamente segundo Bitter & Muir (1962). Os resultados foram expressos em g de ácido galacturônico.100g⁻¹ de polpa.

Firmeza - Determinou-se a firmeza utilizando-se texturômetro digital computadorizado da marca *Stable Micro System*, modelo TA.XT2i, equipado com probe de 5 mm de diâmetro. Foram realizadas duas medições em cada esfera contida nas embalagens. Os resultados foram expressos em Newtons (N)..

Coloração (valores L*, a*, ângulo Hue e cromaticidade) - A coloração foi determinada com colorímetro Minolta, modelo CR 400, no modo CIE L*a*b*, tomando-se a leitura em lados opostos na região equatorial da esfera. Os dois últimos valores foram usados para calcular o ângulo Hue (°h) e a cromaticidade (C*), usando-se as seguintes fórmulas: $h^{\circ} = \arctang(b^*/a^*)$ e $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$.

Taxa respiratória - Determinada utilizando-se recipientes de vidro com capacidade de 580 mL, com tampas com septo de silicone, aos quais foram acondicionados aproximadamente 100 g de melancia minimamente processada. A cada dois dias, foram coletadas amostras de gás do interior dos vidros utilizando-se um analisador de gases marca PBI Dansensor, modelo Check Point. As percentagens de O₂ e CO₂ foram utilizadas para cálculo da taxa respiratória, levando-se em consideração o volume do vidro, a massa de melancia minimamente processada e o tempo que o vidro permaneceu fechado. Os resultados foram expressos em mL de CO₂. kg⁻¹.h⁻¹.

Atividade de poligalacturonase (PG) - A extração da PG foi realizada segundo a técnica de Buescher & Fumanski (1978), com modificações de Vilas Boas (1995). O doseamento da PG foi realizado segundo Markovic et al. (1975), com modificações de Vilas Boas (1995). A atividade enzimática foi expressa em nanomol de ácido galacturônico.min⁻¹.g⁻¹ de fruto.

Atividade de pectinametilesterase (PME) - A extração da PME foi realizada segundo a técnica de Buescher & Fumanski (1978), com modificações de Vilas Boas (1995). O doseamento da PME foi feito segundo Hultin et al. (1966) e Ratner et al. (1969), com modificações de Vilas Boas (1995). Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1 nmol NaOH min⁻¹.g⁻¹, sob as condições do ensaio.

Análises estatísticas

Os resultados encontrados foram submetidos à análise de variância. A análise de regressão foi utilizada para a avaliação das variáveis em função do tempo de armazenamento e o teste de Tukey (1% e 5%) para comparação das diferentes atmosferas modificadas. Quando houve interação significativa dos fatores, procedeu-se ao teste de Tukey para cada atmosfera dentro de cada tempo

de armazenamento. As análises foram realizadas com auxílio do programa Sisvar (Ferreira, 2000).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de açúcares solúveis totais e sólidos solúveis, bem como a acidez titulável e o pH foram influenciados, isoladamente, apenas pelo fator tempo de armazenamento. Durante o período de armazenamento, observou-se ligeiro acréscimo nos teores de açúcares solúveis totais e sólidos solúveis (Figura 1).

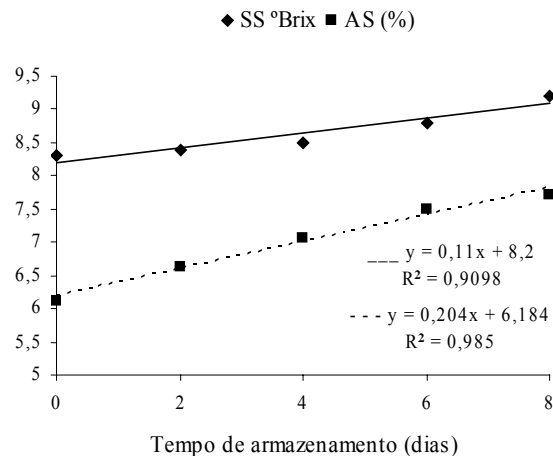


FIGURA 1 Teores de sólidos solúveis e açúcares solúveis totais de melancia minimamente processada em dois tipos de corte e armazenadas a $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e UR $90 \pm 5\%$ por um período de 8 dias.

O mesmo foi observado por Pinto (2002), ao avaliar o tipo de corte, temperatura e embalagem de melancia ‘Crimson Sweet’, tendo detectado aumentos de 7,1% para 7,6% nos teores de açúcares solúveis totais do produto minimamente processado armazenado a 3°C e por Araújo Neto et al. (2000).

O teor de sólidos solúveis da melancia minimamente processada apresentou um aumento de $8,26^{\circ}$ a $9,20^{\circ}\text{Brix}$ (Figura 1), ao longo do

armazenamento. Esse comportamento pode ser explicado pela perda de água que normalmente ocorre com o processamento e o armazenamento, concentrando o teor de sólidos solúveis. Isso porque, no processamento mínimo, muitas barreiras naturais à perda de água são removidas pelo corte dos tecidos, tornando-os mais suscetíveis à transpiração e à desidratação (Chitarra, 2000).

O pH das melancias minimamente processadas diminuiu ligeiramente juntamente com o aumento da acidez titulável, ao longo do período de armazenamento (Figura 2).

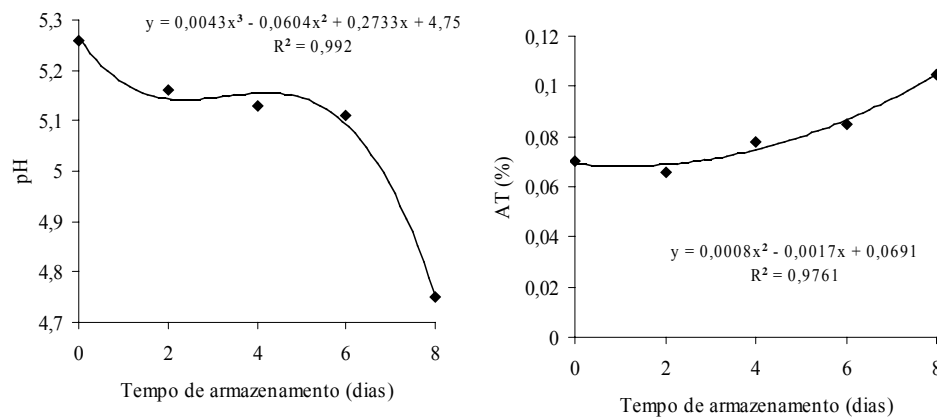


FIGURA 2 Valores médios de pH e acidez titulável de melancia minimamente processada em dois tipos de corte e armazenadas a $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e UR $90 \pm 5\%$ por um período de 8 dias.

Este comportamento difere do que foi relatado por Pinto (2002) e por Arruda (2002), que observaram que a acidez titulável de melancia e de melão minimamente processados permaneceu inalterável durante o armazenamento refrigerado.

O pH e a acidez titulável variaram de 5,25% a 4,75% e 0,07% a 0,13%,

respectivamente. Os valores de pH observados neste trabalho são inferiores ao observado por Pinto (2002) que encontrou variação de 5,29-5,35 em melancias ‘Crimson Sweet’, armazenadas sob refrigeração, processadas em cubos e em fatias e por Perkins-Veazie & Collins (2004) que observaram valores de pH variando de 5,74-5,96 na cultivar Sugar Shack minimamente processada.

Esses resultados indicam o consumo de ácidos orgânicos pelo processo respiratório ao longo do armazenamento, pois, juntamente com os açúcares, os ácidos orgânicos são utilizados como substrato respiratório para o fornecimento de carbono para a produção de energia.

Foi observado efeito isolado do tempo de armazenamento e do tipo de corte no teor de pectina solúvel e firmeza das melancias minimamente processadas.

O teor de pectina solúvel aumentou de 7,37 para 11,40 (mg de ácido galacturônico.100g⁻¹ de polpa) durante o armazenamento, com concomitante diminuição na firmeza (Figura 3), sugerindo amaciamento da polpa da melancia minimamente processada.

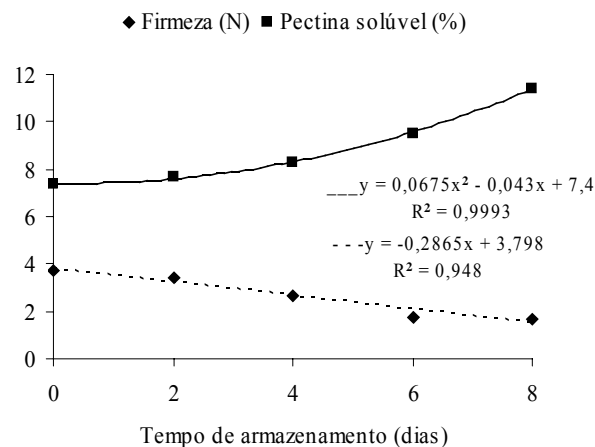


FIGURA 3 Valores médios de firmeza e pectina solúvel de melancia

minimamente processada em dois tipos de corte e armazenadas a $5^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e UR $90\pm 5\%$ por um período de 8 dias.

As melancias processadas na forma de esferas apresentaram menor firmeza e maior teor de pectina solúvel quando comparadas com as fatias (Tabela 1).

TABELA 1 Valores médios de firmeza (N), de valor L* e de pectina solúvel (% ácido galacturônico) de melancia minimamente processada em dois tipos de corte e armazenadas a $5^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e UR $90\pm 5\%$ por um período de 8 dias.

Tipo de corte	Firmeza	Pectina Solúvel	Valor L*
Esfera	2,46 b	9,71 a	38,86 b
Fatia	2,84 a	7,98 b	44,72 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Foi observada maior atividade da pectinametilsterase (PME) nas esferas, uma enzima envolvida na despolimerização e solubilização das substâncias pécnicas da parede celular (Tabela 2). Esses resultados indicam que a casca das fatias conferiu uma maior resistência ao produto, aumentando a força de coesão entre as células. Já nas esferas de melancia, a área exposta ao ambiente de armazenamento foi maior, promovendo maior metabolismo dos tecidos, incluindo a solubilização de substâncias pécnicas. Isso foi comprovado pelos maiores teores de pectina solúvel, menor firmeza e maior atividade da PME. Sugere-se que houve perdas na firmeza do produto minimamente processado ao longo do armazenamento, as quais são consideradas um dos fatores que limitam a vida útil de produtos minimamente processados (Beaulieu

& Gorny, 2001) e foram detectadas em produtos como mamão (Karakurt & Huber, 2003), kiwi (Varoquax et al., 1990), pêra (Soliva-Fortuny et al., 2002), melão (Arruda, 2002) e melancia (Pinto, 2002).

A coloração indicada pela variável valor L* foi influenciada pelo fator tipo de corte (Tabela 1), enquanto valor a*, ângulo hue e cromaticidade foram influenciadas significativamente pela interação entre os fatores tipo de corte e tempo de armazenamento (Tabela 2).

Foram observados maiores valores a*, ângulo hue e cromaticidade e menor valor L* na melancia minimamente processada na forma de esferas conferindo à polpa coloração avermelhada mais intensa que a das fatias e mais escurecida com aspecto de encharcada, afetando levemente a sua aparência, sem, contudo, comprometer a qualidade do produto.

TABELA 2 Valores médios de valor a*, líquido drenado, perda de massa e taxa respiratória de melancia minimamente processada em dois tipos de corte e armazenadas a 5°C±1°C e UR 90±5% por um período de 8 dias.

Tempo de armazenamento					
Tipo de corte	0	2	4	6	8
Valor a*					
Esfera	23,66 a	23,59 a	29,19 a	31,28 a	32,63 a
Fatia	21,12 b	21,46 b	21,48 b	21,21 b	21,07 b
Ângulo Hue					
Esfera	32,54 a	32,22 a	31,38 a	28,77 a	28,17 a
Fatia	32,34 a	30,53 b	26,30 b	22,40 b	19,21 b
Cromaticidade					
Esfera	28,00 a	27,90 a	32,56 a	33,86 a	34,28 a

Fatia	27,99 a	25,47 b	26,05 b	24,05 b	23,91 b
Líquido drenado					
Esfera	0,43 a	1,43 a	2,33 a	3,39 a	5,70 a
Fatia	0,05 b	0,05 b	0,07 b	0,09 b	0,12 b
Perda de massa					
Esfera	0,0 a	5,04 a	5,14 a	5,24 a	5,31 a
Fatia	0,0 b	3,18 b	3,31 b	3,40 b	3,47 b
Taxa respiratória					
Esfera	73,11 a	26,08 a	23,36 a	21,51 a	20,56 a
Fatia	27,36 b	23,30 b	20,81 b	19,35 b	19,25 b
PME					
Esfera	1008,33 a	1066,66 a	1050,00 a	1000,00 a	958,33 a
Fatia	808,33 b	775,00 b	858,33 b	808,33 b	803,33 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Pinto (2002) também observou diferenças entre os tipos de corte avaliados, onde os cubos mostraram maior intensidade na cor que as fatias.

O líquido drenado, perda de massa e taxa respiratória foram influenciados significativamente pela interação entre os fatores tempo de armazenamento e tipo de corte.

Houve uma tendência de aumento da perda de massa e liberação de líquido drenado, a despeito do tipo de corte avaliado, bem como redução nos dois primeiros dias, seguida de estabilização da atividade respiratória das melancias minimamente processadas.

Neste trabalho foram detectados nas esferas maiores teores de líquido drenado e perda de massa, quando comparadas com as fatias, em todos os períodos de armazenamento (Tabela 2). Perkins-Veazie & Collins (2004) relataram que a quantidade de líquido drenado em melancia minimamente processada depende do tipo de corte, da temperatura de armazenamento e da

atmosfera modificada.

De fato, as esferas de melancia possuem maior superfície de exposição ao ambiente do que as fatias, que contam com a proteção de uma porção da casca, o que pode determinar maior perda de massa e extravasamento de líquidos. Teixeira et al. (2001) não observaram efeito do tipo de corte na perda de umidade de mamões minimamente processados, cujos pedaços perderam, em média, 7,29% do conteúdo inicial quando armazenados a 6°C.

A taxa respiratória média das esferas e fatias armazenadas a 5°C foi de 32,92 e 22,01 (mL de CO₂. kg⁻¹.h⁻¹), respectivamente, valores inferiores aos observados por Pinto (2002), que detectou taxa respiratória de 110,7, para cubos de melancia e de 68,9 (mL de CO₂. kg⁻¹.h⁻¹), para as fatias armazenadas a 6°C.

A atividade de poligalacturonase (PG) não foi detectada nos diferentes tipos de corte de melancia, provavelmente devido à metodologia utilizada não ter sido eficiente para a detecção da atividade dessa enzima em melancia minimamente processada.

6 CONCLUSÕES

A melancia minimamente processada apresenta atividade metabólica mais intensa na forma de esferas, em comparação às fatias, indicada pela menor firmeza, maiores teores de pectina solúvel, atividade de pectinametilesterase e perda de massa, assim como maior quantidade de líquido escoado na embalagem e maior atividade respiratória.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILA, J.S. del.; SASAKI, F.F.; HEIFFIG, L.S.; ORTEGA, E.M.M.; JACOMINO, A.P.; KLUGE, R.A. Fresh-cut radish using different cut types and storage temperatures. **Postharvest Biology and Technology**, v.40, p.149-154, 2006.

ARAÚJO NETO, S.E. de; HAFLE, O .M.; GURGEL, F. de L.; MENEZES, J.B.; SILVA, G.G. Qualidade de melancia ‘Crimson Sweet’ comercializada em Mossoró-RN. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, p.850-852, 2000. (Suplemento).

ARRUDA, M.C. de. **Processamento mínimo de melão rendilhado**: tipo de corte, temperatura de armazenamento e atmosfera modificada. 2002. 83f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade de São Paulo. Escola

Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 12thed. Washington, 1992. 1115p.

BEAULIEU, J.C.; GORNY, J.R. Fresh-cut fruits. In: GROSS, K.C.; SALTVEIT, M.E.; WANG, C.Y. (Ed.). **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks.** Washington: USDA, 2001. p.1-49, 2001. (USDA Handbook 66).

BITTER, T.; MUIR, H.M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Chemistry**, New York, v.34, p.330-334, 1962.

BURNS, J.K. Lightly processed fruits and vegetables: introduction. **HortScience**, Alexandria, v.30, n.1, p.14, 1995.

BUESCHER, R.W.; FURMANSKI, R.J. Role of pectinesterase and polygalacturonase in the formation of woolliness in peaches. **Journal of Food Science**, Chicago, v.43, n.1, p.264-266, Jan./Feb. 1978.

CHITARRA, M.I.F. **Processamento mínimo e frutos e hortaliças.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. (Especialização à Distância. Pós-colheita de frutos e hortaliças. Manutenção da qualidade).

DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R.L.; WOLFRAM, M.L. (Ed.). **Carbohydrate chemistry.** New York: Academic, 1962. p.477-512.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0 – In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.235.

HULTIN, H.O.; SUN, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterases of the banana. Purification and properties. **Journal of Food Science**. Chicago, v.31, n.3, p.320-327, May/June 1996.

KARAKURT, Y.; HUBER, D.J. Activities of several membrane and cell-wall hydrolases, ethylene biosynthetic enzymes, and cell wall polyuronide degradation during low-temperature storage of intact and fresh-cut papaya (*Carica papaya*) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.28, p.210-229, 2003.

KONICA MINOLTA SENSING AMERICAS. **Precise color communication: color control from perception to instrumentation.** Sakai, 1998. (Encarte).

MARKOVIC, O.; HEINRICHOVÁ, K.; LENKEY, B. Pectolytic enzymes from banana. **Collection Czechoslovak Chemistry Community**, London, v.40, p.769-774, 1975.

McCREADY, R. M.; McCOMB, E.A. Extraction and determination of total pectic materials in fruits. **Analytical Chemistry**, Washington, v.42, n.12, p.1586-1588, Dec. 1952.

PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J. Flesh quality and lycopene stability of fresh-cut watermelon. **Postharvest Biology and Technology**, v.31, p.159-166, 2004

PINTO, S. A. A. A. **Processamento mínimo de melão tipo Orange Flesh e de melancia Crimson Sweet.** 2002. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP.

RATNER, A.; GOREN, R.; MONSELINE, S.P. Activity of pectin esterase and cellulase in the abscission zone of citrus leaf explants. **Plant Physiology**, Washington, v.44, n.12, p.1717-1723, Dec. 1969.

ROJO, F.; SAABOR, A. Hortifrutis embalados e pré-processados. **SuperHiper**, v.28, p.8-14, 2002.

SOLIVA-FORTUNY, R. C.; GRIGELMO-MIGUEL, N.; HERNANDO, I.; LLUCH, M. A. ; MARTÍN-BELLOSO, O. ; Effect of minimal processing on the textural and structural properties of fresh-cut pears. **Journal Science Food Agricultural**, v.82, p. 1682-1688, 2002.

TEIXEIRA, G.H. de.; DURIGAN, J.F.; MATTIUZ, B.H.; ROSSI JUNIOR, O.D. processamento mínimo de mamão 'formosa'. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, n.1, p.47-50, 2001.

VAROQUAX, P.; LECENDRE, I.; VAROQUAX, F.; SOUTY, M. Change in firmness of kiwifruit after slicing. **Scientia Alimentaria**, v.10, p.127-139, 1990.

VILAS BOAS, E. V. de B. **Modificações pós-colheita de banana 'Prata' (*Musa acuminata* x *Musa balsiniana* grupo AAB) γ -irradiada.** 1995. 73p.

Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

WATADA, A.E.; KO, N.P.; MINOTT, D.A. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.9, n.2, p.115-125, 1996.

WILEY, R.C. Métodos de conservación de las frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. In: WILEY, R. C. (Ed.). **Frutas e hortalizas mínimamente processadas y refrigeradas**. Zaragoza: Acribia, 1997. p.65-129.

CAPÍTULO 5

QUALIDADE DE MELANCIA MINIMAMENTE PROCESSADA ARMAZENADA SOB ATMOSFERA MODIFICADA ATIVA E PASSIVAMENTE

1 RESUMO

XISTO, Andréa Luiza Ramos Pereira. Qualidade de melancia minimamente processada armazenada sob atmosfera modificada. In: _____. **Qualidade de melancia minimamente processada**. 2007. Cap.5, p.90-113 Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil. *

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de três atmosferas modificadas sobre vida útil de melancia minimamente processada armazenada, sob refrigeração, por um período de 10 dias. As etapas do processamento

Comitê Orientador: Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – DCA/UFLA (Orientador), Prof. Dr. Mário César Guerreiro – DQI/UFLA, (Co-orientador), Profa. Roberta Hilsdorf Piccoli – DCA/UFLA (Co-orientadora)

consistiram de lavagem com detergente neutro, sanificação com hipoclorito de sódio 200 mg.L⁻¹ durante 15 minutos e secagem em temperatura ambiente, corte da polpa das melancias em sentido longitudinal em quatro partes iguais e extração de esferas de 3 cm de diâmetro da polpa. O armazenamento das melancias minimamente processadas foi em embalagens de polipropileno (15 x 11,5 x 4,5 cm), seladas com filme de poliéster e propileno 60 µm, com injeção de dois tipos de misturas gasosas (7% O₂ + 4% CO₂ e 4% de O₂ + 8% CO₂), compondo as atmosferas modificadas ativamente. A atmosfera modificada passivamente foi considerada como controle. As embalagens foram armazenadas em câmara fria (5°C±1/90±5% de UR) por um período de 10 dias e as análises foram realizadas a cada dois dias. A atmosfera modificada ativamente com concentrações iniciais de 4% O₂ + 8% CO₂ determina, em média, menores valores L* e a* e menores teores de líquido drenado; menor solubilização pectínica e atividade da enzima pectinametilesterase ao longo do armazenamento; confere melhor sabor e textura às melancias minimamente processadas; promove coloração mais agradável ao consumidor, bem como melhor aroma, sendo, portanto, a mais indicada para o armazenamento a 5°C de melancias minimamente processada.

2 ABSTRACT

XISTO, Andréa Luiza Ramos Pereira. Quality of fresh-cut watermelon storage on modified atmosphere. In: _____. **Quality of fresh-cut watermelon**. 2007. Cap. 5, p.90-113. Thesis (Doctor in Food Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG, Brasil. *

The goal of this work was to evaluate the effect of three modified atmospheres on the shelf life of fresh-cut watermelon stored under refrigeration for a period of ten days. The stages of processing consisted of: washing the fruits with neutral detergent, sanitization with sodium hypochlorite 200mg .L⁻¹ for 15 minutes and drying in room temperature, cutting of the watermelon pulp in

· Guidance Committee: Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – DCA/UFLA (Adviser), Prof. Dr. Mário César Guerreiro – DQI/UFLA, (Co-adviser), Profa. Roberta Hilsdorf Piccoli – DCA/UFLA (Co-adviser)

longitudinal direction in four parts and extraction of spheres of 3 cm of diameters of the pulp. The storage of fresh-cut watermelon was in polypropylene packing (15x 11,5x 4, 5 cm), sealed with film of polyester and propylene 60 mm, with injection of two types of gaseous mixtures (7% O₂ + 4% CO₂ And 4% of O₂ + 8% CO₂) preparing the actively modified atmosphere. The passively modified atmosphere was considered as control the packages were stored in cold room (5 ± 1°C / 90 ± 5% OF UR) for a period of 10 days and the analyses were carried out every other day. The actively modified atmosphere with initial concentrations of 4% O₂ + 8% CO₂ determines, in average, lower L* and a* values and lower levels of juice leakage; lower pectic solubilization and activity of the enzyme pectin methyl esterase (PME) throughout the storage period; it keeps better flavour and texture to the fresh-cut watermelon; it promotes more pleasant colouration to consumers, as well better aroma, being therefore the most indicated for the storage at 5 °C of fresh-cut watermelon.

3 INTRODUÇÃO

O processamento mínimo de frutas e hortaliças no Brasil ainda é recente, mas apresenta-se como um nicho de mercado em crescimento e consolidação para um perfil específico de consumidor. É um produto com maior valor agregado se comparado à fruta e hortaliças *in natura*. Apresenta, ainda, algumas vantagens para o consumidor, como a conveniência e 100% de aproveitamento do produto adquirido (Sato et al., 2007).

A modificação da atmosfera é uma técnica de conservação utilizada para estender a vida pós-colheita e manter a qualidade de produtos vegetais (Kader, 2002), como o objetivo de criar uma atmosfera de equilíbrio ótima na

embalagem, suficiente para ser benéfica ao produto e não causar injúrias (Zagory, 1998).

O armazenamento sob atmosfera modificada consiste no acondicionamento do produto em uma embalagem selada e semipermeável a gases, a fim de reduzir a concentração de O₂ e aumentar a de CO₂. O propósito é o de criar concentração de gases no interior da embalagem, na qual a atividade respiratória do produto seja mínima e o produto não sofra injúrias devido aos níveis de oxigênio e dióxido de carbono (Kader, 2002). Essa modificação pode ser alcançada de forma passiva ou ativa.

A atmosfera modificada passiva é obtida pela própria respiração do fruto, na qual o consumo de O₂ e a produção de CO₂ ocorrem até que seja alcançado o equilíbrio. Já a atmosfera modificada ativa é obtida quando, após vácuo parcial, uma mistura definida de gases é injetada na embalagem, tipicamente com O₂ reduzido e CO₂ aumentado.

Decréscimos nos níveis de O₂ e ou acréscimos nos níveis de CO₂ trazem muitos benefícios, entretanto, existem limites de tolerância podendo induzir a respiração anaeróbica com a produção de metabólitos indesejáveis e outras desordens fisiológicas (Soliva-Fortuny et al., 2002). Baixos níveis de O₂ na atmosfera podem induzir o metabolismo anaeróbico em frutos minimamente processados e o resultado é um aumento na fermentação (Solomons, 1997).

Tem sido postulado que a dissolução de CO₂ aumenta a acidez da célula e pode ser responsável por desordens fisiológicas. Segundo Varoquax & Wiley (1994), altas concentrações de CO₂ também inibem muitas enzimas do ciclo de Krebs, incluindo a succinato desidrogenase, que também induz a respiração anaeróbica ou resulta em acúmulo de ácido succínico, que é potencialmente tóxico aos tecidos do fruto. Baixos níveis de O₂ atuam sinergisticamente com elevados níveis de CO₂ para reduzir a produção de etileno e a taxa respiratória, porém, não param completamente a senescência e a destruição dos tecidos.

A qualidade ótima de produtos minimamente processados pode ser mantida utilizando-se atmosferas entre 3%-8% de O₂ e de 3%-10% de CO₂, aumentando o seu período de conservação (Sarantópoulos, 1999). No entanto, para cada vegetal existe uma atmosfera específica que maximiza sua durabilidade.

Para melancias minimamente processadas, o armazenamento a 3°C em embalagens herméticas e sob atmosfera controlada (5% O₂ + 5% CO₂) é ideal para a manutenção das características de qualidade por mais de 15 dias e aumenta a sua vida de prateleira (Sargent, 1999).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de duas atmosferas ativas (4% O₂ + % CO₂ e 7% O₂ + 4% CO₂) e uma atmosfera passiva sobre a qualidade de melancia minimamente processada, armazenada a 5 ± 1°C/90 ± 5% UR, durante dez dias.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Dez melancias com peso variando de 8 a 10 kg, provenientes da Ceasa de Belo Horizonte, MG, foram adquiridas no comércio local de Lavras, MG, e transportadas para a sala de processamento mínimo do Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças, no Departamento de Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras.

No local do processamento, as melancias foram lavadas com detergente neutro, sanificadas com hipoclorito de sódio 300 mg.L⁻¹ durante 15 minutos e deixadas por um período de 15 horas para a drenagem da solução sanificante. Após esse período, a polpa das melancias foi processada em forma de esferas,

utilizando-se um boleador de frutos e acondicionadas em embalagens de polipropileno (15 x 11,5 x 4,5 cm), com tampa do mesmo polímero. Em seguida, foi feita a injeção de gases: 7% O₂ + 4% CO₂ (AM1) e 4% O₂ + 8% CO₂ (AM2) com posterior selamento de cada embalagem, compondo os tratamentos. As embalagens sem injeção de gases, somente seladas, foram consideradas como controle. O armazenamento foi em câmara fria a 5±1°C/90±5% UR, por 10 dias.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 3x6, tendo com fatores, as atmosferas modificadas ativamente 7% O₂ + 4% CO₂ (AM1), 4% O₂ + 8% CO₂ (AM2) e passivamente e os dias de armazenamento (0, 2, 4, 6, 8 e 10). Foram utilizadas três repetições, representadas por unidades de embalagem contendo dez esferas de melancia minimamente processada.

As avaliações realizadas foram as descritas a seguir:

Perda de massa - Utilizou-se balança analítica para obtenção da massa individual das esferas no início do armazenamento e na data da avaliação. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Sucosidade - Obtido pelo volume de suco extraído por compressão das esferas contidas na embalagem. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Líquido drenado - O líquido escoado dentro da embalagem foi recolhido com auxílio de papel de filtro previamente pesado e o volume de líquido escoado em relação à massa do produto foi determinado com auxílio de balança analítica. Resultados foram expressos em porcentagem.

Cor (valor L* e a*, ângulo Hue e cromaticidade) - Determinou-se a cor com colorímetro Minolta, modelo CR 400, no modo CIE L*a*b*, tomando-se leitura em lados opostos na região equatorial da esfera. Esses dois últimos valores foram usados para calcular o ângulo Hue (°h) e a cromaticidade (C*), usando-se as seguintes fórmulas: $h^{\circ} = \arctang(b^*/a^*)$ e $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ (Konica Minolta Sensing Americas, Minolta, 1998).

pH - Utilizando-se um potenciômetro digital segundo técnica da AOAC (1992).

Acidez titulável - Determinada por titulação com NaOH 0,1N de acordo com a técnica da AOAC (1992) e expressa em % de ácido cítrico.100g⁻¹ suco.

Sólidos solúveis - Utilizando-se um refratômetro digital Atago PR-100 com compensação da temperatura automática a 25°C e expresso em °Brix, segundo AOAC (1992).

Teores de licopeno e β-caroteno - Determinados segundo a técnica de Nagata e Yamashita (1992). Os resultados obtidos foram expressos em mg.100 mL⁻¹.

Pectina solúvel - Extraída segundo a técnica descrita por McCready & McComb (1952) e determinada colorimetricamente segundo Bitter & Muir (1962). Os resultados foram expressos em g.100g⁻¹ de polpa.

Açúcares solúveis – Extraídos pelo método de Lane-Enyon, citado por AOAC (1992) e dosados conforme Dische (1962). Os resultados foram expressos em g.100g⁻¹ de polpa.

Atividade de pectinametilesterase (PME) - A extração da PME foi realizada segundo a técnica de Buescher & Fumanski (1978), com modificações de Vilas Boas (1995). O doseamento da PME foi feito segundo Hultin et al. (1966) e Ratner et al. (1969), com modificações de Vilas Boas (1995). Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1 nmol NaOH min⁻¹.g⁻¹, sob as condições do ensaio.

Atividade de poligalacturonase (PG) - A extração da PG foi realizada segundo a técnica de Buescher & Fumanski (1978), com modificações de Vilas Boas (1995). O doseamento da PG foi realizado segundo Markovic et al. (1975), com modificações de Vilas Boas (1995). A atividade enzimática foi expressa em nanomol ácido galacturônico.min⁻¹.g⁻¹ de fruto.

Monitoramento dos gases no interior das embalagens - A cada dois dias de armazenamento, foram retiradas alíquotas da atmosfera interna das embalagens,

com auxílio do analisador de gases PBI Dansensor, que registra a porcentagem de oxigênio e de dióxido de carbono.

Análise sensorial - Foi realizado um teste de afetivo da melancia minimamente processada com 100 pessoas. Os avaliadores observaram e provaram o produto avaliando cor, sabor, textura e aroma, atribuindo notas de acordo com a seguinte escala: 1 = não consumível; 2 = limite de consumo; 3 = limite de comercialização; 4 = bom; 5 = excelente.

Análises estatísticas

Os resultados encontrados foram submetidos à análise de variância. A análise de regressão foi utilizada para avaliação das variáveis em função do tempo de armazenamento e o teste de Tukey (1 e 5%) para comparação entre os diferentes tipos de corte. Quando houve interação significativa dos fatores, procedeu-se ao teste de Tukey para cada tipo de corte dentro de cada tempo de armazenamento. As análises foram realizadas com auxílio do programa Sisvar (Ferreira, 2000).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observado efeito significativo dos fatores atmosfera e tempo de armazenamento sobre as variáveis perda de massa e pH das esferas de melancia minimamente processada.

Os teores de sucosidade, sólidos solúveis, acidez titulável e açúcares solúveis mostraram-se significativamente influenciados pela interação entre tempo de armazenamento e atmosferas modificadas. Observou-se que as esferas de melancia submetidas à atmosfera modificada ativamente com concentração inicial de 4%O₂ e 8%CO₂ (AM2) apresentaram os maiores teores de sucosidade quando comparadas às submetidas à atmosfera passiva, no segundo e décimo

dias de armazenamento (Tabela 1), evidenciando maior suculência e menor perda de líquido nesse produto minimamente processado.

Os teores de sólidos solúveis das esferas armazenadas sob a AM2 foram maiores, quando comparados aos das mantidas sob atmosfera modificada passivamente e à AM1 (7%CO₂ e 4%O₂), durante o armazenamento (Tabela 1).

O teor de sólidos solúveis das esferas de melancia variou de 8,93° a 10,93°Brix, independentemente da atmosfera modificada. Esses valores são inferiores ao encontrados por Pinto (2002), que obteve teores variando de 8,8° a 11,17°Brix, para melancias minimamente processadas armazenadas sob diferentes temperaturas e por Araújo Neto et al. (2000), que obtiveram valores de 8,46° - 10,11°Brix.

Foram observados nos frutos submetidos à atmosfera ativa AM2 menores valores de acidez titulável a partir do segundo dia de armazenamento, quando comparados ao controle. Quando comparada à AM1, os teores de acidez titulável da atmosfera AM2 foram maiores no quarto, sexto e décimo dias de armazenamento.

TABELA 1 Teores médios de sucosidade, de sólidos solúveis, acidez titulável e açúcares solúveis de melancia minimamente processada, armazenada sob atmosfera modificada e refrigeração (5±1°C/ 90±5% UR) por 10 dias.

Tempo de armazenamento (dias)						
Sucosidade						
Tratamento	0	2	4	6	8	10
Controle	75,88 a	72,11 b	73,04 a	75,20 a	75,16 a	71,70 b
AM1	75,88 a	75,80 ab	75,44 a	72,48 a	72,69 a	73,32 ab
AM2	75,88 a	78,30 a	76,58 a	71,76 a	74,43 a	76,36 a
Açúcares solúveis						
Controle	8,9 a	8,1 b	7,5 b	7,7 b	7,8 b	7,9 b
AM1	8,9 a	8,6 a	8,5 a	8,3 a	8,7 a	8,5 a
AM2	8,9 a	8,8 a	8,9 a	7,8 a	8,4 a	8,8 a

Sólidos solúveis

Controle	9,29 a	9,42 b	9,50 b	9,93 b	9,96 b	9,14 b
AM1	9,27 a	9,31 b	9,48 b	9,94 b	9,96 b	8,93 c
AM2	9,37 a	9,85 a	10,86 a	10,93 a	10,31 a	9,91 a

Acidez titulável

Controle	0,103 a	0,074 a	0,098 a	0,083 a	0,080 a	0,063 a
AM1	0,103 a	0,077 a	0,072 b	0,062 b	0,060 a	0,045 b
AM2	0,103 a	0,058 b	0,065 b	0,049 b	0,054 b	0,039 b

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tuckey ao nível de 5 % de probabilidade.

Controle = atmosfera modificada passivamente

AM1 = atmosfera modificada ativa com concentrações iniciais de 7%O₂/4%CO₂.

AM2 = atmosfera modificada ativa com concentrações iniciais de 4%O₂/8%CO₂.

Os teores de acidez titulável obtidos variaram pouco e foram baixos (0,039%-0,103%), sendo inferiores aos encontrados por Pinto (2002), que foram de 0,09% a 0,12%, mas condizentes com o observado por Gil et al. (2006) que relataram valores para acidez titulável de 0,04%-0,07 %.

A partir do segundo dia de armazenamento, as esferas de melancia submetidas a AM1 e AM2 apresentaram os maiores teores de açúcares solúveis, quando comparadas com as melancias minimamente processadas armazenadas sob atmosfera modificada passiva. Os maiores valores de sólidos e açúcares solúveis, juntamente com menores teores de acidez titulável, indicam uma menor taxa respiratória no produto armazenado sob a atmosfera AM2, devido à menor utilização desses como substratos para o processo de respiração.

Considerando-se a tendência natural de queda dessas variáveis, a maior eficiência das atmosferas modificadas ativamente AM1 e AM2 na manutenção da qualidade de melancia minimamente processada foi detectada, visto que tais variáveis afetam a palatabilidade da melancia.

Foi observado efeito isolado das atmosferas sobre as variáveis valor L*

e valor a^* e dos períodos de armazenamento sobre a variável valor L^* , ângulo hue e cromaticidade.

O valor L^* indica quão claro ou escuro é o produto. Quanto mais claro o produto maior o seu valor. AM1 e AM2 apresentaram maiores valores L^* em relação à atmosfera modificada passivamente (Tabela 2).

TABELA 2 Teores médios de valor L^* e valor a^* e de líquido drenado de melancia minimamente processada, armazenada sob atmosfera modificada e refrigeração ($5\pm 1^\circ\text{C}$ / $90\pm 5\%$ UR) por 10 dias.

Tratamento	Valor L^*	Valor a^*	Líquido drenado
Controle	32,23 b	24,22 b	4,40 b
AM1	34,33 a	24,31 b	5,06 a
AM2	34,82 a	25,66 a	5,13 a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tuckey ao nível de 5 % de probabilidade.

Controle = atmosfera modificada passivamente

AM1 = atmosfera modificada ativa com concentrações iniciais de 7%O₂/4%CO₂.

AM2 = atmosfera modificada ativa com concentrações iniciais de 4%O₂/8%CO₂

Durante o período de armazenamento foi observado declínio na variável valor L^* (Figura 1), ou seja, no final da estocagem, as melancias minimamente processadas apresentavam-se mais escuras do que no início, possivelmente devido à liberação de líquido que promove o encharcamento dos tecidos do fruto.

Perkins-Veazie & Collins (2004), Fonseca (1999) e Cartaxo & Sargent (1997) relataram um comportamento contrário ao observado neste trabalho, em que o valor L^* dos cubos de melancia aumentou durante o armazenamento.

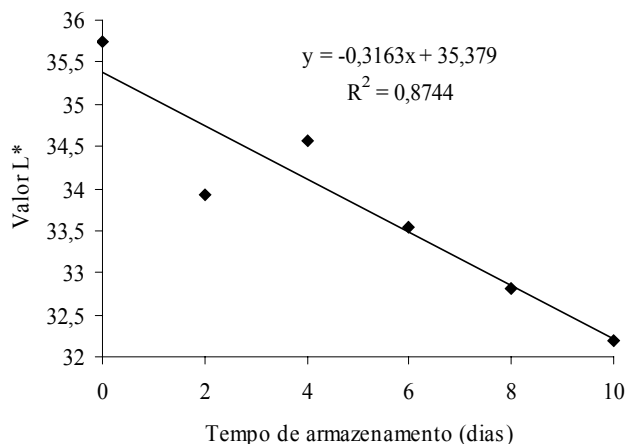


FIGURA 1 Valores médios do valor L* de melancia minimamente processada armazenada refrigerada ($5\pm 1^{\circ}\text{C}$ / $90\pm 5\%$ UR) durante 10 dias.

Neste trabalho, os valores a^* das esferas armazenadas sob a AM2 foram superiores aos observados nas esferas armazenadas sob atmosfera passiva e AM1, promovendo a manutenção da coloração vermelha do produto. O valor a^* médio encontrado neste trabalho foi de 24,90%, semelhante ao observado por Perkins-Veazie e Collins (2004) que encontraram valores a^* variando de 24,6% a 25,6% em cubos de diferentes espécies de melancia e maiores do que os encontrados por Fonseca & Rushing (2006), que variaram de 19,4%-22,7%. Cromaticidade e ângulo Hue apresentaram oscilações durante o armazenamento (Figura 2), apresentando tendência de aumento a partir do quarto dia de armazenamento, o que indica que uma coloração vermelha mais intensa a partir desse período. As alterações na intensidade da coloração vermelha das esferas de melancia, mais intensas nas armazenadas sob atmosfera modificada passivamente e ativamente (AM1), estão possivelmente relacionadas ao aparecimento de pequenas áreas translúcidas, com aspecto de encharcadas,

devido a uma maior liberação de líquido drenado no interior da embalagem com estas atmosferas (Tabela 2).

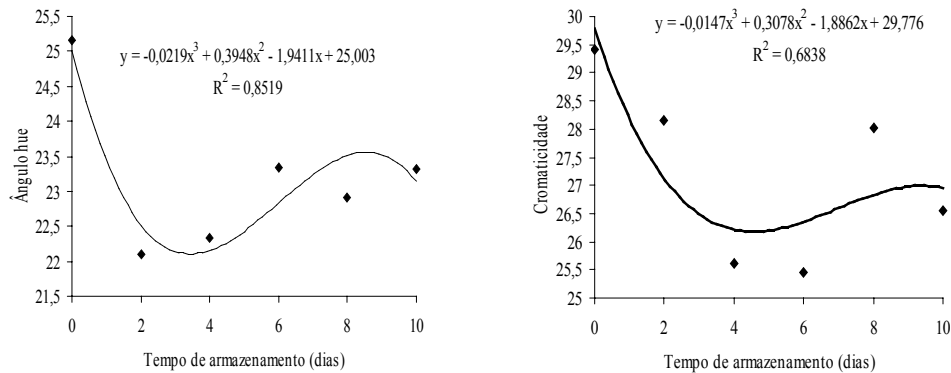


FIGURA 2 Valores médios de ângulo de tonalidade e cromaticidade de melancia minimamente processada armazenada refrigerada ($5\pm 1^\circ\text{C}$ / $90\pm 5\%$ UR) durante 10 dias.

Cartaxo & Sargent (1997) observaram redução de 10%-20% de líquido drenado em melancia minimamente processada armazenada por cinco dias a 3°C sob atmosfera modificada ativamente de 3% O_2 e 5%-20% CO_2 , comparada com as mantidas condições ambiente. Perkins-Veazie & Collins (2004) encontraram uma quantidade de líquido drenado de 11%-13% ao avaliarem cubos de melancia minimamente processada. Esses valores são mais elevados do que os encontrados neste trabalho (4,4%-5,13%).

O líquido drenado é uma característica indesejável para melancia minimamente processada, pois o suco confere aparência de encharcado ao tecido do fruto e também propicia um excelente meio para crescimento microbiano.

Foi observada interação significativa entre os fatores atmosfera modificada e tempo de armazenamento, para as variáveis licopeno e β -caroteno

(Tabela 3). De maneira geral, o teor de licopeno oscilou de 0,31 a 0,58 mg.100mL⁻¹ durante o período de armazenamento. Do segundo dia até o final do período de armazenamento avaliado, a AM2 apresentou os maiores teores de licopeno em comparação à AM1 e ao controle (Tabela 3), tornando essa atmosfera modificada mais eficiente na manutenção do teor de licopeno das melancias minimamente processadas. Setiawan et al. (2001), avaliando o teor de carotenóides de frutas selecionadas da Indonésia, encontraram teores de licopeno superiores aos do presente trabalho. No entanto, Niizu & Rodriguez-Amaya (2003) encontraram valores similares ao do presente trabalho (36 µg.g⁻¹), ao avaliarem o teor de licopeno da ‘Crinsom Sweet’.

Os menores teores de licopeno encontrados no controle e AM1 podem ser explicados pela maior disponibilidade de oxigênio nessas atmosferas, acelerando a oxidação dos carotenóides pela lipoxigenase. A oxidação dos carotenóides pela lipoxigenase ocorre pelo ataque nas duplas ligações na porção linear da molécula, com formação de terpenóides de cadeia curta (Chitarra & Chitarra, 2005).

TABELA 3 Teores médios de licopeno e β-caroteno de melancia minimamente processada armazenada sob atmosfera modificada e refrigeração (5 ±1°C / 90±5% UR) durante 10 dias.

	Dias de armazenamento					
	Licopeno					
	0	2	4	6	8	10
Controle	0,42 a	0,34 b	0,39 c	0,31 b	0,47 b	0,41 c
AM1	0,42 a	0,34 b	0,48 b	0,33 b	0,52 a	0,47 b
AM2						

	0	2	4	6	8	10
	0,42 a	0,40 a	0,58 a	0,36 a	0,52 a	0,55 a
β-caroteno						
	0	2	4	6	8	10
Controle	0,10 a	0,08 a	0,09 c	0,11 a	0,09 c	0,08 b
AM1	0,09 a	0,09 a	0,10 b	0,11 a	0,12 b	0,11 a
AM2	0,09 a	0,09 a	0,13 a	0,11 a	0,14 a	0,11 a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tuckey, ao nível de 5 % de probabilidade.

Controle = atmosfera modificada passivamente

AM1 = atmosfera modificada ativa com concentrações iniciais de 7%O₂/4%CO₂.

AM2 = atmosfera modificada ativa com concentrações iniciais de 4%O₂/8%CO₂.

Os teores de β-caroteno, oscilaram de 0,08 a 0,14 mg/100 mL, durante o período de armazenamento. A partir do oitavo dia, o produto minimamente processado armazenado sob atmosfera AM2 apresentou maiores valores de β-caroteno, mostrando efeito benéfico dessa atmosfera também na manutenção desse pigmento.

Os teores de pectina solúvel e a atividade de pectinametilsterase (PME) foram influenciados pela interação significativa entre o tempo de armazenamento e as atmosferas modificadas (Tabela 4). Durante todo o período de armazenamento, as melancias minimamente processadas mantidas sob atmosfera modificada ativamente AM2 apresentaram menores teores de pectina solúvel e menores atividades de PME quando comparadas ao controle. A AM2 determinou menor solubilização pécica que a AM1, a partir do segundo dia de armazenamento.

Esses resultados sugerem que as esferas de melancia armazenadas sob atmosfera modificada passivamente (controle) apresentavam maior degradação

das pectinas, e, provavelmente, mais macias e menos tenras durante o armazenamento. Sugerem também que a utilização de atmosfera modificada ativa foi eficiente na contenção do amaciamento de melancia minimamente processada. Os teores de pectina solúvel encontrados neste estudo variaram de 8,20 a 10,82 g.100 g⁻¹.

Rushing et al. (2001) descreveram degradação da qualidade de melancia minimamente processada, incluindo perda da textura, cor e sabor, o que difere do observado por Gil et al. (2006). Estes autores observaram que a excelente qualidade inicial das melancias utilizadas preveniu a degradação destas características.

A atividade de poligalacturonase (PG) não foi detectada na polpa de melancia minimamente processada nos diferentes tipos de corte durante o período de armazenamento. Isso, possivelmente, ocorreu devido ao fato de a metodologia utilizada não ter sido sensível o suficiente para detectar a atividade dessa enzima em melancia minimamente processada.

Durante todo o período de armazenamento, observou-se que a embalagem rígida de PP selada ativamente com filme de PP +PE com AM2 foi efetiva em manter as concentrações interna de oxigênio e dióxido de carbono, sendo esta considerada a atmosfera de equilíbrio (3,7% de O₂ + 8,3% de CO₂).

TABELA 4 Teores médios de pectina solúvel e atividade de pectinametilesterase de melancia minimamente processada armazenada sob atmosfera modificada e refrigeração (5±1°C / 90±5% UR) durante 10 dias.

Dias de armazenamento						
Pectina solúvel						
	0	2	4	6	8	10
Controle	8,90 a	9,55 a	10,30 a	10,48 a	10,76 a	10,82 a

AM1	8,50 a	8,91 b	9,44 b	10,29 b	10,38 b	10,48 b
AM2	8,68 a	8,40 c	9,20 c	9,52 c	9,72 c	9,61 c
Pectinametilesterase						
	0	2	4	6	8	10
Controle	890,0 a	958,33 a	1000,0 a	955,0 a	940,0 a	928,0 a
AM1	890,0 a	916,66 b	990,0 b	875,0 b	891,66 b	896,0 b
AM2	885,0 a	888,33 c	925,0 c	828,33 c	848,33 c	845,0 c

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tuckey ao nível de 5 % de probabilidade.

Controle = atmosfera modificada passivamente

AM1 = atmosfera modificada ativa com concentrações iniciais de 7%O₂/4%CO₂.

AM2 = atmosfera modificada ativa com concentrações iniciais de 4%O₂/8%CO₂.

Na atmosfera de equilíbrio, a quantidade de CO₂ produzida pelo processo respiratório do produto no interior da embalagem é compensada pela sua permeação para o exterior e o consumo de O₂ é compensado pela permeação deste gás para o interior da mesma.

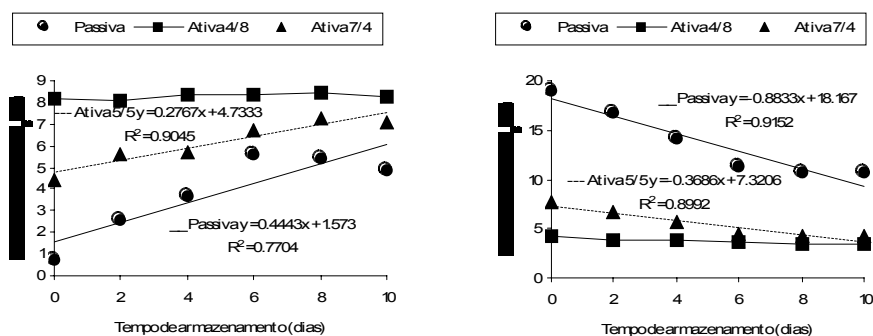


FIGURA 3 Comportamento da concentração de O₂ e CO₂ (%) no interior das embalagens contendo melancia minimamente processada armazenada a 5 ± 1°C e 90 ± 5% UR, por 10 dias. Embalagem rígida

de polipropileno (PP) selada passiva (passiva) e ativamente com filme de (PP) + polietileno com 4% de O₂ + 8% de CO₂ (ativa 4/8) e 7% de O₂ + 4% de CO₂ (ativa 7/4).

Nas atmosferas modificadas passiva e ativamente com concentração inicial de 7% CO₂ e 4%O₂, os níveis de O₂ diminuíram e os de CO₂ aumentaram no interior das embalagens, durante todo o período de armazenamento, semelhante ao observado por Perkins-Veazie & Collins (2004), resultante do processo respiratório.

Foi observada interação significativa entre os fatores tempo de armazenamento e atmosferas modificadas na avaliação sensorial de cor, sabor, textura e aroma (Tabela 5).

A variável cor, avaliada sensorialmente, não foi influenciada pelas atmosferas estudadas até o 4º dia de armazenamento.

A partir do sexto dia, as melhores notas foram atribuídas às esferas armazenadas sob atmosfera modificada ativamente AM2, em comparação às submetidas a AM1 e controle, até o décimo dia de armazenamento, indicando uma ação efetiva na manutenção da cor característica de melancia.

No segundo e quarto dias de armazenamento, as esferas de melancia submetidas à atmosfera modificada passiva e à AM2 mostraram-se mais saborosas que as esferas submetidas à atmosfera AM1, pois receberam as melhores notas dos avaliadores. A partir do sexto dia e até o final de armazenamento, as esferas submetidas à atmosfera AM2 foram as que apresentaram melhor sabor, ao serem avaliadas sensorialmente.

Do sexto dia de armazenamento em diante, as esferas de melancia submetidas à atmosfera modificada ativamente AM2 obtiveram as melhores notas relacionadas à textura do produto, não havendo diferença entre as AM1 e atmosfera modificada passivamente.

Quanto ao aroma, a avaliação sensorial permitiu observar que, do segundo até o oitavo dia de armazenamento, as esferas armazenadas sob atmosfera modificada ativamente AM2 e sob atmosfera modificada passivamente apresentaram melhor aroma quando comparadas a AM1. Os resultados obtidos na análise sensorial indicaram que a atmosfera modificada ativamente com concentração inicial de 4% de O₂ e 8% de CO₂ foi eficiente em manter as características de qualidade de melancia minimamente processada aceitáveis, durante o período de armazenamento.

TABELA 5 Análise sensorial da cor, sabor textura e aroma de melancia minimamente processada armazenada sob atmosfera modificada e refrigeração ($5\pm 1^{\circ}\text{C}$ / $90\pm 5\%$ UR) durante 10 dias.

	Dias de armazenamento					
	0	2	4	6	8	10
	Notas²					
	Cor					
Controle	4,39 a	4,31 a	3,97 a	4,01 b	3,92 b	3,55 b
AM1	4,39 a	4,07 a	3,93 a	3,91 b	3,80 b	3,74 b
AM2	4,39 a	4,31 a	3,82 a	4,21 a	4,35 a	3,92 a

Sabor

Controle	4,47 a	4,35 a	4,00 a	3,84 b	3,66 b	4,06 b
AM1	4,47 a	3,88 b	3,47 b	3,83 b	3,82 b	3,93 b
AM2	4,47 a	4,20 a	3,76 a	4,34 a	4,42 a	4,40 a

Textura

Controle	4,31 a	4,23 a	3,89 a	3,81 b	3,90 b	4,05 b
AM1	4,31 a	4,03 a	3,68 a	3,67 b	3,88 b	3,89 b
AM2	4,31 a	4,20 a	3,76 a	4,19 a	4,32 a	4,37 a

Aroma

Controle	4,15 a	4,38 a	3,98 a	4,07 a	4,32 a	3,31 b
AM1	4,15 a	4,03 b	3,52 b	3,65 b	4,00 b	3,42 b
AM2	4,15 a	4,22 a	3,87 a	3,92 a	4,31 a	3,71 a

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tuckey ao nível de 5 % de probabilidade.

²Notas: 1 = não consumível; 2 = limite de consumo; 3 = limite de comercialização; 4 = bom; 5 = excelente.

Controle = atmosfera modificada passivamente

AM1 = atmosfera modificada ativa com concentrações iniciais de 7%O₂/4%CO₂.

AM2 = atmosfera modificada ativa com concentrações iniciais de 4%O₂/8%CO₂...

6 CONCLUSÕES

A atmosfera modificada ativamente com concentrações iniciais de 4% O₂ + 8% CO₂ proporcionou melhor conservação da melancia minimamente processada, por ter conferido maiores valores L* e a* e menores teores de líquido drenado, maior solubilização pectínica e menor atividade da enzima pectinametilesterase ao longo do armazenamento.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO NETO, S.E. de; HAFLE, O.M.; GURGEL, F. de L.; MENEZES, J.B.; SILVA, G.G. Qualidade de melancia 'Crimson Sweet' comercializada em Mossoró-RN. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, p.850-852, 2000. (Suplemento).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of official analytical chemists**. 12.ed. Washington, 1992. 1115p.

BITTER, T.; MUIR, H.M. A modified uronic acid carbazole reaction.

Analytical Chemistry, New York, v.34, p.330-334, 1962.

BUESCHER, R.W.; FURMANSKI, R.J. Role of pectinesterase and polygalacturonase in the formation of woolliness in peaches. **Journal of Food Science**, Chicago, v.43, n.1, p.264-266, Jan./Feb. 1978.

CARTAXO, C.B.C.; SARGENT, S.A.; HUBER, D.J. Controlled atmosphere storage suppresses microbial growth on fresh-cut watermelon. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, Tampa, v.110, p.252-257, 1997.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed.rev. e amp. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R.L.; WOLFRAM, M.L. (Ed.). **Carbohydrate chemistry**. New York: Academic, 1962. p.477-512.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0 – In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.235.

FONSECA, J.M.; RUSHUNG, J.W. Effect of ultraviolet-C light on quality and microbial population of fresh-cut watermelon. **Postharvest Biology and Technology**, v.40, p.256-261, 2006.

FONSECA, J.M.; RUSHING, J.W.; TESTIN, R.F. Shock and vibration forces influence the quality of fresh-cut watermelon. **Proc. Fla. State Hort. Soc.**, v.112, p.147-152, 1999.

GIL, M.I.; AGUAYO, E.; KADER, A.A. Quality changes and nutrient retention in fresh-cut versus whole fruits during storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, p.4284-4286, 2006.

HULTIN, H.O.; SUN, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterases of the banana. Purification and properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v.31, n.3, p. 320-327, May/June 1996.

KADER, A.A. Modified atmospheres during transport and storage. In: KADER, A.A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. 3.ed. Davis, California, 2002. Cap.14, p.135-144.

KONICA MINOLTA SENSING AMERICAS. **Precise color communication: color control from perception to instrumentation.** Sakai, 1998. (Encarte).

MARKOVIC, O.; HEINRICHOVÁ, K.; LENKEY, B. Pectolytic enzymes from banana. **Collection Czechoslovak Chemistry Community**, London, v.40, p.769-774, 1975.

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi**, Tokio, v.39, n.10, p.925-928, 1992.

NIIZU, P.Y.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. A melancia como fonte de licopeno. **Ver. Inst. Adolfo Lutz**, v.62, n.3, p.195-199, 2003.

PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J. Flesh quality and lycopene stability of fresh-cut watermelon. **Postharvest Biology and Technology**, v.31, p.159-166, 2004.

PINTO, S.A.A.A. **Processamento mínimo de melão tipo Orange Flesh e de melancia Crimson Sweet.** 2002. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

RATNER, A.; GOREN, R.; MONSELINE, S.P. Activity of pectin esterase and cellulase in the abscission zone of citrus leaf explants. **Plant Physiology**, Washington, v.44, n.12, p.1717-1723, Dec. 1969.

RUSHING, J.W.; FONSECA, J.M.; KEINATH, A.P. Harvesting and postharvest handling. In: MAYNARD, D.N. (Ed.). **Watermelon handbook.** Alexandria, VA: American Society Horticultural Science, 2001. Chap. 10, p.156-164.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L. Embalagens para vegetais minimamente processados-fresh-cut. In: SEMINÁRIO SOBRE HORTALIÇAS MINIMAMENTE PROCESSADAS, 1999, Piracicaba. **Palestra...** Piracicaba: ESALQ-USP, 1999. 6p. (Apostila).

SARGENT, S. A. Fresh-cut watermelon: maintaining quality from processor to supermarket. **Citrus and Vegetable Magazine**, v.63, n.6, p.24-25, 1999.

SATO, G.S.; MARTINS, V.A.; BUENO, C.R.F. Análise exploratória do perfil do consumidor de produtos minimamente processados na cidade de São Paulo.

Informações Econômicas, São Paulo, v.37, n.6, p.62-71, June 2007

SETIAWAN, B; SULAEMAN, A.; GIRAUD, D.W.; DRISKELL, J.A.
Carotenoid content of select Indonesian fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.14, p.169-176, 2001.

SOLIVA-FORTUNY, R.C.; GRIGELMO-MIGUEL, N.; HERNANDO, I.; LLUCH, M.A.; MARTÍN-BELLOSO, O. Effect of minimal processing on the textural and structural properties of fresh-cut pears. **Journal Science Food Agricultural**, v.82, p.1682-1688, 2002.

SOLOMONS, T. Principles underlying modified atmosphere packaging. In: WILEY, R.C. (Ed.). **Minimally processed refrigerated fruits & vegetables**. New York: Chapman and Hall, 1997. p.183-225.

VAROQUAX, P.; WILEY, R.C. Biological and biochemical changes in minimally processed refrigerated fruits and vegetables. In: WILEY, R.C. (Ed.). **Minimally processed refrigerated fruits and vegetables**. New York-London: Chapman & Hall, 1994. p.226-268.

VILAS BOAS, E.V. de B. **Modificações pós-colheita de banana 'Prata' (*Musa acuminata* x *Musa balsiniana* grupo AAB) γ -irradiada**. 1995. 73p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ZAGORY, D.; KADER, A.A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology**, Chicago, v.42, n.9, p.70-77, Sept. 1998.

CAPÍTULO 6

PERFIL VOLÁTIL DE MELANCIA MINIMAMENTE PROCESSADA AO LONGO DO PERÍODO DE ARMAZENAMENTO

1 RESUMO

XISTO, Andréa Luiza Ramos Pereira. Perfil volátil de melancia minimamente processada ao longo do período de armazenamento. In: _____. **Qualidade de melancia minimamente processada**. 2007. Cap.6, p.114-128 Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.*

Existe pouca informação a respeito do aroma de melancia minimamente processada e das alterações metabólicas que ocorrem com o processamento mínimo. Sabendo-se que há estreita relação entre aroma característico e

· Comitê orientador: Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – DCA/UFLA (Orientador), Prof. Dr. Mário César Guerreiro – DQI/UFLA (Co-orientador), Profa. Roberta Hilsdorf Piccoli – DCA/UFLA (Co-orientadora)

qualidade torna-se necessário o conhecimento a respeito das alterações do perfil volátil deste produto, que é intensamente comercializado nas redes de supermercados do Brasil. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi analisar o perfil volátil de melancia minimamente processada armazenada a 5°C, por dez dias, utilizando a técnica de microextração de fase sólida (SPME). A cromatografia associada com análise sensorial ('*sniffing*') permitiu concluir que os álcoois e aldeídos C₉ são os principais compostos responsáveis pelo *flavor* e aroma de melancia minimamente processada armazenada a 5±1°C/90±5% UR, durante dez dias e que a intensidade desse aroma diminui com o armazenamento, porém, não comprometeu a qualidade final do produto.

2 ABSTRACT

XISTO, Andréa Luiza Ramos Pereira. Volatile profile of fres-cut watermelon over the storage period. In: _____. **Quality of fresh-cut watermelon**. 2007. Cap. 6, p.114-128. Thesis (Doctor in Food Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG, Brasil.*

Due to the close relation between aroma and quality, and of the metabolic alterations that occur with the process and of the little information regarding the fresh-cut watermelon aroma the knowledge about the alternations of the volatile profile of this product becomes necessary, as it is intensely commercialized in supermarket chains in Brazil. Because of this, the objective

· Guidance Committee: Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – DCA/UFLA (Adviser), Prof. Dr. Mário César Guerreiro – DQI/UFLA (Co-adviser), Profª. Roberta Hilsdorf Piccoli – DCA/UFLA (Co-adviser)

of this work was to analyze the volatile profile of fresh-cut watermelon storage 5°C, for ten days using the solid phase micro-extraction (SPME). The chromatography along with sensorial analysis ('sniffing') allowed to conclude that the alcohols and aldehydes with nine carbons are the main responsible compounds for flavour and aroma of the fresh-cut watermelon stored at $5 \pm 1^\circ \text{C}$ / $90 \pm 5\%$ UR for ten days and that the intensity of this aroma decreases with the storage, although not compromising the final quality of the product.

3 INTRODUÇÃO

O interesse pela pesquisa do sabor e do aroma em diferentes alimentos tem aumentado, principalmente por estar relacionado à qualidade dos produtos. No caso dos frutos, o aroma é uma das características mais apreciadas pelos consumidores, entretanto, é extremamente sensível às alterações da sua composição química (Ibáñez et al., 1998).

O aroma típico das frutas resulta da combinação de dezenas de substâncias voláteis de diversas classes químicas com diferentes propriedades físico-químicas e *thresholds* (Thomazini & Franco, 2000), tais como ésteres,

lactonas, álcoois, ácidos, aldeídos, cetonas, acetais, hidrocarbonetos e alguns fenóis, éteres e compostos heterocíclicos (Chitarra & Chitarra, 2005).

Os compostos voláteis que formam o *flavor* característico dos frutos são produzidos por meio de rotas metabólicas durante a maturação, a colheita, a pós-colheita e o armazenamento, e dependem de muitos fatores, como a espécie, a variedade e o tipo de tratamento tecnológico utilizado (Rizzolo et al., 1992). Assim, é importante conhecer o padrão cromatográfico dos voláteis dos produtos frescos, pois tal conhecimento torna possível identificar as alterações dos compostos voláteis produzidas durante o armazenamento (Shamaila et al., 1992) e o processamento.

Os produtos minimamente processados são definidos como frutas ou hortaliças que tenham sido alterados fisicamente, embora mantenham as características de um produto fresco, seguro e com qualidade nutricional (IFPA, 2007). As etapas do processamento consistem de seleção, sanificação, descascamento e corte, que devem ser realizadas priorizando-se a qualidade do produto final.

A injúria causada pela corte, além de aumentar a respiração e a produção de etileno, também provoca aumento de outras reações bioquímicas responsáveis pelas alterações na cor, no *flavor*, na textura e na qualidade nutricional (Brecht, 1995).

Devido à estreita relação entre aroma característico e qualidade dos alimentos, às alterações metabólicas que ocorrem com o processamento mínimo e diante da pouca informação a respeito do aroma de melancia minimamente processada, torna-se necessário conhecer as alterações do perfil volátil desse produto, que é intensamente comercializado nas redes de supermercados do Brasil.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi analisar o perfil volátil de melancia minimamente processada armazenamento a 5°C, por dez dias,

utilizando a técnica de micro extração de fase sólida (SPME).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Processamento mínimo

As melancias foram adquiridas no comércio local de Lavras, MG, transportadas para a sala de processamento mínimo do Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG. Lá foram lavadas com detergente neutro, a fim de se retirar as sujidades vindas do campo e sanificadas com hipoclorito de sódio 200 mg.L⁻¹, por 15 minutos, para evitar contaminação durante o processamento. Em seguida, foram colocadas sobre a

bancada para drenagem do excesso de solução sanitizante, durante 15 horas.

As etapas do processamento consistiram de:

- Corte: as melancias foram cortadas manualmente em quatro fatias no sentido longitudinal e da polpa extraídas esferas de três cm de diâmetro, utilizando-se boleador de frutos;
- Eliminação do excesso de suco: o excesso de suco das fatias e das esferas foi drenado por, aproximadamente, cinco minutos, em escorredor doméstico, previamente higienizado;
- Embalagem: o produto minimamente processado (100g) foi acondicionado em embalagem de polipropileno (15 x 11,5 x 4,5 cm) com tampa rígida;
- Armazenamento: as embalagens contendo as esferas de melancia foram armazenadas em câmara fria regulada na temperatura de $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $95\pm 5\%$, durante dez dias.

Extração dos compostos voláteis

Os compostos voláteis foram extraídos pela técnica de microextração em fase sólida (SPME). A fibra de carboxem/polidimetilsiloxano (CAR/PDMS) 75 μm foi utilizada para a partição dos compostos voláteis presentes na amostra. As fibras foram expostas ao *headspace* do frasco de vidro (5 mL), contendo 1 mL de suco de melancia minimamente processada. Após 15 minutos de exposição à fibra em temperatura ambiente, a seringa foi imediatamente levada ao injetor do cromatógrafo gasoso, no qual os compostos voláteis foram dessorvidos, a 220°C , por 2 minutos.

Quantificação dos compostos voláteis

A quantificação dos compostos voláteis foi realizada na Central de Análises e Prospecção Química do Departamento de Química da UFLA, Lavras,

MG. Utilizou-se cromatógrafo gasoso Varian CP3800 equipado com detector de ionização de chama. As condições cromatográficas empregadas foram: coluna capilar de sílica fundida de 30 m x 0,25 mm e 0,25 μm de espessura, tendo como fase estacionária 5% de difenil e 95% de polidimetilsiloxano (EQUITY-5); injeção em splitless; hidrogênio como gás de arraste, com fluxo 1,0 $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$ na coluna; temperatura do injetor de 220°C e do detector de 260°C e programação da coluna com temperatura inicial de 40°C até 240°C. A concentração dos constituintes (%) foi calculada pela área integral de seus respectivos picos, relacionada com a área total de todos os constituintes da amostra (normalização de área).

Identificação dos compostos voláteis

A identificação dos compostos voláteis foi realizada no Laboratório de Análises e Sínteses de Agroquímicos do Departamento de Química da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, por cromatografia gasosa associada à espectrometria de massas. Para isso, utilizou-se aparelho Shimadzu CG-17A, com detector seletivo de massas modelo QP5050A, sob as seguintes condições operacionais: coluna capilar de sílica fundida de 30 m x 0,25 mm e 0,25 μm de espessura, tendo como fase estacionária 5% de difenil e 95% de polidimetilsiloxano (DB5); temperatura do injetor de 220°C; programação da coluna com temperatura inicial de 40°C, sendo acrescidos 3°C a cada minuto até atingir 240°C; gás de arraste hélio, com 1,8 $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$ na coluna; taxa de split 1:8; volume injetado de 1 μL e pressão inicial na coluna de 100 KPa.

As condições do EM foram: detector seletivo de massas operando por impacto eletrônico e energia de impacto de 70 eV; velocidade de varredura 1000 m/z s^{-1} ; intervalo de varredura de 0,5 fragmentos/segundos e fragmentos detectados de 29 Da e 600 Da. Cada componente foi identificado pela comparação de seu espectro de massas com espectros existentes na literatura

(Adams, 1995), com espectros avaliados pelo banco de dados (Wiley 7) e também pela comparação dos índices de retenção de Kovats (Adams, 1995). Os índices de retenção de Kovats foram determinados utilizando-se uma curva de calibração de uma série de *n*-alcanos (C8-C22) injetados nas mesmas condições cromatográficas das amostras.

Análise sensorial

A análise de percepção do aroma (*'sniffing'*) foi realizada na Central de Análises e Prospecção Química do Departamento de Química da UFLA, Lavras, MG, utilizando cromatógrafo gasoso Varian CP3800, nas mesmas condições operacionais usadas na quantificação dos compostos voláteis. Inicialmente, as amostras foram eluídas na coluna cromatográfica para a detecção dos picos e seus tempos de retenção. As amostras foram novamente injetadas para a percepção e a descrição do aroma de cada composto pelos provadores. Essa análise foi realizada por cinco provadores não treinados familiarizados com análise sensorial de alimentos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais componentes detectados pela microextração em fase sólida foram, principalmente, aldeídos e álcoois com seis (C₆) e nove (C₉) carbonos (Tabela 1), semelhante ao encontrado em extratos de melancia por Beaulieu & Lea (2006), Beaulieu & Lea (2005), Yajima et al. (1985), Kim et al. (1999), Pino et al. (2003) e em outras cucurbitáceas (Beaulieu, 2006).

Apesar dos compostos com C₆ e C₉ muitas vezes serem considerados como produtos de oxidação (Sucan, 2004; Matsui et al., 1997; Riley & Thompson, 1998), eles também têm sido considerados como compostos e

caráter impactante em frutos de melancia e melão. Aos compostos com nove carbonos têm sido atribuídos aromas característicos de melancia, melão e cucurbitáceas. Por exemplo, (Z)-3-nonenol confere odor de melão fresco, (Z,Z)-3,6-nonadienol de melancia descascada, doce, (E,Z)-2,6-nonadienal de pepino, verde e violeta, e (E)-2-nonenal de óleo, penetrante. O álcool (Z,Z)-3,6-nonadienol foi considerado com maior poder de contribuição para o aroma de melancia (Yajima et al., 1985). Esses relatos estão de acordo com o observado neste trabalho que, com o auxílio da cromatografia-olfatometria, permitiu concluir que o aroma característico da melancia é conferido, principalmente, por álcoois e aldeídos de nove carbonos.

Diante dessa constatação foi realizada uma análise de variância para os compostos C₉, com o objetivo de avaliar o seu comportamento com o decorrer do armazenamento.

Não foi observada diferença significativa para as porcentagens de Z-3-nonenol, durante o período de armazenamento.

TABELA 1 Índice de Kovats, íons majoritários provenientes da fragmentação por espectrometria de massas e atributos do aroma dos compostos voláteis identificados em melancia minimamente processada armazenada a 5°C, por 10 dias.

Composto	IK ¹	Íons majoritários m/z (intensidade relativa)	Atributos
Acetaldeído	524	44(100); 43(37); 41(22); 40(16)	Aldeídico
Hexanal	804	44(100); 41(94); 56(69); 43(61)	Verde, floral
Hexanol	877	56(100); 43(72); 41(50); 42(44)	Verde, grama cortada
Heptanol	969	43(100); 56(48); 42(36); 41(32)	Verde, grama, floral
6-metil-5-hepten-2-ona	990	43(100); 41(46); 55(25); 69(20)	Frutal, doce
Hezanoato de etila	1001	43(100); 88(83); 60(46); 41(40)	Frutal
Nonanal	1102	41(100); 44(93); 57(74); 56(58)	Citrus, rosa, verde
Z-3-nonenol	1157	41(100); 55(70); 68(54); 67(47)	Citrus, melão
(E,Z)-2,6-nonadienal	1159	41(100); 70(37); 69(36); 55(30)	Melancia, pepino, verde
(Z,Z)-3,6-nonadienol	1160	41(100); 67(97); 55(58); 79(41)	Melancia, fruta, fresco, pepino
Z-6-nonenol	1161	41(100); 55(70); 68(54); 67(47)	Melão, verde
E-2-nonenal	1167	41(100); 43(71); 55(71); 67(71)	Penetrante
Nonanol	1174	41(100); 43(79); 56(76); 55(67)	Citrus, rosa
Octanoato de etila	1198	88(100); 55(75); 43(69); 41(65)	Frutal

¹IK= Índice de Kovats baseado nos tempos de retenção de compostos identificados, calculados pela equação linear entre cada par da cadeia de hidrocarbonetos (C₅-C₂₂).

As porcentagens de (E,Z)-2,6-nonadienal (Figura 1), (Z,Z)-3,6-nonadienol (Figura 1), Z-6-nonenol (Figura 2) e E-2-nonenal (Figura 2) apresentaram diferença significativa ao longo do período de armazenamento.

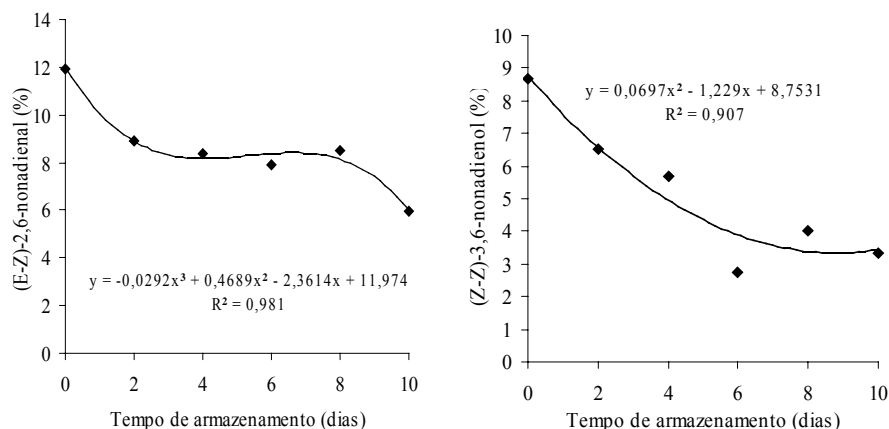


FIGURA 1 Valores médios e equação de regressão de (E-Z)-2,6-nonadienal e (Z-Z)-3,6-nonadienol encontrados em melancia minimamente processada armazenada a $5\pm 1^{\circ}\text{C}/90\pm 5\%$ UR, por 10 dias, via SPME CG-MS.

Foi observada uma diminuição das porcentagens desses compostos durante o armazenamento, o que pode ser correlacionado com a análise sensorial do aroma total. Os provadores detectaram ligeiro decréscimo na intensidade do aroma de melancia no fim do período de armazenamento, quando comparado com o aroma inicial das melancias minimamente processadas.

A maioria dos compostos voláteis de vegetais simplesmente se dissipa na atmosfera, sendo eventualmente degradados por reações biológicas, químicas ou fotoquímicas (Vilas Boas, 2002).

No processamento mínimo, o corte dos tecidos libera as substâncias

precursoras dos compostos aromáticos, os quais, por meio de reações enzimáticas ou oxidativas, transformam-se em voláteis. Alguns compostos naturais podem dissipar-se rapidamente, resultando em produtos com *flavor* pobre em relação aos frutos e hortaliças frescas (Chitarra, 2000).

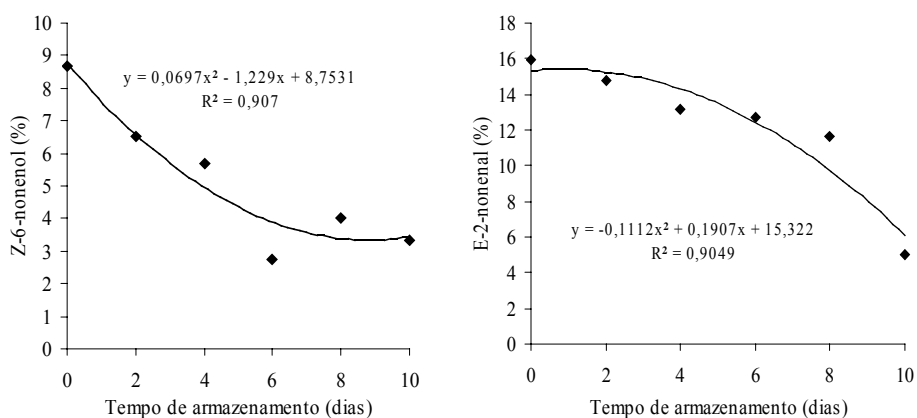


FIGURA 2 Valores médios e equação de regressão de Z-6-nonenol e E-2-nonenal encontrados em melancia minimamente processada armazenada a $5\pm 1^{\circ}\text{C}/90\pm 5\% \text{UR}$, por 10 dias, via SPME CG-MS.

Outro composto observado foi o 6-metil-5-hepten-2-ona com aroma de herbáceo, verde, óleo e pungente. Este composto tem sido recuperado em diversos vegetais, como maçã, tomate e melancia. Na literatura, é considerado como subproduto oxidativo ou produto de degradação de licopeno, α -farneseno, citral ou trienóis conjugados (Whitaker & Saftner, 2000; Wolken, 2000; Lewinsohn et al., 2005). Portanto, a detecção da cetona 6-metil-5-hepten-2-ona não é inesperada, devido à alta concentração de licopeno encontrada em melancia.

6 CONCLUSÕES

A cromatografia associada com análise sensorial (*sniffing*) permitiu concluir que os álcoois e aldeídos C₉ são os principais compostos responsáveis pelo sabor e pelo aroma de melancia minimamente processada armazenada a 5±1°C/90 ±5% UR, durante dez dias e que a intensidade desse aroma diminuiu com o armazenamento, porém, não comprometeu a qualidade final do produto.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, R.P. **Identification of essential oil components by gás chromatography/mass spectroscopy**. Carol Stream: Allured, 1995. 469p.

BEAULIEU, J.C. Effect of cutting and storage on acetate and nonacetate esters in convenient, ready-to-eat fresh-cut melons and apples. **Hortscience**, v.41, p.65-73, 2006.

BEAULIEU, J.C.; LEA, J.M. **Volatile characteristics in seedless watermelon cultivars using SPME**. Disponível em: <http://www.ift.confex.com/ift/2005/techprogram/paper_30764.htm>. Acesso em: 10 ago. 2005.

BEAULIEU, J.C.; LEA, J.M. Characterization and semiquantitative analysis of volatiles in seedless watermelon varieties using solid-phase microextraction. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.54, p.7789-7793, 2006.

BRECHT, P.E. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **Hortscience**, Alexandria, v.30, n.1, p.18-22, 1995.

CHITARRA, M.I.F. **Processamento mínimo e frutos e hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. (Especialização a Distância: Pós-colheita de frutos e hortaliças. Manutenção da qualidade).

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed.rev. e amp. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

IBÁÑEZ, E.; LOPEZ-SEBASTIÁN, S.; RAMOS, E.; TABERA, J.; REGLERO, G. Analysis of volatile fruit components by headspace solid-phase microextraction. **Food Chemistry**, v.63, n.2, p.281-286, 1998.

INTERNATIONAL FRESH-CUT PRODUCE ASSOCIATION. **Processamento mínimo**. 2006. Disponível em: <www.fresh-cut.org>. Acesso em: 26 jul. 2007.

KIM, K.S.; LEE, H.J.; KIM, S.M. Volatile flavor components in watermelon (*Citrillus lanatus* S.) and Oriental Oriental melon (*Cucumis melo* L.). **Korean Journal Food Science Technology**, v.31, p.322-328, 1999.
LEWINSOHN, E. et al. Carotenoide pigmentation affects the volatile composition of tomato and watermelon fruits, as revealed by comparative

genetic analyses. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.3142-3148, 2005.

MATSUI, K.; SHIBATA, Y.; TATEBA, H.; HATANAKA, A.; KAJIWARA, T. Changes of lipoxygenase and fatty acid hydroperoxide lyase activities in bell pepper fruits during maturation. **Bioscience Biotechnology Biochemistry**, v.61, p.199-201, 1997.

PINO, J.A.; MARBOT, R.; AGUERO, J. Volatile components of watermelon (*Citrillus lanatus*[Thumb.] Matsum. Et Nakai) fruit. **Journal Essential oil Research**, v.15, p.379-380, 2003.

RILEY, J.C.M.; THOMPSON, J.E. ripening-induced acceleration of volatile aldehyde generation following tissue disruption in tomato fruit. **Physiology Plant**, v.104, p.571-576, 1998.

RIZZOLO, A.; POLESELLO, A.; POLESELLO, S. Use of headspace capillary GC to study the development of volatile compounds in fresh fruits. **Journal of High Resol. Chromatogr**, v.15, p.472-477, 1992.

SHAMAILA, M.; POWRIE, W.D.; WOODFORD, J.A.T.; BIRCH, A.N.E. Analyses of volatile compounds from strawberry fruit stored under modified atmosphere packaging (MAP). **Journal Food Science**, n.5, p.1173-1176, 1992.

SUCAN, M.K. Identifying and preventing off-flavors. **Food Technology**, v.54, p.36-40, 2004.

THOMAZINI, M.; FRANCO, M.R.B. Metodologia para análise dos constituintes voláteis do sabor. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.34, n.1, p.52-59, jan./jun. 2000.

VILAS BOAS, E.V. de B. **Qualidade de alimentos vegetais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 68p. (Especialização a Distância. Tecnologia e Qualidade de Alimentos Vegetais).

YAJIMA, L.; SAKAKIBARA, H.; IDE, J.; YANIA, T.; HAYASHI, K. Volatile flavor components of watermelon (*Citrillus vulgaris*). **Agricultural Biology Chemistry**, v.49, p.3145-3150, 1985.

WHITAKER, B.D.; SAFTNER, R.A. Temperature-dependent autoxidation of conjugated trienols from apple peel yields 6-methyl-5-hepten-2-one, a

volatile implicated in induction of seal. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.48, p.2040-2043, 2000.

WOLKEN, W.A.M.; HAVE, R.; WERF, M.J. van der. Amino acid-catalyzed conversion of citral: Cis-trans isomerization and its conversion into 6-methyl-5-hepte-2-one and acetaldehyde. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.48, p. 5401-5406, 2000.

ANEXOS

ANEXO A**Página**

TABELA 1A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) de melancia minimamente processada higienizadas com diferentes sanificantes e armazenadas a $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e UR $90 \pm 5\%$, por um período de 10 dias.....	134
TABELA 2A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para perda de massa e líquido drenado de melancia minimamente processada armazenada a 0°C , 5°C e $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e UR $90 \pm 5\%$ por um período de 10 dias.....	134
TABELA 3A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis totais (SST) e açúcares solúveis totais (AST) de melancia minimamente processada armazenadas a 0°C , 5°C , e $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e UR $90 \pm 5\%$ por um período de 10 dias.....	135
TABELA 4A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para firmeza, pectina solúvel (PS), atividade de poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME) de melancia minimamente processada armazenada a 0°C , 5°C e $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e UR $90 \pm 5\%$ por um período de 10 dias.....	135
TABELA 5A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para valor L^* , valor a^* e valor b^* de melancia minimamente processada armazenada a 0°C , 5°C e $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e UR $90 \pm 5\%$ por um período de 10 dias.....	136
TABELA 6A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de	

	significância para ângulo Hue e cromaticidade de melancia minimamente processada armazenada a 0°C, 5°C e 10°C ± 1°C e UR 90 ± 5% por um período de 10 dias.....	136
TABELA 7A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis totais (SST) e açúcares solúveis totais (AST) de melancia minimamente processada em dois tipos de corte e armazenadas a 5°C ± 1°C e UR 90 ± 5% por um período de 8 dias.....	137
TABELA 8A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para respiração, perda de massa e líquido drenado de melancia minimamente processada em dois tipos de corte e armazenadas a 5°C ± 1°C e UR 90 ± 5% por um período de 8 dias.....	137
TABELA 9A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para firmeza, pectina solúvel (PS), atividade de poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME) de melancia minimamente processada em dois tipos de corte e armazenadas a 5°C ± 1°C e UR 90 ± 5% por um período de 8 dias.....	138
TABELA 10A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para valor L*, valor a* e valor b* de melancia minimamente processada em dois tipos de corte e armazenadas a 5°C ± 1°C e UR 90 ± 5% por um período de 8 dias.....	138
TABELA 11A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para ângulo Hue e cromaticidade de melancia minimamente processada em dois tipos de corte e armazenada a 5°C ± 1°C e UR 90 ± 5% por um período de 10 dias.....	139
TABELA 12A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de	

significância para perda de massa, sucosidade e líquido drenado melancia minimamente processada acondicionada em diferentes tipos de atmosfera e armazenadas a $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e UR $90 \pm 5\%$ por um período de 10 dias.....	139
TABELA 13A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis totais (SST) e açúcares solúveis totais (AST) de melancia minimamente processada acondicionada em diferentes tipos de atmosfera e armazenadas a $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e UR $90 \pm 5\%$ por um período de 10 dias.....	140
TABELA 14A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para pectina solúvel (PS), atividade de poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME) de melancia minimamente processada acondicionada em diferentes tipos de atmosfera e armazenadas a $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e UR $90 \pm 5\%$ por um período de 10 dias.....	140
TABELA 15A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para valor L*, valor a* e valor b* de melancia minimamente processada acondicionada em diferentes tipos de atmosfera e armazenadas a $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e UR $90 \pm 5\%$ por um período de 10 dias.....	141
TABELA 16A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para β -caroteno e licopeno de melancia minimamente processada acondicionada em diferentes tipos de atmosfera e armazenadas a $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e UR $90 \pm 5\%$ por um período de 10 dias.....	141
TABELA 17A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para o sabor, textura e aroma de melancia minimamente processada acondicionada em diferentes tipos de atmosfera e armazenadas a $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e UR $90 \pm 5\%$ por um período de 10 dias.....	142

TABELA 18A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para cor, ângulo Hue e cromaticidade de melancia minimamente processada acondicionada em diferentes tipos de atmosfera e armazenadas a 5°C ± 1°C e UR 90 ± 5% por um período de 10 dias.....	142
TABELA 19A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para concentração de CO ₂ e de O ₂ de melancia minimamente processada acondicionada em diferentes tipos de atmosfera e armazenadas a 5°C ± 1°C e UR 90 ± 5%, por um período de 10 dias.....	143
TABELA 20A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para Z-3-nonenol e (E-Z)-2,6-nonadienal encontrados em melancia minimamente processada armazenada a 5 ± 1°C/90 ± 5% UR, por 10 dias, via SPME CG-MS.....	143
TABELA 21A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para (Z,Z)-3,6-nonadienol, Z-6-nonenol e E-2-nonenal encontrados em melancia minimamente processada armazenada a 5 ± 1°C/90 ± 5% UR, por 10 dias, via SPME CG-MS.....	144

TABELA 1A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de

significância para pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) de melancia minimamente processada higienizada com diferentes sanificantes e armazenadas a 5°C±1°C e UR 90±5%, por um período de 10 dias.

Causas de variação	Quadrados médios			
	GL	pH	AT	SS
Sanificante	8	0,0099 ns	0,0168 ns	0,2844 ns
Tempo	5	0,0417 ns	0,0069 ns	0,4661 ns
SanificanteXTempo	40	0,0072 ns	0,0072 ns	0,1432 ns
Bloco	1	0,0214	0,0066	85,5723
Erro	53	0,0235	0,0086	0,1565
Média Geral		8,6	0,7	5,631
CV (%)		1,95	2,03	13,6

ns indica valores de Teste de F não significativo a 1% e 5% de probabilidade.

TABELA 2A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para perda de massa e líquido drenado de melancia minimamente processada armazenada a 0°C, 5°C e 10°C±1°C e UR 90 ± 5%, por um período de 10 dias.

Causas de variação	Quadrados médios			
	GL	Perda de Massa	Respiração	Líq. Drenado
Temperatura	2	6,070969**	8353,805489 ns	36,971135**
Tempo (T)	5	43,177255**	252,578634 ns	135,710446**
Temp.X T	10	0,334000**	161,844167**	6,656424 ns
Erro	36	0,004480	17,494481	4,096752
Média Geral		4,4579630	24,3560377	5,0760377
CV (%)		1,50	17,17	9,87

** indica valores de Teste de F significativo a 1% de probabilidade.

ns indica valores de Teste de F não significativo a 1% e 5% de probabilidade.

TABELA 3A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de

significância para pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis totais (SST) e açúcares solúveis totais (AST) de melancia minimamente processada armazenada a 0°C, 5°C, e 10°C±1°C e UR 90±5% por um período de 10 dias.

Causas de variação	GL	Quadrados Médios			
		pH	AT	SST	AST
Temperat.	2	0,426684**	0,019074*	0,662407**	1,596689**
Tempo (T)	5	0,061960**	0,005630	0,236741**	0,139959**
Temp.X T	10	0,113471**	0,007074	0,307296**	0,073058**
Erro	36	0,005537	0,004630	0,055741	0,019665
Média		5,2113333	0,6259259	7,2851852	8,1338889
CV (%)		1,43	10,87	3,24	1,72

** indicam valores de Teste de F significativo a 1% de probabilidade.

TABELA 4A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para firmeza, pectina solúvel (PS), atividade de pectinametilsterase (PME) de melancia minimamente processada armazenada a 0°C, 5°C e 10°C±1°C e UR 90±5%, por um período de 10 dias.

Causa de variação	GL	Quadrados Médios		
		Firmeza	PS	PME
Temperat.	2	0,070402**	3,994613**	14290,740*
Tempo (T)	5	0,067496**	0,097633**	5268,51851
Temp.X T	10	0,000955**	0,013246**	4174,07407
Erro	36	0,000085	0,003596	3468,05555
Média		1,9859259	9,5242593	946,851851
CV(%)		0,46	0,63	6,22

** indicam valores de Teste de F significativo a 1% de probabilidade.

ns indica valores de Teste de F não significativo a 1% e 5% de probabilidade.

TABELA 5A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de

significância para valor L*, valor a* e valor b* de melancia minimamente processada armazenada a 0°C, 5°C e 10°C±1°C e UR 90±5% por um período de 10 dias.

Causas de variação	Quadrados médios			
	GL	Valor L*	Valor a*	Valor b*
Temperatura	2	64,043617*	82,433191**	14,700580**
Tempo (T)	5	109,887449**	72,974344**	13,388110**
Temp.X T	10	8,852486**	6,133502**	3,722533**
Erro	36	1,470802	0,764672	0,854528
Média Geral		34,2466667	18,9042593	8,5570074
CV (%)		3,54	4,64	10,87

** e * indicam valores de Teste de F significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 6A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para ângulo Hue e cromaticidade de melancia minimamente processada armazenada a 0°C, 5°C e 10°C±1°C e UR 90±5%, por um período de 10 dias.

Causas de variação	Quadrados Médios		
	GL	Ângulo Hue	Cromaticidade
Temperatura	2	0,260772 ns	96,290600**
Tempo	5	27,835244**	82,288234**
Temp.XTempo	10	11,957583**	8,532378**
Erro	36	3,741417	0,711650
Média Geral		24,2133333	20,7783333
CV (%)		7,99	4,06

** indica valores de Teste de F significativo a 1% de probabilidade.

TABELA 7A - Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis totais (SST) e açúcares solúveis totais (AST) de melancia minimamente processada em dois tipos de corte e armazenadas a 5°C±1°C e UR 90±5%, por um período de 8 dias.

Causas de variação	Quadrados Médios				
	GL	pH	AT	SST	AST
Corte	1	0,018253 ns	0,012000 ns	0,00333 ns	0,630750 ns
Tempo (T)	4	0,224772**	0,127167**	0,821333**	21,544070**
Corte.X T	4	0,006412 ns	0,001167 ns	0,062000 ns	0,713983 ns
Erro	20	0,015247	0,004667	0,020000	0,536397
M. Geral		5,0840000	0,8066667	8,6566667	8,3363333
CV (%)		8,11	8,47	1,63	8,79

** e * indicam valores de Teste de F significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

ns indica valores de Teste de F não significativo a 1% e 5% de probabilidade.

TABELA 8A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para respiração, perda de massa e líquido drenado de melancia minimamente processada em dois tipos de corte e armazenadas a 5°C±1°C e UR 90±5%, por um período de 8 dias.

Causas de variação	Quadrados médios			
	GL	Perda de Massa	Respiração	Líquido Drenado
Corte	1	16,265603**	892,928963 *	50,052083 ns
Tempo	4	21,909078**	992,557978*	6,310862 ns
CorteXTempo	4	1,016862*	569,407138*	5,975808**
Erro	20	0,323193	1,874610	0,005017
Média Geral		3,4130000	27,4730000	1,3696667
CV (%)		16,66	4,98	5,17

** e * indicam valores de Teste de F significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

ns indica valores de Teste de F não significativo a 1% e 5% de probabilidade.

TABELA 9A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para firmeza, pectina solúvel (PS), atividade de pectinametilsterase (PME) de melancia minimamente processada em dois tipos de corte e armazenadas a $5^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e UR $90\pm 5\%$, por um período de 8 dias.

Causa de variação	Quadrados Médios			
	GL	Firmeza	PS	PME
Corte	1	0,83000**	22,29132**	310083,3333**
Tempo (T)	4	5,57275**	16,40365**	7479,166667
Corte X T	4	0,05125ns	0,526820ns	4458,333333
Erro	20	0,07121	0,282997	6770,833333
Média Geral		2,6370000	8,8513333	935,0000000
CV(%)		10,16	6,01	8,80

** indicam valores de Teste de F significativo a 1% de probabilidade.

ns indica valores de Teste de F não significativo a 1% e 5% de probabilidade.

TABELA 10A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para valor L*, valor a* e valor b* de melancia minimamente processada em dois tipos de corte e armazenadas a $5^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e UR $90\pm 5\%$, por um período de 8 dias.

Causas de variação	Quadrados médios			
	GL	Valor L*	Valor a*	Valor b*
Corte	1	256,668750**	341,3813333**	6,969720**
Tempo (T)	4	32,93334**	25,361295**	12,490113**
Corte X T	4	13,106150 ns	26,902992**	0,926120 ns
Erro	20	5,153977	2,006673	0,767787
Média Geral		11,7890000	24,6446667	13,2306667
CV (%)		5,43	5,75	6,62

** indicam valores de Teste de F significativo a 1% de probabilidade.

ns indica valores de Teste de F não significativo a 1% e 5% de probabilidade.

TABELA 11A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para ângulo Hue e cromaticidade de melancia minimamente processada em dois tipos de corte e armazenada a $5^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e UR $90\pm 5\%$, por um período de 10 dias.

Causas de variação	Quadrados Médios		
	GL	Ângulo Hue	Cromaticidade
Corte	1	142,921013 ns	310,601363 ns
Tempo	4	98,835613 ns	11,444228 ns
Temp.XTempo	4	25,335613**	20,358422**
Erro	20	3,471233	1,942613
Média Geral		28,7173333	28,1130000
CV (%)		6,49	4,96

** indica valores de Teste de F significativo a 1% de probabilidade.

ns indica valores de Teste de F não significativo a 1% e 5% de probabilidade.

TABELA 12A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para perda de massa, sucosidade e líquido drenado melancia minimamente processada acondicionada em diferentes tipos de atmosfera e armazenadas a $5^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e UR $90\pm 5\%$, por um período de 10 dias.

Causas de variação	Quadrados médios			
	GL	Perda de Massa	Sucosidade	Líquido Drenado
Atmosfera	2	6,265603 ns	14,148422 ns	4.067222*
Tempo (T)	5	2,684521 ns	9,842377 ns	25.427111**
Atm.X T	10	1,916862 ns	11,244949*	1.677000 ns
Erro	36	0,323193	5,318485	1.160000
Média Geral		3,830000	74.5605556	4.5333333
CV (%)		8,05	3,09	23.76

** e * indicam valores de Teste de F significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

ns indica valores de Teste de F não significativo a 1% e 5% de probabilidade.

TABELA 13A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis totais (SST) e açúcares solúveis totais (AST) de melancia minimamente processada acondicionada em diferentes tipos de atmosfera e armazenadas a 5°C±1°C e UR 90±5%, por um período de 10 dias.

Causas de variação	Quadrados Médios				
	GL	pH	AT	SST	AST
Atmosfera	2	0.014002 ns	0.000297 ns	0.290185 ns	2,871406**
Tempo (T)	5	0.069340**	0.003472**	0.557074*	1,443710**
Atm.X T	10	0.014360 ns	0.000272*	0.581519**	0,228792**
Erro	36	0.008483	0.000102	0.201852	0,003024
Média Geral		5.4498148	0.0696370	8.4796296	9,7516667
CV (%)		1.69	14,51	5,30	0,56

** e * indicam valores de Teste de F significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

ns indica valores de Teste de F não significativo a 1% e 5% de probabilidade.

TABELA 14A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para pectina solúvel (PS), atividade de pectinametilesterase (PME) de melancia minimamente processada acondicionada em diferentes tipos de atmosfera e armazenadas a 5°C±1°C e UR 90±5% por um período de 10 dias.

Causas de variação	Quadrados médios		
	GL	PS	PME
Atmosfera	2	5,385057**	34401,851852**
Tempo (T)	5	4,638319**	682,962963 ns
Atm.X T	10	0,223337**	5253,518519**
Erro	36	0,009441	941,203704
Média Geral		9,6648149	922,5925126
CV (%)		1,01	3,33

** indicam valores de Teste de F significativo a 1% de probabilidade.

TABELA 15A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para valor L*, valor a* e valor b* de melancia minimamente processada acondicionada em diferentes tipos de atmosfera e armazenadas a 5°C±1°C e UR 90±5%, por um período de 10 dias.

Causas de variação	Quadrados médios			
	GL	Valor L*	Valor a*	Valor b*
Atmosfera	2	33,929635**	9,433469*	4,844272*
Tempo	5	14,415145**	18,038215**	9,158596**
Atm.X Tempo	10	3,274104 ns	3,884693 ns	2,232034*
Erro	36	3,501706	2,339802	0,960985
Média Geral		33,7974074	24,8987037	10,6655556
CV (%)		5,54	6,14	9,19

** e * indicam valores de Teste de F significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

ns indica valores de Teste de F não significativo a 1% e 5% de probabilidade.

TABELA 16A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para β -caroteno e licopeno de melancia minimamente processada acondicionada em diferentes tipos de atmosfera e armazenadas a 5°C±1°C e UR 90±5%, por um período de 10 dias.

Causas de variação	Quadrados Médios		
	GL	β -caroteno	Licopeno
Atmosfera	2	0,000119*	0,049849**
Tempo	5	0,001114**	0,012422**
Atm.XTempo	10	0,000787**	0,006431**
Erro	36	0,000026	0,000337
Média Geral		0,1018519	0,4355556
CV (%)		5,0	4,21

** e * indicam valores de Teste de F significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 17A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para o sabor, textura e aroma de melancia minimamente processada acondicionada em diferentes tipos de atmosfera e armazenadas a 5°C±1°C e UR 90±5%, por um período de 10 dias.

Causas de variação	Quadrados Médios			
	GL	Sabor	Textura	Aroma
Atmosfera	2	33,471667**	13,101667**	17,362222**
Tempo (T)	5	19,433333**	11,82667**	10,187222**
Atm.X T	10	3,615000**	1,674333**	2,115556**
Erro	1782	0,755185	0,729877	0,753025
Média Geral		21,37	21,09	21,63
CV (%)		4,06	4,05	4,01

** e * indicam valores de Teste de F significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 18A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para cor, ângulo Hue e cromaticidade de melancia minimamente processada acondicionada em diferentes tipos de atmosfera e armazenadas a 5°C±1°C e UR 90±5%, por um período de 10 dias.

Causas de variação	Quadrados Médios			
	GL	Cor	Ângulo Hue	Cromaticidade
Atmosfera	2	9,383889**	10,654132 **	22,449399 **
Tempo	5	17,368556**	0,366964 ns	7,825339 ns
Atm.XTempo	10	1,511889*	22,332737 ns	3,497674 ns
Erro	36	0,757503	1,598587	2,447257
Média Geral		21,49	23,1937037	27,2072222
CV (%)		4,05	5,45	5,75

** e * indicam valores de Teste de F significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

ns indica valores de Teste de F não significativo a 1% e 5% de probabilidade.

TABELA 19A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para concentração de CO₂ e de O₂ de melancia minimamente processada acondicionada em diferentes tipos de atmosfera e armazenadas a 5°C ± 1°C e UR 90 ± 5% por um período de 10 dias.

Causas de variação	Quadrados Médios		
	GL	Concentração de CO ₂	Concentração de O ₂
Atmosfera	2	90,654132 ns	102,449399 ns
Tempo	5	21,366964*	75,825339 *
Atm.XTempo	10	12,332737*	3,497674 *
Erro	36	1,598587	2,447257
Média Geral		6,1937037	10,2072222
CV (%)		9,45	8,77

* indica valores de Teste de F significativo a 5% de probabilidade.

ns indica valores de Teste de F não significativo a 1% e 5% de probabilidade.

TABELA 20A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para Z-3-nonenol e (E-Z)-2,6-nonadienal encontrados em melancia minimamente processada armazenada a 5 ± 1°C/90 ± 5% UR, por 10 dias, via SPME CG-MS.

Causas de variação	Quadrados Médios		
	GL	Z-3-nonenol	(E-Z)-2,6-nonadienal
Tempo	5	0,821822 ns	1,520867**
Erro	12	0,285078	0,049222
Média Geral		35,26	16,15
CV (%)		1,5144444	1,3733333

** indica valores de Teste de F significativo a 1% de probabilidade.

ns indica valores de Teste de F não significativo a 1% e 5% de probabilidade.

TABELA 21A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para (Z,Z)-3,6-nonadienol, Z-6-nonenol e E-2-nonenal encontrados em melancia minimamente processada armazenada a $5 \pm 1^\circ\text{C}/90 \pm 5\% \text{ UR}$, por 10 dias, via SPME CG-MS.

Causas de variação	Quadrados Médios			
	GL	(Z,Z)-3,6-nonadienol	Z-6-nonenol	E-2-nonenal
Tempo	5	14,885387**	15,011050**	44,342573**
Erro	12	2,214256	0,764133	4,058211
Média Geral		18,01	16,92	10,52
CV (%)		8,2633333	5,1650000	12,19666667

** indica valores de Teste de F significativo a 1% de probabilidade.

ns indica valores de Teste de F não significativo a 1% e 5% de probabilidade.